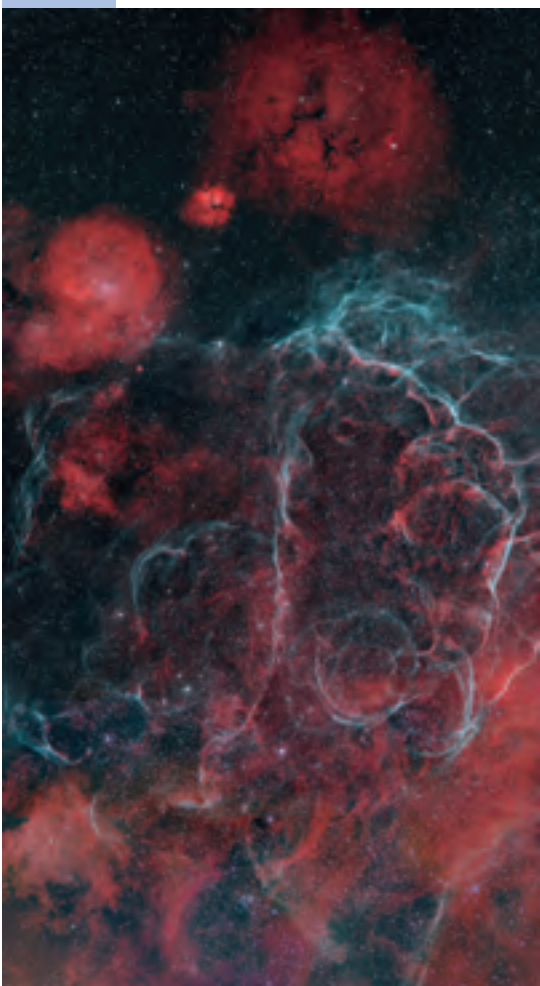


f o k u s s i e r t



Ronald Stoyan, Chefredakteur



▲ Titelbild: **Die filigranen Ranken und Lichtbögen des Supernovarests Vela-SNR.** Das Bild erstreckt sich über $5,3^\circ \times 9,5^\circ$. Der Supernovarest Vela-Junior liegt etwa zwischen IC 2395 und Gum 18, tritt aber optisch nicht in Erscheinung. Das Bild ist ein vierteiliges Mosaik-Komposit aus H α - und O[III]-Schmalbandaufnahmen. Dieter Willasch

Liebe Leserinnen und Leser,

Astronomie in der Schule ist nicht unbedingt ein Thema, das Sie in interstellarum erwarten werden. Dennoch hat es viel mit Amateurastronomie und ihrem Nachwuchs zu tun, was und wie junge Menschen an deutschen Schulen zum ersten Mal mit den Sternen in Berührung kommen. Das ist je nach Bundesland höchst unterschiedlich: Von einem fast völligen Fehlen astronomischer Grundbildung bis hin zu eigenständigem Astronomie-Unterricht reicht die Bandbreite. Lutz Clausnitzer, selbst langjähriger Astronomie-Lehrer aus Sachsen, kritisiert in seiner Bestandsaufnahme der deutschen Schulastronomie diesen Flickenteppich und fordert: Astronomie muss für alle Schüler Bestandteil des Unterrichts sein (**Seite 12**)!

In interstellarum haben wir die Entwicklung der Okular-Gesichtsfelder in den letzten Jahren kritisch mitverfolgt und immer wieder über die Stärken und Schwächen moderner Ultraweitwinkelokulare berichtet. Nun ist es erstmals einem Hersteller gelungen, ein Okular zu konstruieren, dessen 120° scheinbares Gesichtsfeld größer ist als das Gesichtsfeld des menschlichen Auges. Damit entfällt der runde Rand um das astronomische Objekt, den jeder von uns gewohnt ist – eine besonders beeindruckende neue Art der teleskopischen Beobachtung (**Seite 52**).

Wer träumt nicht von ihnen: Großartige Himmelsobjekte wie die Magellanschen Wolken, Omega Centauri oder der Kohlsack stehen für die Magie des südlichen Sternhimmels. Im Oculum-Verlag erscheint im Oktober ein Bildband, der diesen Zauber in großartigen Astrofotos einfängt und mit informativen Texten untermalt: »**Perlen des Südhimmels**«. Der deutsche Astrofotograf Dieter Willasch und der südafrikanische Beobachter Auke Slotegraaf, die sich für dieses Buch zusammengefunden haben, stellen in diesem Heft eine ganz besondere Perle vor: Die Supernovafamilie im Sternbild Vela (**Seite 42**). Ich möchte Ihnen dieses schöne Werk gerne ans Herz legen und Sie zur Vorstellung des Buches am 26.10. im Stuttgarter Planetarium einladen (**Seite 62**)!

Klare Herbstnächte wünscht

Ihr

Ronald Stoyan

38

Finaler Vorhang für den Venustransit

47

100 Quadratgrad Himmel

52

Gesichtsfeld-Giganten

55

Spieglein, Spieglein in der Hand

Hintergrund

Hauptartikel

12 **Astronomie für alle Schüler!**

Was jeder über Astronomie wissen sollte

17 **Astro-Wissen**

Welche Wirkung hat ein Schulfach Astronomie?

Schlagzeilen

8 **M 31 und M 33 auf Kollisionskurs mit der Milchstraße**

9 HST entdeckt fünften Plutomon

9 Bewegungen unter der Sonnenoberfläche

10 **Raumfahrt aktuell**

NuSTARs unsichtbarer Erfolg

Himmel

Ereignisse

Schauspiele am Morgenhimmel

18 **Maximum der Leoniden am 17. November**

19 Venus bei Regulus am 3. Oktober, bei Saturn am 27. November

19 Maximum der Orioniden am 21. Oktober

19 Morgensichtbarkeit von Merkur Ende November

Sonnensystem

22 **Sonne aktuell**

Uneinheitliche Aktivität

23 **Planeten aktuell**

Verkehrte Welt auf Jupiter

24 **Kometen aktuell**

Kometenarmer Herbst

Sternhimmel

Schätze des Herbsthimmels

27 **Astronomie mit bloßem Auge** M 33

28 **Astronomie mit dem Fernglas** M 77

28 **Objekt der Saison** IC 1848

30 **Objekt der Saison** NGC 1245

31 **Veränderlicher aktuell** γ Cassiopeiae

Praxis

Erde

34 **Ring of Fire über Kalifornien**

Eine Reise zur ringförmigen Sonnenfinsternis am 20.5.2012 in die USA

Planeten

38 **Finaler Vorhang für den Venustransit**

Eine Zusammenstellung von Amateur- und Profiergebnissen

Deep-Sky

42 **Die Supernova-familie in Vela**

Eine astrofotografische Expedition

47 **100 Quadratgrad Himmel**

Geheimtipps im Himmels-W

51 **Praxis-Wissen**

Kann man Mondkrater selbst »entdecken«?

Technik

Test

52 **Gesichtsfeld-Giganten**

Die Extrem-Weitwinkel-Okulare Explore Scientific 100° und 120° im Test

Selbstbau

55 **Spieglein, Spieglein in der Hand**

Der Weg zu einem selbst geschliffenen Newtonspiegel

60 **Technik-Wissen**

Sind Objektive mit fester Brennweite besser als Zooms?

Beobachtungen

Rückblick

63 **Mond bedeckt Jupiter**

First Light

64 **Der Rotlichtbezirk im Sternbild Schwan**

Objekte der Saison

66 **NGC 663 / IC 1805**

Galerie

70 **Astrofotos unserer Leser**

Service

Rezensionen

72 **Die Kometenjäger**

72 Using SI Units in Astronomy

72 iPhone-/iPad-App: Luminos

Szene

73 Termine für Sternfreunde

Astro-Markt

74 Gewerbliche Anzeigen

75 Kleinanzeigen

1 **fokussiert**

2 Inhaltsverzeichnis

80 Vorschau, Impressum, Leserhinweise

Astronomie für alle Schüler!

12

Was jeder über Astronomie wissen sollte



interstellarum STERNSTUNDE



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

Ausgabe Nr. 11 (7.9.2012)

Themen:

- **Planetenvideos:**
Animation von Fotografien unserer Himmelsnachbarn; Interview mit Peter Oden
- **interstellarum packt aus:**
120°-Extrem-Weitwinkel-Okular von Explore Scientific; mit Frank Gasparini

Außerdem:

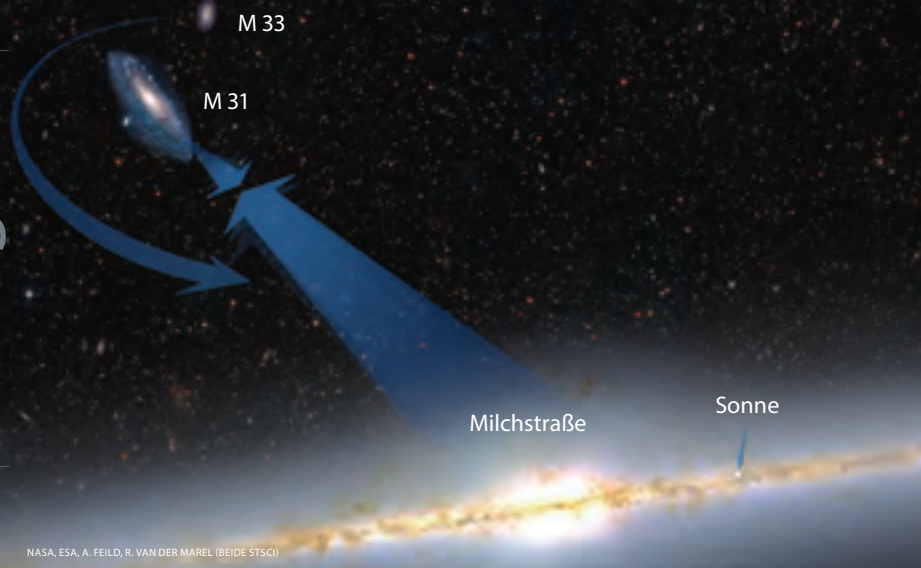
- Neuigkeiten aus der Forschung in Bild und Ton
- Vorschau auf astronomische Ereignisse

Die Supernova- familie in Vela

42

Eine astrofotografische Expedition





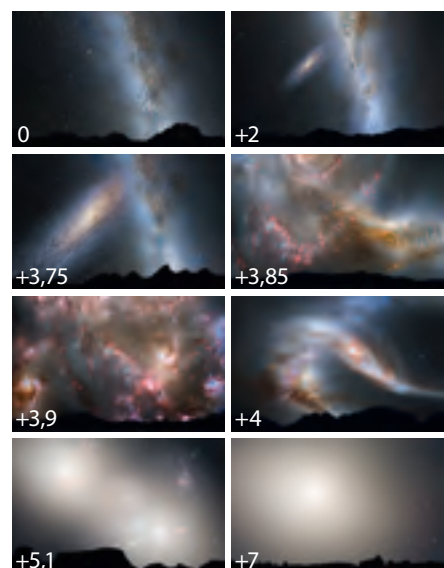
▲ Abb. 1: **Wahrscheinlichster Ablauf der Verschmelzung** von Milchstraße und Andromeda-Galaxie (M 31). Nachdem die Milchstraße und M 31 verschmolzen sind, wird auch die Dreiecks-Galaxie (M 33) mit dem Paar verschmelzen.

M 31 und M 33 auf Kollisionskurs mit der Milchstraße

Mit dem HST ist es gelungen, die Eigenbewegung der Andromeda-Galaxie (M 31) und andere Parameter der Galaxiengruppe aus M 31, M 33, und der Milchstraße über sieben Jahre so genau zu messen, dass Simulationen über ihre Bewegungen weit in die Zukunft möglich sind. M 31 bewegt sich mit $109,3 \text{ km/s} \pm 4,4 \text{ km/s}$ auf unsere Milchstraße (nicht die Sonne) zu, die tangentielle Geschwindigkeit beträgt dabei nur $17,0 \text{ km/s}$ und ist mit 68% Wahrscheinlichkeit geringer als 34 km/s . Damit ergibt sich, dass die Milchstraße und M 31 frontal »zusammenstoßen« werden. Ein weiteres Ergebnis dieser Messungen ist, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% die Dreiecksgalaxie M 33 ein Begleiter von M 31 und damit in die Kollision involviert ist.

Aufgrund dieser neuen

Daten lassen sich verschiedene Szenarien für die zukünftige Entwicklung des Milchstraßen-M 31-M 33-Systems mit unterschiedlichen Wahrscheinlichkeiten berechnen. So werden sich in $3,87^{+0,42}_{-0,32}$ Mrd. Jahren unsere Galaxis und M 31 zum ersten Mal sehr nahe kommen: Nur etwa 100000 Lichtjahre wird der Abstand der beiden Galaxienzentren betragen. Zu diesem Zeitpunkt nähert sich M 33 bereits zum zweiten Mal der Andromeda-Galaxie. Danach werden sowohl die Milchstraße als auch M 31 für einen außenstehenden Beobachter deutlich deformiert sein. Die endgültige Verschmelzung erfolgt in $5,86^{+1,61}_{-0,72}$ Mrd. Jahren, wobei eine riesige elliptische Galaxie entsteht. Allerdings wird M 33 wahrscheinlich bereits in ca. 3,7 Mrd. Jahren der Milchstraße bis

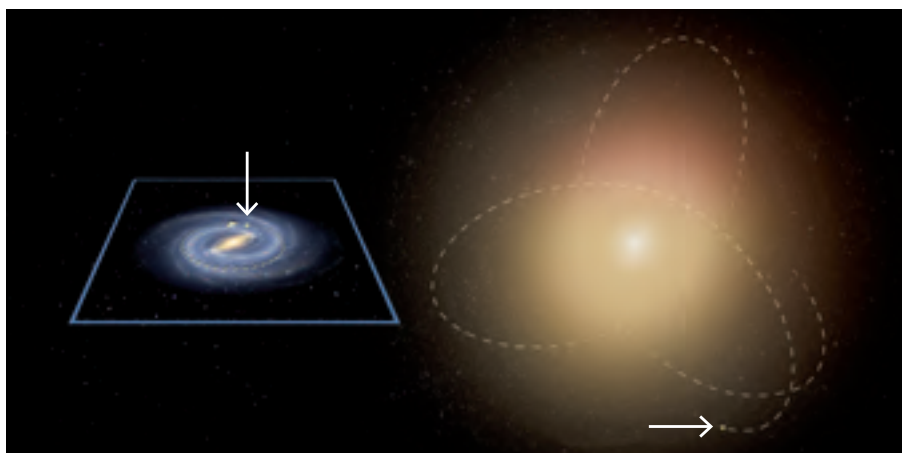


▲ Abb. 2: **Zeitliche Abfolge der Verschmelzung** der Milchstraße und der Andromeda-Galaxie in Milliarden Jahren.

auf gut 570000Lj nahe gekommen sein. Mit einer geringen Wahrscheinlichkeit von 9% kann sie bereits zu diesem Zeitpunkt mit der Milchstraße verschmelzen oder mit einer Wahrscheinlichkeit von 7% aus der Lokalen Gruppe ganz oder beinahe herausgeschleudert werden. Wahrscheinlicher ist allerdings, dass zunächst unsere Milchstraße und M 31 verschmelzen und M 33 in eine Umlaufbahn gerät, deren Radius allmählich abnimmt, bis es zu einer Verschmelzung mit dem neuen Gebilde aus Milchstraße und M 31 kommt.

Bei diesen Verschmelzungen wird die Sonne in eine völlig andere Bahn befördert, deren Radius 85% größer ist als der heutige mit 24000Lj. Sie könnte sogar innerhalb der nächsten 10 Mrd. Jahre dem Zentrum von M 33 näher als 33000Lj kommen, obwohl sie immer noch an das Milchstraßen-M 31-Paar gebunden ist. Nur mit geringer Wahrscheinlichkeit könnte sie von M 33 eingefangen werden. Das Sonnensystem ist von diesen Ereignissen weniger betroffen, obwohl nahe Vorbeiflüge anderer Sterne während einer Galaxienverschmelzung wesentlich häufiger sein können, aber insbesondere das äußere Sonnensystem betreffen. Für das Sonnensystem wird die allmähliche Erschöpfung des Wasserstoffs im Sonnenkern und die damit verbundene Zunahme der Leuchtkraft schon vor der Verschmelzung von Milchstraße und M 31 weitaus dramatischer Folgen haben. [ApJ 753, article id 8 und 9 (2012), STScI-2012-20]

▼ Abb. 3: **Bahn der Sonne nach der Verschmelzung** der Milchstraße mit der Andromeda-Galaxie. Im Inset ist die heutige Bahn der Sonne dargestellt.



NASA, ESA, A. FEILD, R. VAN DER MAREL (BEIDE STScI)

Surftipp

Videos zur Kollision zwischen Milchstraße und M 31:

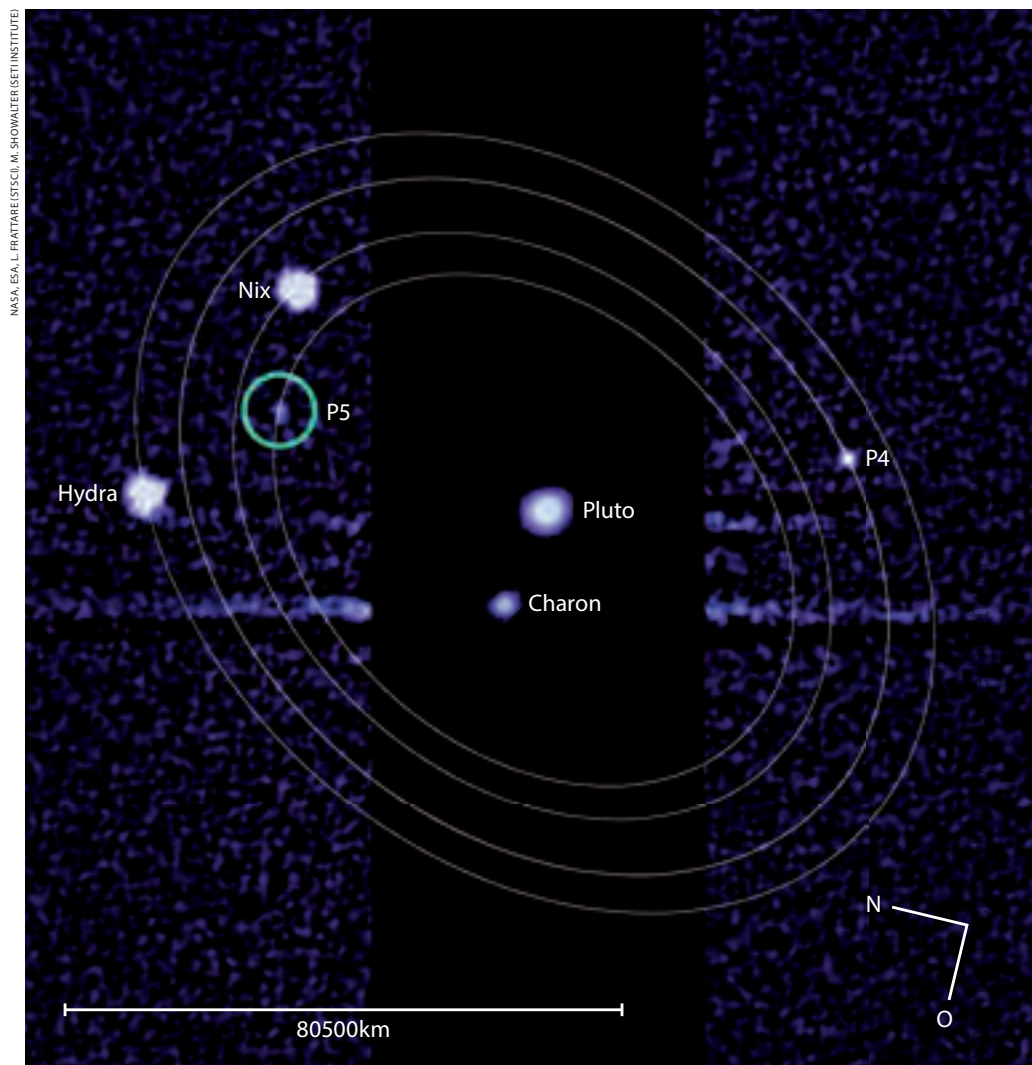
hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2012/20/video

HST entdeckt fünften Plutomond

Kürzlich wurde bei Aufnahmen, die mit dem Weltraumteleskop Hubble gemacht wurden, ein fünfter Mond des Zwergplaneten Pluto entdeckt. Er soll irregulär geformt sein, wobei die Durchmesserwerte etwa zwischen 10km und 24km liegen. Der kreisförmige Orbit mit einem Durchmesser von 80500km liegt in derselben Ebene wie die der anderen vier Monde. Die provisorische Bezeichnung des neuen Mondes lautet S/2012 (134340) 1. Drei der anderen Plutomonde wurden ebenfalls mit dem Weltraumteleskop gefunden: Nix und Hydra im Jahr 2006 und P4 im Jahr 2011. Der größte Mond Charon wurde bereits 1978 am US Naval Observatory entdeckt.

Man vermutet, dass alle Monde die Überreste eines Zusammenstoßes mit einem anderen großen Objekt des Kuiper-Gürtels (vgl. interstellarum 50) sind, der sich vor Milliarden Jahren ereignete. Außerdem legt die Zahl der jetzt bekannten Plutomonde nahe, dass es dort noch eine Vielzahl an kleinen Körpern geben muss, die eine Gefahr für die Sonde Horizon darstellen können, wenn sie 2015 mit 48000km/s durch das Plutosystem rast. [STScI-2012-32]

► Abb. 1: **Plutos fünfter Mond** mit der provisorischen Bezeichnung S/2012 (134340) 1 bzw. P5 wurde in einer Serie von neun Aufnahmen des Weltraumteleskops Hubble vom 26., 27. und 29. Juni sowie 7. und 9. Juli 2012 entdeckt.



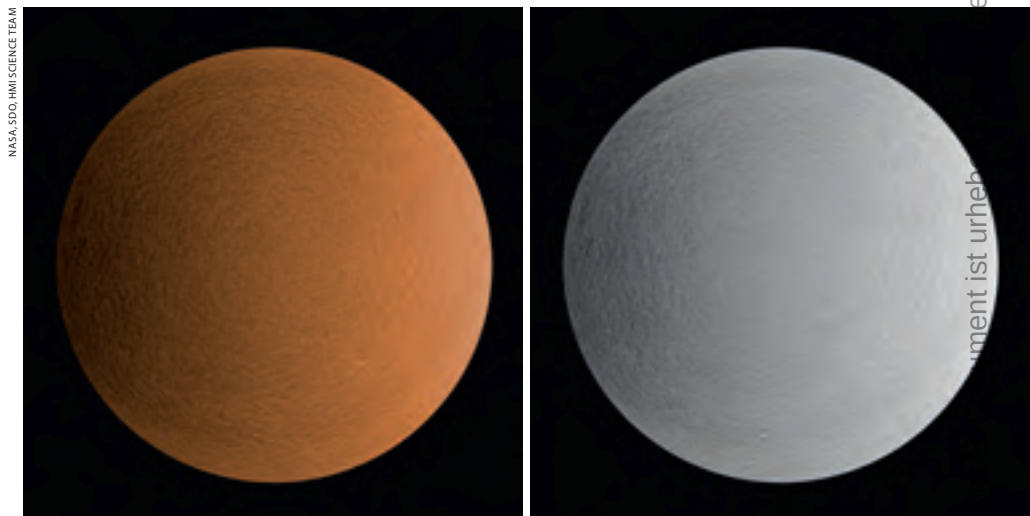
Bewegungen unter der Sonnenoberfläche

Mit Hilfe der Helioseismologie, die untersucht, wie sich Schwingungen im Sonneninneren ausbreiten, hat man festgestellt, dass die Strömungsgeschwindigkeit des Plasmas 55000km unterhalb der Sonnenoberfläche – das sind 8% des Sonnenradius – in der Konvektionszone weniger als einige Meter pro Sekunde beträgt. Das ist hundert Mal weniger als Modelle für die solare Konvektion vorhersagen. Das NASA-Satelliten-Sonnenobservatorium SDO, das die Sonnenoberfläche seit Anfang 2010 beobachtet, verfügt mit dem Helioseismic and Magnetic Imager (HMI) über ein Instrument, das diese Messungen mit einer einzigartigen

Kombination aus hoher Auflösung und vollständiger Abbildung der Sonne ermöglicht. Die neuen Erkenntnisse werfen nicht nur ein neues Licht auf die Sonne, sondern auch

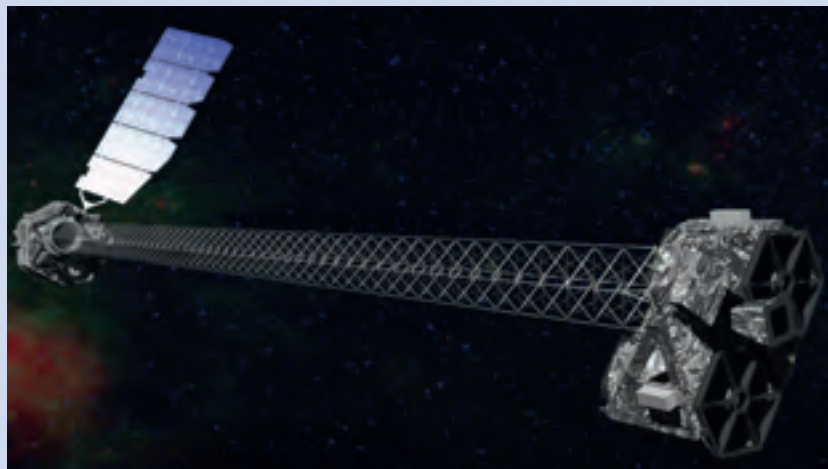
darauf, dass derzeit die Konvektion, einer der grundlegendsten physikalischen Prozesse in der Sonne und anderen Sternen, nicht verstanden ist. [Pressemitteilung MPG 19.7.2012]

► Das Dopplergramm vom 25. Juli 2012 des Helioseismic and Magnetic Imager zeigt Oberflächenbereiche der Sonne, die sich auf den Beobachter zu bewegen (dunkel) oder sich entfernen (hell).



Raumfahrt aktuell

NuSTARs unsichtbarer Erfolg



▲ **Künstlerische Darstellung des NASA-Röntgensatelliten NuSTAR** in der Umlaufbahn: Ein 10m langer Mast trägt vorne die beiden Teleskopoptiken, die die energiereichen Photonen auf die Detektoren im Satelliten selbst (links) fokussieren.

Ein neuer NASA-Astronomiesatellit liefert spektakuläre Daten – und die Welt-
raumbehörde verliert kaum ein Wort darüber. So geschehen mit dem kleinen
NuSTAR (»Nuclear Spectroscopic Telescope Array«), einem Röntgensatelliten, den
am 13. Juni eine Pegasus-Flügelrakete über dem Pazifik in den Orbit beförderte:
Er trägt die ersten fokussierenden Teleskope für den hohen Energiebereich von
6keV bis 79keV und verspricht hier ein zehnmal schärferes Bild des Himmels als
alle früheren Satelliten. Und genau das liefert er auch, versichert Projektwissen-
schaftler Daniel Stern: Nach dem ersten Monat Testbeobachtungen lässt sich
sagen, dass NuSTAR die Spezifikationen voll erfüllt und damit letztlich über hun-
dert Mal empfindlicher als alle Vorgänger ist. Selbst die Kalibrationsmessungen
an bekannten hellen Röntgenquellen – die ersten Ziele waren Cygnus X-1 und
der Quasar 3C 273 – erachtet Stern schon wissenschaftlicher Veröffentlichungen
wert. In der zwei Jahre währenden Primärmission wird sich NuSTAR einem breiten
Spektrum von Quellen zuwenden, das auch Supernova-Überreste und sogar die
Korona der Sonne einschließt, über deren Heizmechanismus der Satellit etwas
herausfinden könnte.

Eine Woche nach dem Start hatte NuSTAR seinen 10m langen Arm ausgefahren,
der die beiden Wolter-Teleskope in den richtigen Abstand von den Röntgende-
tektoren auf dem eigentlichen Satelliten bringen musste. An den Spiegelscha-
len werden die energiereichen Röntgenphotonen in einem sehr flachen Winkel
fast streifend reflektiert und fokussiert. Der spätere Missionsplan sieht vor allem
besonders tiefe Aufnahmen ausgewählter Himmelsfelder vor, die bis zu zwei
Wochen lang belichtet werden. Da NuSTAR ein »Small Explorer« mit scharf de-
finierten Aufgaben ist, haben während der Primärmission nur die projekteige-
nen Wissenschaftler Zugriff auf den Satelliten: Nur im Falle einer Verlängerung
kämen auch Gastbeobachter zum Zuge. Und auch die Öffentlichkeit muss sich
gedulden: Mit erstaunlich geringen Gesamtkosten von nur 165 Mio. US-Dollar
ist NuSTAR eine derart kleine NASA-Mission, dass für die Pressearbeit nur eine
einzige JPL-Mitarbeiterin mit einem kleinen Teil ihrer Arbeitszeit zur Verfügung

steht – und auch sie wurde kurz
nach dem Missionsbeginn für die
Curiosity-Marslandung abgezo-
gen. Ein privater Blog der Missions-
wissenschaftlerin ist praktisch die
einzige Quelle, um etwas auf dem
Laufenden zu bleiben.

Surftipps

NuStar-Homepage:

www.nasa.gov/nustar

Missionsblog:

www.srl.caltech.edu/personnel/fiona/blog

■ Daniel Fischer

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

Astronomie für alle Schüler!

Was jeder über Astronomie wissen sollte

VON LUTZ CLAUSNITZER

◀ Abb. 1: **Mars und die Plejaden** im Herbst 2005 über den »Sternguckern« von Walter Howard in Radebeul. Ureigenste Aufgabe des Astronomieunterrichts ist es, die Schüler zum Beobachten und Verstehen alltäglicher Erscheinungen des Tag- und Nachthimmels zu befähigen. Ein anderes Fach kann das kaum leisten.

Erschließung des Kosmos und wurde mit ihren Satellitensystemen für Erderkundung, Klima- und Umweltforschung, Wettervorhersage, Kommunikation und Navigation zu einer bedeutenden Wirtschaftskraft. Die kulturhistorische Bedeutung der Astronomie und die zunehmende Einbindung des Weltalls in die Lebens- und Arbeitswelt des Menschen verlangt nach einer stärkeren Berücksichtigung im Schulunterricht.

Astronomieunterricht im Wandel der Zeit

Die Schulpflicht existiert in Deutschland seit etwa 1820. Schulen, die schon im 19. Jahrhundert ihre Schüler an die Wunder des Himmels heranführten, taten das meist im Mathematik- oder Erdkundeunterricht. Das erklärt sich aus den damals als wichtig angesehenen Themen rings um die scheinbare Himmelskugel und die Kepler-Ellipse. Nach 1910 verlagerte sich die Aufmerksamkeit eher auf die messbar gewordenen physikalischen Eigenschaften der Sterne, weshalb die Astronomie allmählich in den Physikunterricht wanderte. Doch im 20. Jahrhundert entstanden viele neue Forschungsrichtungen und Teilgebiete der Astronomie [1], was die Frage nach der Stellung der Schulastronomie im Fächerkanon erneut aufwarf [1–4]. Nach Meinung der Internationalen Astronomischen Union vermag die Astronomie zu begeistern und eröffnet so einen einzigartigen Zugang zu Technik, Kultur und Wissenschaft, also zu drei der tragenden Säulen von Industrienationen. Ähnlich sieht es wohl auch die Bevölkerung in Deutschland, denn nach einer Studie von 2011 wünschen sich die meisten Menschen Astronomieunterricht in den Schulen (s. Astrowissen S. 17).

Ähnliches konnte man in Sachsen beobachten, wo die Abschaffung des Pflichtfaches Astronomie der Klassenstufe 10 von massiven Protesten seitens der Wissenschaftler, Lehrer, Eltern und Schüler begleitet wurde [2]. Der 2002 gefasste Beschluss wurde 2007 dennoch durchgesetzt [5].

Bildungsstandards Astronomie für die Mittelstufe

Die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik

Die Himmelskunde steht, wie bereits in der Antike und im Mittelalter, auch heute wieder in der vordersten Reihe der Grundlagenforschung. Man sucht nach einer zweiten Erde, sondiert mögliche Gefahren aus dem All und ergründet Vergangenheit und Zukunft des Weltalls. Man versucht zu verstehen, wie die Entstehung des Lebens in die Entwicklung des Universums und unser Klima in kosmische Zyklen eingebunden ist. Die Astronomie ist in hohem Maße kultur- und weltbildprägend. In den Schulen spielt sie aber noch immer eine Nebenrolle.

In der weitaus längsten Zeit seiner Existenz glaubte der Mensch, eine Scheibe zu bewohnen, über die sich eine Halbkugel wölbt. Der Himmel war für ihn Uhr, Kalender, Kompass, Göttersitz und Sehnsuchtsort. Schließlich begriff er die Erde als eine Kugel, erkannte ihren Platz im Sonnensystem und versteht sie heute als Teil des Universums, dessen Gesetze und Bedingungen auch für ihn gelten. Auf diesem steinigen Weg der Erkenntnis lernte der Mensch, wissenschaftlich zu arbeiten und Präzisionsinstrumente zu bauen. Mit dem Newtonschen Gravitationsgesetz betrat 1687 die Physik die Bühne der Astronomie und heute sind viele Wissenschaften und technische Disziplinen integriert. Die Raumfahrt öffnete neue Türen und Horizonte. Sie fördert die Erforschung und

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



▲ Abb. 2: **Einige Male im Jahr** mit einem H α -Filter die täglichen Veränderungen auf der Sonne zu verfolgen, ist ästhetisch beeindruckend und weckt das Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen. In der Hofpause zieht das auch scheinbar Unbeteiligte an; wie hier, am Geschwister-Scholl-Gymnasium Löbau.

Deutschland, kurz Kultusministerkonferenz oder KMK, hat 2003 bundesweit geltende Bildungsstandards beschlossen. Danach ist es Ziel naturwissenschaftlicher Grundbildung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Historie der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen [7]. Doch es fehlt jeglicher Bezug zur Astronomie, deren »Phänomene«, »Historie« und »spezifische Methoden der Erkenntnisgewinnung« sich von denen der anderen Naturwissenschaften unterscheiden. Ein Gutachten ergänzt, dass die Astronomie ein hohes Maß an Eigenständigkeit besitzt und nicht unbeschadet in die Systematik anderer Fächer übertragen werden kann [8]. Tab. 1 zeigt, was nach Ansicht des Autors für die Allgemeinbildung in erster Linie relevant ist und bis zum Ende der Klassenstufe 10 von allen Schülern erworben werden sollte. Wenn man auf einige Vorleistungen aus früheren Schuljahren zurückgreifen kann, lässt sich das in Klasse 10 in 50 bis 60 Unterrichtsstunden fächerverbindend vermitteln und kann als Basis künftiger »Bildungsstandards des Faches Astronomie für den

Die Situation in Bayern – ein Diskussionsbeispiel

Bayerns Gymnasien können ihren Schülern im Physikunterricht der Klassenstufe 12 die Lehrplanalternative »Astrophysik« anbieten. Derzeit besuchen 2,5% der Schüler eines Geburtsjahrganges einen solchen Kurs. Didaktisch besser als es der Titel vermuten lässt, beginnt der Kurs mit »1. Orientierung am Himmel« und »2. Überblick über das Sonnensystem«, weil diese Vorleistungen aus der Mittelstufe nicht vorhanden sind. Erst dann folgen Gebiete mit größeren astrophysikalischen Anteilen, wie die Sonne, die Sterne und Großstrukturen im Weltall.

Seit 2008 findet man in den bayerischen Gymnasien im Physikunterricht der Klassenstufe 10 den Lernbereich »Ph 10.1 Astronomische Weltbilder (ca. 8 Std.)«. Dazu sind genau zwei Themenbereiche vorgesehen: »Entwicklung des astronomischen Weltbilds von der Antike bis zu Kepler (geozentrisches und heliozentrisches Weltbild)« und »Aspekte der modernen

Kosmologie (Überblick über Urknall, Expansion und Struktur des Universums)«. Damit sollen alle Gymnasiasen einen Einblick in wichtige Aspekte der Kulturgeschichte gewinnen.

Bemerkenswerterweise wird zum heliozentrischen Weltbild ausgeführt, dass um die Umwälzungen dieser Epoche zu verstehen und bewerten zu können, physikalische Fachkenntnisse nicht von höchster Priorität sind. Das liegt auch daran, dass die Physik erst 144 Jahre nach Kopernikus durch das Newtonsche Gravitationsgesetz in die Astronomie einzog. Offenbar ist man sich bewusst, dass die Einordnung dieses für die Allgemeinbildung so wichtigen Sachverhaltes in das Fach Physik unbefriedigend ist. Der Geschichtsunterricht wäre allerdings nicht besser geeignet, denn man kann über die Entwicklung einer Wissenschaft nur dann Kenntnisse erwerben, wenn man gleichzeitig oder vorhergehend Kenntnisse über diese Wissenschaft selbst gewonnen hat [12].

Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)« gesehen werden.

Realisierungsmöglichkeiten

1. Die Verteilung der astronomischen Inhalte auf verschiedene Fächer

Dabei wird deutlich, in wie viele Themen und Fächer astronomische Aspekte hineinspielen. Dazu müssen allerdings alle Lehrer, Lehrplan- und Lehrbuchautoren dieser Fächer angemessen astronomisch geschult sein. Rein astronomische Inhalte, die keinem anderen Fach sinnvoll zugeordnet werden können, würden fehlen.

2. Innerhalb des Unterrichtsfaches Physik

Die Integration astronomischer Inhalte kann den Physikunterricht an vielen Stellen interessanter machen und bereichern. An ausgewählten Beispielen sollte der Physiklehrer sogar unbedingt zeigen, dass »seine« Gesetze auch im Weltall gelten. Die Astronomie geht aber mit ihren kulturellen, philosophischen und interdisziplinären Aspekten weit über die physikalische Methodik und die Möglichkeiten des Physikunterrichts hinaus [Bojowald (2009) in 4]. Will man das Fach Physik trotzdem für die astronomische Bildung hauptverantwortlich machen, muss jeder Physiklehrer in der Astronomie und deren Geschichte sowie in der Astronomiedidaktik und der Beobachtungspraxis eingehend qualifiziert sein. Somit auch in der Astrophysik (Deutung der von Himmelsobjekten empfangenen Strahlung [1]), die im Regelfall auch nicht zum Repertoire eines Physiklehrers gehört. Dass ist wenig ökonomisch und wegen der vielfältigen Belastungen und der differenzierten Interessen der Physiklehrer in der Praxis kaum realisierbar.

3. In einem eigenständigen interdisziplinären Fach Astronomie

Hier erwerben die Schüler die den Kosmos betreffenden Inhalte in ihrem natürlichen Kontext und gewinnen so am leichtesten einen Überblick über den Weltraum und seine Bedeutung für die Menschheit. Dabei zeigt sich die Astronomie weniger als Spezialgebiet, sondern fördert eine allgemeine Weltsicht und entspricht dem allgemeinen Bildungsanliegen am ehesten. Sie vernetzt natur- und ingenieurwissenschaftliche Disziplinen und schlägt eine Brücke zu den Geisteswissenschaften. So wird Astronomie zu einer Plattform fächerverbindenden Lernens.

Angestrebtes Fachwissen Astronomie am Ende der Klassenstufe 10

1. Orientierung am Himmel	Die Erde als Himmelskörper, Zustandekommen von Tag und Nacht, Jahreszeiten, Sternbilder, Auf- und Untergang der Gestirne, Koordinatensysteme, Drehbare Sternkarte, Planetariumsprogramm, Praktische Beobachtung mit und ohne Fernrohr
2. Die kulturhistorischen Wurzeln der Astronomie	Termine für die Landwirtschaft und Rituale, Zeit, Kalendersysteme, Sonnenobservatorium von Goseck, Himmelscheibe von Nebra Orientierung auf der Erdoberfläche (Astronavigation) Entstehung der Astrologie, Kritik an ihrer heutigen Anwendung, Kritikfähigkeit gegenüber Medien
3. Sonnensystem	Mond: Entstehung und Aufbau, Bewegung, Phasen, Finsternisse, Bedeutung für die Erde (Gezeiten, Stabilisierung der Erdachse und damit der Klimazonen), Kritikfähigkeit gegenüber Mondkalendern und Medien Aufbau des Sonnensystems, physikalische Beschaffenheit der Planeten, Kepler'sche Gesetze, Gravitationsgesetz, Zwergplaneten, Kleinkörper, Impakte, Kleinkörperüberwachung als Katastrophenschutz Raumfahrt: Ziolkowski, Oberth, von Braun, Koroljow, Sputnik 1, Gagarin, Apollo, Einsatzgebiete von Erdsatelliten, interplanetare Sonden, bemannte Raumfahrt
4. Sterne	Sonne: Aufbau und Funktionsweise, elektromagnetische und Teilchenstrahlung, Hinweis auf die technische Nutzung der Solarenergie, Einfluss auf langfristige Temperaturänderungen auf der Erde, Aktivitätserscheinungen Sterne allgemein: Scheinbare Helligkeit, trigonometrische Entfernungsbestimmung, Lichtjahr, Zustandsgrößen der Sterne, Hertzsprung-Russell-Diagramm, Sternentwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Elemententstehung, Bedingungen für Leben im All, extrasolare Planeten, habitable Zone, elektromagnetisches Spektrum, Anwendung der Spektralanalyse, Dopplereffekt, Einschränkungen der Beobachtung durch die Erdatmosphäre
5. Strukturen im Weltall	Aufbau des Milchstraßensystems, Größe und Entfernung einiger Galaxien, Großstrukturen im Weltall
6. Kosmologie	Fortwährender Erkenntnisprozess als Systematisierung: Weltbild der alten Kulturen, Belege für die Kugelgestalt der Erde (Aristoteles), geozentrisches Weltbild (Antike), heliozentrisches Weltbild des Kopernikus (16. Jh.), Erkenntniszuwächse durch das Fernrohr (17. Jh.), Überwindung der Fixsternsphäre (19. Jh.), das physikalische Wesen der Sterne, Entwicklungsvorgänge im Weltall, überall im Kosmos gelten die gleichen Naturgesetze, Entdeckung der Galaxien, Expansion des Universums, Standardmodell des Urknalls (alles 20. Jh.), zurück vor den Urknall und andere neuere Hypothesen und Theorien

Angesichts der relativ wenigen Astronomiestunden braucht man dafür pro Schule nur ein bis zwei Lehrer auszubilden. Bei kleinen Schulen kann ein Astronomielehrer auch zwei oder drei Schulen betreuen.

Jede dieser drei Organisationsformen hat ihre Vorzüge. Diese können jedoch nur dann zum Tragen kommen, wenn die Lehrerbildung konsequent darauf abgestimmt ist. Die personellen Voraussetzungen für die Organisationsformen 1 und 2 sind in keinem deutschen Bundesland erfüllt; auch nicht ansatzweise. Weil die dritte, das Fach Astronomie, mit einer relativ kleinen Zahl von astronomisch qualifizierten Lehrern auskommt, gelingt einigen ostdeutschen Bundesländern seit Jahrzehnten, die erforderliche Zahl von Astronomielehrern bereitzustellen (vgl. Karte).

Arbeitsgemeinschaften, naturwissenschaftlicher Profilunterricht und ähnliche Organisationsformen werden in diesem Beitrag nicht berücksichtigt, weil sie jeweils nur einen Teil der Schüler erreichen. Sie können die für alle Schüler erforderliche

astronomische Basisbildung ergänzen und vertiefen, aber nicht allein absichern.

Erfahrungen zum Lehrereinsatz

Lehrer anderer Fächer können die astronomischen Inhalte der Tab. 1 in aller Regel nicht so nebenbei umsetzen. Im Osten Deutschlands wurde die Astronomie ab 1959 von astronomisch interessierten Geographie-, Physik- und Mathematiklehrern unterrichtet, die sich zunächst autodidaktisch qualifizierten. In den 1960er bis 1980er Jahren erwarben 2000 von ihnen die Lehrbefähigung für Astronomie, in der Regel als Drittfach. Das erfolgte vorwiegend berufsbegleitend in einem zweijährigen externen Studium mit drei 14-tägigen Ferienlehrgängen und der Bearbeitung von Selbststudien- und Beobachtungsaufgaben. Diese Arbeitsteilung entlastet die Lehrer, fördert die Unterrichtsqualität und hat sich deshalb sehr bewährt [5].

Bildungspolitik und Kultusverwaltungen unterstützen!



▲ Abb. 3: **Das Fach Astronomie** ist diejenige Organisationsform astronomischer Schulbildung, die mit den wenigsten astronomiekundigen Lehrern auskommt. – Wolfgang Fiedler, einer der Astronomie-Fachberater Thüringens, mit seinen Schülern.

In den letzten Jahren haben sich viele Gremien und Persönlichkeiten gegenüber der Politik und den Kultusverwaltungen für mehr astronomische Bildung ausgesprochen und dabei fast immer ausdrücklich die Astronomie als eigenständiges Unterrichtsfach empfohlen. Über 100 Professoren verschiedener Fachgebiete gaben 2006 ihrem Aufruf die Überschrift »Professoren fordern eigenständiges Schulfach Astronomie für ganz Deutschland« [9]. Nach weiteren Briefen verschiedener Autorenteams folgte 2009 der »Offene Brief an Bund und Länder« mit einer noch größeren Reputation, in dem bundesweit zwei Jahreswochenstunden Astronomie im letzten Schuljahr der Mittelstufe für alle Schüler und eine Flächen deckende Ausbildung von Astronomielehrern empfohlen werden. Zudem sollten astronomische Inhalte ab der Grundschule in allen allgemein bildenden Schulen eine Rolle spielen und alle Schüler erreichen. Dem Pflichtfach Astronomie am Ende der Mittelstufe sollte sich in Gymnasien ein fakultativer Oberstufenkurs anschließen [10]. Für den Hauptschulabschluss sollte das Fach Astronomie in Klassenstufe 9 mit mindestens einer Jahreswochenstunde eingerichtet werden.

Der Rat Deutscher Sternwarten (RDS) und die Astronomische Gesellschaft (AG) sprachen sich in ihrer gemeinsamen Erklärung vom 20.1.2009 für »die Einrichtung

von expliziten Unterrichtseinheiten/Kursen in Astronomie und die verstärkte Einbettung astronomischer Themen in den Unterricht der naturwissenschaftlichen Fächer, speziell der Physik« (s. Surftipps) aus. Bezüglich der Mittelstufe verweisen sie auf die neuen Bundesländer als sehr positives Beispiel für die öffentliche Bildung.

Allgemeinwissen vor Spezialwissen

Die Forderung nach dem Schulfach Astronomie stößt dort, wo es noch nicht existiert, unweigerlich auf die Frage, woher dafür die Unterrichtszeit kommen soll. Astronomische Inhalte ausschließlich in anderen Fächern zu vermitteln, kostet auch Zeit – und ist weniger effizient. Wenn der Anteil der MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) nicht erhöht wird, bleiben für die Weiterentwicklung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung zwei Möglichkeiten:

Effektivitätssteigerung

Das Fach Astronomie fasst gegen Ende der Mittelstufe die erworbenen Kenntnisse in den naturwissenschaftlichen Fächern unter starker Beteiligung von Mathematik

und Informatik, aber auch in den geisteswissenschaftlichen Fächern zusammen und leistet somit zur Entwicklung eines komplexen wissenschaftlichen Weltbildes bei den Schülern einen wesentlichen Beitrag [11]. Zudem erbringt das Fach auch Leistungen, die außerhalb des MINT-Bereiches liegen, was in den Stundentafeln ebenfalls zu berücksichtigen ist. Eine gute Strategie stellt weniger den Wettlauf der Fächer, sondern eher die Effektivität des Gesamtsystems in den Vordergrund. Gerade dafür kann das Fach Astronomie Entscheidendes leisten.

Verzicht auf Spezialwissen

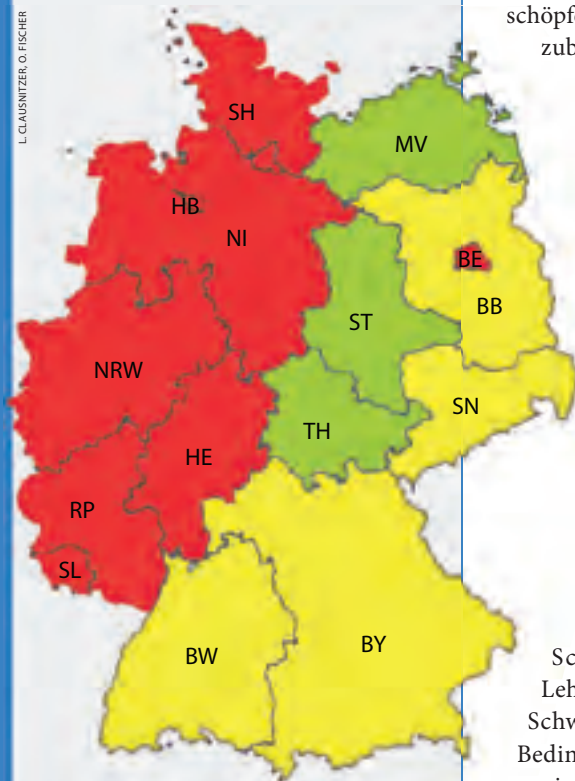
Die etablierten Fächer sollten sich mutiger von Inhalten trennen, auf die die allermeisten Schüler nach ihrer Schulzeit gar nicht mehr zurückgreifen. Das sollte

Frage an die Leser

Sind Sie Lehrer und unterrichten Sie Astronomie? Wir würden gerne Ihre Meinung zu diesem Artikel hören und erfahren, wie Sie praktische Astronomie in den Unterricht einbauen. Schildern Sie uns Ihre Erfahrungen.

Deutschlandkarte der astronomischen Bildung

L. CLAUSNITZER, O. FISCHER



Ländergruppe 1 (hellgrün):

In unteren und mittleren Jahrgangsstufen werden einzelne astronomische Inhalte in anderen Fächern behandelt. In Klassenstufe 9 oder 10 ist die Astronomie eigenständiges Pflichtfach mit einer Jahreswochenstunde. Die Universitäten Halle (ST), Jena (TH) und Rostock (MV) bilden Astronomielehrer aus. Damit erlangt die große Mehrheit der Schüler eine kompetent vermittelte astronomische Basisbildung. In Sachsen-Anhalt und Thüringen werden in der gymnasialen Oberstufe darauf aufbauende Astronomie-Grundkurse angeboten.

Ländergruppe 2 (gelb):

Astronomie kommt nur in anderen Fächern und freiwilligen Unterrichtsformen vor (BW, BY, SN) oder ist (auf Beschluss der Schule) eigenständiges Pflicht- oder Wahlpflichtfach in manchen Schulen (BB). In der gymnasialen Oberstufe kann Astronomie in Grundkursen angeboten werden. Eine systematische astronomische Basisbildung erreicht nicht die Mehrheit der Schüler. Es gibt keine universitäre Astronomielehrer-Ausbildung.

zugunsten von Kenntnissen und Kompetenzen geschehen, die den meisten Menschen helfen, sich in unserer hochtechnisierten Welt zurechtzufinden, ihr Leben kreativ zu gestalten und sich schöpferisch in die Gesellschaft einzubringen. In diesem Sinne verzichtet auch Tab. 1 bewusst auf Spezialwissen und beschränkt sich auf solche Inhalte, mit denen die Schüler die Entwicklung der Astronomie in ihr Geschichtswissen einbauen und kosmische Zusammenhänge soweit erschließen können, wie sie für ihre Selbstfindung notwendig und für die Menschheit von grundlegender Bedeutung sind.

Ein Blick über Deutschland hinaus

In Österreich, wo für jede Schulart bundeseinheitliche Lehrpläne gelten, und in den 21 Schweizer Kantonen ähneln die Bedingungen denen der schulastronomisch weniger starken deutschen Bundesländer. Eine soeben an der Universität Wien eingereichte Diplomarbeit schlägt daher Modelle vor, wie ein eigenständiges Unterrichtsfach Astronomie in Österreich funktionieren und aussehen könnte [12]. Die Diplomandin verweist darauf, dass die Astronomie in Paraguay, Russland, der Ukraine und in Uruguay ebenfalls schon als eigenständiges Fach etabliert ist.

Fazit

Damit sich junge Menschen ein modernes Bild vom Kosmos aneignen können, bedarf es eines Astronomieunterrichts, der an die Erfahrungswelt der Schüler anknüpft, sich über Erde, Mond,

Planeten, Sonne, Sterne, Milchstraßensystem und Galaxien nach außen tastet und dabei die ungewohnten kosmischen Dimensionen des Raumes und der Zeit behutsam erschließt. So entsteht zusammenhängendes und anschlussfähiges Wissen, das die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Schüler erheblich erweitert und qualifiziert. Um das in angemessener Qualität realisieren zu können, müssen, wie in jedem anderen Fach auch, Lehrer ausgebildet werden. Deren Zahl bleibt überschaubar, wenn die Astronomie als eigenständiges Fach etabliert ist.

- [1] Clausnitzer, L.: Astronomieunterricht und sein Beitrag für eine vernetzte Allgemeinbildung
- [2] Clausnitzer, L.: Astronomieunterricht – Notwendiger Bestandteil einer komplexen naturwissenschaftlichen Grundbildung. MNU-Zeitschrift 2/2008, 116 (2008)
- [3] Lindner, K.: Astronomie in der Schule: Eine Bestandsaufnahme zum Internationalen Jahr der Astronomie 2009
- [4] Clausnitzer, L.: Astronomie in die Schulen! Physik Journal 07/2009, 45 (2009)
- [5] Clausnitzer, L.: Vor fünf Jahren verlor Sachsen das Fach Astronomie – Hintergründe und Einschätzung der neuen Situation, VdS-Journal für Astronomie 2012, Nr. 43, im Druck
- [6] Lindner, K., zitiert in Herrmann, D. B.: Astronomie in zwei Welten, Vortrag (2009)
- [7] Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss, Beschluss vom 16.12.2004
- [8] Comenius-Institut Radebeul (heute Sächsisches Bildungsinstitut): Rolle und Bedeutung des Faches Astronomie an den allgemein bildenden Schulen, Radebeul (2001)
- [9] Autorenteam: Professoren fordern eigenständiges Schulfach Astronomie für ganz Deutschland (2006)
- [10] Autorenteam: Warum die Astronomie bundesweit Pflichtfach in den Schulen werden sollte – ein offener Brief, SuW 1/2010, 49 (2010)
- [11] Steinert, K.-G.: Gutachten für das Comenius-Institut Radebeul zum Lehrplanentwurf Physik Mittelschulen, Februar 2004
- [12] Mirna, S.: Astronomie als Unterrichtsgegenstand, Diplomarbeit an der Universität Wien (2012)

Surftipps

Landesverband ProAstro-Sachsen mit weiterführenden Links und Quellen:

www.ProAstro-Sachsen.de

Aufgabenbeispiele zu Tab. 1:

www.lutz-clausnitzer.de/as/asunte/asunte.html

Empfehlungen des Rats der Deutschen Sternwarten zum Astronomieunterricht:

www.rat-deutscher-sternwarten.de/publikationen-publications/rds-schulresolution/view

Welche Wirkung hat ein Schulfach Astronomie?

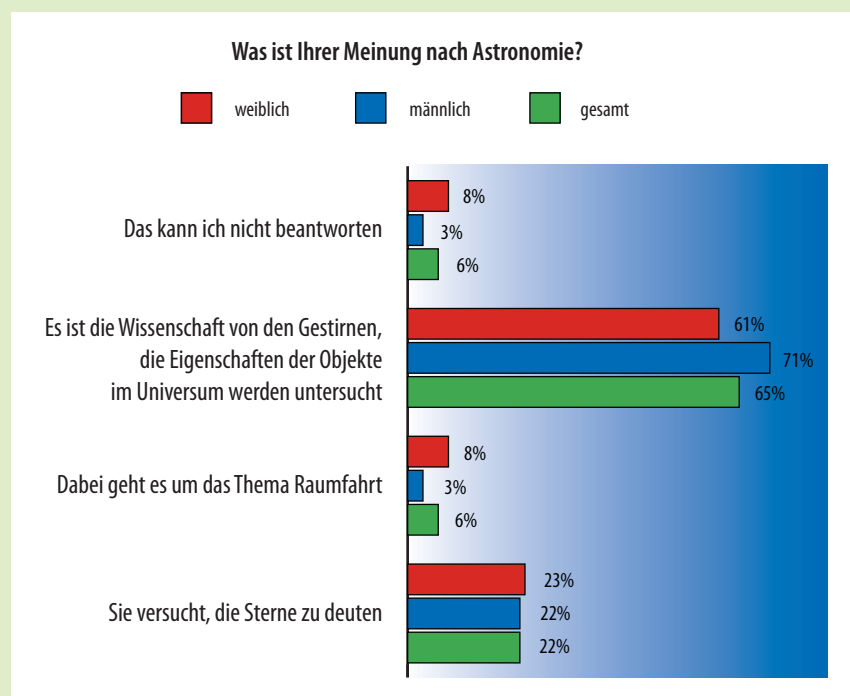
Vom 5. bis zum 26.8.2011 wurden 3055 repräsentativ ausgesuchte Bürgerinnen und Bürger in Deutschland – 70% davon per Onlineerhebung, 30% per Telefoninterview – u.a. zum Thema Astronomie befragt. Diese Umfrage ist eingebettet in die Studie »50plus« des Instituts für neue soziale Antworten (INSA), gefragt wurden hier jedoch nicht nur ältere Bürger. Der Autor initiierte den astronomiebezogenen Teil der Umfrage und wertete ihn aus.

Zwei Drittel (65%) der Deutschen wissen genau, was Astronomie bedeutet. Männer (71%) zeigen sich dabei signifikant besser informiert als Frauen (61%).

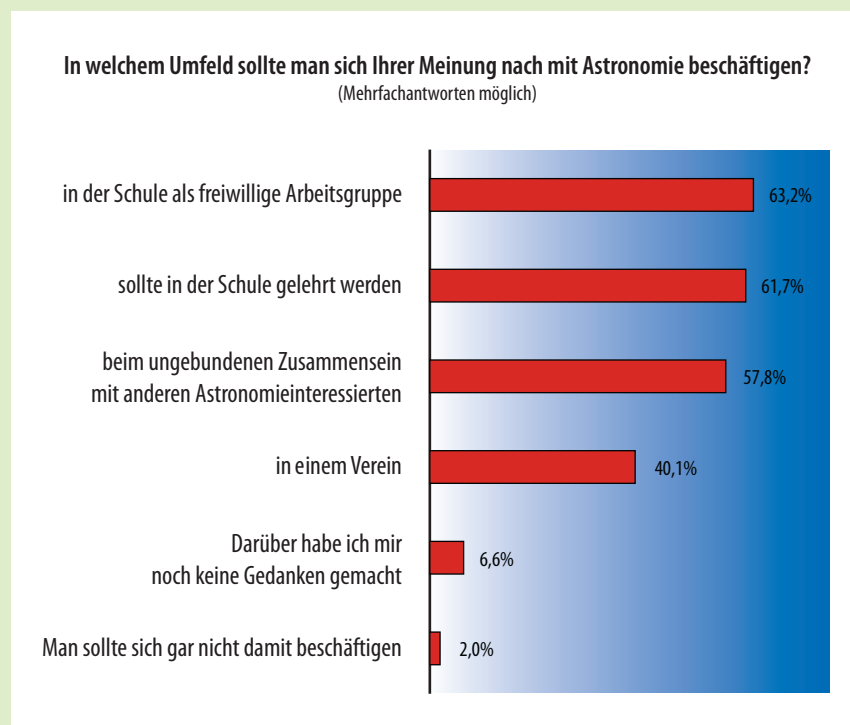
61,7% der Deutschen sprechen sich dafür aus, dass Astronomie an der Schule gelehrt werden sollte und 63,2% wollen, dass Astronomie als freiwillige Arbeitsgruppe an Schulen angeboten wird. Und das, obwohl heute nur rund 5% aller Schüler in Deutschland während ihrer Schulzeit Astronomie als obligatorisches Unterrichtsfach haben! Die Gesellschaft wünscht sich mehr Astronomie an der Schule. Das empirisch nachgewiesene hohe Interesse an astronomischen Vorgängen in der Gesellschaft und damit auch im Elternhaus unterstützt die Jugendlichen hierbei. Die Schüler befinden sich mit ihrem Interesse an Astronomie in einem wohlwollenden Umfeld, welches an ihrem Unterrichtsstoff Anteil nimmt und ihr Lernen neugierig begleitet.

Insgesamt haben fast zwei Drittel der Befragten in Deutschland Interesse an Astronomie, 60% der Frauen und sogar 65% der Männer. 29% der über 50-Jährigen interessieren sich stark oder sehr stark für Astronomie, aber nur 24% der unter 50-Jährigen. Von den über 50-jährigen Thüringern, die bereits zu DDR-Zeiten Astronomie als verpflichtendes Lehrfach hatten, bekennen sich sogar 41% als stark oder sehr stark an Astronomie interessiert. Das sind knapp ein Drittel mehr Astronomie-Interessierte als bei ihren Altersgenossen in den anderen Bundesländern ohne entsprechenden Astronomie-Unterricht (29%).

Ganz offensichtlich wächst also das Interesse mit der Beschäftigung durch die schulische Bildung. Astronomie-Unterricht an den Schulen hat eine nachhaltige Wirkung und prägt bis ins hohe Alter. Wer ihn selbst genossen hat, befürwortet ihn eher für die heutigen Schüler. Eine Studie aus Großbritannien lieferte schon vor einigen Jahren



▲ Abb. 1: Was ist Ihrer Meinung nach Astronomie? Antworten der Befragten.



▲ Abb. 2: In welchem Umfeld sollte man sich Ihrer Meinung nach mit Astronomie beschäftigen? Antworten der Befragten.

quantifizierbare Nachweise, dass die schulische Beschäftigung mit weltraumbezogenen Themen sich nicht nur vorteilhaft auf Motivation und Lernergebnisse der Schülerinnen (!) und Schüler auswirkt, sondern auch auf ihre Wahl des Bildungswegs und berufliche Laufbahn, gerade was Physik

Surftipp

Studie 50plus:
www.50plus-studie.de

und andere Naturwissenschaften angeht.

Himmelsereignisse

im Oktober/November 2012

Schauspiele am Morgenhimmel

Maximum der Leoniden am 17. November

Die Leoniden sind in ihrer Ruhephase eher als unspektakulärer Meteorstrom bekannt. Nur etwa alle 33 Jahre steigt die Aktivität an. Spätestens als 1998 die Leoniden das erste Mal nach Jahrzehnten relativer Ruhe mit hohen stündlichen Raten und hellen Feuerkugeln aufwarteten, trat dieser Meteorstrom wieder in den Fokus der Meteorbeobachter. Zu diesem Zeitpunkt erreichte auch der Ursprungskomet des Stroms, Komet 55P/Tempel-Tuttle, sein Perihelion. Schon in den Jahren zuvor war ein leichter Anstieg der Aktivität beobachtet worden. In den Folgejahren stiegen die höchsten stündlichen Raten des Stroms kontinuierlich an und erreichten zwischen 1999 und 2002 ihren Höhepunkt mit z.T. mehr als 3000 Meteoren pro Stunde. Nach 2003 nahm die Aktivität der Leoniden immer weiter ab.

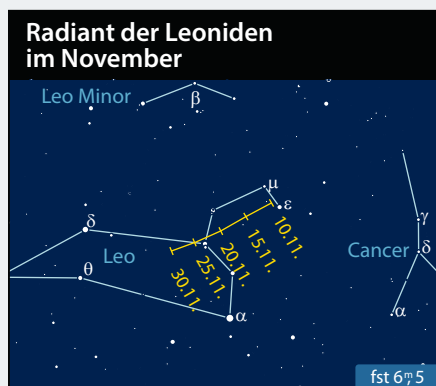
In diesem Jahr wird in den Aktivitätsvorhersagen von Mikahail Maslov nur noch eine stündliche Zenitrate von 10 beim »klassischen« Maximum am 17. November angenommen, der für europäische Beobachter trotz günstiger Mondverhältnisse (zunehmende Phase) unsichtbar bleiben wird, da er gegen Mittag auftritt. Damit ist die Aktivität wieder im normalen Bereich angelangt. Maslov hat allerdings ein zweites Maximum für den 20. November um 7:36 MESZ mit einer stündlichen Zenitrate von etwa 20 angekündigt. Allerdings können auch diese Raten keinem Vergleich mit den anderen großen Strömen im Jahresverlauf standhalten. Die Perseiden im August und die Geminiden im Dezember

beispielsweise übertreffen in ihrer Aktivität die Leoniden problemlos um ein Mehrfaches. Trotzdem sollte auch dieses Jahr eine genaue Überwachung des Stromes erfolgen, da trotz dieser Vorhersagen auch durchaus Überraschungen möglich sind. Die besten

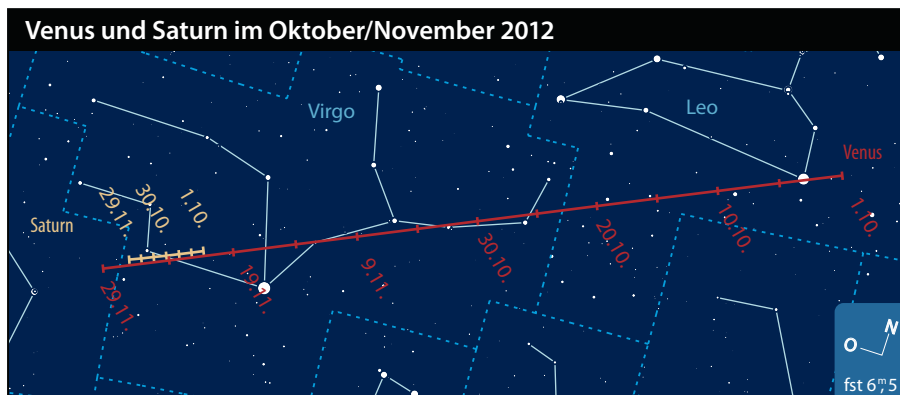
Beobachtungsbedingungen in Mitteleuropa bestehen nach Mitternacht, wenn der Radiant der Leoniden im Löwenkopf langsam bis zum Dämmerungsbeginn auf 60° Höhe steigt.

■ André Knöfel

▼ Leonidenfeuerkugeln 2001 im Orion über einen Zeitraum von vier Stunden (Komposit).



Venus bei Regulus am 3. Oktober, bei Saturn am 27. November



Venus durchwandert im Oktober den zentralen und südlichen Teil des Sternbildes Löwe, um kurz vor dem Monatswechsel in das Sternbild Jungfrau zu wechseln. Ende November verlässt unser Nachbar im All das Sternbild östlich in Richtung Waage.

Am 3. Oktober kommt der helle Morgenstern (-4^m1) dem Hauptstern des Löwen, Regulus (1^m4), auf nur $7'$ nahe. Die Annäherung und Begegnung kann problemlos am Morgenhimmel verfolgt werden, da zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung gegen 7:00 MESZ das ungleiche Duo bereits ca. 30° über dem Osthorizont steht. Im weiteren Verlauf von Oktober und

November nimmt die Helligkeit der Venus nur unbedeutend ab. Am 27. November erreicht ihre Helligkeit immer noch -4^m0 und sie begegnet an diesem Tag in den Morgenstunden Saturn, der dagegen nur mit $+0^m6$ aufwarten kann. Die geringste Entfernung zwischen den beiden Planeten beträgt rund $30'$, also knapp einen Monddurchmesser. Zwei Stunden vor Sonnenaufgang sind beide Planeten über dem Südost-Horizont zu finden. Mit dem Beginn der bürgerlichen Dämmerung gegen 7:00 MEZ haben sie bereits eine Höhe von ca. 15° über dem Horizont erreicht.

■ André Knöfel

Maximum der Orioniden am 21. Oktober

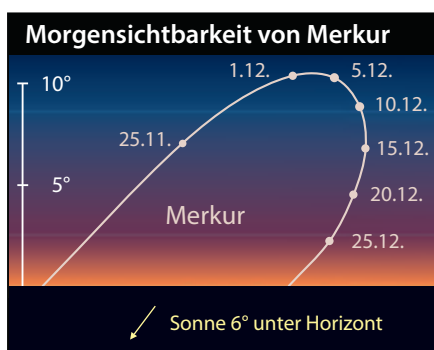


Die Orioniden können in diesem Jahr nahezu störungsfrei beobachtet werden. In der Maxi-

mumsnacht verschwindet der zunehmende Mond bereits gegen 23:30 MESZ am Südwest-Horizont. Zu diesem Zeitpunkt steht der Radiant der Orioniden zwischen dem nördlichen Teil des Orion und den Zwillingen in rund 10° Höhe über dem Osthorizont. Im Verlauf der Nacht steigt der Radiant immer höher, um gegen 5:30 MESZ in 55° Höhe zu kulminieren. Zu den Orioniden gesellen sich auch die Meteore des Stromes der ϵ -Geminiden, diese allerdings nur mit einer sehr geringen Aktivität, die knapp über dem sporadischen Rauschen liegt. Der Radiant dieses Stromes liegt etwas nördlicher als der der Orioniden direkt im Sternbild Zwillinge.

■ André Knöfel

Morgensichtbarkeit von Merkur Ende November



Ende November beginnt die letzte diesjährige Morgensichtbarkeit des sonnennächsten Planeten, seine größte westliche Elongation erreicht er aber erst am 4. Dezember. Nachdem Merkur am 17. November in unterer Konjunktion zur Sonne steht, bewegt er sich in den Folgetagen rasch rückläufig und kann je nach Horizont-sicht und -dunst etwa ab dem 23. November beobachtet werden. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Abstand zur Sonne 12° , der sich aber zum Monatsende auf gut 20° vergrößert. Diesen

■ André Knöfel

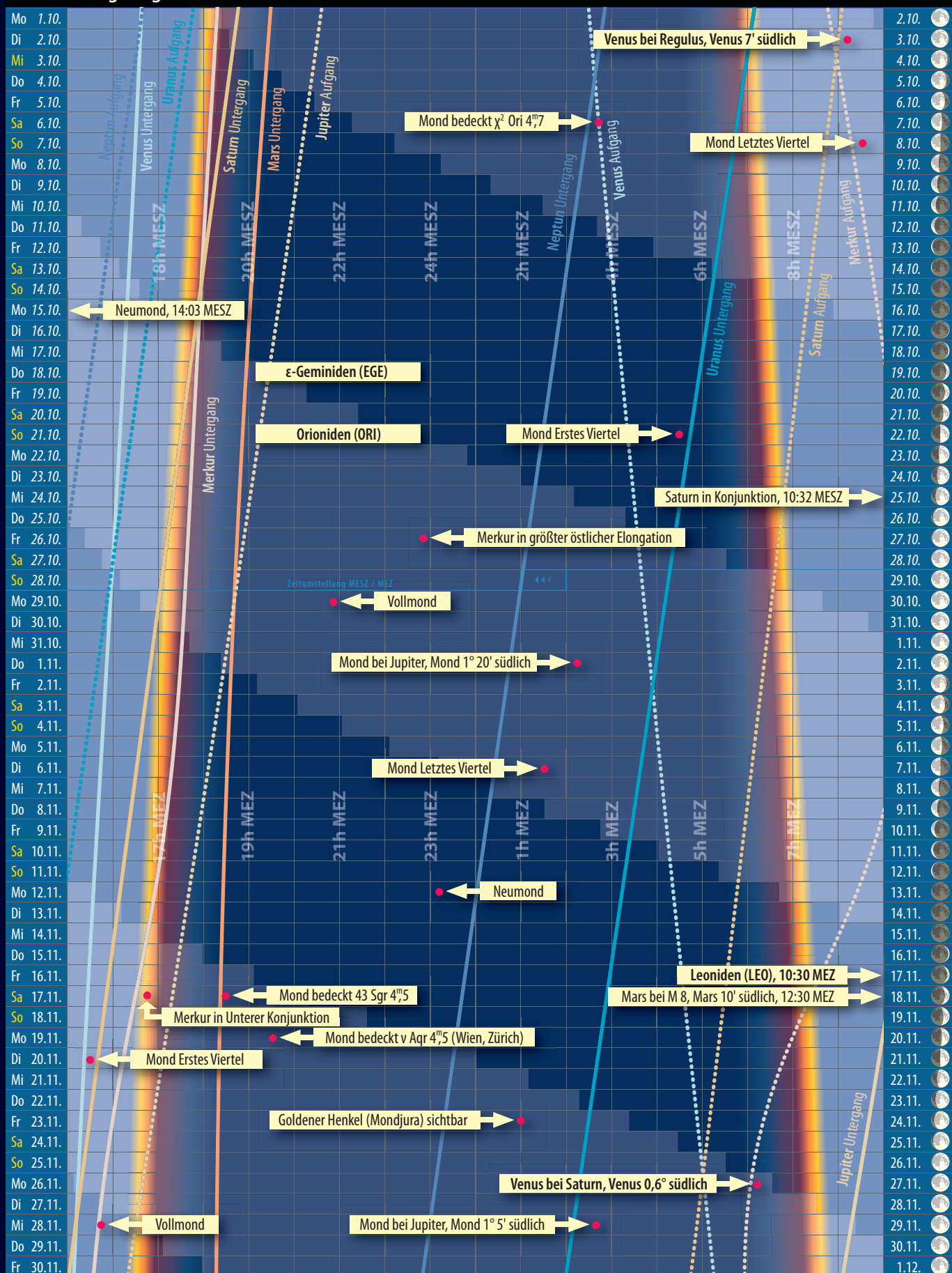
Astronomische Ereignisse im Oktober/November		
3.10.	9:12 MESZ	Venus bei Regulus, Venus $7'$ südlich
7.10.	3:46 MESZ	Mond bedeckt γ^2 Ori 4^m7
8.10.	9:33 MESZ	Mond Letztes Viertel
15.10.	14:03 MESZ	Neumond
18.10.	–	ϵ -Geminiden (EGE), Dauer: 14.–27. Oktober, ZHR: 3
21.10.	–	Orioniden (ORI), Dauer: 2.10.–7.11., ZHR: 25
22.10.	5:32 MESZ	Mond Erstes Viertel
25.10.	10:32 MESZ	Saturn in Konjunktion
26.10.	23:48 MESZ	Merkur in größter östlicher Elongation
29.10.	20:50 MEZ	Vollmond
2.11.	2:12 MEZ	Mond bei Jupiter, Mond $1^\circ 20'$ südlich
7.11.	1:36 MEZ	Mond Letztes Viertel
13.11.	20:38 MEZ	Totale Sonnenfinsternis (unsichtbar in Europa)
13.11.	23:08 MEZ	Neumond
17.11.	10:30 MEZ	Leoniden (LEO), Dauer: 6.11.–30.11., ZHR: 15
17.11.	16:47 MEZ	Merkur in Unterer Konjunktion
17.11.	18:24 MEZ	Mond bedeckt 43 Sgr 5^m0
18.11.	12:30 MEZ	Mars bei M 8, Mars $10'$ südlich
19.11.	19:31 MEZ	Mond bedeckt ν Aqr 4^m5 (Wien, Zürich)
20.11.	15:32 MEZ	Mond Erstes Viertel
24.11.	1:00 MEZ	Goldener Henkel (Mondjura) sichtbar
27.11.	6:12 MEZ	Venus bei Saturn, Venus $0,6'$ südlich
28.11.	15:46 MEZ	Vollmond
29.11.	2:42 MEZ	Mond bei Jupiter, Mond $1^\circ 5'$ südlich

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

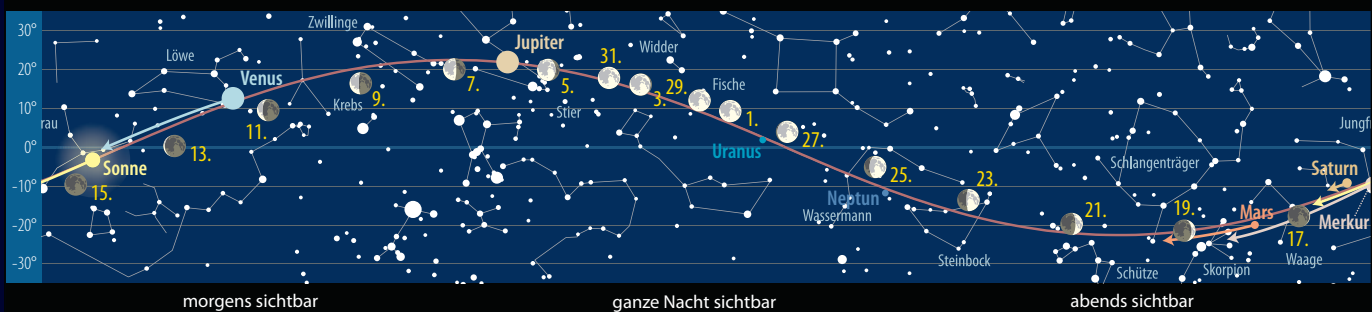
Abstand behält Merkur bis Mitte Dezember bei. Ab dem 26. November ist Merkur schon wieder rechtläufig und bewegt sich mit ähnlicher Geschwindigkeit wie die Sonne wieder in östliche Richtung. Merkur geht dann fast zwei Stunden vor der Sonne gegen 6:00 MEZ auf und erreicht zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung eine Höhe von 10° über dem Südost-Horizont. Die Helligkeit steigt zum Monatsende auf -0^m2 . Als Nachbarn am Morgenhimmel zeigen sich in westlicher Richtung Venus in ca. 9° und Saturn in gut 12° Abstand.

im Oktober/November 2012

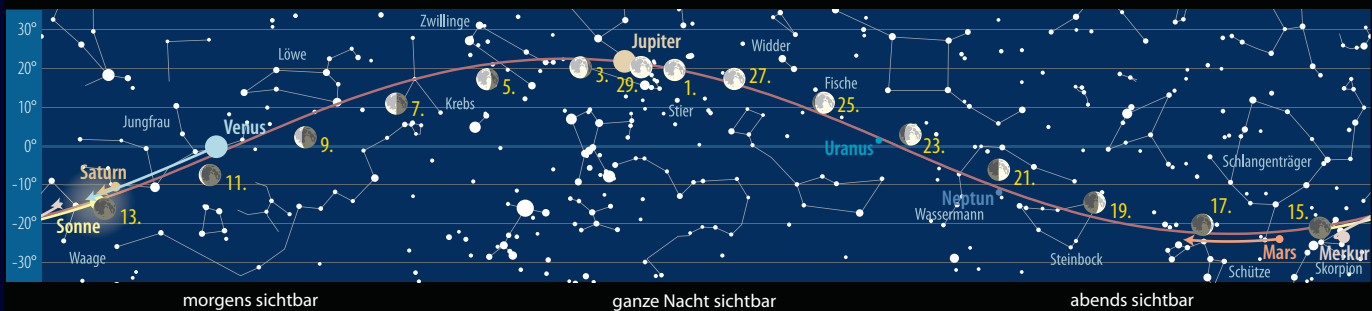
UNTERSTELLT ARIM & SCHIRIG



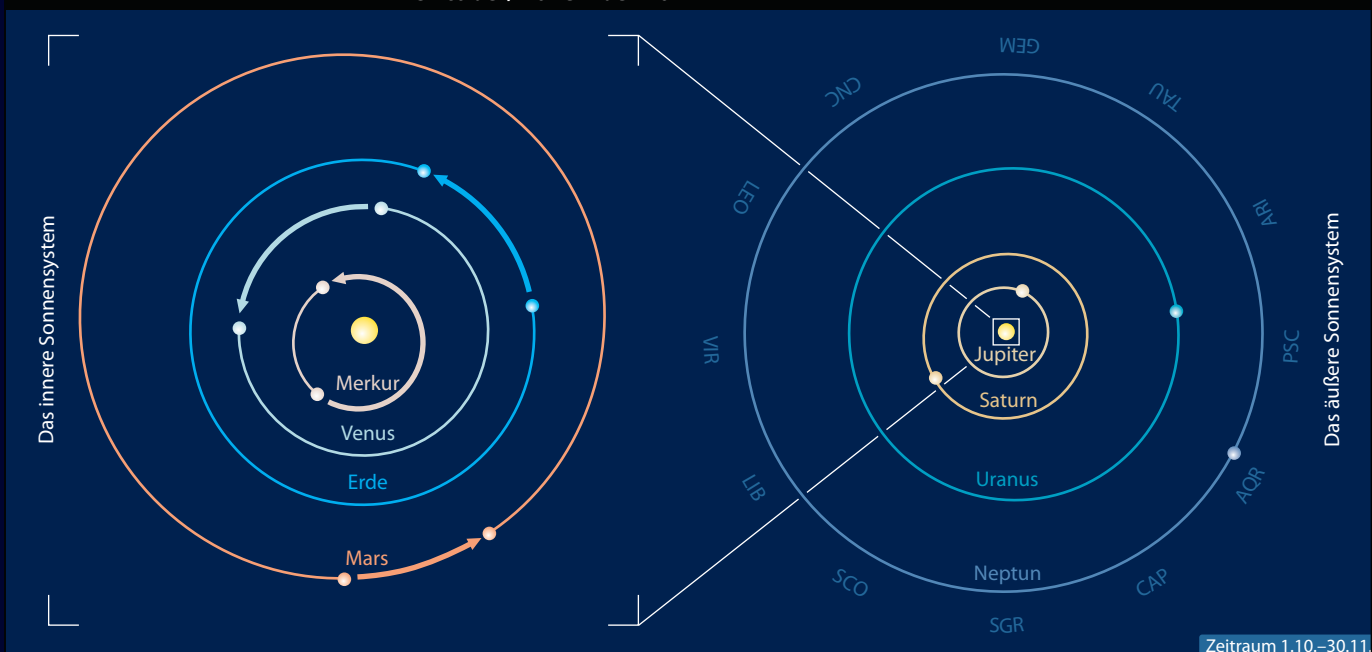
Der Lauf der Planeten im Oktober 2012



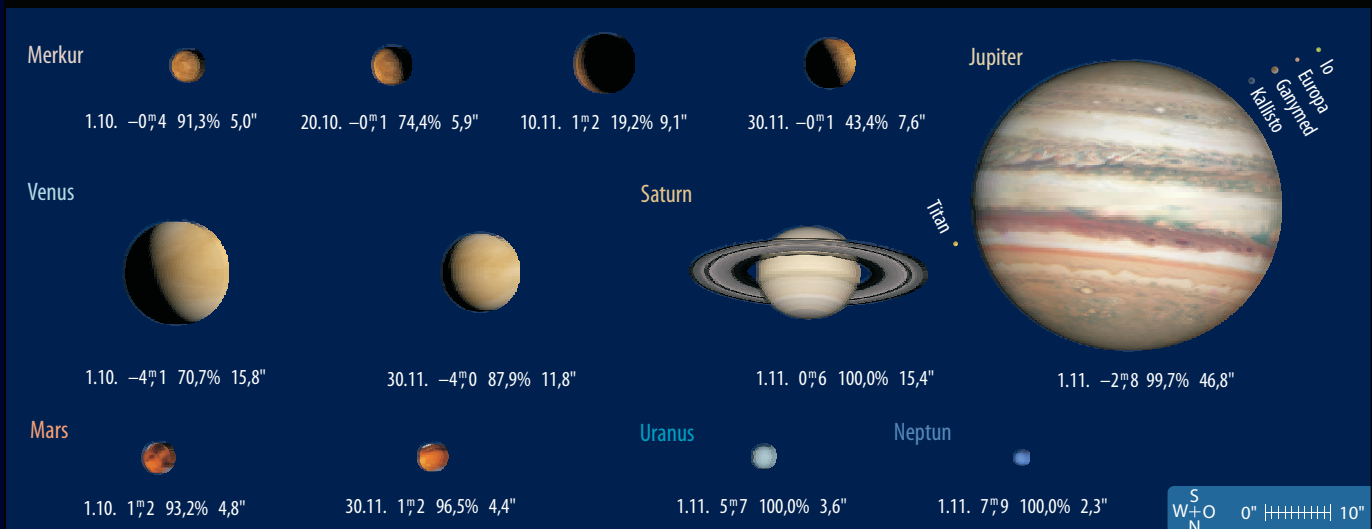
Der Lauf der Planeten im November 2012

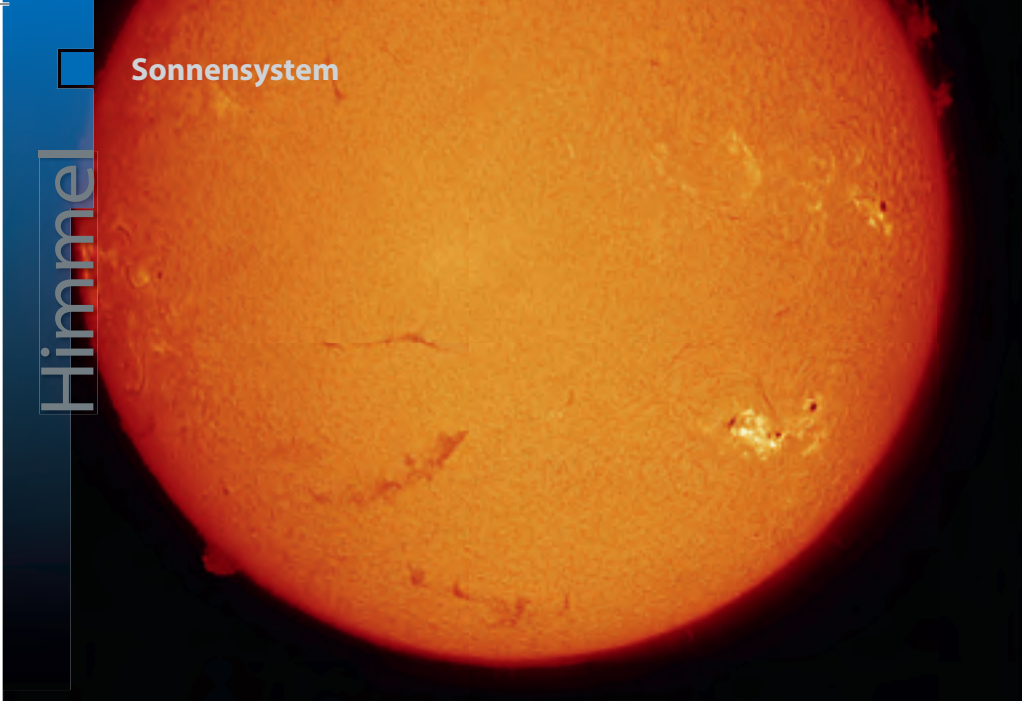


Die Planeten auf ihren Bahnen im Oktober/November 2012



Die Planeten im Fernrohr im Oktober/November 2012





◀ Abb. 1: **Gesamtsonne in H α** mit vielen Filamenten auf der Oberfläche und Protuberanzen am 6.7.2012, 15:56 MESZ. 4"-Refraktor bei 1400mm, 1/200s, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

Sonne aktuell Uneinheitliche Aktivität

Die Schwankungen in der Sonnenaktivität sind nach wie vor sehr groß. Konnte zwischen April und Mai noch von einem ordentlichen Anstieg in den Monatsmitteln der Sonnenfleckenzahl die Rede sein, so ging die Aktivität im Juni insgesamt wieder ein wenig zurück.

Im Mai wurden 19 neue Fleckengruppen registriert, die hauptsächlich auf der Nordhalbkugel der Sonne zu sehen waren, im Juni insgesamt 24, die aber diesmal vorwiegend den Süden dominierten. Darunter waren im Mai drei E- und eine F- sowie im Juni eine F- und zwei E-Gruppen. Etwa ab Mitte Juni ging dann die Sonnenaktivität wieder soweit zurück, dass einige Beobachter Schwierigkeiten hatten, die noch verbliebenen Fleckengruppen – zumeist den Klassen A oder B nach Waldmeier angehörend – zu finden und darum eine fleckenfreie Sonne meldeten. Gänzlich ohne Sonnenflecken war unser Tagesgestirn aber nur auf der Nordhalbkugel am 20., 21. und 25. Juni.

Besonders auffällig war im Juni ein Komplex aus mehreren Fleckengruppen, die am 31. Mai erstmals am nordöstlichen Sonnenrand erschienen. In den kommenden Wochen entwickelte sich daraus ein regelrechter Verbund von Aktiven Regionen, die selbst bei professionellen Sonnenbeobachtern reichlich Verwirrung stifteten. Die Gruppen standen so dicht beieinander, dass eine Abgrenzung zueinander oft kaum festzustellen war, was sich auch auf die Klassifikation auswirkte. Einmal mehr kam es auf die Erfahrung der Beobachter und deren Einschätzung an. Die lange Abwesenheit großer Fleckengruppen führte bei Profis und Amateuren gleichermaßen zu sehr unterschiedlichen Einstufungen. Im Juli entstand auch auf der Südhalbkugel ein ähnliches Konglomerat.

Im gleichen Zeitraum war die Aktivität der Sonne im Licht der Wasserstofflinie H α eher uneinheitlich, denn neben vielen Filamenten, die oft eindrucksvoll als Protuberanzen über

den Sonnenrand hinaus zu sehen waren, gab es nur eine begrenzte Anzahl von M-Flares, während X-Flares im Mai und Juni überhaupt nicht gesehen wurden. Der seit langem erste machte sich am 6. Juli bemerkbar. So blieben trotz vieler M-Flares Anfang Juli die visuell sichtbaren Polarlichter weitgehend aus.

Die immer noch sehr zwischen hohen und niedrigen Relativzahlen schwankende Sonnenaktivität macht die Vorhersage für das Maximum weiterhin schwierig. Je nachdem, ob gerade ein Monat mit hoher oder niedrigerer Aktivität herangezogen wird, nach welcher Methode man vorgeht (statistisch, physikalisch etc.) fällt das Ergebnis entsprechend unterschiedlich aus. Das Marshall Space Flight Center der NASA hält weiter am Frühjahr 2013 mit einer ausgeglichenen mittleren Maximumshöhe mit Relativzahlen von 60 fest. Die National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ist etwas optimistischer und prognostiziert eine Maximumshöhe von 90, allerdings erst im Herbst 2013. Das australische meteorologische Büro sagt zwar ein ähnlich hohes Maximum voraus, jedoch schon für den Februar 2013. Eines jedoch wird auch bei den neuesten Vorhersagen deutlich: Die Zeit hoher Sonnenfleckenmaxima scheint erst einmal vorbei zu sein.

■ Manfred Holl

Surftipps

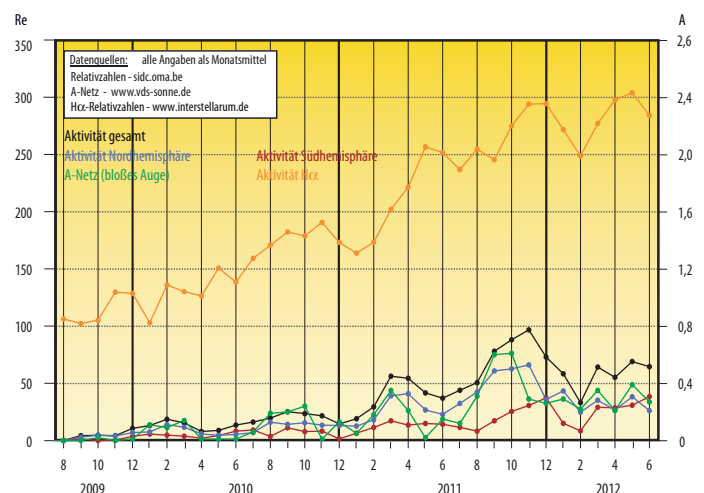
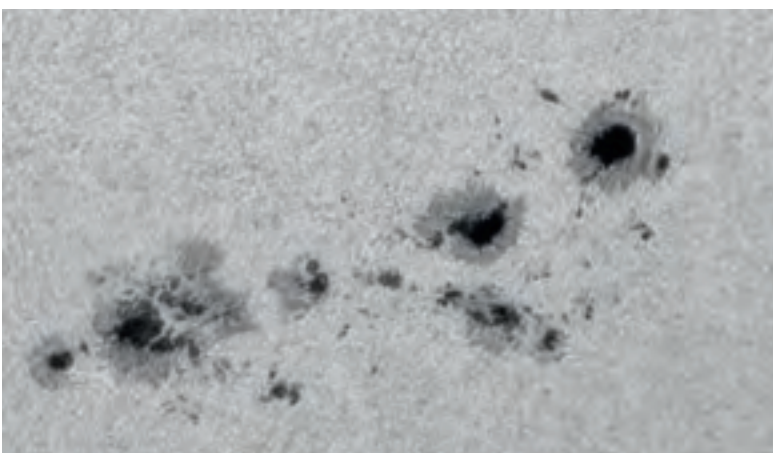
Australisches meteorologisches Büro:

www.ips.gov.au

Polarlichtaktivität:

www.polarlichter.info/zyklus24.htm

▼ Abb. 2: **Große bipolare Fleckengruppe** am 3.7.2012, 9:07 MESZ. 4"-Refraktor bei 8000mm, 1/200s, Solar Continuum Filter. *Erich Kopowski*



Planeten aktuell

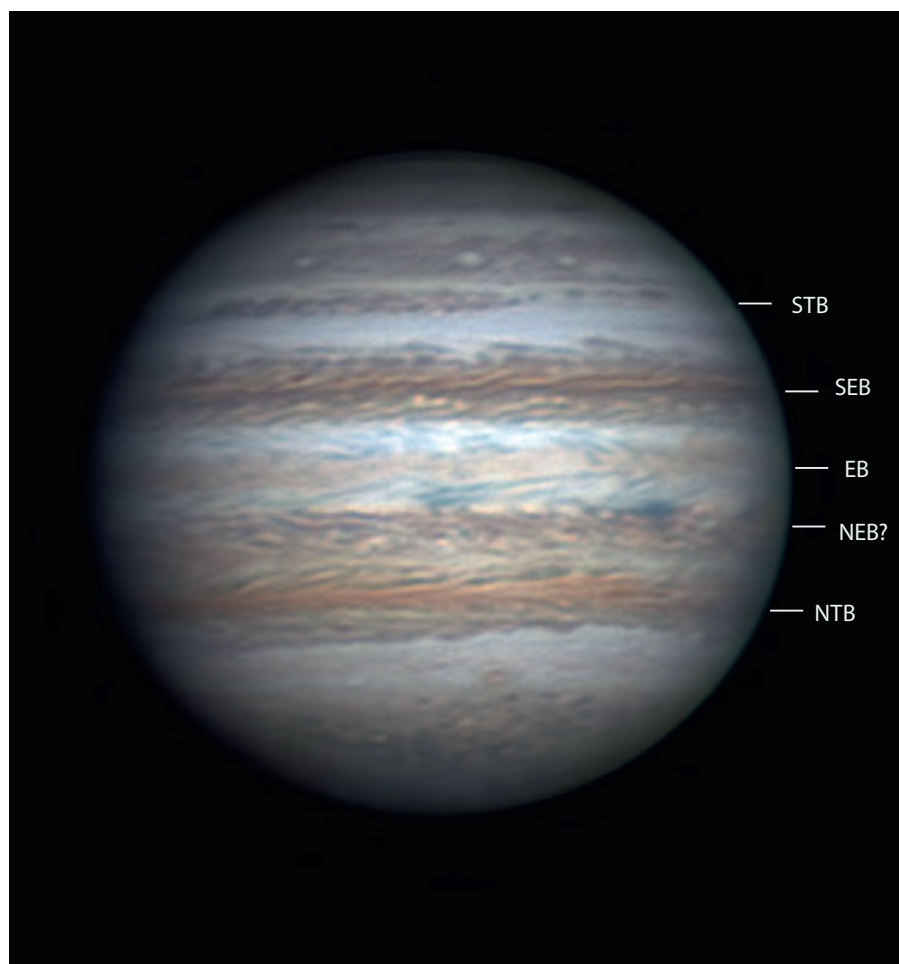
Verkehrte Welt auf Jupiter

Jahrzehntelang galt auf Jupiter ein klares Muster: Der Nordhemisphäre mit der klaren Bänder-Zonen-Struktur und dem dominanten Nördlichen Äquatorband (NEB) stand ein veränderlicher Süden mit dem Großen Roten Fleck (GRF), den Ovalen der Südlichen Gemäßigten Zone (STB) und einem etwa alle drei Jahre mehr oder weniger verschwindenden Südlichen Äquatorband (SEB) gegenüber.

Nun scheinen sich die Verhältnisse umgedreht zu haben: Während die Südhemisphäre ruhig und das SEB dunkel und ohne Störung erscheint, ist die gewohnte Struktur nördlich des Äquators völlig umgekrempelt worden. Aus dem einstmals dunkelsten und stabilsten Band auf dem Planeten, dem NEB, ist eine Zone völligen Chaos entstanden. An das früher hier liegende Band erinnert nur noch eine dunkle schmale Südkomponente mit den für diese Breitenlage typischen dunkelblauen Projektionen.

Daneben aber scheint alles aus den Fugen geraten zu sein: Die eigentlich weiße Äquatorzone ist rötlich ausgefüllt und es hat sich sogar ein orangebraunes äquatoriales Band ausgebildet. Von der nördlich anschließenden Nördlichen Tropischen Zone (NTZ) ist überhaupt nichts mehr zu sehen, stattdessen zeigt sich hier eine beige chaotische Struktur, begrenzt von einem leuchtend orangen Band: offensichtlich die Nordkomponente des neu entstandenen Nördlichen Gemäßigten Bandes (NTB), dessen nördlicher Ast mit einem bräunlichen Grau dazu in starkem Kontrast steht.

Die Orientierung fällt schwer angesichts dieses neuen Gesichts des Riesenplaneten. Wie John Rogers, Direktor der Jupitergruppe der englischen BAA sagt, zeigt sich die Südhalbkugel des Planeten jedoch »dankbarerweise normal«: Der GRF steht derzeit bei 180° im System II, dicht gefolgt von einem leuchtend roten Oval BA, das



▲ Abb. 1: **Dieser Jupiter ist kaum wiederzuerkennen:** Wo ist das NEB? Aufnahme vom 11.7.2012. Christopher Go

seinem Spitznamen »Red Junior« derzeit mehr als gerecht wird. Es wird zum Erscheinungstermin dieses Hefts den GRF bereits passiert haben.

Visuelle Beobachter mit großen Geräten sollten sich diesen ungewöhnlich farbigen Jupiter nicht entgehen lassen.

Fotografen rufen wir dazu auf, den Gasplaneten möglichst lückenlos zu überwachen und uns ihre Bilder zur Verfügung zu stellen – auch für einen größeren Bericht in der kommenden Ausgabe.

■ Ronald Stoyan

▼ Abb. 2: **Zweimal GRF und Red Junior** am 8.7. (a) und 10.7.2012 (b). Anthony Wesley, Brian Combs



Surftipps

Planetenfotos der
interstellarum-Leser:

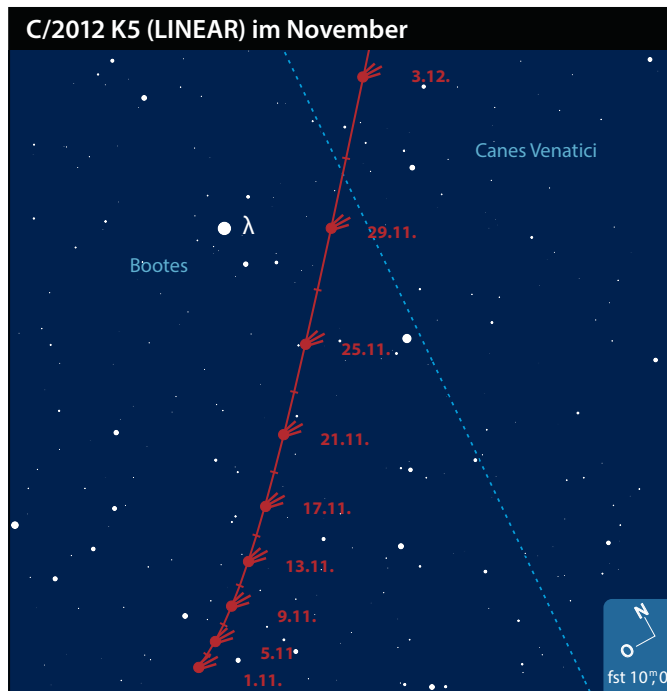
www.planetenaktuell.de

Aktuelle Jupiterbilder:

alpo-jasahikawa-med.ac.jp/Latest/Jupiter.htm

Kometen aktuell

Kometenarmer Herbst



Der Herbst bietet kaum Kometen, die sich zur visuellen Beobachtung selbst in mittelgroßen Teleskopen lohnen. Anfang Oktober kann noch ein Beobachtungsversuch an C/2011 F1 (LINEAR) gemacht werden. Kurz nach Dämmerungsende bietet sich die Gelegenheit, den tief am südwestlichen Abendhimmel im Sternbild Schlange stehenden Kometen aufzufinden. Als Aufsuchhilfe kann der Kugelsternhaufen M 5 genutzt werden, an dem der Schweifstern zu Monatsbeginn etwa 2° nördlich vorbeiwandert. Die Helligkeit ist inzwischen auf ca. 10^m gestiegen. Leider ist der Sonnenabstand bis zur Monatsmitte auf unter 40° gesunken, somit endet die Sichtbarkeitsperiode dieses Kometen bereits wieder.

Ein weiterer vom LINEAR-Projekt entdeckter Schweifstern wird ab November interessant: C/2012 K5 (LINEAR) kommt dann in die Reichweite von Instrumenten ab etwa acht Zoll Öffnung. Der Komet wurde am 25. Mai dieses Jahres entdeckt und wird sein Perihel am 28. November in 1,14AE Abstand durchlaufen. Zum Jahreswechsel kann dann bei einer Erdnähe von nur 0,29AE eine maximale Helligkeit von 9^m5 erwartet werden. Im November wandert C/2012 K5 langsam in nordöstlicher Richtung durch das Sternbild Bootes. Zu Monatsende erreicht er das Sternbild Jagdhunde. Die Helligkeit könnte zu diesem Zeitpunkt etwa 11^m5 betragen. Der Komet ist zwar zirkumpolar, für eine sinnvolle Beobachtung steht er aber nur abends und morgens hoch genug. Den für die Beobachtung eines so lichtschwachen Kometen notwendigen mondlosen Himmel gibt es am Abendhimmel etwa zwischen dem 4. und 16., am Morgenhimmel zwischen dem 12. und 23. November.

Burkhard Leitner

Kometen im Oktober/November					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2011 F1 (LINEAR)	17.3.2011	8.1.2013 (1,82AE)	6.4.2013 (2,56AE)	August bis Oktober 2012	10 ^m
C/2012 K5 (LINEAR)	25.5.2012	28.11.2012 (1,14AE)	31.12.2012 (0,29AE)	November 2012 bis Januar 2013	12 ^m –11 ^m

Schwieriger 96P/Machholz

Bei seiner fünften Wiederkehr durchlief der kurzperiodische Komet 96P/Machholz Mitte Juli 2012 wieder seine Sonnennähe. Zwischen 13. und 17. war er dabei auf den Aufnahmen der SOHO-Sonde im Internet zu sehen. Nur eine Woche nach dem Perihel in 0,12AE Distanz gab es erste visuelle und fotografische Beobachtungsversuche am Abendhimmel. Bei einer Elongation von nur 20° war der Komet ein sehr schwieriges Objekt. Von seinem Gebirgsstandort im Norden Spaniens gelang J. J. Gonzales am 22. Juli dennoch eine Sichtung. Er schätzte die Gesamthelligkeit des Kometen dabei auf 7^m8. M. Gembec konnte den Kometen am 23. von Liberec aus beobachten. Im deutschsprachigen Raum gab es am 27. eine erfolgreiche visuelle Beobachtung durch C. Harder. Aufnahmen des tief stehenden Kometen gelangen unter anderem M. Jäger und W. Skorupa. Insgesamt gab es nur wenige erfolgreiche Beobachtungen – 96P/Machholz bleibt ein schwieriges Objekt. Die nächste Chance gibt es im Oktober 2017, wenn der Komet erneut in Sonnennähe kommen wird.



▲ Abb. 1: 96P/Machholz am 23.7.2012. CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 600mm, 20×30s. Waldemar Skorupa



▲ Abb. 2: 96P/Machholz am 27.7.2012. CCD-Aufnahme, 10"-Astrograph bei 700mm, 25×30s. Michael Jäger

Surftipps

C/2012 K5 (LINEAR) bei Seiichi Yoshida:

www.aerith.net/comet/catalog/2012K5/2012K5.html

Ephemeride von C/2012 K5 (MPC):

scully.cfa.harvard.edu/cgi-bin/returnprepheph.cgi?d=c&o=CK12K050

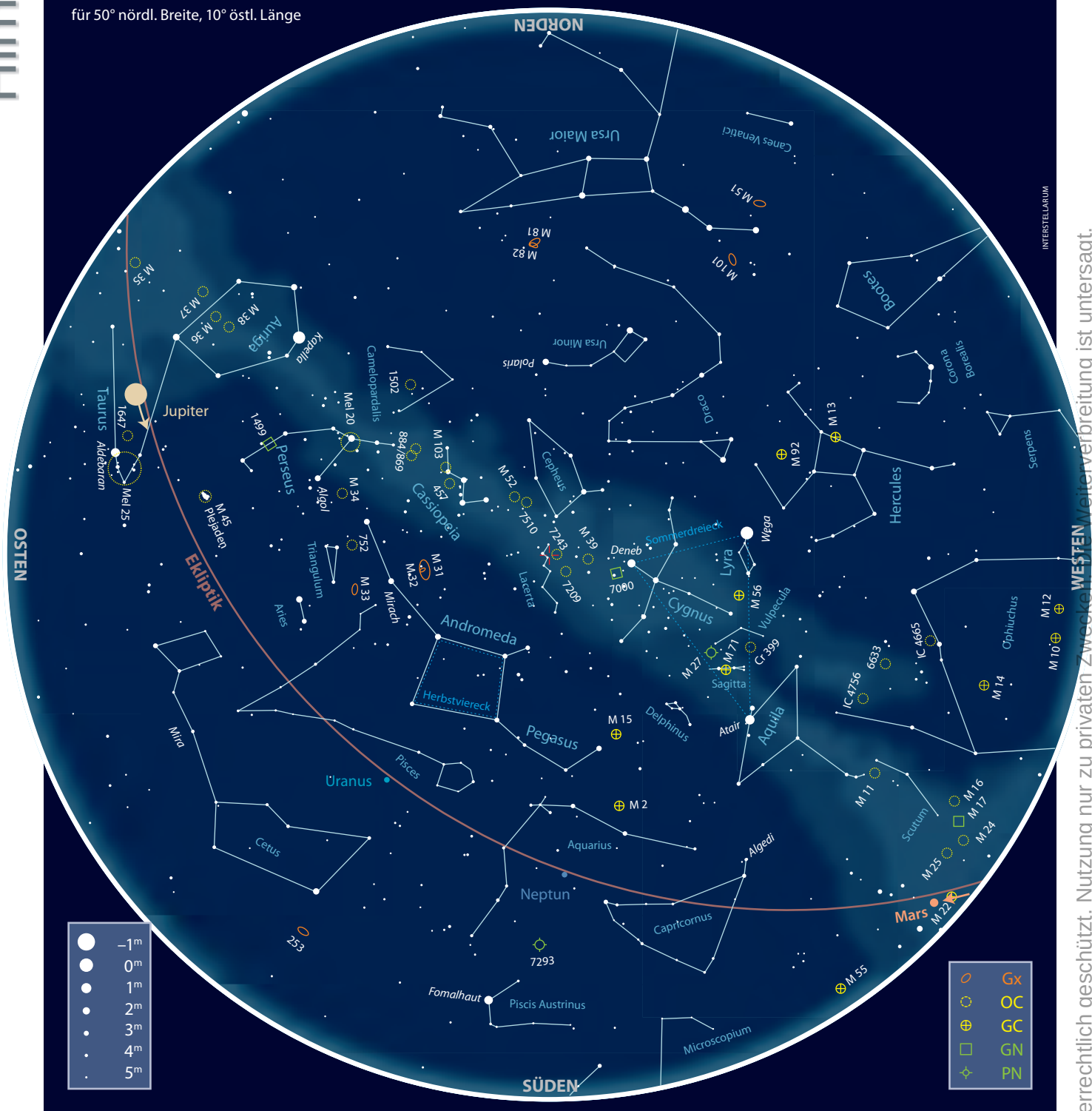
Der Sternhimmel

im Oktober/November 2012

1. Oktober: 23:00 MESZ

1. November: 20:00 MEZ

für 50° nördl. Breite, 10° östl. Länge



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

Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November 2012

Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	Entfernung	DSRA/Uran.
M 33	bloßes Auge	Gx	1 ^h 33,9 ^{min}	+30° 48'	5 ^m 7	30' × 20'	2,74 Mio. Lj	8/91
M 77	Fernglas	Gx	2 ^h 42,7 ^{min}	-0° 1'	8 ^m 7	7,3' × 6,3'	46,9 Mio Lj	16/220
IC 1848	Teleskop	GN	2 ^h 51,3 ^{min}	+60° 25'	6 ^m 5	18,0'	6500 Lj	2/38
NGC 1245	Teleskop	OC	3 ^h 14,7 ^{min}	+47° 14'	8 ^m 4	10'	9300 Lj	2/63
γ Cas	bloßes Auge	Vr	0 ^h 56,7 ^{min}	+60° 43'	2 ^m 1 – 2 ^m 2	–	600 Lj	2/36

Schätze des Herbsthimmels

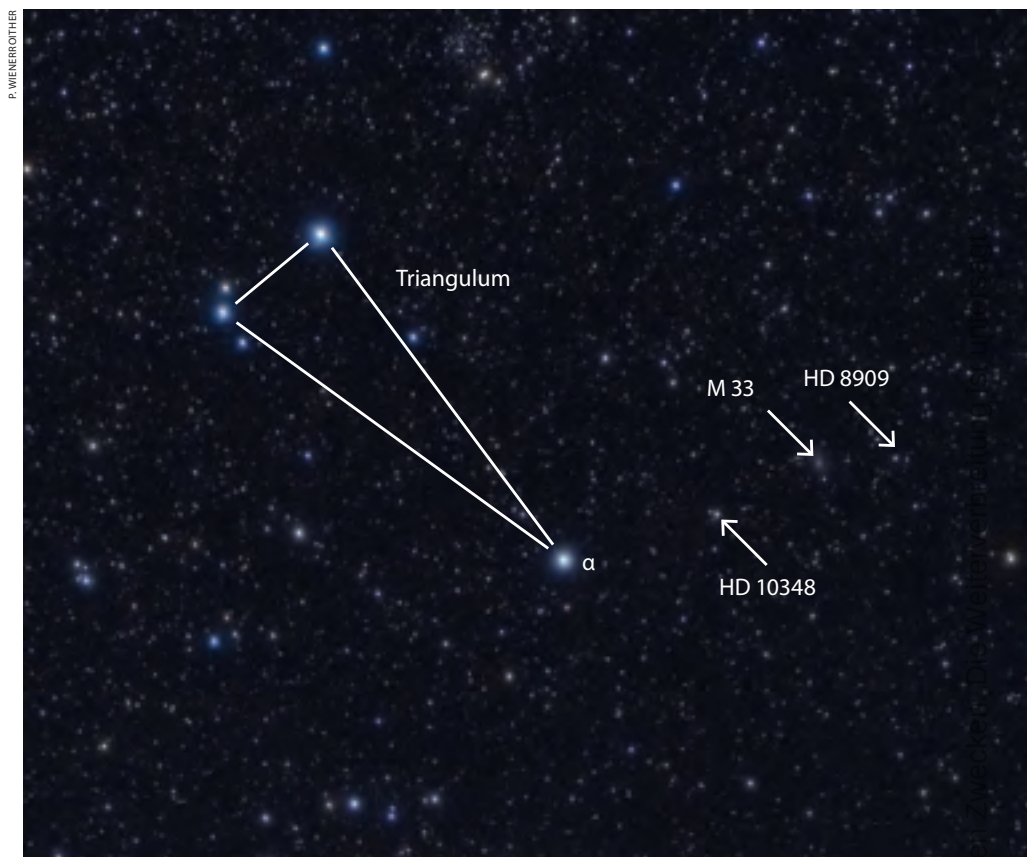
Astronomie mit bloßem Auge M 33

Wenn es ein Deep-Sky-Objekt gibt, das einen quasi »offiziellen« Status für die freijugige Beobachtung hat, so ist dies die Dreiecksgalaxie M 33. Für die meisten stellt sie die ultimative Herausforderung und das entfernteste Objekt dar, welches ohne zusätzliche Optik, aber nur unter sehr guten Bedingungen gesehen werden kann. Als der amerikanische Astronom John Bortle im Jahre 2001 eine Skala zur Bestimmung der Himmelsqualität publizierte, diente ihm M 33 als wichtiger Indikator: Bortle 1 als der bestmögliche Himmel wird erreicht, wenn die Galaxie unübersehbar auch bei direktem Sehen erkennbar ist. Er setzt dafür eine stellare Grenzgröße von etwa 7^m6 bis 8^m0 an. In der Bortle-Klasse 4 ist M 33 dann nur schwer unter Zuhilfenahme des Indirekten Sehens aufzufinden, bei einer Grenzgröße (fst) von 6^m1 bis 6^m5 [1].

Da die Ermittlung der Grenzgröße zu teilweise sehr unterschiedlichen Ergebnissen führt, schwanken die Angaben für die minimal erforderliche Himmelsgüte stark. Hinzu kommt, dass leicht fehlsichtige Beobachter u.U. schwache Sterne nicht mehr erkennen, wohl aber die flächige Galaxie. So gibt es sowohl Beobachtungsberichte, bei denen die stellare Grenzgröße von 6^m3 für sicheres Erkennen von M 33 ausgereicht hat, als auch andere, wo selbst eine Grenzgröße von 7^m als schwierig empfunden wurde. Zuverlässiger sollten Angaben mit dem SQM sein, allerdings liegen noch zu wenige Vergleichswerte vor für sichere Empfehlungen. So konnte M 33 bei einem SQM-L-Wert von 21^m4/□ von einem erfahrenen Beobachter indirekt sicher erkannt werden.

Als Startpunkt für die Suche dient α Trianguli. Etwa 2,5° westlich davon befindet sich der 6^m-Stern HD 10348. Nun sind es zu M 33 weitere 1,5° – 2° auf der gedachten Linie. Als Indikator für die stellare Grenzgröße kann der etwa 1° westlich der Galaxie befindliche 6^m9-Stern HD 8909 dienen, der für leicht fehlsichtige Beobachter jedoch nicht unbedingt erkennbar sein muss.

Dieser Rahmen zeigt, dass ein für mitteleuropäische Verhältnisse wirklich guter Himmel notwendig ist. Doch auch dann sieht man nicht mehr als einen durchaus länglich erscheinenden Nebelfleck. Diesen allerdings in wahrhaft astronomischer Entfernung: 2,6 bis 3 Millionen Lichtjahre überbrückt hier das menschliche Auge.



▲ M 33 – die Dreiecksgalaxie – ist nur bei sehr guter Himmelsqualität visuell mit bloßem Auge erreichbar.

Lediglich die Galaxien M 81 und M 83 mit etwa 12 bzw. 15 Mio. Lichtjahren sind noch entfernter, was freijugige Sichtungen angeht. Allerdings braucht man dafür noch weit bessere Bedingungen, so dass verlässliche Erfolgsmeldungen nur von einem guten Dutzend Beobachtern v.a. aus den USA stammen.

M 33 liegt im Sternbild Triangulum oder Dreieck und wurde vermutlich vom italienischen Astronomen Giovanni Batista Hodierna vor 1654 entdeckt, der in seinem Galileischen Fernrohr bei 20-facher Vergrößerung eine »nebula iuxta Triangulum«, also einen Nebelfleck beim Dreieck sah. Eine Verwechslung mit den Offenen Sternhaufen M 34 oder NGC 752 wird diskutiert, wobei diese allerdings selbst in Hodiernas Fernrohr auflösbar sein sollten (s. Surftipp). Sicher ist die Sichtung durch Charles Messier am 25.8.1764.

Die Galaxie ist nach dem Andromedanebel M 31 und der Milchstraße die drittgrößte Galaxie der Lokalen Gruppe. Sie besitzt eine Masse von 10–40 Milliarden Sonnen und

einen Durchmesser von etwa 60000 Lichtjahren [2]. Sie erscheint von der Erde aus in Draufsicht mit weit geöffneten Spiralarmen und einer Ausdehnung von 71' × 42' (fotografisch, [2]) bzw. 30' × 20' (visuell, [3]). Die oft angegebene scheinbare Helligkeit von verlockenden 5^m7 wird durch eine Flächenhelligkeit von nur 23^m3/□ (fotografische Größe) relativiert.

■ Kay Hempel

- [1] Bortle, J. E.: Introducing the Bortle Dark-Sky Scale, *Sky & Telescope* 101 Nr. 2, 126 (2001)
- [2] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [3] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, 4. Auflage, Oculum-Verlag, Erlangen (2010)

Surftipp

Giovanni Battista Hodierna
(italienisch):

www.orsapa.it/hodierna/hodierna.htm

Astronomie mit dem Fernglas M 77

Auf den ersten Blick scheint M 77 durchaus mit Planetarischen Nebeln wie dem berühmten M 57 in der Leier vergleichbar zu sein. Beide sind mit rund $9^m 0$ etwa gleich hell und mit einer Größe von rund $1'$ stellen sie sich im Fernglas als leicht unscharfe Sterne dar. Auch das Licht von M 77 scheint auf eine Verwandtschaft hinzudeuten, zeigt es doch Emissionslinien, welche für Planetarische Nebel charakteristisch

sind [1]. Und doch verbirgt sich hinter diesem sternähnlichen Objekt im Herbststernbild Walfisch etwas völlig anderes. Denn trotz dieser Vergleiche steht es uns nicht wie M 57 mit 2300Lj Abstand relativ nahe, viel mehr befindet sich M 77 in einer Entfernung von stolzen 50 Millionen Lichtjahren. Dieses unscheinbare »Sternchen« ist somit fast genauso weit entfernt wie die fernen Welten des Virgo-Galaxienhaufens. Mit einem Fernglas blickt man hier direkt in die leuchtende Zentralregion eines aktiven Galaxienkerns.

Im November 1913, also vor 99 Jahren, fotografierte der Astronom Vesto Slipher in insgesamt drei Nächten das Spektrum von M 77 [2]. Mit diesen Fotoplaten bestätigte er den früheren Fund, dass das Licht des hellen Zentrums zugleich Emissionslinien (typisch für sehr heißes Gas) als auch Absorptionslinien (typisch für Sterne) zeigt. Erst die Erforschung in den letzten Jahrzehnten hat ergeben, wodurch die enorme Leuchtkraft der zentralen Gasmassen entsteht, so dass man sie trotz der Entfernung von fast 50 Millionen Lichtjahren noch mit einer Helligkeit von $9^m 0$ sehen kann. Im Fernglas ist die rund 4000Lj große Kernregion nur ein $15''$ kleines, stellar erscheinendes Objekt und doch verbirgt sich in ihrem Mittelpunkt eine Energiequelle, die 100 Millionen Sonnenmassen Wasserstoff zum Leuchten bringt [3]. Galaxien mit einem solchen Aktiven Galaxienkern (engl. AGN für Active Galactic Nucleus) wie bei M 77 werden heute nach dem Astronomen Carl Keenan Seyfert, der sie 1943 genauer untersuchte [1], als Seyfert-Galaxien bezeichnet; aufgrund ihrer leuchtkräftigen Zentren wurden sie sogar schon mit Quasar-Miniaturausgaben verglichen.

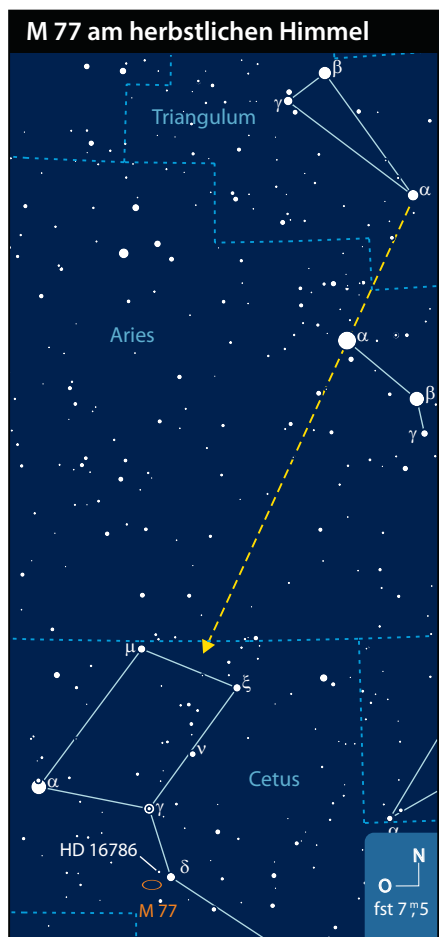
Aber Slipher interessierte sich noch aus einem anderen Grund für die Spektrallinien

im Licht von M 77, denn die Galaxie gehörte zu den ersten, bei der eine Rotverschiebung gemessen wurde. Ähnlich wie bei einer sich entfernenden Sirene der Ton tiefer wird (Doppler-Effekt), wird Licht von einer sich entfernenden Quelle zu längeren Wellenlängen, »zum roten Spektralbereich«, verschoben. Slipher konnte nun aus den zum roten Spektralbereich verschobenen Linien die (Flucht-) Geschwindigkeit ermitteln. Der Astronom stellte fest, dass diese schwache Galaxie im Walfisch sich mit etwa 1100km/s von uns bewegt, wodurch M 77 neben M 104 in der Jungfrau die damals schnellste Galaxie war. Er war auf eine geheimnisvolle »Drift durch den Raum« gestoßen, aber erst 15 Jahre danach beschrieb Edwin Hubble seine berühmte Entdeckung zur Expansion des Universums [4]. Sie basierte auch auf Vesto Sliphers Arbeiten und so waren dessen Beobachtungen u.a. von M 77 quasi ein Teil der ersten Sprosse von Hubbles kosmischer Entfernungsleiter.

Von diesem physikalisch hochinteressanten Objekt zeigt sich im Fernglas nur der sternartige, leuchtkräftige Seyfert-Kern, der eigentliche Galaxienkörper ist viel größer und auch lichtschwächer, weshalb er nur größeren Optiken vorbehalten ist. Doch durch die leicht aufzufindende Position nahe δ Ceti ist M 77 allemal einen Fernglas-Abstecher am herbstlichen Galaxienhimmel wert.

■ Nico Schmidt

- [1] Seyfert, C.: Nuclear Emission in Spiral Nebulae, *Astrophys. J.* 97, 28 (1943)
- [2] Slipher, V.: The spectrum and velocity of the nebula NGC 1068 (M 77), *Lowell Observatory Bulletin* 3, 59 (1917)
- [3] Israel, F. P.: Cl and CO in nearby galaxy centers, *Astron. Astrophys.* 493, 525 (2008)
- [4] Hubble, E.: A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae, *PNAS* 15, 168 (1929)



Objekt der Saison IC 1848

IC 1848 ist ein ausgedehntes HII-Gebiet, das am östlichen Rand der Sternbildes Cassiopeia liegt, rund $5,5^\circ$ nordöstlich des berühmten Doppelsternhaufens η und χ Persei. Nur ein halbes Grad westlich liegt ein weiteres, etwas größeres Nebelgebiet: IC 1805. Während der Name »Herznebel« (Heart Nebula) für letzteres relativ geläufig ist, ist der Begriff »Seelennebel« für IC 1848 weniger bekannt. Im englischen Sprachraum wird die gesamte Region gelegentlich auch als »Heart and Soul nebulae« bezeichnet. Beide Objekte wurden von Edward E. Barnard entdeckt, ein genaues Datum ist allerdings nicht bekannt, da er

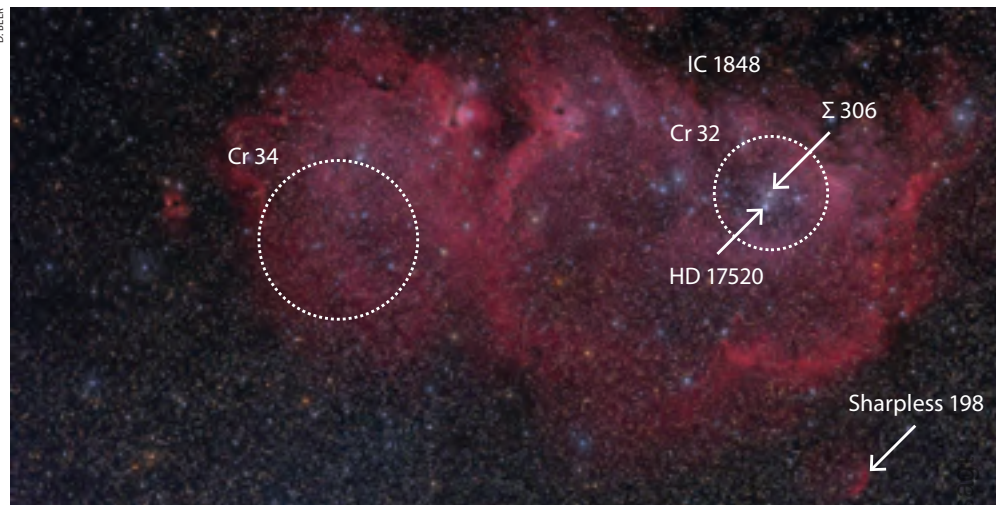
seine Entdeckung nur privat an John Dreyer mitteilte, aber nicht veröffentlichte.

IC 1848 befindet sich bei R.A. 2h 51,3min und Dekl. $+60^\circ 24,5'$ [1] und misst mehr als 200 Lichtjahre im Durchmesser. In das Nebelgebiet eingebettet sind extrem junge, nur rund eine Million Jahre alte Sternhaufen. Der $6^m 5$ helle Offene Sternhaufen Collinder 32 (Cr 32) bei R.A. 2h 51,3min, Dekl. $+60^\circ 26'$ ist sehr eng mit dem Nebelkomplex verknüpft und wird häufig unter der identischen IC-Nummer wie der Nebel geführt. Nach Einschätzung von Archinal und Hynes [2] ist Cr 33 identisch mit Cr 32. Der Sternhaufen enthält mehrere

massereiche und leuchtkräftige O-Sterne, die das Gas des Nebels zum Leuchten anregen. Ein weiterer Sternhaufen ist Collinder 34 (Cr 34) am östlichen Rand des HII-Gebietes. Diese lockere Gruppe von Sternen hebt sich laut [2] im Digital Sky Survey nicht besonders hervor, so dass ihre Existenz als Sternhaufen angezweifelt werden kann. Dank der Sternhaufen ist die Entfernung des Nebels gut bekannt, sie beträgt ca. 6500 Lichtjahre. IC 1848 liegt damit im Perseus-Arm der Galaxis und ist eines der dominierenden Sternentstehungsgebiete in dieser Milchstraßenregion [3]. Die Entstehung von Sternen aus Molekülwolken kann spontan durch gravitative Verdichtung eingeleitet werden. In Molekülwolken formieren sich aber auch Sternentstehungsgebiete,

► **Das Nebelgebiet von IC 1848** ist für visuelle und fotografische Beobachtung eine höchst interessante Himmelsregion.

wenn diese durch äußere Einflüsse verdichtet werden. Dieser in der englischsprachigen Literatur als »triggered star formation« bezeichnete Vorgang kann durch Stoßwellen von Supernova-Explosionen oder durch stellare Winde und UV-Strahlungsdruck von OB-Sternen ausgelöst werden [4]. Genau letzteres geschieht im großen Umfang innerhalb des Galaktischen Nebels IC 1848, welcher auch nach dem Westerhout-Katalog von Radioquellen unter der Bezeichnung W5 katalogisiert ist. Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit der Sternentstehung in der W5-Region und zeigen, dass die massereichen Sterne in der Lage sind, durch ihren Strahlungsdruck und ihre energiereichen Sternwinde die Materie aus ihrer näheren Umgebung fortzublasen [5, 6, 7]. Neueren Erkenntnissen zufolge existieren in der W5-Region aufeinander folgende Generationen von Sternen: Die älteren Sterne hohlen mit ihrer Strahlung interstellares Material in der Umgebung aus und komprimieren es an den Rändern, wo jüngere Sterngenerationen entstehen [8]. Dichtere Bereiche der Molekülwolke werden dabei langsamer erodiert als die Umgebung und bilden mächtige säulen- und gipelförmige Formationen, die alle zum zentralen Sternhaufen weisen. Die bekannteste wird als »Berge der Schöpfung« bezeichnet, die etwa zehn Mal so groß ist wie die berühmten »Säulen der Schöpfung« in M 16. Besonders an ihren Spitzen ist die Materieverdichtung sehr hoch und geht dort mit Sternentstehung einher. Die Randpartien der HII-Region sind auch als Folge der hier deutlich

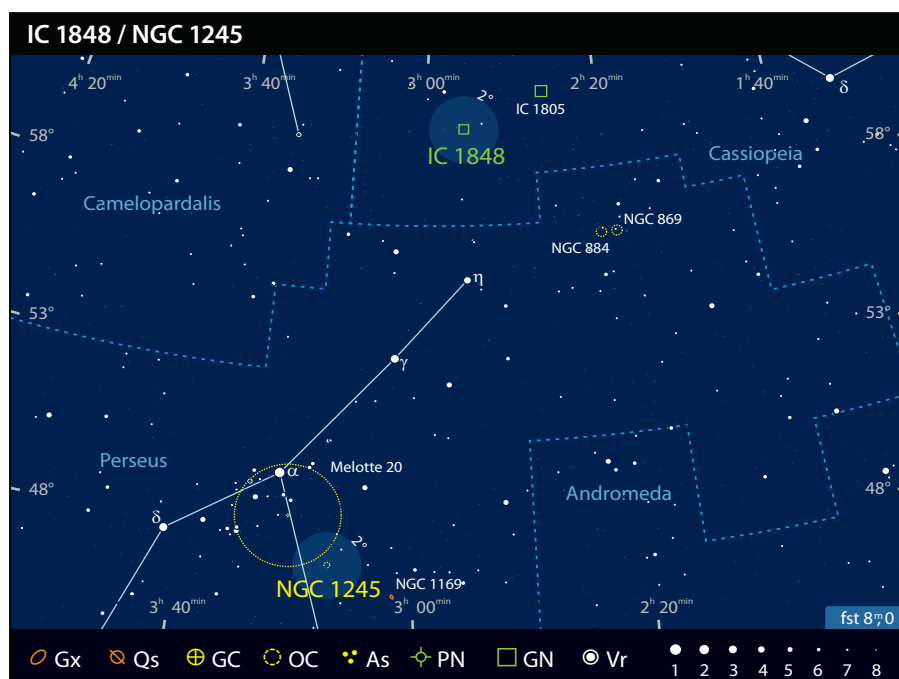


erhöhten Materiedichte auffallend hell.

Die Beobachtung von IC 1848 benötigt keine große Öffnung, viel wichtiger sind ein dunkler Himmel, eine große Austrittspupille und ein möglichst großes Gesichtsfeld. Die Nutzung eines Schmalbandfilters erleichtert die Sichtung des Nebels ganz wesentlich. Im fünfzölligen Refraktor ist der Nebel mit UHC-Filter bei Minimalvergrößerung direkt erkennbar. Seine Form ist rechteckig, wobei der Nordrand am hellsten und schärfsten definiert ist, während die anderen Randbereiche diffus in den Himmelshintergrund übergehen und sich die Ausdehnung dort nur schwer erfassen lässt. Am auffälligsten erscheint ein Dunkelwolkenkomplex, der sich von Norden in die Mitte des Nebels schiebt. Hier ist der helle nördliche Rand durchbrochen, was ein wenig an den Pferdekopfnebel B 33 erinnert, der die hellere Nebelkante von IC 434 durchtrennt. Mit mindestens 18" Öffnung kann unter sehr dunklem Himmel am südwestlichen Rand noch ein kleiner, runder Nebelfleck, Sharpless 198, erfasst werden.

Der 6^m5 helle und 10' große Offene Sternhaufen Cr 32 benötigt Vergrößerungen um 60x, um sicher erkannt zu werden. Im 10"-Newton zeigt sich dann eine ziemlich große, aber lockere Sterngruppe von ca. 15–20 Sternen, von denen zwei auffallend heller sind. Der westlichere der beiden ist der Doppelstern Struve 306 (Σ 306), dessen 7^m3 helle Hauptkomponente vom Spektraltyp O6e den größten Anteil der anregenden UV-Strahlung innerhalb des Nebels liefert. Der östlichere der beiden hellen Sterne ist der 8^m3 helle HD 17520. Stellt man diese beiden Sterne in die Mitte des Gesichtsfeldes und steigert die Vergrößerung auf mindestens 200x, erlebt man eine kleine Überraschung. Jeder der hellen Sterne ist in einem Bereich weniger Bogenminuten jeweils von einem knappen Dutzend Sterne 12. bis 14. Größenklasse umgeben, so dass der Eindruck eines Doppelsternhaufens in Miniaturformat entsteht. Ein absolut sehenswerter Anblick!

■ Frank Gasparini



- [1] Pfleger, T.: Eye and Telescope, Version 3.2, Oculum-Verlag, Erlangen (2012)
- [2] Archinal, B. A., Hynes, S. J.: Star Clusters, Willman-Bell, Richmond (2003)
- [3] Heyer, M. H., Terebey, S.: The Anatomy of the Perseus Spiral Arm: 12CO and IRAS Imaging Observations of the W3-W4-W5 Cloud Complex, *Astrophys. J.* 502, 265 (1998)
- [4] Niwa, T. et al.: Millimeter-wave survey of molecular clouds around the W5-East triggered star-forming region, *Astron. Astrophys.* 500, 1119 (2009)
- [5] Karr, J. L., Martin, P. G.: Triggered Star Formation in the W5 H II Region, *Astrophys. J.* 595, 900 (2003)
- [6] Thompson, M. A. et al.: Searching for Signs of Triggered Star Formation toward IC 1848, *Astron. Astrophys.* 414, 1017 (2004)
- [7] Lefloch, B., Lazareff, B., Castets, A.: Cometary globules III. Triggered Star Formation in IC 1848, *Astron. Astrophys.* 324, 249 (1997)
- [8] Koenig, X. P. et al.: Clustered and Triggered Star Formation in W5: Observations with Spitzer, *Astrophys. J.* 688, 1142 (2008)

Objekt der Saison NGC 1245



T. CHEDNER, S. KOHLE, CALAR ALTO

◀ **NGC 1245** ist ein, meist zu Unrecht übersehener, schöner Offener Sternhaufen nahe α Persei. Das Bildkomposit ist mit einer speziellen Methode erstellt worden, um die physikalischen Originalfarben der Sterne zu erhalten und darzustellen. Die zwei sehr hellen blauen Sterne sind höchst wahrscheinlich Vordergrundobjekte.

durch einen Begleitstern oder einen Planet verursacht wird.

Mit einer Deklination von $+47^\circ$ ist NGC 1245 in Mitteleuropa zirkumpolar. Die beste Beobachtungszeit liegt allerdings im Herbst und Winter, wenn das Objekt bis in den Zenit aufsteigt. Zur Aufsuche eignet sich α Persei mit dem ihn umgebenden und bereits mit bloßem Auge sichtbaren Sternhaufen Melotte 20 (vgl. interstellarum 72). Unter guten Bedingungen ist NGC 1245 bereits mit einem 50mm-Fernglas als kleines, schwaches Nebelchen zu entdecken. Mit 2" bis 3" Öffnung zeigt sich bei niedriger Vergrößerung in den meisten Fällen nur ein heller Stern, der in eine größere, körnige Nebelwolke eingebettet ist. Mit 6" bis 8" sind bereits zahlreiche schwache und schwächste Sterne auflösbar. Dennoch verbleibt im Hintergrund ein Restnebel unaufgelöster Haufensterne. Der beste Gesamteindruck bietet sich mit mittleren und hohen Vergrößerungen. Die helleren Sterne liegen im Norden und Osten des Haufens, während sich im Süden Sternketten oder bogenförmige Muster finden. In den letzten Jahren fand der Sternhaufen immer wieder bei Begegnungen mit hellen Kometen Beachtung. So streifte ihn im Jahr 2010 der Komet C/2009 R1 McNaught und zuvor Ende 2007 der helle Komet 17/P Holmes.

■ Matthias Juchert

Das Sternbild Perseus ist eine der markantesten Konstellationen des Nordhimmels und beherbergt aufgrund seiner zentralen Lage in der Milchstraße nahezu alle Arten von Deep-Sky-Objekten. Dazu zählen allein über 50 bekannte Offene Sternhaufen [1]. Einige dieser Sternhaufen bleiben unseren Blicken jedoch hinter Dunkelwolken verborgen und sind nur im Infrarot-Bereich erkennbar. Im zentralen Bereich des Sternbilds – unweit von α Persei – wartet mit NGC 1245 jedoch ein sowohl visuell als auch fotografisch reizvoller Sternhaufen auf seine Beobachter.

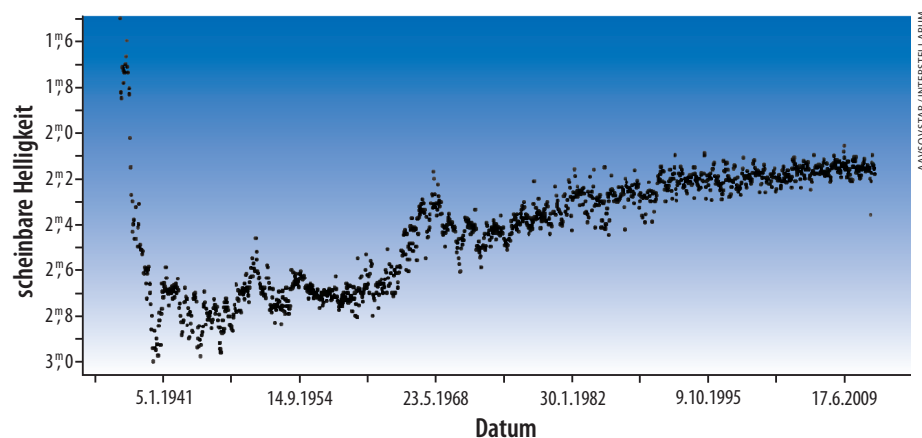
Trotz seiner relativ großen Gesamthelligkeit von $8^m,4$, wurde NGC 1245 erst am 11. Dezember 1786 von Wilhelm Herschel mit einem 18,7"-Reflektor entdeckt. In der gleichen Nacht entdeckte Herschel auch noch die Galaxien NGC 278 und NGC 1169 sowie die Offenen Sternhaufen NGC 1605 und NGC 1883 [2]. Herschel beschrieb NGC 1245 als schönen, verdichteten und reichen Sternhaufen und verglich die Anordnung der hellen Sterne mit ineinander verflochtenen Buchstaben [3]. Die späte Entdeckung für ein Objekt dieser Helligkeit dürfte wohl auf mangelndes Interesse unter historischen Beobachtern an der Region zurückzuführen sein. Ein großer Teil von Herschels

Entdeckungen im Perseus gelang sogar erst nach NGC 1245.

Aus astrophysikalischer Sicht handelt es sich um einen relativ entfernten und sternreichen Offenen Sternhaufen. Die Entfernung des Sternhaufens beträgt etwa 9300 Lichtjahre, womit sich NGC 1245 im Umfeld des Perseus-Arms der Milchstraße positioniert [4]. Trotz dieser Entfernung weist der Haufen mit 9° eine relativ hohe galaktische Breite auf, so dass er fast 1500 Lichtjahre unterhalb der galaktischen Scheibe platziert ist [5]. Generell wird das Alter von NGC 1245 auf etwa 1 Milliarde Jahre geschätzt. In diesem Alter zeigen Sternhaufen bereits deutliche Alterungserscheinungen: Auf Farbaufnahmen lassen sich zahlreiche Rote Riesen in einem Meer von Hauptreihensternen identifizieren. Zudem bewirken die Gezeitenkräfte unserer Galaxis eine langsame Auflösung des Sternhaufens, wofür auch sein lockeres Erscheinungsbild spricht. NGC 1245 ist auch Ziel einer Studie zur Suche nach extrasolaren Planeten mit der Transitmethode [6], bei der mit Hilfe fotometrischer Methoden gezielt nach einer periodischen Lichtabschwächung bei Sternen innerhalb des Sternhaufens gesucht wird. Anhand der Periode und der Amplitude lässt sich dann feststellen, ob sie

- [1] Dias, W. S. et al.: New Catalogue of Optically Visible Open Clusters and Candidates (DAML02), *Astron. Astrophys.* 389, 871 (2002), Online Data V3.2 (2012)
- [2] Steinicke, W.: Historic NGC/IC, www.klima-luft.de/steinicke/ngcic/Expl_Hist_NGCIC.htm (2012)
- [3] O'Meara, S. J.: *Deep-Sky Companions: The Secret Deep*, Cambridge University Press, New York (2011)
- [4] Burke, C. J. et al.: Survey for Transiting Extrasolar Planets in Stellar Systems: I. Fundamental Parameters of the Open Cluster NGC 1245, *Astronom. J.* 127, 2382 (2004)
- [5] Subramaniam, A.: NGC 1245 – an intermediate age open cluster, *Bull. Astr. Soc. India* 31, 49 (2003)
- [6] Pepper, J.; Burke, C. J.: Survey for Transiting Extrasolar Planets in Stellar Systems. IV. Variables in the Field of NGC 1245, *Astronom. J.* 132, 1177 (2006)

Veränderlicher aktuell γ Cassiopeiae



▲ Abb. 1: Lichtkurve von γ Cas 1930–2012.

Nur etwa jeder tausendste Stern in der Milchstraße ist vom Spektraltyp B. Kältere Sterne wie die Sonne (Spektralklasse G) sind wesentlich häufiger. Durch ihre enorme Leuchtkraft sind die B-Sterne unter den mit freiem Auge sichtbaren Sternen aber überproportional vertreten – jeder achte freisichtige Stern ist von der Spektralklasse B. In den Jahren 1863 bis 1867 unternahm Angelo Secchi in Rom eine visuelle Durchmusterung der Spektren von 4000 Sternen. Sein noch vor der Anwendung der Fotografie erstelltes Klassifikationsschema entwickelte sich zu unserer noch heute gebräuchlichen Spektraltypenreihe OBAFGKM in abnehmender Temperaturfolge. Secchi bemerkte nicht nur die dunklen Absorptionslinien in den Spektren vieler Sterne sondern auch, dass γ Cassiopeiae – der mittlere Stern des »Himmels-W« – helle Emissionslinien im Spektrum zeigte. Etwa 20% aller B-Sterne zeigen dieses spektrale Phänomen und werden als »Be-Sterne« (Spektraltyp B mit Emissionslinien) bezeichnet. Bei γ Cas und anderen ähnlichen Sternen ist das Be-Phänomen im Spektrum veränderlich. Bis 1932 zeigte γ Cas veränderliche Emissionslinien im Spektrum, um dann nach wenigen Jahren ein normales B-Spektrum zu entwickeln. Seit 1981 werden wieder unregelmäßig veränderliche Emissionslinien im Spektrum beobachtet [1].

Wie die meisten Be-Sterne zeigt γ Cas nicht nur Veränderungen im Spektrum sondern auch eine veränderliche Helligkeit. In den Jahren 1932 bis 1942 war der Lichtwechsel besonders deutlich zwischen 1^m6 und 3^m0. Seither ist der Stern mit kleineren Schwankungen wieder heller geworden und war in den letzten Jahren 2^m1 bis 2^m2 hell. Wie Percy erwähnt, überwachen nur wenige Beobachter den Stern spektroskopisch und fotometrisch [1]. Einige Amateurastronomen haben daher in den letzten Jahren diese Aufgabe übernommen [2]. Die genaue Beobachtung der Helligkeit ist bei einem so hellen Stern nicht einfach. Gut bewährt haben sich etwas unscharf gestellte Aufnahmen mit einer Digitalkamera, um den Stern nicht überzubelichten und trotzdem bei etwas längerer Belichtungszeit genügend Signal zu sammeln (vgl. Surftipp).

Be-Sterne rotieren mit Geschwindigkeiten von bis zu 500km/s am Äquator sehr rasch. Dies fördert die Bildung einer sich langsam ausdehnenden Scheibe aus Gas um den Sternäquator, in der die beobachteten Emissionslinien entstehen. An der Entstehung der Gasscheibe sind neben der raschen Rotation und dem Strahlungsdruck auch nichtradiale Pulsationen des Sterns beteiligt. Bei γ Cas wurde auch ein naher Begleitstern nachgewiesen, der ebenfalls eine Rolle spielen könnte [3, 4]. Von der Gasscheibe wurden durch

optische Interferometrie bereits direkte Bilder gewonnen [5].

Für den Hauptstern wurden 13 Sonnenmassen und für den durch die veränderliche Radialgeschwindigkeit gefundenen Begleiter (Umlaufzeit 203 Tage) etwa eine Sonnenmasse ermittelt.

γ Cas und die Be-Sterne sind weiter Gegenstand intensiver aktueller Forschung, da noch viele Fragen nicht gut verstanden sind. Percy hält es für möglich, dass es mehrere Mechanismen gibt, die das Be-Phänomen erzeugen können – selbst beim gleichen Stern [1]. Da B- und Be-Sterne so hell sind, können dazu auch Amateurastronomen einen Beitrag leisten, sowohl durch spektroskopische als auch fotometrische Beobachtungen. γ Cas ist in Europa zirkumpolar und kann daher das ganze Jahr über beobachtet werden.

■ Wolfgang Vollmann

- [1] Percy, J.: Understanding Variable Stars, Cambridge University Press, Cambridge (2007)
- [2] Pollmann, E., Vollmann, W., Puskás, F.: H α -Emission und V-Korrelation als Sonden von Be-Sternscheiben, BAV-Rundbrief 1/2012, www.bav-astro.de/rb/rb2012-1/20.pdf
- [3] Harmanec, P. et al: Properties and nature of Be stars. XX. Binary nature and orbital elements of gamma Cas, Astron. Astrophys. 364, L85 (2000)
- [4] Nemravova, J. et al: Properties and nature of Be stars. 29. Orbital and long-term spectral variations of gamma Cassiopeiae, Astron. Astrophys. 537, A59 (2012)
- [5] Mourard, D. et al: The rotating envelope of the hot star gamma Cassiopeiae resolved by optical interferometry, Nature 342, 520 (1989)

Surftipps

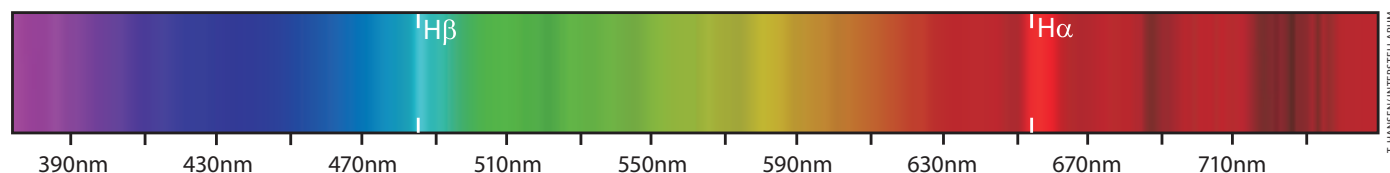
γ Cassiopeiae (AAVSO):

www.aavso.org/vsots_gammacas

Fotometrie von γ Cas:

members.aon.at/wolfgang.vollmann/var_digital/gamma_cas_photometrie.htm

▼ Abb. 2: Spektrum von γ Cas. CCD-Aufnahme mit 8"-Newton, DMK 41, Staranalyser Gitter mit 100 Linien/mm.





Ring of Fire über Kalifornien

Eine Reise zur ringförmigen Sonnenfinsternis am 20.5.2012 in die USA

VON ULLRICH UND MARTINA DITTLER

Das Jahr 2012 bietet Finsternisjägern zwei Höhepunkte: Die mit Spannung erwartete totale Sonnenfinsternis über Nord-Ost-Australien und dem Südpazifik am 13./14. November sowie die ringförmige Finsternis, die am 20./21. Mai 2012 über Südostasien, dem Nordpazifik und dem Westen der USA stattfand. Während die totale Finsternis noch vor uns liegt (vgl. Themenheft Sonnenfinsternisse und Transite 1/2012), konnte die ringförmige Finsternis bereits von zahlreichen Hobbyastronomen beobachtet werden.

Bei der Wahl des Beobachtungsortes für die ringförmige Finsternis im Mai zeigten die langfristigen Wettervorhersagen schnell, dass in Asien die zu erwartenden Bedingungen schlechter sein würden als in den USA: In China musste am 21.5.2012 mit einer Bewölkungswahrscheinlichkeit von 65% bis 85% gerechnet werden; recht ungünstige Bedingungen, auch wenn es sicherlich reizvoll gewesen wäre, die Finsternis aus der Millionenstadt Hong-Kong heraus zu beobachten. In Japan waren die prognostizierten Wetterbedingungen nur geringfügig besser – auch hier war mit 60% bis 70% Bewölkungswahrscheinlichkeit zu rechnen. Der höhere Sonnenstand in Tokio – die Stadt lag direkt auf der Zentrallinie der Finsternis – würde daher am Tag der Finsternis vermutlich hinter Wolken verborgen bleiben. In den USA traf der Mondschatten bereits am späten Nachmittag des 20.5. vom Pazifik aus kommend auf die Bundesstaaten Oregon und Kalifornien, ehe die Sonne später in Texas noch während der Verfinsterung unterging. Die Wettervorhersagen für die USA waren durchweg besser als für den asiatischen Raum: An der kalifornischen Küste lag die Wolkenwahrscheinlichkeit bei rund 50%, über Nevada und Arizona sank sie sogar auf unter 10% und für Texas stieg sie auf rund 20% wieder leicht an. Mit Blick auf die nordamerikanische

Landkarte erschienen zwei topographisch sehr unterschiedliche Regionen geeignete Reiseziele für Finsternisjäger zu sein: die Westküste der USA mit ihren zahlreichen grünen und urwaldartigen Nationalparks und die Gegend um den Grand Canyon in Arizona.

Die Wahl des Beobachtungsortes

Die Beobachtung der ringförmigen Sonnenfinsternis sollte Teil unseres Urlaubs werden. Wir entschieden uns für eine Reise entlang der Westküste der USA: Start war in Seattle; auf dem Weg nach San Francisco konnten wir entlang der Pazifikküste verschiedene National- und Stateparks (Olympic Nationalpark, Crater Lake Nationalpark, Redwood Nationalpark, Trinity Statepark) und landschaftliche Highlights wie die Vulkane Mt. St. Helens und Mt. Hood etc. erleben. Der Verlauf der Reise war von vornherein so geplant, dass wir am 19.5.2012 in der Küstenstadt Eureka ankamen, die direkt auf der Zentrallinie der Finsternis lag. Die Aussicht, die Finsternis bei einer Sonnenhöhe von rund 22° in der Umgebung der viktorianischen Küstenstadt Eureka, welche sich in den beeindruckenden Redwoods befindet, beobachten zu können, erschien uns bei der Reiseplanung ausgesprochen reizvoll.

◀ Abb. 1: **Auch eine ringförmige Finsternis ist eine Reise wert**, in diesem Fall in die Vereinigten Staaten. Die Collage der entstandenen Fotos zeichnet den Finsternisverlauf nach – nicht ganz ungetrübt von Wolken.

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

► Abb. 2: **Die Ausrüstung**, bestehend aus 3,5"-Maksutov und DSLR (links) sowie dem Temperaturmessgerät (rechts).

Der ringförmigen Finsternis wurde in den USA allgemein starke Beachtung geschenkt. Da die Sonnenfinsternis in den USA außerdem auf einen Sonntag fiel, wurden zahlreiche öffentliche Beobachtungen organisiert: private Initiativen und Astroclubs sowie über 30 National- und Stateparks boten kostenlose Beobachtungen an; Ranger verteilten Finsternisbrillen und gaben Tipps für die gefahrlose Sonnenbeobachtung.

Da sich in den urwaldartigen Redwood-Wälder um Eureka das Wetter recht schnell ändern kann und nicht selten am Nachmittag vom Pazifik her Wolken- oder Nebelfelder auf die Küste treffen, wählten wir sicherheitshalber im Vorfeld mehrere alternative Beobachtungsorte aus. Dabei erwies es sich als sehr günstig, dass direkt von Eureka der Highway 299 nach Redding und Red Buff und weiter zum Lassen Volcanic Nationalpark führte: Im Umkreis von 200 bis 300 Kilometern war damit sowohl ein relativ trockenes Tal auf Meereshöhe als auch ein rund 3200m hoher Berg erreichbar – und beides lag auf der Zentrallinie der Finsternis.

Am Tag der Finsternis

In den Tagen vor der Finsternis zeigte sich der gesamte Nordamerikanische Kontinent wolkenfrei, jedoch bildeten

sich auf dem Pazifik Wolkenfelder, die langsam auf die Westküste zuzogen. Am Wochenende der Sonnenfinsternis zog vom Pazifik her über weite Teile Nordkaliforniens und der Bundesstaaten Washington und Oregon ein breites Wolkenband, das die Beobachtung des Himmelsschauspiels dort stark erschwerte. In den südlicher gelegenen Teilen Kaliforniens, aber auch in den zentral gelegenen Bundesstaaten (Nevada, Utah, Arizona) bis hin nach New Mexico und Texas waren die Beobachtungsbedingungen

besser und der Himmel über weite Strecken wolkenfrei.

Der Blick aus dem Fenster am Morgen des 20.5. führte deshalb dazu, dass wir beschlossen, nicht an der Küste zu bleiben, sondern entlang des Highway 299 ins Landesinnere aufzubrechen und bei Redding die Wolkenlücken zu suchen, die sich auf den Satellitenbildern deutlich zeigten. Am Rande des Shasta-Trinity National Forest bei Redding trafen wir schließlich auf eine große öffentliche Beobachtung, die vom staatlichen National Park Service

▼ Abb. 3: **Aufnahmen der Sonne** kurz nach dem 3. Kontakt (links) und zwischen dem 3. und 4. Kontakt (rechts). Zu erkennen sind jeweils die durchziehende dünne Bewölkung und die vom Mond wieder freigegebenen Sonnenflecken AR1482 und AR1484.





M. U. U. DITTLER

▲ Abb. 4: **Ansicht der Sonne** durch eine Sonnenfinsternis-Brille (links) und während der Fotografie der Sonne durch das Teleskop (rechts).

gemeinsam mit dem privaten Shasta Astronomy Club organisiert wurde und bereits am Vorabend mit einer Star-Party am Strand des Whiskeytown Lake begonnen hatte. Der öffentlichen Sonnenbeobachtung am Strand, die mit rund 50 Teleskopen hunderte von Besuchern anzog, entzogen wir uns jedoch und bauten ein paar Kilometer weiter unsere Ausrüstung zur Beobachtung und Fotografie der Sonnenfinsternis beim weniger überlaufenen Besucherzentrum des Parks auf.

Neben einer automatisch gesteuerten DSLR mit Weitwinkelobjektiv, welche die Veränderung der Beleuchtungsverhältnisse während der Bedeckung der Sonne dokumentieren sollte, kam eine weitere DSLR an einem 3,5"-Maksutov mit 1000mm Brennweite auf einer kleinen parallaktischen Montierung zur Dokumentation der Phasen der Finsternis zum Einsatz. Gesteuert wurde diese Teleskop-Kamera-Kombination von einem Netbook und der Software Eclipse Orchestrator (vgl. interstellarum 67). Weitere Aufnahmen entstanden mit einem 300mm-Teleobjektiv. Da sich bei den Sonnenfinsternissen 2011 in Athen, 2010 in Indien und 2009 in China Temperaturveränderungen während der Verfinsterung dokumentieren ließen, kam auch in den USA ein entsprechendes Messgerät zum Einsatz, das Temperatur, Luftfeuchtigkeit und die Windstärke protokollierte.

Zu Beginn der Bedeckung um 17:10 Uhr stand die Sonne rund 35° über dem Whiskeytown Lake und im Westen zeigten sich einige wenige dünne Wolken am Himmel über dem Shasta-Trinity National Forest.

Zwischen dem ersten und dem zweiten Kontakt um 18:25 Uhr war der Blick auf das Himmelsereignis teilweise von sehr dünnen Wolken etwas beeinträchtigt. Die viereinhalb Minuten dauernde Phase der maximalen Bedeckung der Sonnenscheibe durch den Mond war bei einer Sonnenhöhe von noch 20° sehr gut zu beobachten; bis zum Ende der Bedeckung um 19:36 Uhr sank die Sonne auf eine Höhe von nur 7° über dem Horizont. Die letzten Minuten der Finsternis konnten nicht mehr beobachtet werden, da die Sonne hinter den zunehmenden horizontnahen Wolken versank.

Lichtstimmungen und Wetterdaten während der Finsternis

Die besondere Lichtstimmung einer ringförmigen Sonnenfinsternis unterscheidet sich deutlich von der Dunkelheit bei einer totalen Sonnenfinsternis, dies konnte erneut dokumentiert werden. Zwischen dem Beginn und dem Ende der Finsternis wurden hierzu regelmäßig der Whiskeytown Lake mit den dahinter liegenden Bergen des Shasta-Trinity National Forest fotografiert. Die Kombination der Bilder zeigt eindrucksvoll die sich verändernde Beleuchtungssituation über dem See und die zunehmende Verdunkelung bis zur maximalen Bedeckung. Nach dem dritten Kontakt nimmt die Beleuchtung nicht mehr in dem Maße zu, wie sie vorher abgenommen hat, da die Sonne zunehmend tiefer über dem Horizont steht. Deutlich ist auf der Kombination der Bilder auch die zum Ende der Finsternis zunehmende dünne Bewölkung zu erkennen.

Während der gesamten rund zweieinhalbstündigen Sonnenfinsternis wurde auch alle 20 Sekunden die Lufttemperatur gemessen. Und zwar, wie bei meteorologischen Messungen üblich, in der Höhe von 2m und 20cm über dem Boden. Die Lufttemperatur sank zwischen dem 1. Kontakt und 2. Kontakt von rund 37°C auf 28°C, während die Sonnenhöhe in der gleichen Zeit von 35° auf 20° über dem Horizont sank. Die zunehmende Verfinsterung plus die abnehmende Sonnenhöhe bedingten gemeinsam die um etwa 9° gesunkene Temperatur.

Zwischen dem 3. Kontakt und dem 4. Kontakt sank die Sonne auf rund 7° über den Horizont, die Bewölkung nahm zu, während gleichzeitig die Sonnenscheibe zunehmend wieder vom Mond freigegeben wurde. Insgesamt führt das Zusammenspiel von sinkender Sonnenhöhe, zunehmender Bewölkung und abnehmender Bedeckung zunächst zu einem moderaten Anstieg der Temperatur auf knapp über 30°C, ehe die Temperatur bis zum Ende der Finsternis erneut auf rund 27°C sank.

Leider war es nicht möglich, am Folgetag am gleichen Standort bei vergleichbaren Witterungsbedingungen Wetteraufzeichnungen zum Vergleich vorzunehmen. Geht man aber davon aus, dass ohne Bedeckung durch den Mond am Nachmittag bei sinkender Sonne die Temperatur kontinuierlich und linear sinkt, so zeigt sich, dass – ohne Verfinsterung – zum Zeitpunkt des Maximums eine Temperatur zwischen 31,5°C bis 32°C zu erwarten gewesen wäre. Es wird deutlich, dass

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



▲ Abb. 5: **Montage aus 13 Aufnahmen des Whiskeytown Lake und des Shasta-Trinity National Forest** zwischen 1. und 4. Kontakt der Finsternis, entstanden im Abstand von jeweils 15 Minuten. Zu erkennen ist die Veränderung der Lichtstimmung und die zum Ende der Finsternis vom Pazifik her zunehmende Bewölkung (Blick nach Westen zum Pazifik).

die während des Maximums gemessene Temperatur damit knapp 4°C unter der zu erwartenden Temperatur lag. Der in der Literatur immer wieder erwähnte Temperaturabfall während einer Sonnenfinsternis konnte also auch bei der ringförmigen Finsternis in Kalifornien beobachtet und dokumentiert werden.

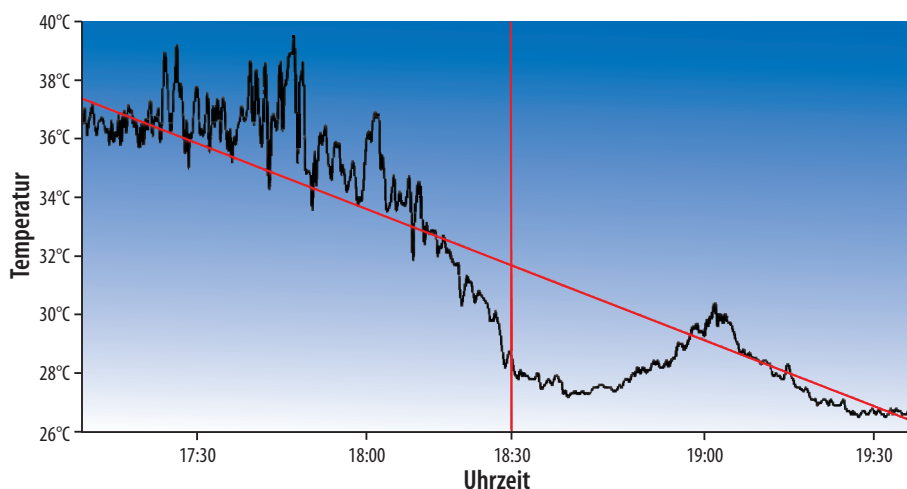
Fazit

Die Wahl der amerikanischen Westküste als Beobachtungsort für die ringförmige Sonnenfinsternis im Mai 2012

erwies sich als günstig – dies bestätigten auch die nach der Finsternis veröffentlichten Schilderungen aus Asien. Die Topografie und die klimatischen Verhältnisse Kaliforniens boten nur wenige Dutzend Meilen von der Küste entfernt die Möglichkeit, die rund zweieinhalbstündige Finsternis unter guten Bedingungen zu beobachten. Als besonders interessant erwies es sich dabei, dass das Antlitz der Sonne am 20.5. von den Sonnenflecken AR1482, AR1484 und AR1486 dominiert war und das Verschwinden und auch das Wiederauftauchen der Flecken

im Detail beobachtet werden konnten.

Immer wieder ist es faszinierend, wenn das gedämpfte Licht einer ringförmigen Sonnenfinsternis innerhalb weniger Minuten die Landschaft in eine ganz besondere Stimmung taucht. Bleibt zu hoffen, dass die meteorologischen Bedingungen für die Finsternisjäger Mitte November in Australien ähnlich günstig sind – ehe dann eine längere Durststrecke für Sonnenfinsternis-Enthusiasten beginnt, die 2017 mit einer wieder günstig zu beobachtenden Sonnenfinsternis in den USA beendet sein wird.



M. U. U. DITTLER, INTERSTELLARUM

◀ Abb. 6: **Grafische Darstellung des Temperaturverlaufs** während der Finsternis; dargestellt ist die Zeit zwischen 1. und 4. Kontakt. Die grüne Kurve zeigt den gemessenen Temperaturverlauf, die rote Linie den ohne Finsternis zu erwartenden Trend.

Surftipp

Homepage des Autors mit weiteren Aufnahmen:
www.sonnenwind-observatorium.de



S. BINNEWIES, D. LUCIUS, T. MELIN, H. SIMON, R. SPARENBERG

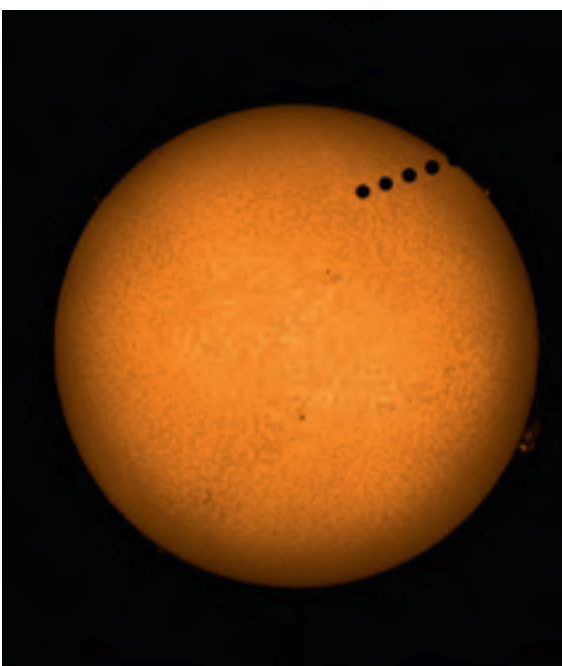
▲ Abb. 1: **Der Venustransit in drei Spektralbereichen:** im Weißlicht (links), durch H α - (Mitte) und Kalzium-Filter (rechts). **Links:** Einzelbild durch 4,5"-Refraktor bei 1400mm Brennweite, Canon EOS 5D Mark II. **Mitte:** gestacktes Summenbild mit Coronado 40mm-PST bei 400mm Brennweite, Canon EOS 7D. **Rechts:** gestacktes Summenbild (500 Bilder) mit Coronado SolarMax 70 CaK (H α B<0,22nm) bei 400mm Brennweite, Imaging Source DMK 31AF03.

Finaler Vorhang für den Venustransit

Eine Zusammenstellung von Amateur- und Profi-Ergebnissen

VON DANIEL FISCHER

Zum letzten Mal im 21. Jahrhundert hatten am 6.6.2012 Amateur- und Profi-Astronomen die Möglichkeit, die Venus im Durchgang vor der Sonne zu studieren. Dabei lag die Aufmerksamkeit besonders auf den Effekten, die durch Lichtbrechung in der Venusatmosphäre erzeugt wurden. Während in der letzten Ausgabe die schönen Bilder ihren Platz hatten, ist dieser Beitrag den bleibenden Ergebnissen des Venustransits gewidmet.



O. STEHLER

Fast scheint es ein Naturgesetz zu sein: Wenn nach gut hundert Jahren das neue Acht-Jahres-Paar von Venusdurchgängen ansteht, überwiegt beim ersten der beiden die Überraschung. Neue Technik, von der ein Jahrhundert zuvor nicht einmal zu träumen war, im 19. Jahrhundert etwa die Astrofotografie, eröffnet neue Perspektiven auf das exotische Naturphänomen, die voll zu nutzen aber kaum jemand in der Lage ist. Acht Jahre später dann sind die Beobachter besser gerüstet und schaffen astronomische Daten von bleibendem Wert. Auch beim Transit-Paar des 21. Jahrhunderts ist es wieder so gekommen.

Hatte bei den fünf zuvor in der teleskopischen Ära beobachteten Transits ganz die Himmelsmechanik dominiert, mit der Vermessung des Sonnensystems anhand der Kontaktzeiten als wichtigstem Vorhaben, so rückte nun die Venus selbst in den Mittelpunkt des Interesses und insbesondere ihre Atmosphäre. Schon bei den Transits im 18. Jahrhundert hatte so mancher Beobachter geglaubt, ihre Wirkung am

Rand des Planeten zu erspähen, und das 19. Jahrhundert hatte eine Reihe faszinierender visueller Berichte und Zeichnungen erbracht: Filigrane und inhomogene zart schimmernde Bogenstücke, die über dem Sonnenrand die Gestalt des Planeten weiter zeichneten, wurden offensichtlich von Sonnenlicht hervorgerufen, das eine Atmosphäre des Planeten Richtung Erde brach (vgl. ausführlich interstellarum 36 und 37).

Venus im Fokus

Ein fotografischer Nachweis dieser »Aureole« war dem 19. Jahrhundert indes verwehrt geblieben, und als der Venusdurchgang von 2004 nahte, gab es keine konkreten Erwartungen, was zu sehen sein würde. Es war eine Menge zu erkennen, dank der inzwischen etablierten CCD-Kameras, die – gute Optik, klaren Himmel und stabiles Seeing vorausgesetzt – keine Probleme hatten, bei längerer Belichtung die zarte Aureole zu erfassen, deren Helligkeit bei etwa 1% derjenigen der Sonnenscheibe liegt. Systematische Beobachtungen

▲ Abb. 2: **Der Venustransit am 6.6.2012 in seinen letzten Zügen.** Serienmontage des Venuslaufs über die H α -Sonne, 400mm-Teleobjektiv bei f/2,8, Coronado SolarMax90 double stack.

gab es 2004 indes fast keine, und auch die vollständige mathematische Beschreibung des Aureolen-Phänomens gelang erst einige Jahre später. Damit wuchs aber auch das Interesse, die Aureole 2012 ganz konkret als Werkzeug zu benutzen, um neues Licht auf die obersten Schichten der Venus-Atmosphäre – oberhalb ihrer undurchdringlichen Wolken – zu bringen, die per Fernerkundung von der Erde und selbst von Satelliten aus nur schwer zu erforschen sind. Eine internationale Kampagne kam in Gang, Beobachtungszeit an den besten Sonnentelaskopen des Planeten, die den Ein- oder Austritt der Venus sehen können würden, wurde reserviert (just die Stars dieses Zweigs der Astronomie auf den Kanarischen Inseln gehörten leider nicht dazu). Und neun transportable Refraktoren mit einer Koronografen-Vorrichtung zur Kontraststeigerung am Sonnenrand gingen auf mehreren Kontinenten in Stellung.

Haarfeine Details

Selbst der Venus Express der ESA, die derzeit einzige Raumsonde am Planeten, wurde eigens umprogrammiert, um gezielt jene Zonen der Venusatmosphäre zu erfassen, die die Aureole verursachen. Das flüchtige Phänomen kam wie bestellt: viele Minuten lang während des Eintritts in Amerika und dem pazifischen Raum und erneut lang anhaltend während des Austritts für Asien und Europa. Neben hohem Optikkontrast erwiesen sich vor allem hohe Vergrößerung und gute Luftruhe als wesentlich für einen sauberen Nachweis – und ausreichend lange Belichtung. Der leuchtende Atmosphärenbogen ist nur einen winzigen Bruchteil einer Bogensekunde breit, wird aber von Optik wie Seeing auf mindestens 1" verschmiert und wirkt deshalb entsprechend blass. Nur ein einziges Instrument überhaupt konnte die Aureole halbwegs realistisch aufnehmen,

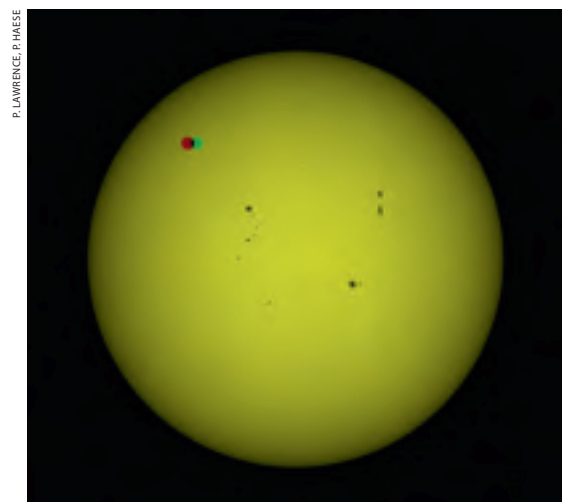
das Solar Optical Telescope auf dem japanisch-amerikanischen Sonnensatelliten Hinode mit einer Pixelgröße von 0,2". Aber die aussagekräftige Entwicklung der Aureolengestalt während Ein- und Austritt – die Rückschlüsse auf die dreidimensionale Dichteverteilung der Venusatmosphäre zulassen sollte – war auch schon mit weniger Aufwand und vom Erdboden aus zu dokumentieren.

Koronografen im Vorteil

Am kontrastreichsten gelang dies natürlich dem Netzwerk der Koronografen, die auch durch verschiedene FarbfILTER beobachteten: Nach einer möglichen spektralen Abhängigkeit des Phänomens war zuvor noch nie gesucht worden. Aber auch manchem Amateurastronomen gelangen im weißen Licht so überzeugende Ergebnisse, dass ihre Daten bereits von den Auswertern des wissenschaftlichen Programms angefordert wurden. Das auffälligste Phänomen für alle war ein kurzes und deutlich helleres Segment der Aureole im Norden, das wie ein heller Haken auf dem Sonnenrand zu sitzen schien und in genau dieser Form auch schon visuellen Beobachtern bei den Transiten im 19. Jahrhundert aufgefallen war: ein augenfälliger Beleg, dass es in der Umgebung eines Venuspols eine stärkere Lichtbrechung der Hochatmosphäre in Richtung Erde gibt als am Äquator. Diesen besonders hellen Bogen konnte man unter Idealbedingungen sogar völlig losgelöst über dem Sonnenrand schweben sehen, wenn die Venus erst zu einem kleinen Teil ein- bzw. ausgetreten war und der Rest der Aureole unter der Nachweisgrenze des optischen Systems lag.

Lomonossow hinterfragt

Während die hunderttausenden von CCD-Aufnahmen des Phänomens jetzt



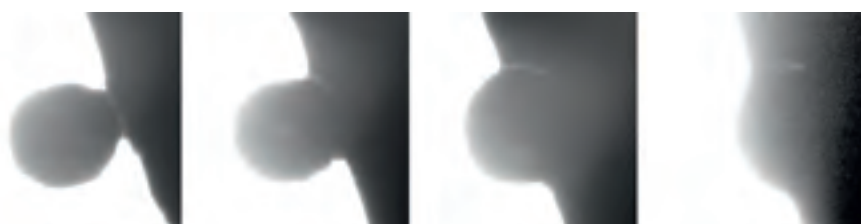
▲ Abb. 3: Ein direkter Nachweis der Venus-Parallaxe durch Überlagerung von Fotos, die auf Spitzbergen und in Australien entstanden: Auf einem Großkreis lagen die Beobachtungsorte 14500km voneinander entfernt. Da sie nicht exakt zeitgleich entstanden, wurde die Spitzbergen-Venus (diejenige näher zur Sonnenmitte) künstlich leicht verschoben. Das Bild kann auch mit einer Anaglyphenbrille als 3D-Darstellung betrachtet werden – so als ob der Betrachter am 6. Juni Augen in rund 10000km Abstand gehabt hätte.

quantitativ ausgewertet und mit den Vor-Ort-Messungen durch Venus Express kombiniert werden, haben die Bilder als solche wie auch erneute visuelle Beobachtungen der Aureole frischen Wind in die Astronomiegeschichte gebracht: Man weiß jetzt sehr genau, was wirklich am Venusrand passiert und wie viel davon die Beobachter vergangener Jahrhunderte eigentlich mitbekommen konnten (vgl. Themenheft Finsternisse und Transite 1/2012). Die Handvoll präziser Aureolen-Zeichnungen aus dem 19. Jahrhundert sind durch aktuelle Aufnahmen aufs Beste bestätigt worden, aber anders sieht es mit den verwirrenden Beobachtungsberichten aus dem

◀ Abb. 4: Die mit Abstand schärfsten Bilder des Venusdurchgangs 2012 lieferte der Sonnensatellit Hinode mit seinem Solar Optical Telescope, das spektral engbandige Bilder mit 0,2" Auflösung lieferte und dramatisch zeigen konnte, wie schmal die Aureole der Venus über dem Sonnenrand wirklich ist.

▼ Abb. 5: Die Aureole der Venus – ein direkter Beweis für ihre Atmosphäre – beim Austritt von Rhodos aus gesehen mit einem 150mm-Refraktor (auf 110mm abgeblendet) bei 1200mm und einer DMK 21AU04.AS mit Solar Continuum-Filter und Herschelkeil.

TOBIAS KAMPSCHULTE, DANIEL FISCHER, SUSANNE HÜTTEMEISTER



Detailfotografie der Venusatmosphäre

Die acht Jahre seit dem letzten Transit 2004 haben in der Astrofotografie keinen deutlichen Technologiesprung gebracht. Webcams und digitale Spiegelreflexkameras gab es schon damals, von den Teleskopen oder Montierungen ganz zu schweigen. Daher konnte man für das diesjährige Ereignis nicht nur auf die eigenen Erfahrungen aus 2004, sondern auch auf die sich in zahlreichen Veröffentlichungen findenden Aufnahmedaten anderer Fotografen zurückgreifen und diese nahezu 1:1 auf die Planungen für den 6. Juni 2012 übertragen. Den technischen Fortschritt bis zum nächsten Venustransit 2117 mag man sich dagegen kaum vorstellen.

Dabei galt es nach Bildern des Lomonossow-Rings zu fahnden. Dieser Ring sollte anhand der Belichtungsparameter von 2004 aufgenommen werden. Der Nachweis dieses Rings ist sicher auch heute noch die Königsdisziplin für den Astrofotografen bei einem Venustransit. Dabei gilt es die hauchdünne, durch in der Venusatmosphäre gebrochenes Sonnenlicht erstrahlende Planetenatmosphäre vor dem Himmelshintergrund und direkt neben der Sonne darzustellen.

Die Auswertung von Aufnahmen von 2004 ergab einige Hinweise für eine erfolgreiche Ablichtung des Atmosphären-Rings:

- die Belichtungszeit muss etwa zehn Mal länger als für eine gut durchgezeichnete Aufnahme der Sonnenoberfläche gewählt werden.



▲ Abb. 1: **Digitales Komposit des Sonnenaufgangs am 6. Juni 2012** am Berg Skinakas, 1740m hoch auf der Insel Kreta. 3"-Refraktor bei 500mm Brennweite, Canon EOS 5D.

- die Venus-Aureole ist etwas heller und damit besser um den Zeitpunkt des 2. und 3. Kontakts als um den 1. oder 4. Kontakt zu fotografieren.
- als Mindestabbildungsmaßstab muss die eingesetzte Teleskop/Kamera-Kombination 1"/Pixel erzielen, besser sind 0,8"/Pixel.
- gutes Seeing ist wichtig für die Abbildung feiner Strukturen, die Überlagerung und Schärfung mehrere Aufnahmen

kann aber bis zu einem gewissen Grad schlechtes Seeing kompensieren.

Mit diesem Hintergrundwissen wurde als Aufnahmeinstrument ein apochromatischer Refraktor 115/830mm gewählt, der zusammen mit einem Baader FFC-Konverter und der Canon EOS 5D Mark II einen Abbildungsmaßstab von 0,5"/Pixel erbrachte. Als Standort wurde die Insel Kreta gewählt. Der Sonnenabstand über dem Horizont war dort zum Zeitpunkt des besonders

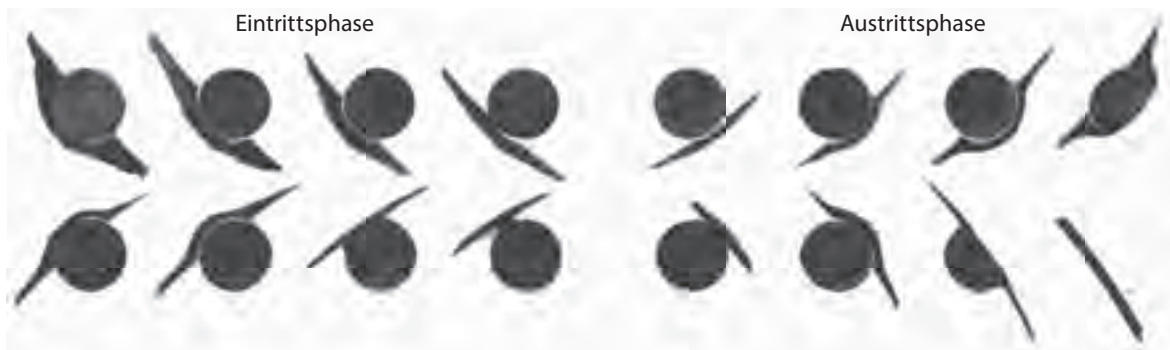
18. Jahrhundert aus. Spontan hat sich ein internationales Team von Hobby-Astronomiehistorikern zusammen gefunden, das nun systematisch die Originalberichte von 1761 auf ihre Plausibilität im Lichte des heutigen Wissens durchforstet. Es sieht nicht gut aus, insbesondere für den russischen Universalgelehrten Michail Lomonossow, dem weithin die Entdeckung der Venusatmosphäre durch den Aureolen-Effekt zugeschrieben wird.

Alte Teleskope in neuem Licht

Denn: Keine der von Lomonossow akribisch aufgezeichneten Anomalien an der Venus vor der Sonne lässt sich mit dem nun dokumentierten tatsächlichen Ablauf in Einklang bringen. Solcherlei Kuriosa, insbesondere eine scheinbare Ausbeulung des Sonnenrandes über der randnahen Venus, wurden damals von mehreren Beobachtern beschrieben, zum ersten Mal im Druck

übrigens vom deutschen Amateurastronomen Georg Christoph Silberschlag nur eine Woche nach dem Transit (und einen Monat vor Lomonossow), und Lichtbrechung in der – damals in Analogie zur Erde allgemein erwarteten – Venusatmosphäre wurde durchweg als Erklärung angegeben. Ob einem der Astronomen des 18. Jahrhunderts indes die Ehre ihres ersten zweifelsfreien Nachweises zuerkannt werden kann, bleibt kontrovers: Da helfen auch originelle Experimente nicht

► Abb. 6: **Zeichnung der Eintritts- und Austrittsphase** von 2004 (oben) und 2012 (unten) im Vergleich. 4,7"-Refraktor (2004), 2,4"-Refraktor (2012).





▲ Abb. 2: **Sequenz des Venusaustritts mit aufleuchtendem Lomonossow-Ring**, jeweils 5 bis 6 Einzelbilder gestackt und geschärft, aufgenommen durch einen 4,5" Refraktor bei 2800mm Brennweite, Canon EOS 5D Mark II, Belichtungszeit für den Lomonossow-Ring jeweils 1/125s, ISO 100.

interessierenden Transit-Endes zwar nur unwesentlich größer als von Deutschland aus maximal erreichbar, die Klimadaten versprochen aber mit deutlich höherer Wahrscheinlichkeit einen klaren Himmel als selbst an den sonnenreichsten Stellen unseres Landes. Außerdem hatten wir auf Kreta dankenswerterweise die Möglichkeit unsere Beobachtungen vom 1740m hohen

Berg Skinakas und dem Gelände der Universitäts-Sternwarte Heraklion durchzuführen, ein nicht zu verachtender Vorteil bezüglich der zu erwartenden Luftruhe – so dachten wir zu mindestens.

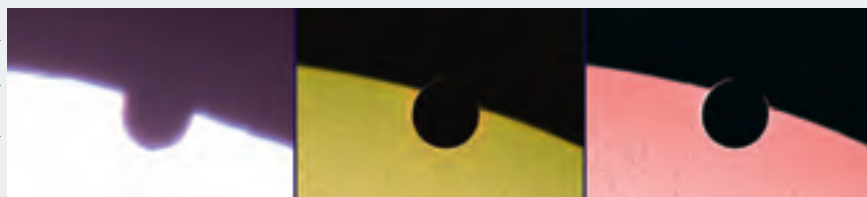
Und am 6. Juni hielt sich das Wetter an die Klimastatistik, nach einer klaren Nacht tauchte die Sonne gegen 6:00 Uhr Ortszeit über der Ägäis auf. Eine

flache Wolkenbank direkt über dem Meer musste sie noch überwinden, dann stand sie mit einer fast mittig im oberen Sonnendrittel stehenden Venus am Horizont. Der Blick durch den Kamerasucher offenbarte allerdings eine extrem turbulente Atmosphäre, wahrscheinlich aufgewühlt durch einen in der Nacht vorher stark auffrischenden und böigen Westwind. Erst bei einem Sonnenstand von über 12° über Horizont wurde das Seeing besser, kurzzeitig fast gut, letztendlich blieb es aber hinter unseren Erwartungen zurück, besonders nachdem es zum 4. Kontakt hin wieder einbrach.

Gut erkennbar nicht nur auf unseren Ergebnissen zeigt sich der Lomonossow-Ring unterbrochen und jeweils in der Nähe der Venus-Pole am deutlichsten. Erklärt wird dieses Phänomen durch die an den Venus-Polen transparentere Planetenatmosphäre und deshalb dort weniger starke Dämpfung des gebrochenen Sonnenlichts.

■ Stefan Binnewies, Dirk Lucius, Thorsten Melin, Harald Simon, Rainer Sparenberg

▼ Abb. 3: **Der Lomonossow-Ring als Segment** um 4:44 UT. Die Abbildung demonstriert den Weg des Bildbearbeiters zum kontrastreichen Foto der Venus-Aureole: ganz links ein unbearbeitetes Einzelbild – der Lomonossow-Ring ist nur als Teilstück ganz schwach zu erkennen. Sechs solcher Bilder wurden überlagert und geschärft, vorher aber in ihre drei Farbkanäle zerlegt und diese dann deckungsgleich zur Kompensation der horizontnah deutlich wirksamen atmosphärischen Refraktion übereinander geschoben. Aus dem dann entstandenen Bild wurde der Lomonossow-Ring extrahiert und passgenau mit einem zeitlich korrespondierenden kurz belichteten und geschärften Sonnenbild mit Granulation überlagert – das Ergebnis zeigt das mittlere Bild der Sequenz. Rechts außen findet sich noch der kontrastgesteigerte Rotkanal aus dem mittleren Bild zur nochmaligen Verstärkung der Venusatmosphäre.



weiter, die beim aktuellen Transit mit Originalteleskopen aus dem späten 18. Jahrhundert in den USA durchgeführt wurden. Unter Idealbedingungen (die Lomonossow nicht hatte) gelang es erfahrenen Amateurastronomen damit durchaus, die Aureole deutlich zu erkennen – bei riskanten Beobachtungen durch improvisierte Sonnenfilter mit deutlich zu geringer Dichte allerdings. Viele andere historische Teleskope, die die Antique Telescope Society auf dem kalifornischen Mount Wilson versammelt hatte, zeigten die Aureole hingegen nicht.

Auch Sonden mischen mit

Der Venusdurchgang von 2012 war noch für viele andere wissenschaftliche Projekte ausgenutzt worden, oft als Analogie-Experiment zu den Transits von extrasolaren Planeten vor den räumlich nicht aufgelösten Scheibchen ihrer Sterne. Präzise Lichtkurven

der Gesamtsonne während des Transits wurden von zwei Satelliten aufgenommen, erstmals bei einer aktiven Sonne mit vielen Flecken und Fackeln; der Transit 2004 hatte nahe am Sonnenminimum gelegen. Ob auch der äußerst mühsame Nachweis chemischer Bestandteile der Venusatmosphäre in Absorption gelang, an dem sich mehrere Sternwarten und – via Reflexion am Mond – auch das Hubble Space Telescope versuchten, war bei Redaktionsschluss noch unklar. Auf Anhieb gelungen ist dagegen die spielerische Wiederholung der großen Transit-Forschungen der vergangenen Jahrhunderte, als es um die Messung der Venus- und damit auch Sonnenentfernung per Parallaxe ging: Sowohl durch Zeitnahme der Kontakte von verschiedenen Standorten quer über den Pazifik wie auch die direkte Überlagerung zeitnaher Fotos von verschiedenen Kontinenten konnten sich Amateurastronomen selbst überzeugen, dass die Astronomische

Einheit tatsächlich bei rund 150 Mio. Kilometern liegt. Welche Fragen werden wohl die Astronomen des 22. Jahrhunderts an die nächsten beiden Venusdurchgänge stellen?

Der Autor dankt Jay Pasachoff, Jürgen Hamel, Yuri Petrunin, Bill Sheehan und Vladimir Shiltsev für wertvolle Quellen und Diskussionen.

Surftipps

interstellarum-Seite zum Venustransit:

www.interstellarum.de/sonder20120606venustransit.asp

Koronografen-Projekt:

venustex.oca.eu

Großes Transit-Blog:

www.transitofvenus.nl



D. WILLASCH

▲ Abb. 1: **Der Gum-Nebel ist der größte Nebel am Himmel**, hier gezeigt in seiner vollen Ausdehnung. Das Bildfeld beträgt $41^\circ \times 27^\circ$. In ihn eingebettet liegt der Vela-Supernovaüberrest. Komposit aus H α - und [OIII]-Schmalbandaufnahmen, aufgenommen mit einem 50mm-Objektiv bei f/4,5 (H α , [OIII]) und f/6,3 (RGB). SBIG STL-11000M, 9x20min (H α), 7x20min ([OIII]), 3x5min (je RGB). Somerset West, Südafrika.

Die Supernovafamilie in Vela

Eine astrofotografische Expedition

VON AUKE SLOTEGRAAF UND
DIETER WILLASCH

Der weit ausgehende Gum-Nebel in Vela, seit Jahrhunderten der direkten Beobachtung entzogen, hat in den letzten Jahrzehnten eines seiner ungewöhnlichsten Geheimnisse preisgegeben: drei ineinander verschachtelte Supernova-Überreste. Diese sind von einem südlichen Standort auch von Amateurastronomen fotografisch nachzuweisen – und vielleicht die exotischsten Objekte, die die von der Nordhalbkugel aus nicht zugänglichen südlichen Sternbilder beheimaten.

Das alte Sternbild Argo Navis, das mächtige Schiff der Argonauten aus griechischen Heldensagen, nimmt in der majestätischen südlichen Milchstraße den gesamten Himmel zwischen dem Kreuz des Südens und dem Großen Hund ein. In seinem 1603 erschienenen Uranometria-Himmelsatlas zeigt der Augsburger Astronom und Rechtsanwalt Johannes Bayer, wie dieses Schiff dramatisch an einer Felsküste zerschellt, mit gebrochenen Rudern und zerschmettertem Mast. In ähnlicher Weise zerbrach Abbé

de Lacaille gegen 1750, anlässlich seines Besuchs in Kapstadt zur Vermessung des Südhimmels, das Sternbild in drei Teile. Lacaille erschuf Carina (den Rumpf und Kiel des Schiffes), Puppis (das Heck) und Vela (die Segel) und platzierte Canopus, den zweithellsten Stern des Nachthimmels, an das Ruderblatt des Schiffes.

Es bedarf einiger Mühe und Vorstellungskraft, um Argo Navis wieder am Himmel zu rekonstruieren. Um diese brillante Sternregion besser in den Griff zu bekommen, ist es daher einfacher, drei

prominente Sternmuster zu nutzen: das »Diamant-Kreuz«, das »Falsche Kreuz« und den »Südlichen Rechten Winkel« (Abb. 2).

Der Gum-Nebel

Nach Lacailles Sternbilderreform lag innerhalb der Sterne von Argo Navis zwei Jahrhunderte lang ein Geheimnis verborgen. Unbemerkt von den frühen Beobachtern wie etwa James Dunlop, John Herschel und William Lassell, ebenso wie

von den ersten astrofotografischen Durchmusterungen des Südhimmels, wurde ein riesiger, den gesamten Südlichen Rechten Winkel einnehmender Nebel in den 1950er Jahren von Clabon Allen und Colin S. Gum entdeckt. Heute als Gum-Nebel bekannt, ist er der Überrest einer Supernova-Explosion, die etwa vor 1,5 Mio. Jahren stattfand. Im Laufe der Zeit wurde das Material des sterbenden Sterns im Raum verstreut und reicherte das interstellare Medium mit den Produkten seiner Zerstörung an. Heute erstreckt sich der Gum-Nebel über 800 Lichtjahre oder 36° am Himmel.

Der Vela-Supernovarest

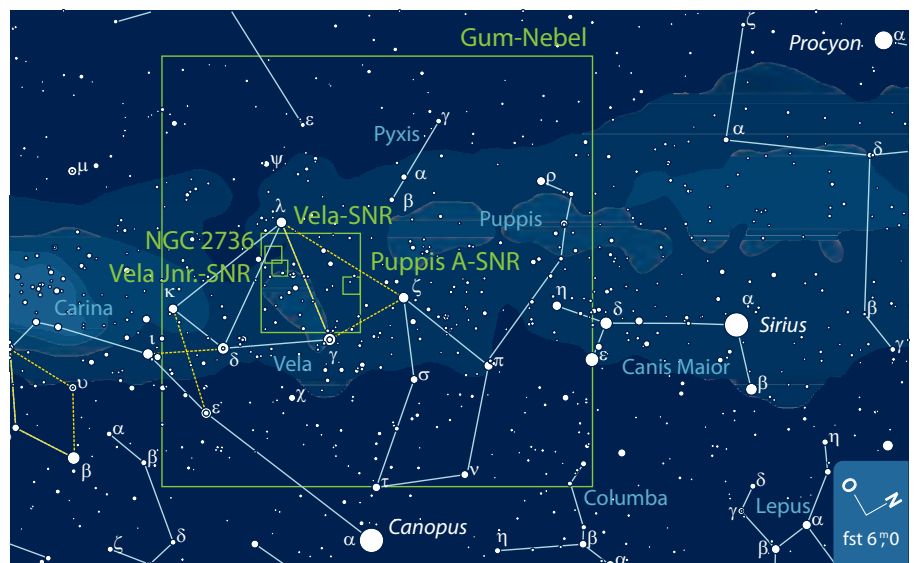
Innerhalb dieser Blase aus Sternmaterie wurde vor etwa 11000 Jahren ein anderer massereicher Stern zur Supernova und erschuf den Vela-Supernovarest (SNR) [1, 2]. Sie erreichte eine Helligkeit von etwa -10^m und erleuchtete den Nachthimmel so stark, dass die Dunkelheit in Zwielicht verwandelt wurde. Der englische Astronom Paul Murdin hat vorgeschlagen, dass eine Felsmalerei, die man in Neusüdwaales in Australien fand, eine frühe Aufzeichnung der Aborigines von diesem extremen Ereignis darstellt.

Der englische Astronom Philibert Melotte bemerkte den Nebel erstmals 1926 bei der Untersuchung von Fotografien, die mit der 10"-Franklin-Adams-Kamera gemacht worden waren. Auf einer Platte fand er in Vela einen weit ausgedehnten Nebel, der aus »einer Anzahl heller Nebelstreifen besteht, von denen die hellsten eine Fläche von sieben Quadratgrad einnehmen, von grob ovaler Form«.

Einige Jahre später wurde die Region am Harvard-Boyden-Observatorium in Bloemfontein, Südafrika, fotografiert. Der verantwortliche Astronom John Paraskewopoulos benutzte ein 10"-Metcalf-Triplett (ein Weitwinkel-Astrograph) für eine Durchmusterung des Südhimmels. Auf einer 1940 untersuchten Fotografie fand Paraskewopoulos ein »helles Nebelband in Vela«. Harlow Shapley, damals Direktor des Harvard College Observatory, ließ sich über seine extreme Länge und Enge aus und schrieb, dass es als irregulärer wellenförmiger Bogen $4,5^\circ$ lang und etwa $2'$ breit sei. Es wurde als »Shapley's String Nebula« bekannt und stellt den hellsten westlichen Teil des Vela-SNR dar.

Der Vela-Pulsar

Mit dem Beginn der Radio-Astronomie entdeckte man eine Reihe von Radioquellen



▲ Abb. 2: Entlang der südlichen Milchstraße erstrecken sich die Positionen von gleich drei ineinander verschachtelten Supernovaresten, eingehüllt vom großen Gum-Nebel.

in der Region mit den Bezeichnungen Vela X, Vela Y und Vela Z. 1968 fanden Astronomen am Molonglo-Radio-Observatorium in Australien einen Pulsar, PSR 0833-45, der mit Vela X assoziiert ist. Seine Pulsfrequenz (etwa zehnmal pro Sekunde) gehört mit zu den schnellsten bisher bekannten, was ein sehr junges Objekt nahe legt und damit wahrscheinlich den Reststern der Supernova-Explosion darstellt, die den beeindruckenden Nebel erschuf. Der Pulsar wurde 1976 auch im sichtbaren Licht identifiziert. Er scheint äußerst schwach mit $23^m,2$ (B). Im folgenden Jahr wurde seine Pulsfrequenz auch optisch beobachtet, was ihn zu einem der ersten bestätigten optischen Pulsare macht. Nur zwei weitere Pulsare konnten bisher auch optisch nachgewiesen werden: der im Krebs-Nebel (M 1) und einer in einem SNR in der Großen Magellanschen Wolke.

γ Velorum

Der Vela-SNR ist der dritthellste Supernovaüberrest im Röntgenbereich – nur der Krebs-Nebel und der Cirrusnebel sind heller. Neuere Röntgen-Untersuchungen zeigen, dass der südwestliche Teil des Nebels im Röntgenlicht heller und größer ist als die nordöstlichen Regionen. Kombiniert mit spektroskopischen Beobachtungen, gehen die Astronomen davon aus, dass das interstellare Medium, in das sich der Supernovaüberrest ausdehnt, nicht homogen ist, sondern sich die Dichte abrupt ändert. Eine plausible Erklärung für die Entwicklung des Vela-SNR beginnt bei dem in der Nähe befindlichen hellen Doppelstern γ Velorum, der sich etwa 140 Lichtjahre vom Zentrum entfernt befindet.

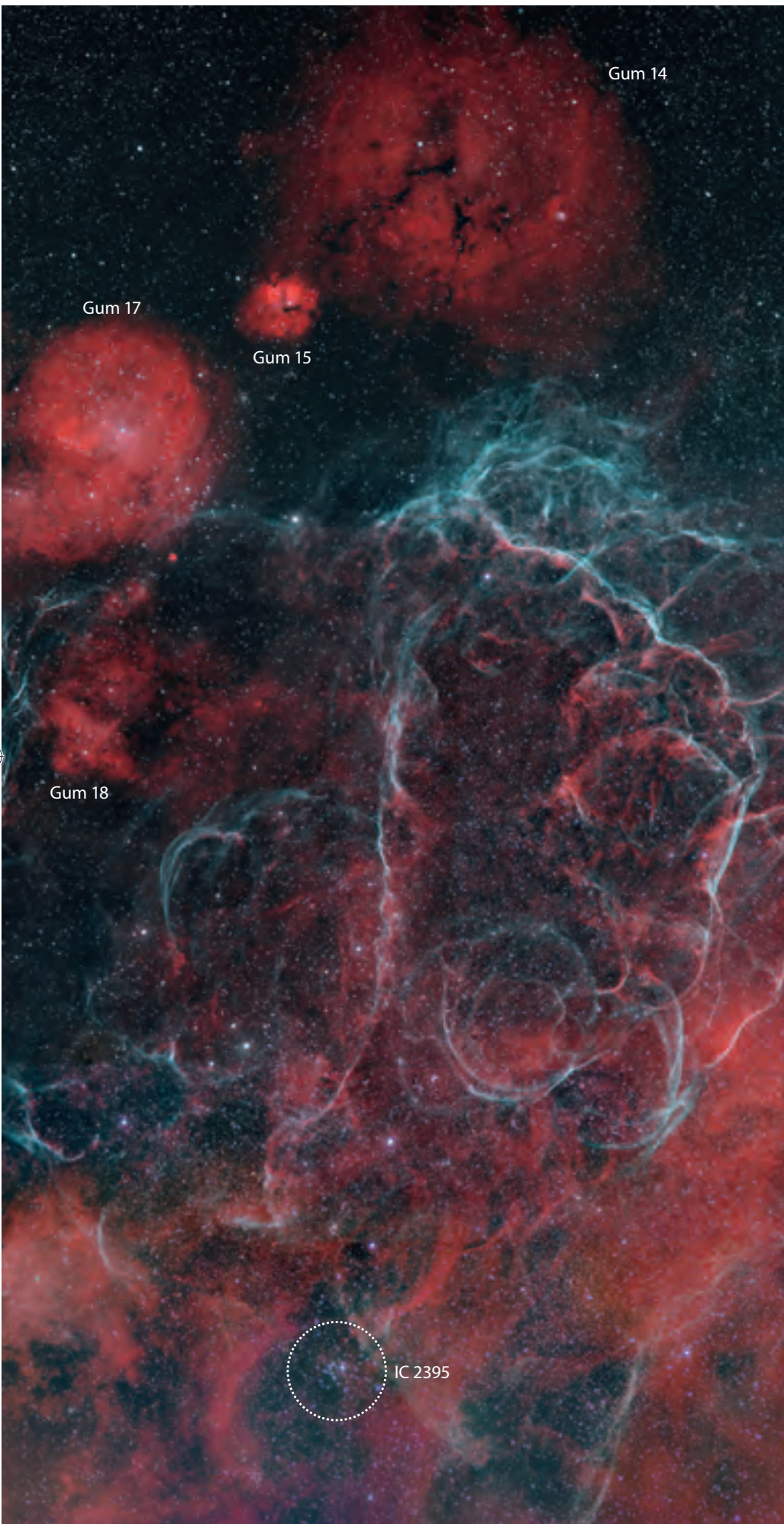
Eine der Komponenten des Doppelsterns, γ^2 Velorum, ist selbst doppelt und besteht aus einem Blauen Überriesen zusammen mit einem seltenen Wolf-Rayet-Stern (WR 11). WR 11 ist der uns nächste Wolf-Rayet-Stern und hat eine Masse von neun Sonnenmassen. Seine anfängliche Masse muss wenigstens 30 Sonnenmassen betragen haben, von denen der größte Teil durch starke Sternwinde ins All getragen wurde und dabei eine riesige Sternwindblase um den Stern herum geschaffen hat. Diese expandierende Blase verteilte das interstellare Medium um. Da die Blase einen Durchmesser von ungefähr 140 Lichtjahren hat (über 5° am Himmel), wurde sie vom Vela-SNR durchdrungen [3].

Die volle Ausdehnung des Vela-SNR kann über ca. 8° verfolgt werden. Er ist schon in einem Instrument mit $5''$ bis $8''$

Buchtipps



Die exotischen Sehenswürdigkeiten des südlichen Sternhimmels in einem prachtvollen Bildband vereint! Der südafrikanische Amateurastronom Auke Slotegraaf recherchierte den Hintergrund der Objekte, während der deutsche Astrofotograf Dieter Willasch hochqualitative Astrofotos beisteuerte – das Ergebnis ist ein schöner und lehrreicher Südhimmel-Bildband.



D. WILLASCH

◀ **Abb. 3: Die filigranen Ranken und Lichtbögen des Vela-SNR.** Das Bild erstreckt sich über $5,3^\circ \times 9,5^\circ$. Der Vela-Junior-SNR liegt etwa zwischen IC 2395 und Gum 18, tritt aber optisch nicht in Erscheinung. Das Bild ist ein vierteiliges Mosaik-Komposit aus H α - und O[III]-Schmalbandaufnahmen. Die S[II]-Emission ist bei diesem Objekt weitgehend identisch mit H α . 4,2"-Refraktor bei f/3,7, SBIG STL-11000M, 2x10x20min + 2x 5x20min (je H α , [OIII]), 5x5min (je RGB). Somerset West, Südafrika.

Öffnung mittels eines [OIII]-Filters beobachtbar. Der hellste Teil liegt im Norden, wo der 4^m 1-Stern ϵ Velorum (HD 73634) als nützlicher visueller Anhaltspunkt dient. Eine sehr schöne Okularzeichnung davon findet man in [4].

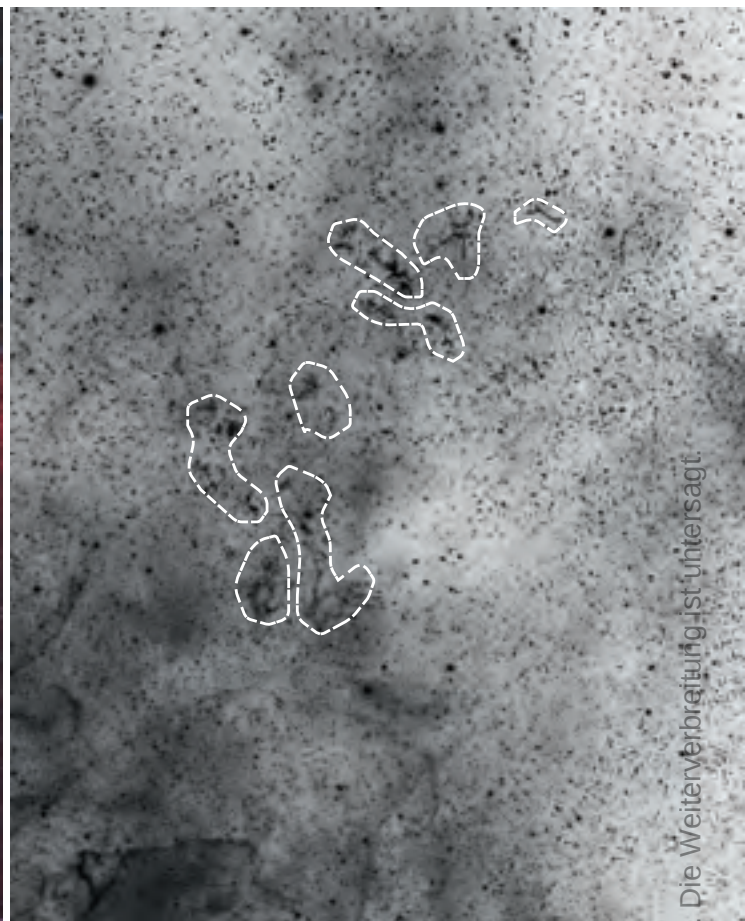
Der Puppis-A-Supernovarest

Die Tatsache, dass der Vela-SNR und der Wolf-Rayet-Stern WB 11 mit seiner Sternwindblase beide in dem Hohlraum liegen, der bei der Expansion des Gum-Nebels geschaffen wurde, ist ein besonderes Phänomen. Zufällig jedoch verbirgt sich ein weiterer Supernovaüberrest innerhalb dieser Himmelsregion. Unter den nordwestlichen Filamenten des Vela-SNR liegt G260.4-03.4, gemeinhin bekannt als Puppis-A-SNR.

Im Jahr 1950 entdeckte der australische Radio-Astronom Bernard Mills in der Milchstraße mehrere Radioquellen, unter denen eine später als Puppis A bekannt werden sollte. Rudolph Minkowski nahm die Herausforderung an, diese Quellen im optischen Bereich zu identifizieren und durchsuchte dazu Fotografien, die mit dem 48"-Schmidt-Teleskop gemacht worden waren. 1954 fand Minkowski »eine lockere Ansammlung von Filamenten, welche sehr stark den Filamenten der Cassiopeia-Quelle ähneln«, in der Nähe der Radio-Koordinaten von Puppis A. »Diese Filamente befinden sich in einem etwa elliptischen Gebiet von ca. $50' \times 80'$ Ausmaß mit der Hauptachse bei einem Positionswinkel von 145° « schrieb er.

Einige dieser Filamente zeigen sehr starke [NII]-Emission, was darauf hindeutet, dass zirkumstellares Gas einer Stoßfront angeregt wird. Andere Nebelknoten zeigen sauerstoffreiche Spektren, die sie als Supernova-Auswürfe kennzeichnen. Diese Strukturen sieht man deutlich in Röntgen-Aufnahmen, die auch das zentrale Objekt enthüllten, welches beim Kernkollaps der Supernova entstand: der Neutronenstern RX J0822-4300.

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



▲ Abb. 4: **Der Puppis-A-SNR** steht in einer Entfernung von 7000 Lichtjahren in den nordwestlichen Ausläufern des Vela-SNR. Die hellsten Filamentfragmente sind im Schwarz-Weiß-Negativ der H α -Aufnahme gekennzeichnet. Das Bildfeld beträgt $2,0^\circ \times 2,4^\circ$. Somerset West, Südafrika.

Links: 4,2"-Refraktor bei f/3,7, SBIG STL-11000M, 9×20min (H α), 3×20min ([OIII]), 3×5min (je RGB). **Rechts:** H α -Auszug.

Dass der Puppis-A-SNR innerhalb des Vela-SNR steht, ist nichts anderes als ein Projektionseffekt, da sich Puppis A in einer Entfernung von 7000 Lichtjahren befindet, während der Vela-SNR nur ca. 1000 Lichtjahre entfernt ist.

Der Puppis-A-SNR ist noch relativ jung, er entstand erst vor 3700 Jahren. Erstaunlicherweise gibt es kein historisches Zeugnis von diesem Supernova-Ereignis.

Der »Vela-Junior-Supernovarest«

Das letzte und möglicherweise seltsamste Mitglied in diesem Kuriositäten-Kabinett ist ein weiterer Supernovaüberrest: RX J0852.0-4622. Liebevoll als Vela-Junior-SNR bezeichnet, liegt er in den südöstlichen Ausläufern des Vela-SNR. Im Gegensatz zu Puppis A jedoch ist die Position nicht auf einen Projektionseffekt zurückzuführen. Der Vela-Junior-SNR liegt nicht nur innerhalb des Gum-SNR, er liegt innerhalb des Vela-SNR selbst!

Der Vela-Junior-SNR wurde im Jahre 1998 als starke Röntgenquelle in der ROSAT-All-Sky-Durchmusterung entdeckt und im folgenden Jahr auch als

Gammastrahlenquelle vom Compton Gamma Ray Observatory (COMPTEL) der NASA nachgewiesen. Auch das Ultraviolett-Spektrometer an Bord von Voyager 2 trug zur Erforschung des Supernovaüberrests bei und fand im Nebel in den Stoßwellen Geschwindigkeiten bis zu 300km/s. Der Durchmesser von Vela-Junior im Röntgenlicht beträgt etwa 2° , was einen nahen Abstand zur Erde andeutet. Neuere Messungen ergeben einen Abstand von 650 Lichtjahren, was ihn zur nächst gelegenen Supernova-Explosion der jüngeren Menschheitsgeschichte macht.

Die sehr hohe Temperatur des Überrests von über 30 Millionen Grad weist ebenfalls auf ein sehr geringes Alter hin. Weitere Ergebnisse belegen, dass die Supernova-Explosion, die den Vela-Junior-SNR schuf, als gleißend heller, neuer Stern um das Jahr 1250 am Himmel sichtbar gewesen sein muss. Wie im Fall von Puppis A gibt es jedoch auch hier keine historische Quelle für das Ereignis. Archäoastronomen spekulieren, dass es von chinesischen Astronomen verzeichnet wurde, aber die Aufzeichnungen während der Mongolenherrschaft verloren gingen.

2001 wurde vom Röntgensatelliten Chandra ein Neutronenstern (AX J0851.9-4617) entdeckt, den man für den Überrest des Vorgängersterns hält. Sorgfältige Untersuchungen innerhalb des Nebels haben keinen Hinweis auf ein optisches Gegenstück ergeben. Allerdings stimmt eine Emissionsstruktur im Röntgenbereich mit dem optischen Nebel NGC 2736 (RCW 37), besser als Bleistift-Nebel oder Herschels Bleistift bekannt, überein.

Herschels Bleistift

Sir John Herschel entdeckte diesen bemerkenswerten Nebel am 1. März 1835 von Feldhausen aus, seinem vorübergehenden Wohnsitz in Kapstadt. Sein 18"-f/13-Metallspiegel-Teleskop zeigte ihm einen »außerordentlich langen schmalen Strahl von überaus schwachem Licht, wenigstens $20'$ lang.« Er bemerkte, dass das nordöstliche Ende heller und schmaler war als das südwestliche. Herschels Bleistift war eines der Objekte, welches etwa 40 Jahre später von den Beobachtern des Great Melbourne Telescope (GMT) in Australien untersucht wurde. Das GMT war das erste große Teleskop



D. WILLASCH

◀ Abb. 5: **Herschels Bleistift, NGC 2736**, ist vermutlich ein Teil der inneren Wand der Vela-SNR-Schale, die von heißem Gas des Vela-Junior-SNR aufgeheizt und zum Leuchten angeregt wird. Das Bildfeld misst 26,7' × 28,6'. 20"-Keller-Cassegrain bei f/3, SBIG STL-11000M, 3×5min (je LRGB), Hakos, Namibia.

4-Zöller mit einem [OIII]- oder UHC-Filter zeigt seine schmale Form. Möglicherweise ist die bemerkenswerteste Tatsache dieses Nebels, dass alles darauf hinweist, dass er Teil der inneren Schale des Vela-SNR ist, die von einer Explosionswelle des Vela-Junior-SNR aufgeheizt wurde. Als Vela-Junior innerhalb des Vela-SNR explodierte, war letzterer schon mehrere Tausend Jahre alt und hatte das interstellare Medium an seiner Grenze zu einer kalten, dichten Schale zusammengeschoben. Eine Welle heißen Gases von Vela Junior traf auf die alte Schalenwand und erzeugte ein gebogenes Emissionsgebiet, das die Innenwand der Schale nachzeichnete.

[1] Green, D. A.: A revised Galactic supernova remnant catalogue, *Bull. Astr. Soc. India* 37, 45 (2009)
[2] Lennarz, D., Altmann, D., Wiebusch, C.: A unified supernova catalogue, *Astron. Astrophys.* 538, A120 (2012)
[3] Sushch, I., Hnatyk, B., Neronov, A.: Modeling of the Vela complex including the Vela supernova remnant, the binary system gamma2 Velorum, and the Gum nebula, *Astron. Astrophys.* 525, A154 (2011)
[4] Stoyan, R., Binnewies, S.: Gum-Nebel und Vela-SNR, *interstellarum* 27, 36 (2003)

der Welt, welches von einem staatlichen Observatorium betrieben wurde. Es hatte einen 1t schweren 48"-Metallspiegel und wurde als rein visuelles Teleskop konzipiert, um eine Überprüfung der Herschel'schen Beobachtungen durchzuführen. Aus unterschiedlichen Gründen arbeitete das GMT niemals zufriedenstellend, wie auch die Beobachtungen an Herschels Bleistift beweisen. 1876 schrieb

der Beobachter Joseph Turner: »Ich bin mir sicher, dass Herschel dieses Objekt nicht gesehen haben kann, wenn es so schwach war wie zum gegenwärtigen Zeitpunkt. In der Tat zwingt sich einem bei einer großen Anzahl von Nebeln die Überzeugung auf, dass diese mit der Zeit schwächer werden.«

NGC 2736 kann man in einem modernen 12"-Teleskop leicht sehen, sogar ein

Surftipps

Galactic Supernova Remnants:
www.mrao.cam.ac.uk/surveys/snrs

Deep Sky Observer's Companion
Online Database:
www.docdb.net

Weitere Aufnahmen:
www.astro-cabinet.com

Deep-Sky-Objekte im Gum-Nebel								
Name	Sternbild	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
Gum-Nebel	Segel, Achterdeck, Luftpumpe	SNR	7 ^h 58 ^{min}	−43°	–	20°	1000Lj	–/397
Vela-SNR	Segel	SNR	8 ^h 34,0 ^{min}	−45° 50'	–	255'	1000Lj	–/397
Vela-Pulsar	Segel	Str	8 ^h 35,3 ^{min}	−45° 10' 35"	23 ^m 2 (B)	–	1000Lj	–/397
γ Velorum	Segel	Str	8 ^h 9,5 ^{min}	−47° 20' 12"	1 ^m 8	–	1200Lj	34/396
Puppis A-SNR	Achterdeck	SNR	8 ^h 24,1 ^{min}	−42° 59,8'	–	80'×50'	7000Lj	–/396
Vela-Junior-SNR	Segel	SNR	8 ^h 52,0 ^{min}	−46° 20'	–	2°	650Lj	–/–
NGC 2736	Segel	GN	9 ^h 0,2 ^{min}	−45° 57'	–	20'×2'	1500Lj	34/397

100 QUADRATGRAD HIMMEL

Geheimtipps im Himmels-W

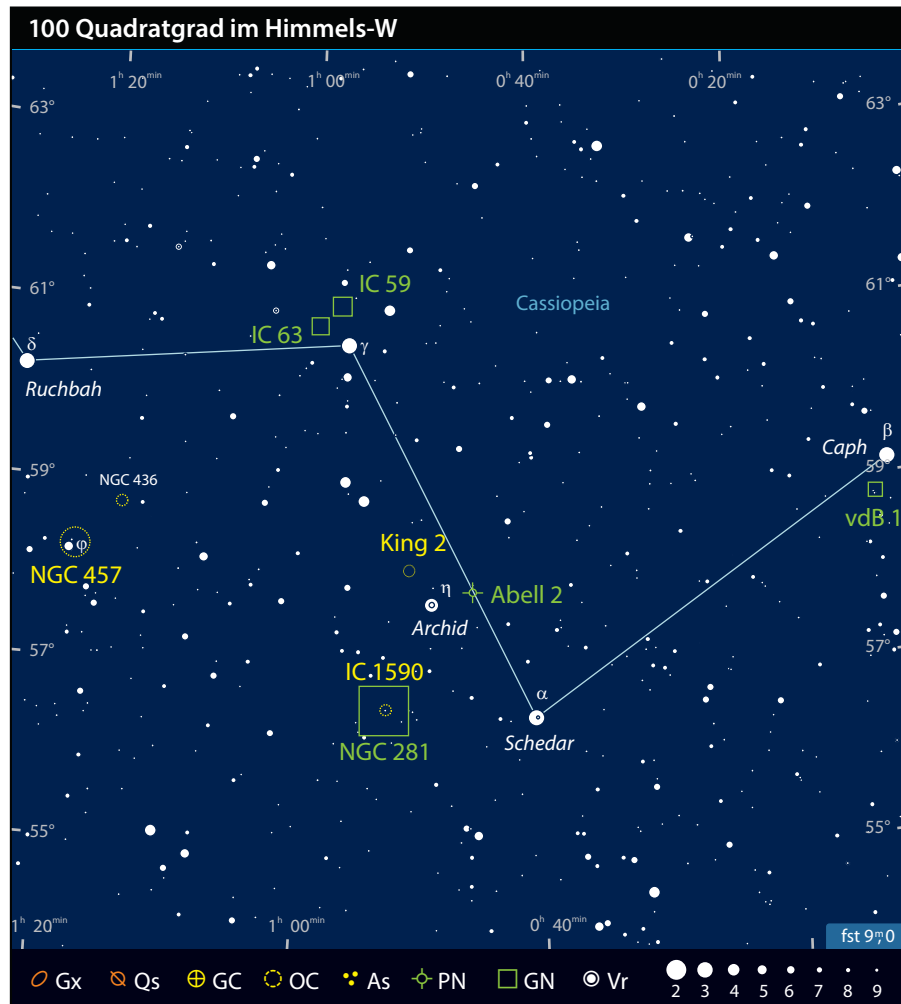
VON UWE GLAHN

► Abb. 1: Das Sternbild Kassiopeia ist am hellen »Himmels-W« seiner hellsten Sterne einfach zu erkennen. Im westlichen Teil des W verbergen sich zahlreiche interessante Sternhaufen und Nebel.

P. WIENERROITHER

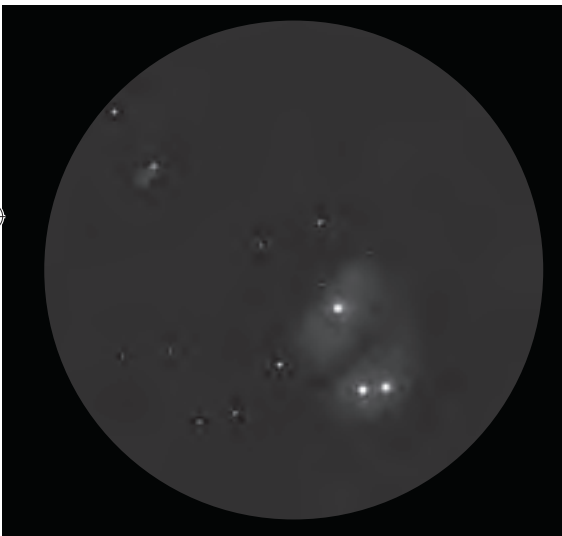
Das Sternbild Kassiopeia gehört zu den bekanntesten, weil auffälligsten Sternbildern am gesamten Himmel. Neben der Sternfigur des Großen Wagens und der zentralen Orionfigur gehört das nach der Form seiner fünf Hauptsterne benannte »Himmels-W« zu den wenigen Konstellationen, die selbst Laien bekannt sind und von Amateuren gern als Orientierungspunkt genutzt werden. Die nördliche Lage von $+47^\circ$ bis $+77^\circ$ Deklination lässt das komplette Sternbild aus dem gesamten mitteleuropäischen Raum zirkumpolar erscheinen und es kann aufgrund der großen, von $2^m,2$ bis $3^m,3$ reichenden Helligkeit der fünf Hauptsterne sogar aus lichtverschmutzten Gegenden gesehen werden.

Mythologisch betrachtet wurde in der Kassiopeia die Gemahlin des Königs Kepheus sowie die Mutter der Andromeda gesehen. Aus Sicht von Amateurastronomen zählen aber andere Qualitäten als angebliche Eitelkeit einer Königsgemahlin. Besonders Augenmerk liegt in den so genannten galaktischen Koordinaten, die einen Hinweis darauf geben, dass das Sternbild zentral im Band der Milchstraße liegt – so genau, dass der galaktische Äquator das Himmels-W scheidet. Ein Großteil der zu beobachtenden Deep-Sky-Objekte befindet sich im heimischen Orion-Arm und dem vom galaktischen Zentrum weggerichteten benachbarten Perseus-Arm. Sie sind damit als in galaktischen Größenordnungen gesehen benachbarte Objekte einzustufen. In den Spiralarmen der Milchstraße eingelagerte Staubmassen lassen nur wenige Galaxien durchscheinen. Außerdem erschwert die Lage des Sternbildes das Vorhandensein von Kugelsternhaufen – es befindet sich kein einziger, aktuell anerkannter galaktischer Kugelsternhaufen in den gesamten knapp 600 Quadratgrad des Sternbildes. Dafür gibt es hier umso mehr Galaktische Nebel und Offene Sternhaufen zu entdecken.





▼ Abb. 2: **vdB 1** mit HH 164. Zeichnung, 16"-Newton, 180x.



Nebelreigen der besonderen Art

Nur 26' südöstlich des 2.^m 3 hellen Caph (β Cas) stößt man auf drei 8.^m-Sterne, die ein kleines, spitzes Dreieck formen. Bereits ab 4"-Öffnungen lässt sich erkennen, dass die drei Sterne von einem schwachen Nebel umgeben sind – dem Reflexionsnebel **vdB 1**, der die erste Eintragung in dem nach dem Autor Sidney van den Bergh genannten Nebelkatalog erhielt. Mit größerer Öffnung scheint der Nebel auf der Nordostseite wie abgeschnitten. Auch mittig zeigt sich eine Einbuchtung, die den Nebel zweigeteilt erscheinen lässt. 7' nordöstlich befinden sich zwei weitere, astrophysikalisch interessante Objekte – Herbig Haro (HH) 161/164 um den Veränderlichen V633 Cas sowie HH 162 um V376 Cas. Bei beiden Objekten handelt es sich sehr junge so genannte Protosterne,

▲ Abb. 3: **vdB 1** gehört zu den vielen unbekannten Reflexionsnebeln in der Herbstmilchstraße.

deren bipolare Ausströmungen (Jets) mit der umgebenen interstellaren Materie kollidieren und so sichtbar werden. Mit 16" Öffnung ist der einfachere Nebel um V633 Cas problemlos als kleine, leicht diffuse Fläche zu sehen, an der in Richtung Südost ein deutlich schwächerer, auffächernder Nebel anhängt. Zumindest der zentrale Teil sollte auch schon mit kleinen Öffnungen zugänglich sein. Das zweite Objekt um V376 Cas war nur mit großen Schwierigkeiten bei guten Bedingungen mit 16" Öffnung als kleine, leicht diffuse Fläche zu erkennen.

Pacman lässt grüßen

Der hellste und auffälligste Nebel des gesamten Sternbilds befindet sich einige Grad weiter östlich. Bewegt man das Fernrohr ausgehend vom 2.^m 2 hellen Schedar (α Cas) ca. 1,7° in Richtung Osten, taucht ein etwa 0,5° großer Emissionsnebel auf – **NGC 281**. Dieser ist bei guten Bedingungen bereits mit kleinsten Öffnungen ohne Nebelfilter als

leicht strukturierte Nebelfläche zugänglich. Nutzt man einen UHC- oder [OIII]-Filter, steigt der Kontrast zum Hintergrund merklich an und der Nebel kann in seiner ganzen Pracht bewundert werden. Grund für die positive Filterreaktion ist die Anregung und Ionisation des umliegenden Gases durch den zentral stehenden, visuell wenig auffallenden Offenen Sternhaufen IC 1590. Mit mittleren Öffnungen zeigt sich der Nebel als gebogene Aufhellung, die an der langen Südostseite wie abgeschnitten wirkt. Oft wird der Nebel daher als »Pacman Nebula« bezeichnet, andere sehen ihn als verkleinerte Variante des Nordamerikanebels NGC 7000. Doch wie bei so vielen Deep-Sky-Objekten liegen die eigentlichen Besonderheiten im Detail. Konzentriert man sich auf die bereits angesprochene harte Südostkante bzw. deren gegenüberliegenden Bereich, fällt die Sägezahnstruktur der Kanten auf. Diese verlaufen nicht geradlinig entlang des Nebels, sondern weisen durch vorgelagerte Staubbmassen markante Dunkeleinbuchtungen

Deep-Sky-Objekte in Cassiopeia						
Name	Typ	R. A.	Dekl.	Größe	Bemerkung	DSRA/Uran.
vdB 1	GN	0 ^h 10,6 ^{min}	+58° 47'	5'	mit HH 161/164, HH 162	–/35
NGC 281	GN	0 ^h 52,9 ^{min}	+56° 38'	35' × 30'	Pacman-Nebel	2/36
King 2	OC	0 ^h 51,1 ^{min}	+58° 11'	5'	40 Sterne	–/–
Abell 2	PN	0 ^h 45,6 ^{min}	+57° 57'	0,6'	[OIII]-Filter	–/36
IC 59	GN	0 ^h 57,4 ^{min}	+61° 8'	15' × 8'	UHC-Filter	–/36
IC 63	GN	0 ^h 59,6 ^{min}	+60° 55'	12'	UHC-Filter	–/36
IC 63	GN	0 ^h 59,6 ^{min}	+60° 55'	12'	UHC-Filter	–/36
NGC 457	OC	1 ^h 19,6 ^{min}	+58° 17'	20'	Eulenhaufen, E.T.-Sternhaufen, 80 Sterne	2/36
NGC 463	OC	1 ^h 16,0 ^{min}	+58° 49'	4'	–	–/36



M. DEGER

▲ Abb. 4: **NGC 281** beherbergt zahlreiche kleine Dunkelnebel sowie einen zentralen Mehrfachstern.

auf. Ein weiteres interessantes Detail ist ein markanter kleiner Dunkelnebel, der sich im nördlichen Bereich des Nebels befindet. Inmitten dieser ca. 1' großen Bok-Globule vermutet man die Anfangsstadien von Sternentstehung durch Anziehung und Zusammenklumpung von Materie, bis junge Protosterne ihre Kernfusion starten. Im Nebel sind noch weitere Globulen zu beobachten, die aber lediglich erst mit sehr großen Öffnungen zugänglich sind. Doch damit nicht genug – der zentral positionierte, mit ca. 8^m, hellste Stern HD 5005 alias Burnham 1 ist ein herausforderndes Vierfachsystem und wird oft mit dem Trapez im Orion verglichen. Die schwierigste Komponente ist nur 1,4" entfernt und stellt selbst für größere Instrumente eine Herausforderung dar.

Eine falsche Galaxie

Geht man auf die Suche nach dem Planetarischen Nebel Abell 2, fällt unweit ein Offener Sternhaufen mit der exotischen Bezeichnung **King 2** auf. Dieser gehört zu einer Gruppe aus 27 Objekten, die vom Astronomen Ivan R. King in den Jahren 1949–1966 auf unterschiedlichen fotografischen Himmelsdurchmusterungen gefunden wurden. Startpunkt für die Suche ist der Stern 3^m4 helle Archid (η Cas) unweit des zuvor beschriebenen NGC 281. Ein halbes Grad in Richtung Nordost trifft man auf den sehr schwachen Haufen. Bedingungen einer erfolgreichen Sichtung sind eine gute Himmelsqualität und ein Instrument mittlerer Öffnung ab 10". Steht beides zur Verfügung, ist im Okular ein für einen Offenen Sternhaufen untypisches Erscheinungsbild sichtbar: Es zeigt sich eine 2'

bis 3' große, sehr schwache, runde Aufhellung, die zur Mitte hin leicht konzentriert wirkt und damit sehr große Ähnlichkeiten mit einer schwachen Galaxie aufweist. Der Ansatz einer Auflösung des Haufens gelingt auf Grund der 17^m-Sterne erst mit Öffnungen von etwa 15", an eine vollständige Auflösung ist erst jenseits von 24" zu denken.

Planetarischer Nebel des Abellkataloges

Abell 2 selbst gehört zu den hellsten Vertretern des aus 86 Mitgliedern bestehenden Kataloges schwacher Planetarischer Nebel. Startpunkt ist wieder Archid. Abell 2 ist ebenfalls 0,5° von Archid entfernt, diesmal jedoch in Richtung Westen zu finden. Ausgestattet mit einem [OIII]-Filter gestaltet sich die Suche nach dem etwa 0,5' großen Nebel einfacher. Unter einem guten Landhimmel kann man ab einer Öffnung von 8" erfolgreich sein. Öffnungen von 12" zeigen das Objekt bereits problemlos als kleine kreisrunde Aufhellung. Das dunkle Zentrum kann bereits erahnt werden. Ab 16" kann ein schwacher Vordergrundstern am Südrand des Rings entdeckt werden. Viel mehr Detail ist dann auch mit deutlich größerer Öffnung nicht zu entlocken, auch der schwache Zentralstern bleibt unsichtbar.

Berühmt-berüchtigt: schwache Nebel um γ Cas

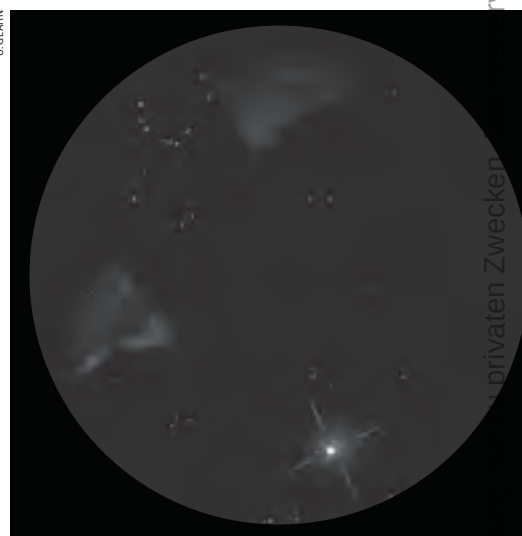
In unmittelbarer Nachbarschaft vom 2^m2 hellen γ Cas und damit im Zentrum des Himmels-W befinden sich die beiden berüchtigtsten Objekte des Sternbildes – die



G. RHEIMANN

▲ Abb. 5: Die Nebel **IC 59 und IC 63** leuchten sowohl rot (H α -Emission) als auch blau (Reflexion von γ Cas).

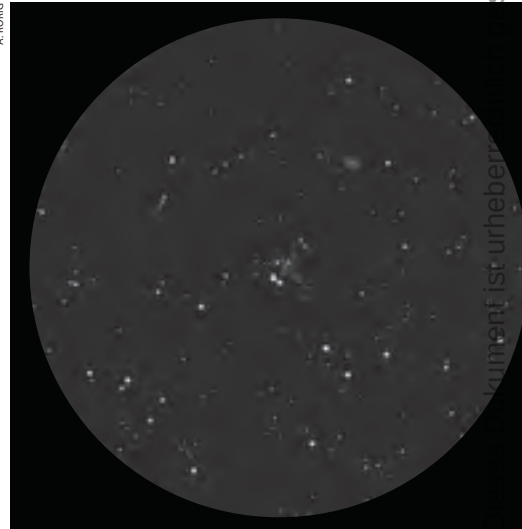
U. GLAHN



▲ Abb. 6: Der helle **γ Cas** stört bei der Wahrnehmung von IC 59 und IC 63. Zeichnung, 16"-Newton, 75x.

▼ Abb. 7: Mit großem Gesichtsfeld erscheinen NGC 457 und NGC 436 gleichzeitig. Zeichnung, 20x125-Fernglas.

A. RÖHRIG





U. GLAHN

Galaktischen Nebel IC 59 und IC 63. Interessanterweise vereinen beide Objekte die Klasse der Reflexions- und Emissionsnebel, reagieren daher leicht positiv auf breitbandige Nebelfilter wie den UHC-Filter. Beide etwa 10' großen Objekte stehen lediglich 25'

nordöstlich (IC 63) bzw. nördlich (IC 59) vom überstrahlenden γ Cas entfernt. Dieser Umstand, kombiniert mit der geringen Flächenhelligkeit beider Nebel, macht es durchaus schwierig diese zu erkennen. Neben möglichst guten Himmelsbedingungen und

◀ Abb. 8: Der »Eulenhafen« NGC 457 gehört zu den schönsten Sternhaufen des Herbsthimmels.

dem Einsatz eines UHC-Filters sollte daher der Stern zwingend aus dem Gesichtsfeld gehalten werden. Im Idealfall können beide Nebel bereits mit Großferngläsern oder kleinen Fernrohren erfolgreich gesichtet werden. Zunächst sollte man sich jedoch darauf konzentrieren, den helleren IC 63 zu entdecken. Setzt man größere Öffnungen der 12"-bis 16"-Klasse ein, sind den Nebeln sogar Details zu entlocken. Beide zeigen eine vom Stern weggerichtete konische Aufweitung. Bei IC 63 sind sogar die Ionisationsfronten als hellere Bereiche visuell zugänglich.

Eine winkende Eule mit Herz

Beendet wird die Tour durch die westliche Kassiopeia mit einem einfachen Objekt, das

UHC-Filterbeobachtung – Der »Pacman-Nebel« NGC 281

In der letzten Ausgabe von interstellarum wurde bereits der [OIII]-Filter als wirksames Mittel vorgestellt, um störendes Licht vom Auge des Beobachters fernzuhalten. Er war besonders für Teleskope ab etwa 6" Öffnung interessant. Wer ein kleineres Fernrohr besitzt, hat trotzdem die Möglichkeit, den Kontrast zwischen dem Himmelshintergrund und dem Objekt merklich zu erhöhen. Die Lösung nennt sich UHC-Filter (»Ultra High Contrast«). Auch er lässt das Licht des zweifach ionisierten Sauerstoffs passieren. Zusätzlich besitzt er aber ein weiteres Transmissionsfenster für die H β -Linie, welche bei 486,1nm liegt.

Das Funktionsprinzip des UHC-Filters ist dem des [OIII]-Filters gleich: Auch hier befinden sich dielektrische Schichten auf einem Glassubstrat, allerdings gibt es im vorliegenden Fall viele verschiedene Dielektrika mit unterschiedlichen Schichtdicken, da mehrere Wellenlängen den Filter passieren können. In der Tatsache, dass er das Licht nicht so stark selektiert wie der [OIII]-Filter, liegt der Nachteil für etwas größere Teleskope: Der UHC-Filter kann den Kontrast nicht so stark anheben, da auch der Himmelshintergrund geringe Anteile von Strahlung bei diesen Wellenlängen als Streulicht enthält.

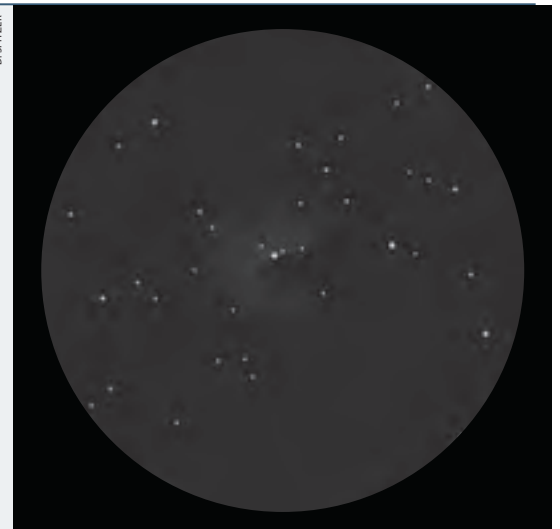
Daher findet man im UHC-Filter gerade für kleine und mittlere Teleskope eine Universalwaffe für Deep-Sky-Objekte. Besonders Beobachter, denen es nur möglich ist aus der Stadt heraus zu beobachten, sei der UHC-Filter empfohlen: Er blockt das Licht sämtlicher künstlicher Quellen, wie beispielsweise das

der Natriumdampflampen, die häufig in Gewerbe- und Industriegebieten zu finden sind und in einem warmen, orangen Licht leuchten. Er ist bei jedem Objekt gewinnbringend, das Linienemission zeigt, also bei Galaktischen Nebeln und Planetarischen Nebeln. Galaxien und Sternhaufen besitzen ein kontinuierliches Spektrum, sie leuchten also in fast allen Wellenlängen. Für den Beobachter ist es daher nicht sinnvoll, sich eine oder eine geringe Zahl bestimmter Wellenlängen herauszupicken: In jedem Fall würde man Licht verschenken.

Auch für die zeichnenden Amateurbereiber ist der UHC-Filter interessant. Beobachtet man etwa einen sehr lichtschwachen Planetarischen Nebel, welcher nur im [OIII]-Filter sichtbar ist, sind oft wenig Feldsterne zu erkennen. Ohne [OIII]-Filter sieht man dagegen den Nebel nicht mehr und kann die Lage der Sterne und des Objekts nicht aneinander ausrichten. Der UHC-Filter schafft hier den Mittelweg: Er blockt hinreichend viel Störlicht, lässt aber gerade genug Licht des Nebels zum Auge, um die Lage der Feldsterne und des Nebels aufeinander abzustimmen.

Der Galaktische Nebel NGC 281 im Sternbild Kassiopeia ist ein optimales Objekt, um die Bereicherung zu sehen, die der UHC-Filter für Teleskope bis etwa 6" Öffnung bietet. Dieser Nebel ist einer derjenigen, die durch ihre

D. SPITZER



▲ NGC 281: Zeichnung, 12"-Newton bei 55x, [OIII]-Filter. Bei kleineren Öffnungen ist ein [OIII]-Filter weniger geeignet und es empfiehlt sich die Verwendung eines UHC-Filters.

Formerst richtig interessant werden: Durch sie hat er auch den Beinamen »Pacman-Nebel« bekommen, weil er dem Hauptprotagonisten des Computerspiels sehr ähnlich sieht. Zunächst fällt ein heller Balken in Ost-West-Ausrichtung auf, an dessen Kante bis zu vier Sterne sichtbar sind. Es handelt sich hierbei um den nördlichen Teil des Galaktischen Nebels. Es ist quasi der »Oberkiefer«. Wenn es nötig ist, wendet man nun noch das Indirekte Sehen an (vgl. interstellarum 81). Dann kann man den lichtschwächeren »Unterkiefer« wahrnehmen, der sich in südwestliche Richtung erstreckt. Im direkten Vergleich ist der nördliche Teil der deutlich breitere.

■ Daniel Spitzer

selbst in kleinen Ferngläsern gesehen werden kann – dem Offenen Sternhaufen NGC 457, besser bekannt unter den Eigennamen »Eulenhaufen« oder »E.T.-Sternhaufen«. 2° südlich von Ruchbah (δ Cas) befindet sich diese auffällige, ca. 10' große Sternansammlung. Bereits in kleinen Fernrohren zeigt sich ein länglich konzentrierter Sternhaufen, an dessen südöstlichem Ende ein 5^m- und ein 7^m-Stern ...

sitzen – die Augen der Eule. Ausgehend vom aus etwa 80 10^m – 14^m hellen Sternen bestehenden Zentralkörper winden sich Sternketten nach Südwest und Nordost, die die Arme darstellen. Ab Teleskopen mittlerer Öffnung (etwa 8" bis 10") ist sogar das Herz der Eule zugänglich: Unweit der Mitte des Sternhaufens befindet sich der 9^m helle Veränderliche V466 Cas, der auf Grund seines Spektraltyps ...

M21b eine deutlich rötliche Färbung aufweist. Beobachtet man den Sternhaufen mit geringer Vergrößerung und damit großem Gesichtsfeld, fällt ein weiterer Sternhaufen ca. 40' nordwestlich auf – NGC 436, zwar schwächer und kleiner, aber trotzdem lohnenswert. Selbst kleine Instrumente lösen den Haufen in seine volle Pracht auf und zeigen auf der 4' großen Fläche ein gutes Dutzend Einzelsterne.

Kann man Mondkrater selbst »entdecken«?

Unser Trabant hat eine wechselvolle Geschichte. Er entstand vor 4,5 Milliarden Jahren wahrscheinlich durch den Zusammenstoß der Erde mit einem etwa marsgroßen Körper und war zunächst glutflüssig (s. Astrowissen, interstellarum 73). Nach seiner Abkühlung und Verfestigung war er vor etwa 4 Milliarden Jahren einem heftigen Bombardement ausgesetzt, da Kleinkörper auf instabilen Bahnen auf die Planeten und ihre Begleiter prasselten. Diese Einschläge schufen fast alle heute sichtbaren Mondformationen: die Meere, die Gebirge und auch die Vielzahl von großen und kleinen Kratern. Die Einschlagrate reduzierte sich in dem Maß, in welchem sich das Reservoir an Kleinkörpern auf sensiblen Bahnen erschöpfte. Vor etwa 3,2 Milliarden Jahren endete die Phase häufiger und großer Einschläge.

Die Beobachtung des Mondes ermöglicht eine Altersabschätzung von Kratern [1]. Viele der alten Formationen wurden völlig oder nahezu vollständig von weiteren Einschlägen überlagert. Einige der alten Strukturen zeichnen sich jedoch noch schwach ab und sind mit etwas Mühe als zusammenhängende Gebilde erkennbar. Hierzu ist ein flacher Lichteinfallswinkel nötig, das Gebilde muss sich in der Nähe der Lichtgrenze befinden.

Wenn diese zerstörten Krater etwas größer sind, dann stellen sie eine besondere Herausforderung dar: Die Teile des Kraterandes, welche man visuell zusammensetzen muss, stehen nicht gleichzeitig günstig am Terminator. Aus diesem Grund müssen Beobachtungen mehrerer Abende zu einem Bild zusammengesetzt werden.

Noch deutlich schwieriger wird dies, wenn sich solche Krater am Mondrand, in den sog. Librationsgebieten befinden. Der Mond zeigt im Verlauf einer Lunation trotz der gebundenen Rotation nämlich deutlich mehr als die Hälfte seiner Fläche.



▲ Jenseits des Kraters Zeno am nordöstlichen Mondrand scheint sich ein alter Krater zu befinden (a). Der Vergleich mit Bildern der Mondsonde Clementine und dem Virtual Moon Atlas (b) stützt diese Vermutung.

Aufgrund der elliptischen Bahn werden zusätzlich Gebiete am östlichen und westlichen Mondrand sichtbar (»Libration in der Länge«). Blicke über den Nord- oder Südpol hinweg werden dadurch möglich, dass die Rotationsachse des Mondes nicht senkrecht auf der Mondbahnebene steht (»Libration in der Breite«). Die Librationsgebiete sind nur einmal im Monat für einige Tage optimal beobachtbar, und dann muss auch noch die Lage des Terminators passen. Durch die perspektivische Verkürzung sind Krater nicht immer auf den ersten Blick als solche erkennbar. Eine zusätzliche Schwierigkeit besteht darin, dass sich die Kraterwände dort oft gegenseitig verdecken.

Am Mondrand nach nicht mit einem Namen versehenen Kraterstrukturen Ausschau zu halten, ist eine lohnende Beobachtungsaufgabe. Man kann sich dem Problem visuell-zeichnerisch oder auch fotografisch nähern. Als erstes sollte man sich einen Eindruck verschaffen, welche Gebiete der sichtbaren Mondscheibe von der Libration begünstigt sind. Dies kann man visuell durch den Vergleich mit einer Mondkarte ermitteln, oder man zieht ein astronomisches Jahrbuch zu Rate. In dieser Gegend sollte man zunächst die größeren Krater und deren Lage zueinander ermitteln. Hierzu dient



zweckmäßigerweise ein Mondatlas [2].

Danach geht man auf die Suche nach kraterähnlichen Strukturen. Da es sich in der Regel um stark erodierte Objekte handelt, sind Teile der Wälle überdeckt und deshalb nicht auffindbar. Nicht alles, was auf den ersten Blick kraterähnlich aussieht, ist ein zusammenhängendes Gebilde. Zur Bestätigung sollte man entweder das Gebiet für eine weitere Beobachtung vormerken – Beleuchtung und Lage zum Mondrand sind dann etwas anders, wodurch weitere Einzelheiten sichtbar werden. Oder man versucht, eine Aufnahme des Gebietes von Mondsonden zu bekommen, auf der das Zielobjekt weniger verzerrt wiedergegeben wird. Insbesondere die hochauflösenden Bilder der Raumsonde Clementine (s. Surftipp) sind eine wertvolle Quelle.

[1] Pilz, U.: Wie kann man das Alter von Mondkratern visuell einschätzen?, interstellarum 79, 40 (2012)

[2] Rükl, A.: Mondatlas, Verlag Werner Dausien, Hanau (1999)

Surftipp

Clementine Lunar Map 2.0:

www.nrl.navy.mil/clm



▲ Abb. 1: **Mehr Feld geht nicht:** 120° überblickt der Beobachter im neuen 9mm-Okular von Explore Scientific – mehr als unser Auge fassen kann.

Gesichtsfeld-Giganten

Die Extrem-Weitwinkel-Okulare Explore Scientific 100° und 120° im Test

VON RONALD STOYAN

Noch vor wenigen Jahrzehnten galten Okulare mit 50° Eigengesichtsfeld als üblich und solche mit 65° waren eine Ausnahme. In den 1980er Jahren erweiterte die Nagler-Revolution das Blickfeld auf 82°, die letzten Jahre haben uns Okulare mit 100° oder sogar 110° gebracht. Ist eine weitere Steigerung noch sinnvoll?

Die Sinnfrage wurde bereits beim Nagler-Okular gestellt. Doch schon mit 82° scheinbarem Gesichtsfeld sieht man 2,7× mehr Himmel als mit herkömmlichen 50°-Okularen. Die heute gängigen 100°-Modelle liefern sogar 400% des 50°-Feldes!

Der Ausschnitt, den ein Mensch durch ein Teleskop vom Himmel sieht, war jahrhundertlang winzig klein. Galileo arbeitete mit Okularen, die ihr Bild über kaum mehr als einen Winkel von 10° entfalten konnten. Dabei sind wir es vom bloßen Auge gewohnt, keine Begrenzung wahrzunehmen. Genau dies verspricht das neue 9mm-Okular der Marke Explore Scientific, dessen Gesichtsfeld erstmals bei einem astronomischen Okular das des menschlichen Auges übertrifft.

Tele Vue hat mit den Ethos-Okularen (Brennweiten 21mm, 17mm, 13mm, 10mm, 8mm, 6mm) sowie den 110°-Ethos SX (4,7mm und 3,7mm) den Standard gesetzt. Explore Scientific hat ihn mit seinen Konkurrenzmodellen (25mm (geplant), 20mm, 14mm, 9mm, 5,5mm (geplant)) eingestellt. Im direkten Vergleich (vgl. interstellarum 70) präsentierten sich beide Marken auf Augenhöhe.

Eine neue Dimension

Nun geht Explore Scientific erstmals in Front. Mit dem aus der 100°-Reihe entwickelten 9mm-Okular wird mit 120°

Eigengesichtsfeld erstmals eine Schallmauer durchbrochen: Das Gesichtsfeld dieses Okulars übertrifft dasjenige des menschlichen Auges. Begrenzender Faktor ist damit nicht mehr die Technik, sondern unsere natürliche Ausstattung – wie beim Blick mit dem bloßen Auge.

In Zahlen ausgedrückt ist dieser Effekt enorm: Zwei Mal soviel Himmel wie ein herkömmliches Ultraweitwinkel-Okular zeigt der neue Gesichtsfeld-Riese. Während das 82°-Okular am 20"-Newton bei 225× ein Feld von 21' schafft, sind es im 120°-Okular 36', also satte 15' mehr!

Solch ein Okular weckt natürlich die Neugier – wir wollten wissen, ob der Eindruck des Beobachters halten kann, was die Zahlen versprechen – und welche Kompromisse dafür eingegangen wurden.

Testarrangement

Die Beobachtungen erfolgten durch den Autor und interstellarum-Mitbegründer

Tab. 1: Einsatz an einem 500/2000-Newton

Okular	Feld gemessen	Scheinbares Gesichtsfeld	Größe von M 27
Explore Scientific 120°	38'	140°	umfasst 1/4 des Feldes
Explore Scientific 100°	26'	96°	umfasst 1/3 des Feldes
Tele Vue Nagler T2 82°	21'	77°	umfasst 1/2 des Feldes

Klaus Veit an einem 12,5"-f/5-Newton sowie an einem 20"-f/4-Newton. An letzterem wurde stellvertretend für andere geeignete visuelle Koma-Korrektoren zusätzlich ein Tele Vue Paracorr eingesetzt.

Beobachtungsobjekte waren M 27, Cr 399 (Feld, Einblick), NGC 6910, M 39 (Schärfe), Deneb und Wega (Reflexe) sowie der Mond (Farbfehler).

Dabei wurde das 120°-Okular mit dem neuen 100°-Okular desselben Herstellers und außerdem mit dem altgedienten 9mm-Nagler des Typs 2 als Referenz verglichen.

Verarbeitung

Der Gesichtsfeldriese von Explore Scientific spart auch bei der Größe nicht: Das 120°-Okular ist vergleichbar mit den bekannten Großokularen Panoptic 41mm und Nagler 31mm. Beim Gewicht stellt es jedoch einen neuen Rekord auf: Mit 1,25kg ist es das schwerste Okular am Markt.

Diese Masse macht an vielen Teleskopen Probleme. Besonders auf Leichtgewicht getrimmte Dobsons können ihre Balance verlieren. Auch bei parallaktisch montierten Refraktoren, an denen zusätzlich ein Prisma benötigt wird, könnte das Ausgleichen des Gewichts schwierig werden.

Das mit einer 2"-Hülse mit Filtergewinde versehene Okular wirkt trotz der Größe griffig. Unterstützt wird dies durch die umlaufende Gummiarmierung. Zur Verhinderung von Beschlägen von Innen ist das Okular mit dem Edelgas Argon gefüllt und wasserdicht abgeschlossen. Die Werbung gibt damit an, dass jedes Okular vor dem Versand in einem Wasserbad bei 1m Tiefe 30 Minuten darauf getestet wird – auf eine Überprüfung haben wir verzichtet.

Im Gegensatz zum 120°-Riesen wirkt das 100°-Modell schlank und rank. Mit 665g ist es ebenfalls kein Leichtgewicht, kann aber von nahezu allen Teleskopen bedenkenlos »verkräftet« werden. Auch hier sorgt eine Gummiarmierung für sicheren Griff. Das 20 Jahre alte Nagler wirkt mit seinen 335g dagegen wie ein Leichtmatrose.

Über den inneren Aufbau des 120°-Okulars ist nichts bekannt. Es ist aber anzunehmen, dass das Design aufwändiger ist als beim 100°-Okular mit 9 Linsen in 6 Gruppen.

Feld und Einblick

Der erste Eindruck beim Blick in das 120°-Okular ist vollkommen anders als das gewohnte Bild durch ein Teleskop: Man sieht nur Himmel! Erstmalige Beobachter verrenken den Kopf auf der Suche

INTERSTELLARUM



▲ Abb. 2: Blick auf die Augenlinsen des 100°-Okulars (rechts) und des 120°-Okulars von Explore Scientific. Der Größenunterschied ist deutlich.

INTERSTELLARUM



▲ Abb. 3: 20 Jahre liegen technologisch zwischen diesen Okularen – und eine Steigerung des scheinbaren Gesichtsfelds um 210%: Tele Vue Nagler T2, Explore Scientific 100° und Explore Scientific 120°, jeweils mit 9mm Brennweite (von rechts).

nach dem Rand des Gesichtsfeldes. Es ist zunächst ungewohnt, dass dieser Halt fehlt – doch man stellt schnell fest: Die visuelle Beobachtung benötigt keinen runden Kreis als Fessel. Es ist ein geradezu befreiendes Gefühl, »randlose Astronomie« zu erleben.

Natürlich ist der Rand nicht verschwunden, doch er liegt deutlich außerhalb des Gesichtsfeldes eines normalen Auges, wenn dieses auf das Zentrum des Bildes gerichtet ist. Erst mit bewusstem Schauen »um die Ecke« kann man den Rand wahrnehmen – aber immer nur einen kleinen Teil, nie rund herum um das eingestellte Motiv.

Enorm ist der Unterschied zum 100°-Okular: auch dessen Feld ist riesig,

hier ist der Rand aber ringsum sichtbar. Damit fehlt der beeindruckende Effekt des »Ausblendens der Feldblende«. Das 120°-Okular verdient hier wahrhaft das Prädikat »gigantisch«!

Durchgangsmessungen am Stern zeigen, dass das wahre Feld des 120°-Okulars tatsächlich noch größer ist als der reine Sehwinkel. Verursachend dafür ist eine nicht unerhebliche Verzeichnung in den Randbereichen. Diese fällt jedoch nur bei hellen flächigen Objekten wie dem Mond auf. Im normalen Deep-Sky-Betrieb fällt dieser Bereich in die Region des Indirekten Sehens und wird kaum wahrgenommen.

Um das Gesichtsfeld maximal übersehen zu können, ist eine relativ dichte

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

Positionierung des Auges an der Linse notwendig. Es erfordert etwas Übung, den idealen Punkt zu finden. Die Augenmuschel muss dazu umgeklappt sein. Dies ist ein deutlicher Unterschied zum 100°-Okular, das dazu einen auffallend entspannten und angenehmen Einblick bietet, wenn man die Muschel aufgeklappt hat, jedoch »nervös« mit dunklen Fehlstellen reagiert, wenn man die Muschel einklappt.

Schärfeleistung

Bemerkenswert gut ist die zentrale Schärfe sowohl des 120°- als auch des 100°-Okulars: Mond- und Planetenbeobachter müssen keine Abstriche machen. Im 120°-Okular zeigen sich lediglich am Rand und bei nicht ganz korrekter Einblickposition Farbfehler bei hellen Sternen und am Mond.

Sehr gut ist auch die Randschärfe. Im f/5-Newton sind beim 120°-Okular nur die äußeren 25% des Gesichtsfeldradius leicht unscharf. Störend für die Wahrnehmung ist die Schärfe nur auf den äußersten 10%. Der f/4-Newton zeigt schon auf den äußeren 40% merkbare Unschärfe, die auf den äußeren 20% störend wird – was immer noch einem störungsfreien Gesichtsfeld von fast 100° entspricht.

Das 100°-Okular kommt noch besser mit der Newton-Koma zurecht. Bei f/5 sind es nur die äußeren 20%, bei f/4 die äußeren 30% des Feldes, die Unschärfen zeigen, jedoch nicht in einem für die Wahrnehmung störenden Maß.

Der Tele Vue Paracorr zeigt am 20"-f/4-Newton, wie er die Komakorrektur der Okulare unterstützt: Die Randschärfen des 120°-Okulars werden damit extrem auf nur noch etwa ein

Drittel des Gesichtsfeldradius reduziert, im 100°-Okular verschwinden sie ganz. Auch wenn zusätzliche Kosten und Masse ins Gewicht fallen, sollte ein Komakorrekter bei schnellen Newtons unbedingt in Betracht gezogen werden, wenn man solche extremen Weitwinkelokulare mit voller Leistung nutzen will.

Reflexe, Verzeichnung und Farbfehler

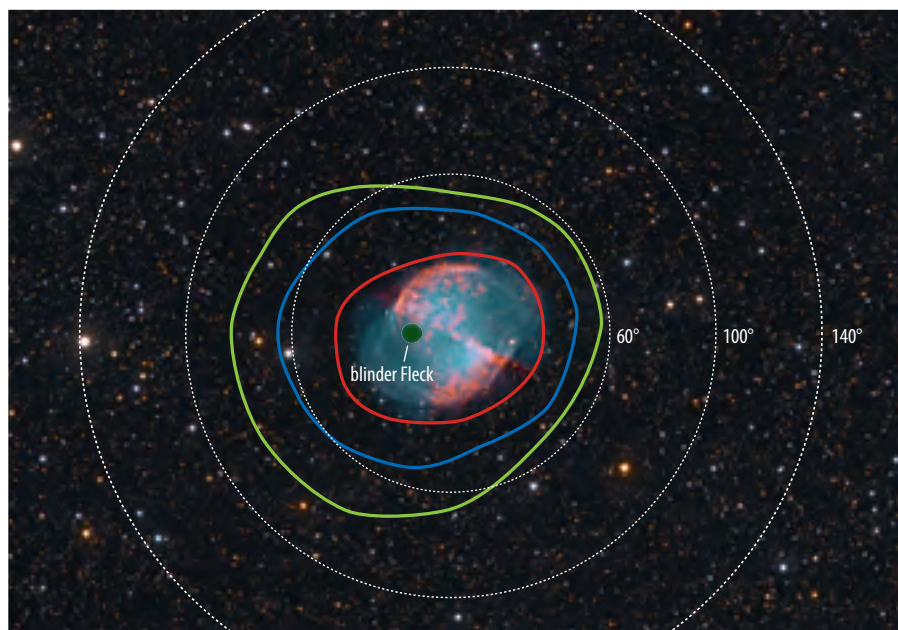
Gut gelungen ist den Ingenieuren von Explore Scientific auch die Reflexunterdrückung. Selbst bei 0^m-Sternen am Feldrand sind im 120°-Okular kaum Reflexe zu sehen. Dagegen zeigt das 100°-Okular kleine Lichtgewitter, die bei hellen Objekten über das Feld zittern – eine leichte Störung des Seherlebnisses.

Das 120°-Okular zeigt eine deutliche Verzeichnung und Farbfehler zum Rand hin. Der Mond erscheint sogar als Regenbogen bei nicht richtigem Einblick in das Okular. Auch das 100°-Okular hat eine merkbare Verzeichnung, zeigt aber kaum Farbfehler.

Fazit

Mit 120° scheinbarem Gesichtsfeld wird die neue Ära der randlosen Beobachtung eingeläutet. Der Unterschied zum bereits extremen 100°-Gesichtsfeld ist enorm – allerdings auch Gewicht und Preis des 9mm-Okulars von Explore Scientific. Wer den passenden Geldbeutel und ein nicht balanceanfälliges Teleskop besitzt, wird nicht mehr zurück wollen in das Zeitalter der Gesichtsfeldbegrenzung. Wem dies nicht gegeben ist, sollte sich dennoch eine Möglichkeit, durch diesen Gesichtsfeld-Giganten zu blicken, nicht entgehen lassen – und zum 100°-Okular greifen, das auch »mit Rand« eine beeindruckende Leistung zum bezahlbaren Preis bietet.

Tab. 2: 9mm-Extremweitwinkelokulare im Vergleich		
Okular	Explore Scientific 100°	Explore Scientific 120°
Scheinbares Gesichtsfeld gemessen	96°	140°
Augenabstand	12,5mm	13mm
Durchmesser Augenlinse	27mm	35mm
Linsen/Gruppen	9/6	k.A.
Länge × Durchmesser	146mm × 59mm	149mm × 79mm
Gewicht	614g	1295g
Steckhülse	2"	2"
Filtergewinde	2"	2"
andere Brennweiten	25mm, 20mm, 14mm, 5,5mm	–
Listenpreis	399€	1299€



S. KOHLERT, INTERSTELLARUM

▲ Abb. 4: Das Gesichtsfeld eines menschlichen Auges, hier ein linkes Auge, im Vergleich mit den Gesichtsfeldern typischer astronomischer Weitwinkelokulare von 65°, 82°, 100° und 120° Durchmesser.

Das 120°-Okular in der Praxis

- ⊕ randloser Einblick
- ⊕ riesiges Gesichtsfeld
- ⊕ gute Schärfeleistung
- ⊕ akzeptable Randschärfe
- ⊕ geringe Reflexe
- ⊖ großes Gewicht
- ⊖ deutliche Verzeichnung
- ⊖ merklicher Farbfehler



A. ERNDT

▲ Abb. 1: Einen Teleskopspiegel selbst zu schleifen – vom Werkzeug und Rohling bis zum fertigen Produkt – erfordert Geduld, ist aber kein Hexenwerk.

Spieglein, Spieglein in der Hand

Der Weg zu einem selbst geschliffenen Newtonspiegel

VON ARMIN ERNDT

Dieser Artikel kann nicht alles zum Thema Spiegelschleifen erläutern. Das Gebiet ist so umfassend, dass man mehrere Bücher mit den verschiedenen Techniken und Hintergrundwissen füllen könnte. Bitte beachten Sie deswegen die Surf- und Buchtipps. In diesem Bericht sollen vor allem die Grundlagen nahe gebracht werden, wie man einen Teleskopspiegel herstellen kann. Grundsätzlich ist die Teilnahme an einem Spiegelschleifkurs sehr zu empfehlen, wie ihn einige Volksternwarten regelmäßig anbieten, z.B. in Berlin oder München.

Ohne Fleiß kein Preis

Man benötigt ein wenig Ausdauer, um einen Teleskopspiegel herstellen zu können. Es werden einige Hilfsmittel benötigt, welche man sich selbst herstellen muss; vor allem die Qualität der Optik muss selbst getestet und korrigiert werden, bis ein

Die Abbildungsleistung ist gut und einem Selbstbauprojekt steht nichts im Weg. Warum also noch selbst schleifen? Für die einen ist es die Lust am Selbermachen, für die anderen der Wunsch eine Optik mit perfekter Qualität zu besitzen. Wieder andere zwingt ein ausgefallenes Projekt dazu, weil es dafür keine Optik zu kaufen gibt. Spiegelschleifen ist kein Hexenwerk. Dennoch ist es sicher auch nicht jedermanns Sache. Spiegel aus chinesischer Produktion sind heute für kleines Geld zu haben.

befriedigendes Resultat vorliegt. Das Rohmaterial für die Herstellung an sich, also Glasrohling, Schleifmedien und Poliermaterial, kann man sich einzeln besorgen. Man kann aber auch komplette Schleifsets erwerben, die alles enthalten, was zunächst nötig ist, was den Start erheblich vereinfacht.

Das Anfangsprojekt sollte nicht zu groß sein. Spiegel zwischen 5" und 8" Durchmesser (125mm – 200mm) sind für Einsteiger sehr gut machbar. Es sollte im Vorfeld klar sein, welche Brennweite der Spiegel später haben soll. Hier gilt, dass längere Brennweiten leichter herzustellen sind als kurze. Öffnungsverhältnisse von $f/5$ oder $f/6$ sind gut realisierbar, während $f/4$ eine nicht zu unterschätzende Herausforderung ist, denn zum einen müssen kurze Brennweiten tiefer geschliffen werden, zum anderen ist das spätere Parabolisieren und Messen wesentlich schwieriger. Bei kleinen Öffnungsverhältnissen ab $f/9$ kann im Prinzip sogar auf das Parabolisieren verzichtet

werden. Die einzelnen Zonenbrennpunkte liegen hier so dicht beieinander, dass eine perfekte Sphäre ausreicht um eine exzellente Abbildung zu erzeugen.

Hat man sich entschlossen, welche Brennweite entstehen soll, gilt es, die so genannte Pfeiltiefe zu berechnen. Es gibt in der Praxis zwei Formeln. Die Abweichung im Ergebnis ist so gering, dass es keine Rolle spielt, welche zum Ermitteln der groben Pfeiltiefe herangezogen wird. Hier die leicht im Kopf zu rechnende Formel:

$$p = \frac{r^2}{4 \cdot f}$$

Dabei ist r der Radius des Spiegels (nicht der Krümmungsradius!) und f die Brennweite. Mit p wird der tiefste Punkt in der Krümmung bezeichnet, gemessen vom Rand des Glasrohlings. Die Pfeiltiefe lässt sich am einfachsten mit einem Lineal und einer darunter geschobenen Fühlerblattlehre messen.



A. ERNOT

◀ Abb. 2: **Das fertig vorbereitete Werkzeug aus Granit.** Auf ihm wird der Glasrohling geschliffen.

Feucht und laut

Anschließend muss das Werkzeug auf einem stabilen Tisch fixiert werden. Für den Grobschliff bis zur Pfeiltiefe wird Korn 80 verwendet, für den Feinschliff K180 und K320 und dann Microgrit 25µm, 15µm, 9µm und 3µm. Man beginnt mit dem Schleifprozess, indem man einen kleinen Teelöffel Schleifkorn der größten Körnung auf dem Werkzeug verteilt. Mit einer Sprühflasche wird anschließend das Schleifpulver und das Werkzeug mit Wasser benetzt. Nachdem der Rohling mit der späteren Spiegeloberfläche vorsichtig auf das Werkzeug gelegt wurde, beginnt man mit einer Strichführung, bei der das Glas jeweils ein Viertel überhängt (s. S.57). Man kann deutlich hören wie das Schleifkorn arbeitet. Nach ca. zehn Strichen dreht man den Rohling und das Werkzeug ein Stück weiter. Langsam wird das Schleifgeräusch immer sanfter, bis es sich nicht mehr ändert: Das Schleifmedium ist verbraucht und muss erneuert werden. Der Spiegel wird vorsichtig seitlich abgezogen. Mit einem sauberen feuchten Lappen wird die Oberfläche des Werkzeugs abgewischt.

Nun beginnt der gleiche Prozess von vorne. Beim Aufsetzen des Spiegels muss man sich nicht gemerkt haben, wie man den Spiegel abgezogen hat. Gerade das Chaosprinzip sorgt später für die gleichmäßige perfekte Sphäre. Nach rund einer Stunde werden erste Erfolge sichtbar: Der Spiegel wird langsam konkav. Ab hier wird begonnen die Filzstiftmethode anzuwenden (s. S.57). Nun wird dieser Prozess fortgeführt, bis die errechnete Pfeiltiefe genau erreicht ist. Ist dies geschafft, muss alles gründlich gereinigt werden. Es darf kein einziges Schleifkorn zurückbleiben. Auch der Wischlappen muss entsorgt werden. Achtung! Auch am Filzstift können einzelne Schleifkörner haften. Ein einziges übriges Korn würde in der Oberfläche bei der nächst feineren Körnung einen Kratzer hinterlassen.

Im Anschluss wird die geschilderte Arbeitsweise mit der nächsten Korngröße fortgesetzt. Es darf nie vergessen werden, Werkzeug und Rohling zu drehen und die Fläche muss immer wieder kontrolliert werden. Wer jetzt Geduld und Ausdauer

◀ Abb. 3: **Der Glasrohling wird mit einer Fase versehen.** Sie schützt die Hände und senkt das Risiko muschelförmiger Ausbrüche am Rand.

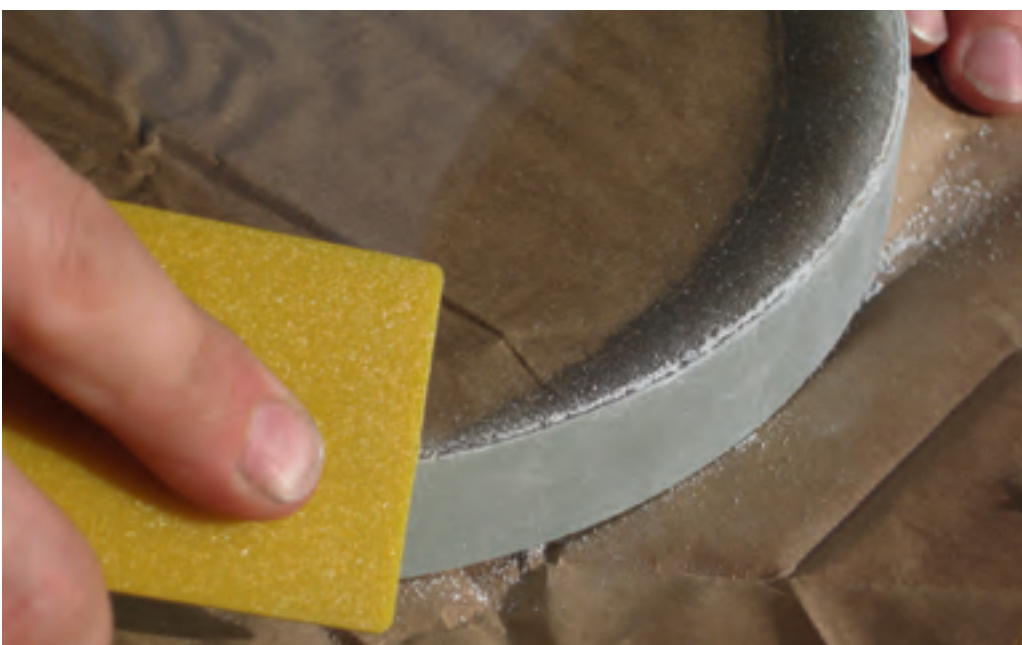
Ebenfalls selbst gebaut: Werkzeug

Zunächst überprüft man den Rohling auf eventuelle Schäden oder kleine Luft-einschlüsse. Die bessere Seite wird später die Spiegeloberfläche. Im Baumarkt kauft man nun eine Granitplatte mit glatter Oberfläche. Um diese zu bearbeiten, wird ein kleiner Winkelschleifer und eine geschlossene Diamantscheibe benötigt, mit der normalerweise Fliesen geschnitten werden. Aus dieser Granitplatte wird nun eine möglichst kreisrunde Platte mit dem Durchmesser des Glasrohlings ausgeschnitten. Begonnen wird mit einem Viereck, dem man dann die Ecken abschneidet. Dem so entstandenem Achteck werden erneut die Ecken abgetrennt. Führt man diese Arbeit kontinuierlich

fort, erhält man bereits einen nahezu perfekten Kreis. Dieser muss nur noch ringsum geglättet werden.

Im nächsten Arbeitsgang muss am Rand der Granitplatte eine Fase von ca. 4mm Breite in einem Winkel von 45° geschliffen werden. Mit etwas Geschick gelingt auch dieses mit dem Schleifer. Nun werden noch Rillen in den Stein geschnitten. Sie verhindern, dass sich das Glas später am Stein festsaugt. Damit ist das Werkzeug fertig.

Auch der Glasrohling muss beidseitig mit einer Fase versehen werden. Diese schützt den Glasrohling später vor Ausbrüchen und die Hände vor Verletzung. Hierzu verwendet man am besten eine Diamantfeile. Es wird ausschließlich von oben zum Rand hin gefeilt, um Ausbrüche in Richtung der Spiegelfläche zu vermeiden!



A. ERNOT

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



▲ Abb. 4: **Meditativ, aber körperlich anstrengend:** das eigentliche Schleifen.



▲ Abb. 5: **Mit einem umgedrehten Okular auf der Suche nach Vertiefungen,** die vom vorhergehenden gröberen Schleifkorn stammen.

hat, wird schneller zum Erfolg kommen als für möglich gehalten. Die Pfeiltiefe eines 8"-f/5-Spiegels ist bereits nach rund vier Stunden erreicht.

Pit-stopp

Nach jedem Kornwechsel wird die Glasoberfläche feiner. Es muss dafür gesorgt werden, dass alle Spuren der

vorangegangenen Körnung restlos ausgeschliffen wurden. Man verwendet zur Kontrolle ein Okular, welches umgedreht dicht über die Glasoberfläche gehalten wird. Von unten wird das Glas nun mit einer Taschenlampe angestrahlt. Durch das Okular betrachtet wird die Oberfläche vergrößert sichtbar. Einzelne helle Punkte, die größer erscheinen sind so genannte Pits («Gruben»). Sie stammen von der vorhergehenden

Korngröße. Es muss jeweils so lange geschliffen werden, bis diese Pits und eventuell auch Kratzer verschwunden sind. Es ist dabei hilfreich, einzelne Stellen mit Filzstift zu markieren. Nachdem alle Körnungen bis $3\mu\text{m}$ völlig ausgeschliffen sind und keine Pits mehr aufzufinden sind, hat man bereits einen erheblichen Teil geschafft.

Der nun hergestellte sphärische Rohling ist die Basis. Für einen Newtonspiegel

Das Prinzip

Alle Spiegelschleifmethoden haben eines gemeinsam: Zwei runde, vorher mit einer Fase versehene Platten, Glasrohling und Schleifwerkzeug («Tool»), werden aufeinander mit leichtem seitlichen Versatz hin und her bewegt und dabei fortwährend in gegenläufiger Richtung gedreht. Da der Mensch nicht in der Lage ist, eine Bewegung zweimal hintereinander gleich auszuführen, entsteht Chaos. Dieses chaotische Schleifen sorgt dafür, dass die Fläche in Summe komplett gleichmäßig geschliffen wird. Würde man die Drehbewegung aussetzen, entstünde an einer Stelle eine Vertiefung, welche sich später als Astigmatismus äußern würde.

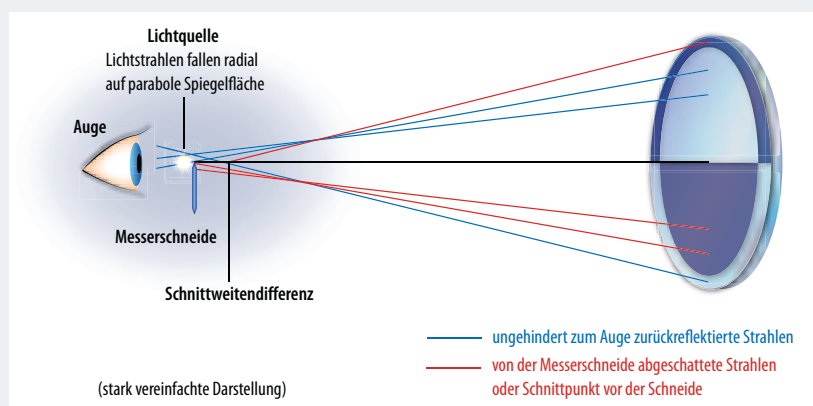
Bei der hier beschriebenen Methode («mirror on top») liegt das Granitwerkzeug unten und ist mit drei um 120° versetzt angebrachten Holzklötzen lose zentriert. Zwischen beiden Flächen befindet sich ein Schleifmedium. Es handelt sich hierbei um Siliziumkarbid in Pulverform, das mit

Wasser vermischt ist. Begonnen wird mit Korngrößen um $60\mu\text{m}$ bis $80\mu\text{m}$, vergleichbar mit der Kornangabe bei Schleifpapier. Über mehrere Etappen wird immer feiner geschliffen, bis das Glas schon beinahe wieder transparent ist. Anschließend wird der Rohling unter Verwendung von optischem Pech und feinem Polierpulver auspoliert. Danach erfolgt die Korrektur und mit dem Parabolisieren das eigentliche Finish.

Früher wurden zwei gleich große Glasplatten verwendet. Heute ersetzt man eine davon durch Granit, um die Kosten zu senken. Beim Schleifen werden die scharfkantigen Schleifkörner zwischen beiden Flächen hin und her gerollt. Dadurch splintern winzige Partikel von beiden Oberflächen ab. Während das unten liegende Werkzeug mehr in der oben liegenden Mitte des Glasrohlings abträgt, schleift das oben liegende Glas eher den Rand des Werkzeugs ab. In der Folge wird das Werkzeug konvex, während der

Rohling eine konkave Form annimmt. Die Kunst besteht nun darin den Vorgang so zu steuern, dass eine perfekte Sphäre, ein kreisrunder Ausschnitt einer Kugel, entsteht. Bei der hier beschriebenen Methode zu schleifen passiert das folgendermaßen: Die Schleifbewegung, mit der man linear den Rohling über die Mitte des Werkzeugs führt, nennt man Strichführung. Eine lange Strichführung bewirkt einen Abtrag mehr in der Mitte der Oberfläche des Glases, während eine kurze Strichführung eher den Rand absenkt. Um zu kontrollieren, dass eine Sphäre entsteht, nutzt man einen einfachen Trick. Mit wasserfestem Filzstift zeichnet man vor einem Schleifgang Linien auf die Glasoberfläche. Diese Linien kreuzen sich in der Mitte der Fläche. Beginnt man nun den Schleifdurchgang, kann man beobachten, wo die Striche zuerst abgeschliffen werden. Verschwinden die Linien auf der gesamten Fläche gleichzeitig, ist der Rohling gut sphärisch.

Der Foucault-Test



▲ Abb. 1: Das Prinzip des Foucault-Tests.

Dank Leon Foucault ist es seit 1859 möglich die optische Genauigkeit von Teleskopspiegeln zu testen. Lichtstrahlen aus dem Unendlichen treffen parallel auf den Spiegel. Ein sphärischer Spiegel kann diese Strahlen nicht exakt in einem Punkt bündeln. Das Licht einer künstlichen Lichtquelle hingegen, wie es beim Foucault-Test verwendet wird, trifft radial auf die sphärische Oberfläche. Dieses Licht kann der sphärische Spiegel exakt bündeln.

Als Lichtquelle verwendet man eine matt geschliffene weiße Leuchtdiode, die vor dem Spiegel mit leichtem Versatz zum Krümmungsmittelpunkt platziert wird. Das von ihr ausgestrahlte Licht wird reflektiert und mit gegenseitig leichtem Versatz zurück in den Krümmungsmittelpunkt reflektiert. Würde man nun hier genau das Auge positionieren, sähe man den Spiegel voll erleuchtet wie einen Vollmond. Beim Test wird die LED direkt hinter einer Rasierklinge angebracht, welche sie halb verdeckt. Platziert man nun diese Anordnung richtig im Krümmungsmittelpunkt, so wird eine

halbmondförmige Figur vom Spiegel reflektiert. Da diese spiegelverkehrt zurückkommt, trifft sie die Rasierklinge ein Stück weiter oben und ist auf ihrer Oberfläche als Halbmond gut sichtbar.

Positioniert man das Auge dicht hinter dieser Reflexion und verschiebt den kompletten Aufbau vorsichtig in den Strahlengang, so ist der Spiegel als Vollmond sichtbar und wird dann schlagartig dunkel. Bewegt man die Klinge ganz vorsichtig und langsam wieder zurück, lässt sich ein Punkt finden, an dem der Spiegel aschgrau erscheint. Die Oberfläche des Spiegels ist nun komplett sichtbar, aber nicht voll erleuchtet. Abweichungen auf der Oberfläche können als Licht und Schatten erkannt werden. Hat man verstanden, aus welcher Richtung die Lichtquelle und von wo die Klinge kommt, gelingt es mit etwas Übung abzuleiten, ob es sich um eine Erhöhung oder eine Vertiefung handelt. Der Test ist unter guten Bedingungen so genau, dass selbst Abweichungen von $0,02\mu\text{m}$ zu sehen sind.

▼ Abb. 2: Der Foucault-Tester. Er wird benötigt, um die Glasfläche optisch vermessen zu können.



braucht man aber eine parabolische Form. Weil Sternlicht aus dem Unendlichen kommt, fallen die Lichtstrahlen parallel auf die Oberfläche des Spiegels. Dieses würde bei einer Sphäre bedeuten, dass sich die Lichtstrahlen nicht exakt in einem Brennpunkt vereinigen. Die Strahlen, die weiter am Rand reflektiert werden, würden sich weiter vor dem eigentlichen Brennpunkt schneiden als jene aus der Spiegelmitte. Man spricht bei diesem Fehler von der sphärischen Aberration. Es gilt deshalb den Spiegel so zu bearbeiten, dass er eine parabolische Form annimmt und alle einfallenden Lichtstrahlen exakt in einem Brennpunkt vereinigt. Es ist dazu erforderlich einen Foucault-Tester zu bauen, um die Spiegeloberfläche beurteilen zu können (s. links). Der Test wird nun zunächst genutzt, um zu überprüfen, ob der später auspolierte Spiegel genau sphärisch ist.

Mit Pech zum Glück

Pech ist es einerseits, wenn der Glasrohling vom Tisch fällt. Andererseits ist es auch das Material, welches als Trägermedium zum Polieren der Glasfläche unter Verwendung von Poliermittel (Ceriumoxid) verwendet wird. Bei einem Spiegelschleifset liegt optisches Pech in mehr als der erforderlichen Menge bei. Diese Masse ist im kalten Zustand hart und spröde, bei Erwärmung zäh und stark haftend, heiß dünn wie Wasser und egal in welchem Zustand immer in Bewegung.

Um ein Polierwerkzeug herzustellen, wird zunächst der Spiegel mit seiner konkaven Seite nach oben auf einen Tisch gelegt. Nun bringt man mit dem Finger eine dünne Schicht Speiseöl auf und verteilt dieses. Weiterhin wird ein Stück Backpapier benötigt, welches auf die Größe des Spiegels zugeschnitten wird. Es wird ein Ring aus rund fünf Zentimeter hohem Pappdeckel um den Glasrohling gelegt und dieser Ring verklebt. Drei ca. $4\text{mm} \times 4\text{mm} \times 4\text{mm}$ große Holzstücke werden 120° versetzt innen am Ring platziert, nachdem das Backpapier auf die Glasoberfläche gelegt wurde. Das Pech wird nun in einem Gefäß vorsichtig erhitzt und gelegentlich umgerührt; eine Arbeit, welche man aufgrund der Dämpfe am besten im Freien erledigt. Ist das Pech dünn wie Grießbrei, füllt man so viel davon in die Form, bis die Holzstücke bedeckt sind. Anschließend drückt man das Granitwerkzeug, welches beim Schleifen verwendet wurde, mit der konvexen Seite nach unten in die Form, bis es

auf den Holzklötzen zum Liegen kommt. Achtung! Überquellendes Pech führt zu Verbrennungen.

Das Pech muss nun etwas abkühlen. Anschließend kann der Ring entfernt werden. Es bedarf dann etwas Kraftaufwand, um das Werkzeug vom Rohling zu schieben. Ist alles geglückt, hat man ein perfektes Abbild der Spiegeloberfläche. Mit einem Teppichmesser werden zum Abschluss noch Rillen längs und quer in die Pechhaut geritzt.

Das Werkzeug muss fortan durch Backpapier getrennt oben auf dem Spiegel liegend ruhen, damit es seine Form behält. Das Poliermittel, welches zum Polieren mit Wasser vermischt wird, lagert sich beim Polieren im Pech ein.

Die Bewegungen bei der Politur sind die gleichen wie vorher bei den Schleifdurchgängen. Wird die Fläche langsam durchsichtig, kann man bereits beginnen, die Sphäre mit dem Foucault-Tester zu prüfen. Wie auch beim Schleifen steuert man Fehlern mit entsprechender Strichführung entgegen. Das Ziel ist eine ideale Sphäre, im Tester durch schlagartiges Umschlagen von Hell nach Dunkel zu erkennen. Ist der Spiegel völlig auspoliert, so dass keine Pits mehr erkennbar sind, hat man den zweiten wesentlichen Teil geschafft.

Mit Couder zur Parabel

Um das Projekt zu vollenden, muss jetzt noch parabolisiert werden. Das heißt, die nun sphärische und auspolierte Oberfläche durch gezieltes Polieren so zu verändern, dass alle aus dem Unendlichen einfallenden Lichtstrahlen in einem Punkt vereinigt werden. Das Problem ist, dass man ohne Hilfsmittel nicht weiß, wo poliert werden muss, um die perfekte Parabelform zu erreichen. Um die erforderlichen Messungen durchführen zu können, wird eine nach ihrem Erfinder benannte Couder-Maske angefertigt. Hierzu gibt es

► **Abb. 6: Optisches Pech wird erhitzt und in eine Form gegossen.** Der feingeschliffene Glasrohling bildet das Negativ der Form. Er liegt durch Papier geschützt unten in der Gussform.

ein einfaches Programm das eine druckfertige Vorlage liefert (vgl. Surftipps). Der Spiegel wird zur Messung in einzelne konzentrische Zonen unterteilt. Auch die nötige Anzahl dieser Zonen schlägt das Programm vor. Die Maske deckt die Spiegelfläche bis auf einzelne Ausschnitte links und rechts der Spiegelmitte ab. Die Zonen werden von innen nach außen aufsteigend nummeriert. Die Spiegelmitte ist dabei die Zone null.

Nun kommt erneut die Schattenprobe nach Foucault zum Einsatz. Die Parabel, die benötigt wird, weicht nur minimal von der Sphäre ab. Im Grunde werden nur die Mitte der Spiegeloberfläche und der Rand des Spiegels ein wenig abgesenkt. Zunächst muss nun etwa zehn Minuten mit langer Strichführung poliert werden, um überhaupt eine messbare Vertiefung in der Fläche zu erreichen. Nun wird der Glasrohling erneut zum Test aufgebaut. Jetzt sucht man sich mit der Messerschneide die Stelle, an der die Spiegelmitte abgedunkelt wird. Dieses ist der Referenzpunkt. Von ihm aus werden nun die Schnittweitendifferenzen der einzelnen Zonen gemessen. Maßgeblich für den Test sind also die Differenzen der einzelnen Zonen und nicht deren absoluter Abstand zur Spiegeloberfläche.

Hat man die Zone null genau gefunden, wird die Maske vor den Spiegel gelegt. Bewegt man nun die Messerschneide vor oder rückwärts, kann man beobachten wie die einzelnen Zonen hell oder dunkel werden. Mit etwas Übung lässt sich der Punkt finden, an dem beide gegenüberliegenden Ausschnitte einer Zone abgedunkelt werden. Der Weg, der zwischen dieser Zone und der gemessenen Zone liegt, wird mit einer Messuhr gemessen und notiert. Anschließend vermisst man die nächste Zone und nach ihr alle anderen. Die einzelnen Messwerte werden nun dem Programm zur Auswertung gegeben. Das Programm errechnet die Abweichung von der idealen Parabel und stellt sie grafisch dar.

Die Oberfläche wird durch gezielte Strichführung nun so lange poliert, bis die Zonenmessung befriedigende Ergebnisse liefert. Hat man alle Hürden genommen und das Programm bestätigt eine Parabel

◀ **Abb. 7: Eine Parabel hat mehrere Brennpunkte.** Eine Couder-Maske hilft den Brennpunkt für die jeweilige Spiegelzone zu finden.



nahe am Ideal, ist es geschafft. Hier liegt es an der Geduld und der Ausdauer der polierenden Person: Je näher man dem Ideal kommt, desto mehr Licht eines Sterns wird später exakt im Zentrum der Abbildung gebündelt sein. Der so entstandene Spiegel ist nun fertig und kann versiegelt werden.

- [1] Trittelvitz, M.: Spiegelfernrohre – selbst gebaut, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin (2002)
- [2] Kriege, D., Berry, R.: The Dobsonian Telescope, Willmann-Bell, Richmond, Virginia (2003)

Surftipps

Homepage des Autors:

www.astronomie-selbstbau.de

Spiegelschleifkurs München:

www.stathis-firstlight.de/spiegelschleifen/matm.htm

Spiegelschleifkurs Berlin:

www.planetarium-berlin.de/Start/Arbeitsgemeinschaften/Arbeitsgemeinschaft-Spiegelschleifen

Spiegelschleifsets:

www.stathis-firstlight.de/spiegelschleifen/material.htm

Berechnungsformeln und Grundlagen:

www.strnad-emskirchen.de

Bauplan für ein Testgerät:

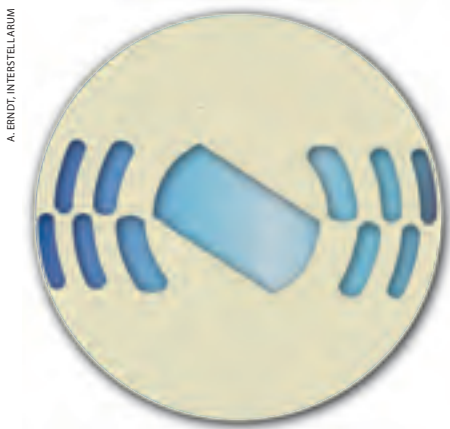
www.astronomie-selbstbau.de/selbstbau/bauanleitung-foucault-tester

Auswertesoftware:

www.foucault-test-analysis.de

Couder-Maske:

www.atmsite.org/contrib/Holm/coudermask/couderma.html



Sind Objektive mit fester Brennweite besser als Zooms?

Während sich in der praktischen Alltagsfotografie Zoomobjektive, also Objektive mit verstellbarer Brennweite, als sehr nützlich erweisen, soll in diesem Beitrag ihre Eignung für astrofotografische Zwecke untersucht werden. Vergleicht man zunächst einmal nur die technischen Fakten und stellt die Frage nach der Abbildungsqualität erst einmal zurück, ergibt sich das folgende Bild:

Lichtstärke

Das Rennen um die höhere Lichtstärke geht eindeutig zugunsten der festbrennweitigen Objektive aus. Während die Anfangsöffnung, also die größte einstellbare Blendenöffnung bei Zoomobjektiven bestenfalls 2,8 beträgt, können solche mit fester Brennweite mit einer doppelt oder gar vierfach höheren Lichtstärke aufwarten, also 2,0 oder 1,4. Und extrem lichtstarke Exemplare überbieten selbst das! Blende 2,0 statt 2,8 bedeutet in der Praxis eine Halbierung, Blende 1,4 statt 2,8 eine Viertelung der Belichtungszeit. Für viele astronomische Einsatzszenarien sind möglichst kurze Belichtungszeiten von großer Relevanz.

Gewicht

Auch dieses Kapitel entscheiden die Optiken mit fester Brennweite für sich, zumindest dann, wenn man für den Vergleich extrem lichtstarke Festbrennweiten außen vor lässt. Ein Teleobjektiv 2,8/200mm ist bedeutend leichter als ein 2,8/70–200mm-Zoom. Erst ein 4,0/70–200mm-Zoom kommt gewichtsmäßig in den Bereich der Festbrennweite 2,8/200mm. Und ein 2,8/16–35mm-Zoomobjektiv ist trotz wesentlich geringerer Lichtstärke immer noch schwerer als ein 1,4/35mm mit fester Brennweite! Der Grund dafür ist die in Zoomobjektiven verbaute Mechanik sowie ihre größere Zahl von Linsen. Wenn handliche Stativ- oder leicht gebaute Reisemontierungen zur Nachführung eingesetzt werden, kann das Gewicht eines Objektivs zum limitierenden Faktor werden.

Preis

Beim Preis wird es schwierig, allgemein gültige Aussagen zu treffen. Tendenziell bekommt man für ein festgelegtes Budget entweder eine lichtstarke Festbrennweite oder ein deutlich lichtschwächeres Zoom. Um die obigen Beispiele aufzugreifen, liegt das 1,4/35mm-Objektiv etwa in der selben Preiskategorie wie ein 2,8/16–35mm Zoom; ein 2,8/200mm-Objektiv in etwa in der



▲ Abb. 1: **Größenvergleich** eines Zoom-Objektivs (links: 2,8/16–35mm) mit einem Objektiv fester Brennweite (rechts: 1,4/35mm). Bei etwa gleichen Abmessungen verfügt das rechte Objektiv über eine vierfach höhere Lichtstärke.

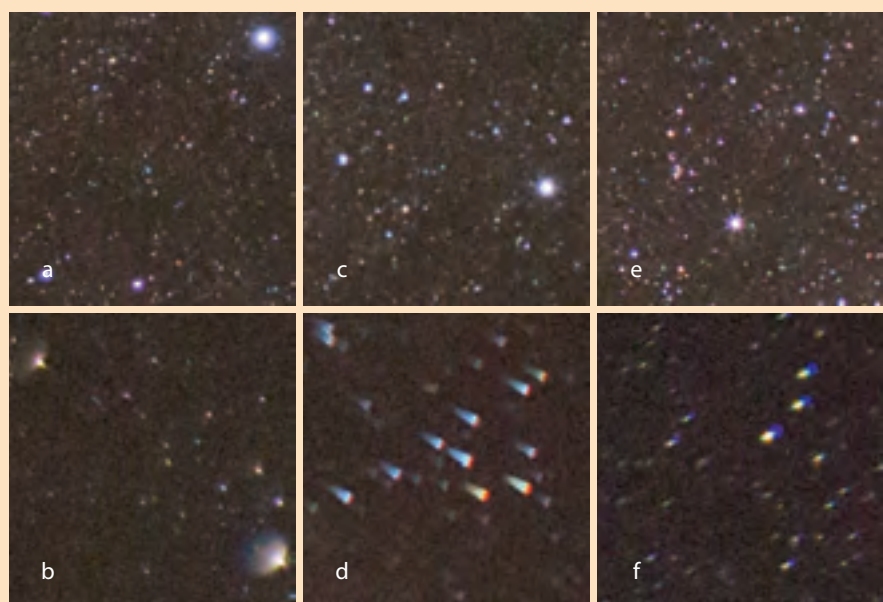
Preisregion eines 4,0/70–200mm-Zooms, wenn man bei der Wahl des Zooms auf die modernste Ausführung mit Bildstabilisator verzichtet. Zieht man die jeweils lichtstärksten Zooms für den Vergleich heran, kosten diese bedeutend mehr als ein festbrennweitiges Objektiv. Die aufwändige Konstruktion der Zooms schlägt also auch beim Preis zu Buche. Unberücksichtigt bei diesem Vergleich ist, dass zur Abdeckung des Brennweitenbereichs vom Zoom natürlich zwei bis drei Festbrennweiten anzuschaffen sind.

Abbildungsqualität

Auch hier sprechen zunächst die Fakten eher gegen die Zoom-Objektive: Ihre Linsenzahl ist gegenüber festbrennweitigen Objektiven bedeutend höher. Da eine Optik nur so gut ist wie das »schwächste Glied in der Kette«, bedeuten mehr Linsen eben auch eine höhere Wahrscheinlichkeit für Abbildungsfehler aufgrund ungenau gefertigter Linsenoberflächen und/oder Dezentrierung. Zudem bedeuten viele Linsen – zumindest potenziell – mehr Lichtverlust durch Absorption und Reflexion: Ein 1,4/35mm-Objektiv kommt mit elf Linsen in neun Gruppen aus, ein 2,8/16–35mm benötigt 16 Linsen in 12 Gruppen. Das besagte 2,8/200mm Tele enthält neun Linsen in sieben Gruppen, während ein 70–200-Zoom – je nach Ausführung – zwischen 16 und 23(!) Linsen enthält. Alle genannten Zahlen treffen auf einen ausgewählten Hersteller zu und können bei anderen Herstellern unterschiedlich sein, allerdings stets der Tendenz der Grundaussage folgend.

Um zumindest stichprobenartige Vergleiche anzustellen, habe ich Testreihen mit

einigen mir zugänglichen Objektiven an einer Vollformatkamera durchgeführt. Die Resultate sind nicht so eindeutig ausgefallen, wie das nach Aufzählung der Fakten zu erwarten war. Insgesamt sind die gewählten Darstellungen übertrieben, um die Unterschiede im Druck deutlich zu machen. Bei praxisüblichen Reproduktionen werden diese Fehler in aller Regel nicht derart augenfällig sein. Zwar bestätigte sich der Grundverdacht, dass Objektive mit fester Brennweite im Astrobereich über ein sichtbar höheres Leistungsniveau verfügen im Vergleich zu Zoom-Objektiven, aber viele Zooms brauchen sich keineswegs zu verstecken! Freilich, der Lichtstärkenvorteil der Festbrennweiten ist nicht wegzudiskutieren und in vielen Fällen das »Killerargument«, aber die andere Seite der Medaille ist, dass auch die meisten lichtstarken Festbrennweiten bei Offenblende deutlich sichtbare Abbildungsfehler produzieren. In manchen Disziplinen sind die Zooms sogar überlegen. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass praktisch alle Hersteller in den letzten Jahren und Jahrzehnten mit großer Vehemenz ihre Palette an Zoom-Objekten gepflegt, ergänzt und erneuert haben, um den Erfordernissen des Marktes gerecht zu werden. Währenddessen sind die Objektive mit fester Brennweite ins Hintertreffen geraten und manch ein angebotenes Produkt dieser Kategorie ist schon seit zehn oder mehr Jahren in unveränderter Optikrechnung im Programm. Aus Sicht eines Astrofotografen bleibt daher nur zu hoffen, dass auch viele lichtstarke Objektive mit fester Brennweite endlich eine Überarbeitung nach modernsten Gesichtspunkten erfahren.



▲ Abb. 2: **Auf 200% vergrößerte Darstellung von Testergebnissen:** Die obere Zeile (a, c, e) zeigt einen Ausschnitt der Bildmitte, die untere Zeile (b, d, f) den Eckbereich. Die erste Spalte (a, b) repräsentiert ein betagtes Zoom-Objektiv der Consumerklasse mit den Daten 3,5–4,5/24–85mm bei 35mm, die zweite Spalte ein professionelles Zoom 2,8/16–35mm ebenfalls bei 35mm und die dritte Spalte (e, f) eine Festbrennweite 1,4/35mm. Alle Bilder entstanden bei Blende 4. In der Bildmitte leisten alle Objektive Großartiges, in den Ecken kann kein einziges davon seinen Leistungsstandard aufrechterhalten, am wenigsten die Zooms.



▲ Abb. 3: **Auf 200% vergrößerte Darstellung von Testergebnissen,** alle aufgenommen mit 135mm Brennweite. Die erste Spalte (a, b) zeigt Ausschnitte eines Fotos, das mit einem 2,8/70–200mm Zoom bei Offenblende entstanden ist. Beide Teilbilder sind etwa gleich weit von der Bildmitte entfernt! Die Abbildungsleistung schwankt erheblich, was auf eine Dezentrierung hindeutet. Auch die zweite Spalte (c, d) zeigt zwei ausgewählte Ausschnitte einer Aufnahme, für die ein 2,0/135mm-Teleobjektiv bei Blende 2,8 verwendet wurde. Enttäuschend ist eine ausgeprägte chromatische Längsaberration trotz Abblendung um eine Stufe (c). Bei hellen Sternen (d) werden Spikes sichtbar, hervorgerufen durch die Form der Blende. Wie das selbe Objektiv bei Offenblende (2,0) abbildet, ist in der dritten Spalte (e, f) ersichtlich, wobei e die Bildmitte, f eine Bildecke des Vollformatsensors repräsentiert. Die chromatische Aberration ist bei Offenblende naturgemäß noch stärker (e), die Abbildungsleistung in den Bildecken (f) nicht perfekt, aber in Anbetracht der hohen Lichtstärke noch akzeptabel.



▲ Abb. 1: **Links:** 3:37 MESZ, 3"-Refraktor bei 550mm, Canon EOS 600D, ISO 400. *Steffen Mess* **Mitte:** 4:23 MESZ, 200mm-Teleobjektiv bei f/4,0, Canon EOS 5D, ISO 400, 3s. *Stefan Binnewies, Tobias Binnewies* **Rechts:** 4:24 MESZ, 4,5"-Refraktor bei 645mm, Canon EOS 20Da, ISO 200, 1s. *Thomas Jäger*

Mond bedeckt Jupiter

Am Morgen des 15. Juli bedeckte der abnehmende Mond Jupiter. Ein- und Austritt waren bei gutem Wetter bereits mit bloßem Auge zu erkennen. Mit einem Teleskop konnten zusätzlich die Bedeckungen der vier Galileischen Monde verfolgt werden.

▼ Abb. 2: **Oben:** 3:45 MESZ, 8"-Newton bei 1200mm, DMK 41. *Maciej Libert* **Unten:** 3:50 MESZ, 8"-Newton bei 2400mm, Canon EOS 350D, ISO 800, 1/30s. *Ulf Manfred Schliemann*

◀ Abb. 3: **Oben:** 4:20 MESZ, 4"-Refraktor bei 700mm, Mosaik aus 8 Einzelbildern à 300 Frames. *Andreas Eisele* **Unten:** 4:36 MESZ, 4,5"-Refraktor bei 2900mm, Canon EOS 5D Mark II, ISO 400, 0,5s. *Jörg Kopplin*.



Der Rotlichtbezirk im Sternbild Schwan

VON STEFAN SEIP

R. SCHÖBEL

▲ Abb. 1: Auf der eingesendeten Originalaufnahme sind die roten Gasnebel nur zu erahnen.

In Abb. 1 ist eine Aufnahme zu sehen, die René Schöbel zur Analyse eingesandt hat.

Auf ihr ist ein Teil des Sternbildes Schwan zu erkennen, einschließlich des Hauptsterns Deneb sowie γ Cygni, der den Eigennamen Sadr trägt. Herrn Schöbel ging es aber vorrangig gar nicht um die Sterne, sondern er wollte die Wasserstoff-Nebelregionen darstellen, die sich in dieser Himmelsregion befinden. Namentlich ist das vor allem der Komplex aus Nordamerikanebel NGC 7000 und Pelikannebel IC 5070 unweit von Deneb sowie IC 1318, die Nebel nahe Sadr. Das rote Glimmen dieser Nebel stammt von der H α -Linie des angeregten Wasserstoffs, deren Wellenlänge 656,28nm beträgt. Handelsübliche digitale Spiegelreflexkameras sind fast blind für Licht dieser Farbe, daher setzte Herr Schöbel eine modifizierte Canon EOS 450D ein, bei der das störende Infrarot-Blockfilter vor dem Sensor entfernt wurde.

Umso erstaunlicher ist es, dass die angesprochenen Nebel auf dem Foto kaum zu sehen sind, obwohl ISO 800 eingestellt

war und bei Blende 5,6 immerhin 25-mal fünf Minuten lang belichtet wurde, insgesamt also etwas mehr als zwei Stunden. Zum Einsatz kam eine motorische, aber nicht kontrollierte Nachführung, also kein »Guiding«. Die so entstandenen Einzelaufnahmen wurden vom Bildautor bereits gestackt und einer Tonwertkorrektur unterzogen, beides Schritte, die für mich nicht mehr reproduzierbar sind. In den Angaben wird als Aufnahmeoptik ein Teleobjektiv mit 200mm Brennweite erwähnt, was aber aufgrund des erfassten Himmelsareals nicht stimmen kann. Der effektive Bildwinkel lässt eher auf eine Brennweite von knapp 80mm schließen.

Zuerst öffnete ich das Bild in Photoshop CS5 und erkenne einen asymmetrischen Gradienten, der sich in der Abdunklung am linken Bildrand bemerkbar macht. Wenn zuvor keine Ausschnittsvergrößerung durchgeführt wurde, lässt das ein dezentriertes Objektiv vermuten. Genährt wird diese Befürchtung zusätzlich von der Tatsache, dass die Abbildungsgüte der Sterne in den peripheren Bildbereichen nicht nur zu wünschen übrig lässt, sondern im Vergleich der vier

Bildecken deutliche Unterschiede zutage treten. Zumindest den Gradienten konnte ich mit dem Photoshop-Plugin »GradientX-Terminator« mit zwei Mausklicks beseitigen.

Übrig bleibt noch ein auf meinem justierten Monitor deutlich sichtbarer Grünstich, der die Wiedergabe der roten Gasnebel unterdrückt. Ich entschied mich dafür, den Farbstich dadurch zu bekämpfen, indem eine Himmelsregion ohne Nebel und Sterne zur farblosen Referenzstelle erklärt wurde. Dazu ruft man in Photoshop den Befehl »Bild/Korrekturen/Gradationskurven...« (Tastenschlüssel Strg-M) auf und klickt in dem erscheinenden Dialogfeld auf die mittlere von drei Pipetten, bezeichnet als »Mitteltöne durch Aufnehmen im Bild setzen« (Abb. 2). Diese Beschreibung stellt wohl eine holprige Übersetzung der englischsprachigen Softwareversion dar, denn gemeint ist, dass man mit der Pipette im Bild an eine Stelle klicken kann, die sodann als »farblos« definiert wird, wodurch der Farbstich des gesamten Bildes verschwindet!



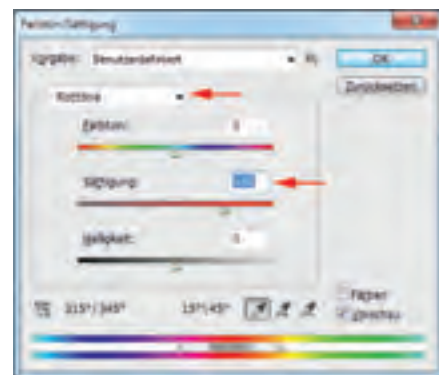
◀ Abb. 2: Das Dialogfeld nach dem Befehl »Bild/Korrekturen/Gradationskurven...«: Der rote Pfeil weist auf die Pipette hin, die angeklickt wird, um eine farbneutrale Stelle im Bild zu definieren.

▶ Abb. 3: Durch Verbiegung der Gradationskurve werden die dunkleren Bildteile aufgehellt (roter Pfeil links), während die hellen unverändert bleiben (roter Pfeil rechts).





R. SCHÖBEL 5. SEP



5. SEP

▲ Abb. 5: **Explizit die Rottöne** werden mit dem Befehl »Bild/Korrekturen/Farbtone/Sättigung...« in ihrer Sättigung verstärkt (Pfeile).

▲ Abb. 4: **So sieht das Foto aus**, nachdem Gradationskurven und ein leichter Beschnitt des Randes angewandt wurden.

Extrem wichtig ist die sorgfältige Auswahl der angeklickten Stelle: Weder ein Stern, geschweige denn der Ausläufer eines Gasnebels sollten angeklickt werden, sondern der Himmelshintergrund. Ich wähle eine Position westlich von Deneb, also vom Nordamerikanenebel aus gesehen »fast gegenüber« von Deneb, an der eine Dunkelwolke die Sterndichte reduziert. Nach Anwendung dieses Bearbeitungsschrittes ist der Grünstich verschwunden.

Durch erneute Anwendung der Gradationskurven sollen nun die schwachen Nebelregionen deutlicher herausgearbeitet werden, ohne dass die Sterne überstrahlen. Die Kurve wird so verbogen, wie es in Abb. 3 zu sehen ist. Danach treten an den Bildrändern jene Bereiche in Erscheinung, die durch das Stacken der Bilder nicht von allen Einzelaufnahmen abgedeckt werden. Mit Hilfe des Auswahlrechteck-Werkzeugs (Tastenschlüssel M) wird der davon nicht

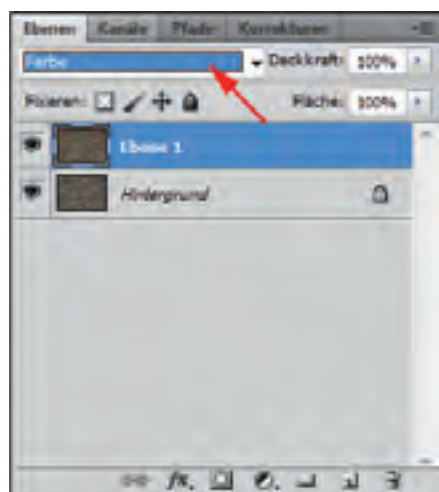
betroffene Bildbereich ausgewählt und das Bild anschließend mit dem Befehl »Bild/Freistellen« zugeschnitten, wobei diese Randbereiche entfallen. Das Zwischenergebnis zeigt Abb. 4.

Die Wasserstoffnebel sind nun bereits gut erkennbar, aber ich bin noch immer nicht ganz zufrieden. Eine primitive Methode wäre, die Farbsättigung einfach anzuheben. Ich möchte einen eleganteren Weg vorschlagen, der die dabei mögliche Bildung von Artefakten umgeht: Man blende die »Ebenen-Palette« ein (Tastenschlüssel F7) und dupliziere die Ebene »Hintergrund« mit dem Tastenschlüssel Strg+J. Eine neue Ebene mit dem Namen »Ebene 1« wird erzeugt. Auf sie wendet man den Befehl »Bild/Korrekturen/Farbtone/Sättigung...« (Tastenschlüssel Strg+U) an und stelle statt »Standard« die »Rottöne« ein. Dann verschiebt man den Regler »Sättigung« von Null nach +50 (Abb. 5). Danach leuchten die

Nebel zwar in schönem Rot, aber die oben erwähnte Bildung von Artefakten ist nicht ausgeblieben. Doch jetzt kommt der Clou: Die soeben veränderte Ebene wird weichgezeichnet, und zwar mit dem Kommando »Filter/Weichzeichnungsfilter/Gaußscher Weichzeichner...«, wobei ein Dialogfeld erscheint, bei dem ein Radius angegeben werden muss. Ein großer Wert, hier 4,0 Pixel, hat eine tüchtige Weichzeichnung des Bildes zur Folge. Nun kommt der Trick, indem der Überblendmodus der »Ebene 1« von »Normal« auf »Farbe« verändert wird (Abb. 6). Das überträgt nur die Farbinformationen der oberen Ebene auf die untere. Da unsere Augen bei den Farbinformationen extrem tolerant sind, ist das Resultat wieder ein scharfes Bild.

Die Ebenen werden nun noch miteinander verschmolzen, indem der Befehl »Ebene/Auf Hintergrundebene reduzieren« angewandt wird. Nach weiteren kleineren kosmetischen Eingriffen (Bildbeschnitt auf zentrale Region, Kontrastanhebung) entstand auf diese Weise das Endresultat, auf dem die Gasnebel in der Sternvielfalt der sommerlichen Milchstraße gut zur Geltung kommen (Abb. 7).

▼ Abb. 6: In der »Ebenen-Palette« wird an der durch einen Pfeil markierten Stelle der Überblendmodus »Farbe« eingestellt.



5. SEP



R. SCHÖBEL 5. SEP

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.interstellarium.de/ods.asp

Alle Ergebnisse:

www.interstellarium.de/ods-galerie.asp

Liste behandelter Objekte:

[www.interstellarium.de/ods.asp?](http://www.interstellarium.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. 79 Ergebnisse: Nr. 85	M 45 NGC 1333	Tau Per	3 ^h 47,0 ^{min} 7 ^h 4,3 ^{min}	+24° 7' -19° 45'	20.9.2012
Vorstellung: Nr. 80 Ergebnisse: Nr. 86	M 48 NGC 3242	Hya Hya	8 ^h 13,7 ^{min} 10 ^h 24,8 ^{min}	-5° 45' -18° 38,5'	20.11.2012
Vorstellung: Nr. 81 Ergebnisse: Nr. 87	M 85 Abell 1656	Com Com	12 ^h 25,4 ^{min} 12 ^h 59,8 ^{min}	+18° 11,4' +27° 58,8'	20.1.2013
Vorstellung: Nr. 82 Ergebnisse: Nr. 88	M 10 IC 4665	Oph Oph	16 ^h 57,1 ^{min} 17 ^h 46 ^{min}	-4° 5,9' +5° 39'	20.3.2013
Vorstellung: Nr. 83 Ergebnisse: Nr. 89	M 26 M 25	Sct Sgr	18 ^h 31,8 ^{min} 18 ^h 31,8 ^{min}	-9° 24' -19° 7'	20.5.2013
Vorstellung: S. 28 Ergebnisse: Nr. 90	IC 1848 NGC 1245	Cas Per	2 ^h 51,3 ^{min} 3 ^h 14,7 ^{min}	+60° 24,5' +47° 14,3'	20.7.2013

NGC 663



NGC 663

- **16x25-Fernglas:** fst 4^m0; trotz nur 1" Öffnung und Vollmond als schwachen ovalen Nebel gerade so direkt gesehen. *Frank Lange*
- **8x30-Fernglas:** fst 6^m5; im Fernglas und bei dunklem Landhimmel (Bortle 3–4) zeigt sich der Sternhaufen sehr deutlich als rundlicher heller Nebelfleck. Der Sternhaufen ist deutlich heller und größer als der knapp 2° östlich gelegene Sternhaufen M 103. Drei helle Sterne flankieren östlich den Sternhaufen auf einer Linie über mehrere Grad. Ein sehr schönes Fernglasobjekt in einer äußerst interessanten Umgebung. *Constantin Lazzari*
- **102/1080-Cassegrain:** fst 5^m0; bei 33x den schönen Sternhaufen zusammen mit NGC 654 im Gesichtsfeld vorgefunden. Bei NGC 663 fallen die helleren Sterne auf, welche sehr oft in Pärchen zu sehen sind. Der Hintergrund ist neblig, so dass hier viele, schwache Sterne zu vermuten sind. Bei 57x im Weitwinkelokular mehr als ein Dutzend Sterne im Sternhaufen NGC 663 gesehen, zusammen im Gesichtsfeld mit dem schwächeren NGC 654, aus dem beim indirekten Sehen auch schon einige Sterne funkelten, ein sehr schöner Anblick. *Stefan Deichsel*
- **150/750-Newton:** ca. 30 bis 35 Sterne. Der Haufen ist locker und aufgelöst. Es sind überwiegend helle Sterne. Der Haufen ist zweigeteilt. Zwischen dem östlichen und westlichen Teil erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung eine Zone ohne Sterne. Der westliche Teil ist in der Mitte durch eine Zone ohne Sterne unterteilt. 85x. *Gerd Kohler*
- **200/800-Newton:** dreigeteilter heller Haufen. Aufgelöst. Verschieden helle, überwiegend schwache Sterne. 91x. *Gerd Kohler*
- **200/1200-Newton:** fst 6^m5; bei 46x zeigt sich im Gesichtsfeld NGC 663 als der mittlere von drei Sternhaufen und ist der hellere und größere der Dreien. Der Sternhaufen hebt sich sehr gut vom sternreichen Hintergrund

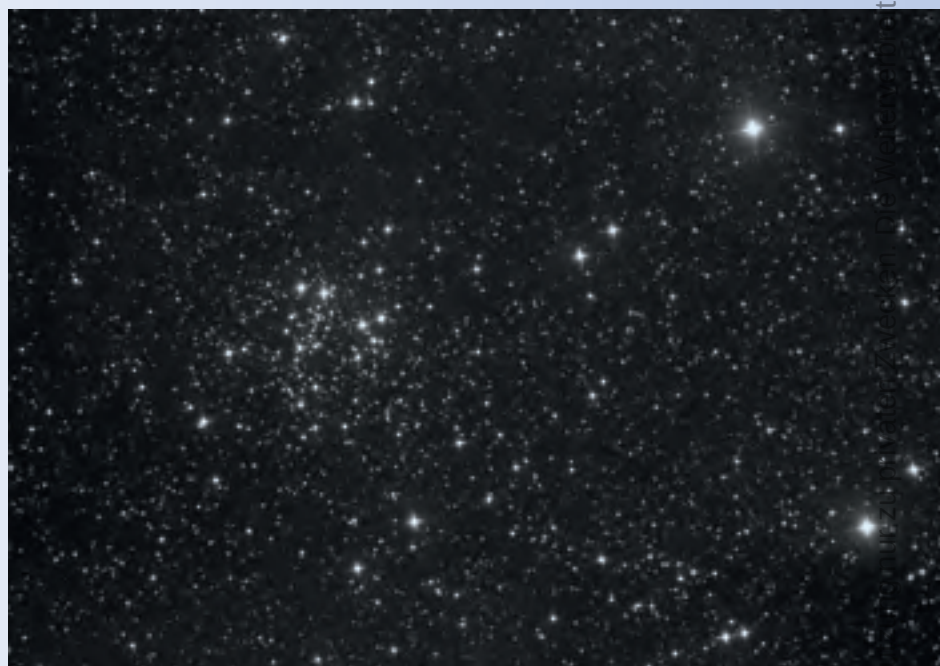
▲ Abb. 1: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 22x10min. *Siegfried Kohlert*

ab und wirkt leicht kompakt. Im Sternhaufen zähle ich 30-40 Mitglieder und es sind einige ähnlich helle Pärchen zu erkennen. Der Sternhaufen zeigt sich aufgelöst in zahlreiche Sterne. Im Hintergrund ist nur ein sehr schwacher milchiger oder nebliger Charakter zu erkennen. Bei 60x werden weitere lichtschwache Sterne sichtbar. Einige Sterne scheinen im Osten des Haufens herauszubrechen und bilden eine Art »Brücke« zu dem deutlich kleineren Sternhaufen NGC 659. Mit zunehmender Vergrößerung werden keine weiteren Sterne sichtbar. Bei 133x oder höher verliert NGC 663 keineswegs sein Haufencharakter und bleibt weiterhin ansehnlich und interessant. Insgesamt gehört NGC 663 zu den schöneren Sternhaufen in einer interessanten Umgebung. *Constantin Lazzari*

- **250/1250-Newton:** fst $5^m 3$; gleich vier Offene Sternhaufen im Feld! NGC 663 ist der hellste von ihnen und schon einfach im Sucher erkennbar; sehr auffällig und relativ sternreich, insgesamt etwa 40 Mitglieder, gut auflösbar. Im Ostteil befinden sich die meisten Sonnen; ein länglicher breiter »Gürtel« aus helleren Sternen zieht sich quer durch den Haufen, scheint an manchen Stellen unterbrochen und rahmt ein dunkles Gebiet ein, das bei höherer Vergrößerung mit einigen schwachen Sternen aufgefüllt wird. Schöne Bögen und Sternmuster – ein sehenswerter Haufen!. 39x – 140x. *Anne Ebeling*
- **254/1200-Newton:** fst $5^m 5$; 38x: Form dreieckig, mit den helleren Sternen an der kürzeren Seite, einige schwächere und mittelhelle Sterne drumherum, insgesamt noch relativ gut vom Hintergrund abgrenzbar. Bei 80x deutlich mehr Sterne, jedoch schwieriger abgrenzbar, Dreiecksform aber noch erkennbar. *Dirk Hohlfeld*
- **254/1250-Newton:** SQM $20^m 57/\square$; Offener Haufen, welcher mit δ und ϵ Cas ein sehr stumpfes, gleichschenkliges Dreieck bildet. Bei 40x ist ein gut besetzter Offener Haufen mit einer Reihe heller Sterne zu erkennen. Am Rande des Okulars sind auf 9 Uhr und auf 5 Uhr zwei kleine Offene Haufen zu erkennen: NGC 659 und NGC 654. NGC 663 hat etwa zwölf hellere Sterne ziemlich gleichmäßig in sechs Paaren über den Haufen verteilt. Weitere sehr schwache Sterne sind zu sehen. Mit 74x kommen mehr schwächere Sterne zum Vorschein und der schimmernde Hintergrund löst sich besser in Einzelsterne auf. Das steigert sich bei 125x; dunklere Zonen im Haufen werden sichtbar. Die oben erwähnten Sternpaare haben alle fast den gleichen Abstand. *Michael Schumann*
- **254/1270-Newton:** SQM-L $21^m 0/\square$; schöner runder Sternhaufen mit vielen Mitgliedern, davon ca. 20 hellere. Bei 190x tauchen weitere schwächere Sterne auf. Von West nach Ost teilt eine dunkle kurvige »Straße« den Sternhaufen in zwei Teile. *Hans-Georg Purucker*

▲ Abb. 2: **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 350D (modifiziert), ISO 800, 34x3min. *Ulf Manfred Schliemann*

▼ Abb. 3: **CCD-Aufnahme**, 6,3"-Astrograph bei 530mm, Starlight SXV-H9, 2x5min. *Peter Wienerroither*



▼ Abb. 4: **CCD-Aufnahme**, 4,5"-Newton bei 440mm, SBIG ST-2000XM, 40x2min (L), 6x2min (je RGB), SBIG-Filter. *Michael Deger*



IC 1805



▲ Abb. 1: **CCD-Aufnahme**, 3,6"-Refraktor bei 512mm, Q453-HR, 12x15min, UV/IR-cut-Filter.
Thomas Wimmer

IC 1805

- **150/750-Newton:** Ich konnte den Nebelteil erkennen, der vom Sternhaufen Melotte 15 nach Osten läuft. Nach Osten langgezogen und am Ende etwas breiter. Im Nebel sind leichte Schattierungen. Deutlich beim Bewegen des Teleskops. [OIII]-Filter, 19x. *Gerd Kohler*
- **254/1250-Newton:** SQM 20,71/□"; mit Starhopping mühsam von NGC 663 aus gefunden. Eine Reihe von helleren Sternen ist erkennbar: Mel 15. Bei 40x und mit [OIII]-Filter kommt zwischen den Sternen und um sie herum eine unstrukturierte Nebelfläche zum Vorschein. Die zentrale Nebelfläche umgibt eine dunkle Zone, welche nach außen von einer extrem schwachen Nebelzone umgeben zu sein scheint (unsicher). Sicher erkennt man im Nordwesten, westlich von vier als Rombus angeordneten Sternen, eine ovale Nebelzone (NGC 896). Bei 48x wird der zentrale Nebelteil deutlicher sowie auch NGC 896. Beim Abfahren des Außenrings vermeint man stellenweise Nebelchen zu erkennen. Mit 74x erkennt man alle Nebelteile noch etwas besser, muss aber das Objekt abfahren. *Michael Schumann*
- **254/1270-Newton:** SQM-L 21,70/□"; die Offenen Sternhaufen Markarian 6, Mel 15 und NGC 1027 fallen bei kleinerer Vergrößerung sofort auf. Markarian 6 ist eine kleine kompakte Gruppe aus etwa gleichhellen Sternen. Deutlich größer als der vorherige sind Mel 15 und NGC 1027, die beide etwa die gleiche Ausdehnung haben. Bei NGC 1027, der im Zentrum rund erscheint, schließt sich ein längliches Sternhaufengebiet in Form einer Nase an. Auch ohne [OIII]-Filter fällt NGC 896 als hellster Teil des ganzen Komplexes sofort als Nebel auf, während der Nebel bei Mel 15 indirekt zu sehen ist. Mit [OIII]-Filter zeigt sich die Nebellandschaft viel deutlicher, auch IC 1795 und weitere Nebelgebiete um Mel 15 werden dann sichtbar. Tombaugh 4 konnte nicht aufgefunden werden. 49x. *Hans Georg Purucker*



▲ Abb. 2: **CCD-Aufnahme**, 24"-Hypergraph bei 4940mm, SBIG STL-11000M, 9×15min (L), 4×15min (Ha), 7×15min (B), SBIG-Filter, synthetischer Grünkanal. Ferngesteuerte Belichtung am Skinakas Observatorium auf der Insel Kreta. *Stefan Binnewies, Josef Pöpsel*

▼ Abb. 3: **CCD-Aufnahme**, 3"-Refraktor bei 384mm, QSI 583ws, 6×10min (Ha), 11×5min (L), 5×5min (je RGB), Astronomik-Filter. *Kai Wiechen*

▼ Abb. 4: **CCD-Aufnahme**, 12"-Astrograph bei 1098mm, FLI ML8300, 130min (L), 315min (Ha), 130min (R), 140min (G), 200min (B). *Gerald Rhemann*



Astrofotos unserer Leser

▲ Abb. 1: **Das Kreuz des Südens und der Kohlensack** in der Bildmitte sind neben dem η -Carina-Nebel (NGC 3372, rechts) in der Südhimmelmilchstraße auffällig. CCD-Aufnahme, 50mm-Teleobjektiv bei f/6,3, SBIG STL-11000M, 3x5min (je RGB). *Dieter Willasch*

▼ Abb. 2: **Der längliche Dunkelnebel Sa 141/3/5** »zeigt« nahezu auf den Kugelsternhaufen NGC 4372 im Sternbild Fliege. Beide sind auch in der oberen Aufnahme der Südhimmel-Milchstraße zu finden. CCD-Aufnahme, hyperbolischer 8"-Astrograph bei 580mm, FLI PL 16803, 45min (L), 25min (je RG), 35min (B). *Gerald Rhemann*



▲ Abb. 3: **IC 405, Emissionsnebel im Fuhrmann**, auch als »Flaming Star Nebula« bekannt. Digitalfoto, 12"-Newton bei 1840mm, Canon EOS 1000Da, 180min, IDAS LPS2-Filter. *Vladimir Rau*

▼ Abb. 4: **NGC 253, die Sculptor-Galaxie im Sternbild Bildhauer**. Digitalfoto, 6"-Newton bei 750mm, Canon 350Da, ISO 800, 12x6min. *Bernhard Gotthardt*



Die Kometenjäger



▲ **Marc Deckert: Die Kometenjäger**, btb-Verlag, München 2012, ISBN 978-3-442-75338-3, 415 S., 19,99€

Es ist selten, dass der Hauptprotagonist eines Romans ein Amateurastronom ist. Noch seltener ist, dass dieser authentisch geschildert und nicht mit den üblichen Klischees des skurrilen Sternguckers dargestellt wird.

Nachführung, Reiseteteleskop, Grenzgröße: Marc Deckert beherrscht den Slang des Hobbys. Das sorgt zunächst für irritierende Authentizität beim einschlägig vorbelasteten Leser. Doch der wenig packende, ziellose Plot dieses Romans sorgt für Irritation anderer Art: Der orientierungslos dahinlebende Endzwanziger Philipp lernt beim Besuch der Münchner Volkssternwarte den begeisterten Beobachter Tom kennen. Dieser führt ihn in die Geheimnisse des nächtlichen Treibens ein. Schließlich brechen beide nach Amerika auf, um Toms Teleskop – von Alvan Clark persönlich hergestellt – zu verkaufen.

Die dort geschilderten Erlebnisse folgen ohne erkennbaren Spannungsbogen aufeinander: ein Treffen mit John Dobson und der

Besuch der Lowell-Sternwarte in Flagstaff, Liebesabenteuer und ein beinahe tödlicher Autounfall, schließlich die Trennung beider Freunde. Sie treffen sich wieder bei David Livingstone, unschwer als Alter Ego von David Levy zu erkennen, mit dem Tom tatsächlich einen Kometen entdeckt – der Traum und Höhepunkt im Leben jeden Beobachters.

Die geschilderten Charaktere bleiben bis auf Tom seltsam blass. Bis letzten Endes »Komet Eisenroth« gefunden wird, sind einige Längen zu überwinden. Und dann wird doch noch das ultimative Sternfreunde-Klischee ausgepackt: die nächtliche Beobachtung als persönliche Sinnsuche, als Reise zu sich selbst. Dass man sich die Nächte aus reinem Spaß an der Freud um die Ohren schlägt, erscheint Nicht-Amateurastronomen wohl gar zu abwegig. Es bleibt ein uneinheitlicher, freilich subjektiver Eindruck dieses Sterngucker-Romans.

■ Ronald Stoyan

Using SI Units in Astronomy



▲ **Richard Dodd: Using SI Units in Astronomy**, Cambridge University Press, Cambridge 2012, ISBN 978-0521769174, 230 S., ca. 45€

Wer schon einmal bestimmte Sachverhalte aus unterschiedlichen Quellen quantitativ vergleichen wollte, und sei es nur die Entfernung eines Sterns, der stolpert schnell über unterschiedliche Einheiten, was die Vergleichbarkeit enorm erschwert: 20Lj, 6,132pc, 1264822AE, $1,892 \cdot 10^{14}$ km – alles die gleiche Entfernung. Doch wie rechnet man das eine ins andere um? Welche Einheiten sind in der Astronomie empfohlen? Dies versucht das Buch von Richard Dodd zu klären.

Als Grundlage zur Umrechnung verschiedener Einheiten dient das Internationale Einheitensystem, abgekürzt SI (»Système international d'unités«), welches auf den sieben Basisgrößen Zeit, Länge, Masse, Lichtstärke, Thermodynamische Temperatur, Stromstärke und Stoffmenge gegründet ist. Vielfach aus historischen, aber auch aus praktischen Gründen werden in der Astronomie

allerdings auch andere (Nicht-SI-) Einheiten benutzt. Möchte man Daten aus unterschiedlichen Quellen quantitativ vergleichen, dann wird es oftmals schwierig.

Unter Benützung der SI-Einheiten, aber auch mit Blick auf »praktische« Einheiten – die Entfernung 20 Lichtjahre ist einfach anschaulicher als $1,892 \cdot 10^{17}$ m – liefert der Autor mit vielen Rechenbeispielen und systematischer Vorgehensweise einen Ratgeber zur Umrechnung und Benützung standardisierter Einheiten für die Astronomie, wobei die sieben Hauptkapitel jeweils einer SI-Grundeinheit gewidmet sind. Eine Einführung zu Einheiten allgemein, das Hilfsmittel der Dimensionsanalyse und ein astronomisches Klassifikationsschema runden das Buch ab.

Wer sich auch quantitativ mit Astronomie beschäftigt, wird früher oder später einen Leitfaden benötigen um z.B. unterschiedliche Messergebnisse (in unterschiedlichen Einheiten) vergleichen zu können. Wer Ergebnisse publizieren will, kann sich an den Vorschlägen des Autors zur Verwendung geeigneter Einheiten orientieren.

■ Hans-Georg Purucker

iPhone-/iPad-App: Luminos



▲ **iPhone-/iPad-App: Luminos**, 109MB, Version 5.2.1, iOS 5.0 oder höher, für iPhone/iPad/iPod Touch, 3,99€

Der erste Gedanke nach dem Starten der App mag sein: »Aha, noch eine digitale Sternkarte«. Bereits nach wenigen Minuten offenbart diese für iPhone und iPad verfügbare App jedoch ihren

enormen und beeindruckenden Funktionsumfang: Die Darstellung des nächtlichen Himmels und die angezeigten Objekte können in einem Maße den individuellen Bedürfnissen angepasst werden, wie dies bei anderen Apps nicht der Fall ist. Neben einer Darstellung der Beobachtung mit bloßem Auge können zudem verschiedene Teleskop-Okular-Kombinationen hinterlegt werden, die das Gesichtsfeld festlegen. Bei den in der App enthaltenen Katalogen stehen darüber hinaus neben den üblichen Messier-, NGC- und Caldwell-Katalogen auch die Herschel400-, Barnard-, Sharpless- und RCW-Kataloge zur Verfügung. Dass die Anzeige von Satelliten, Kleinplaneten und Kometen ein- und ausgeschaltet werden kann, ist bei anderen Apps ebenso wenig Standard, wie die Möglichkeit Objekte als »Habe ich bereits beobachtet« zu markieren. Die Liste derartiger Alleinstellungsmerkmale könnte noch lange erweitert werden. Diese machen die umfangreiche und grafisch ansprechend gestaltete App zu einer der empfehlenswertesten digitalen Sternkarten, die derzeit verfügbar sind.

■ Ullrich Dittler

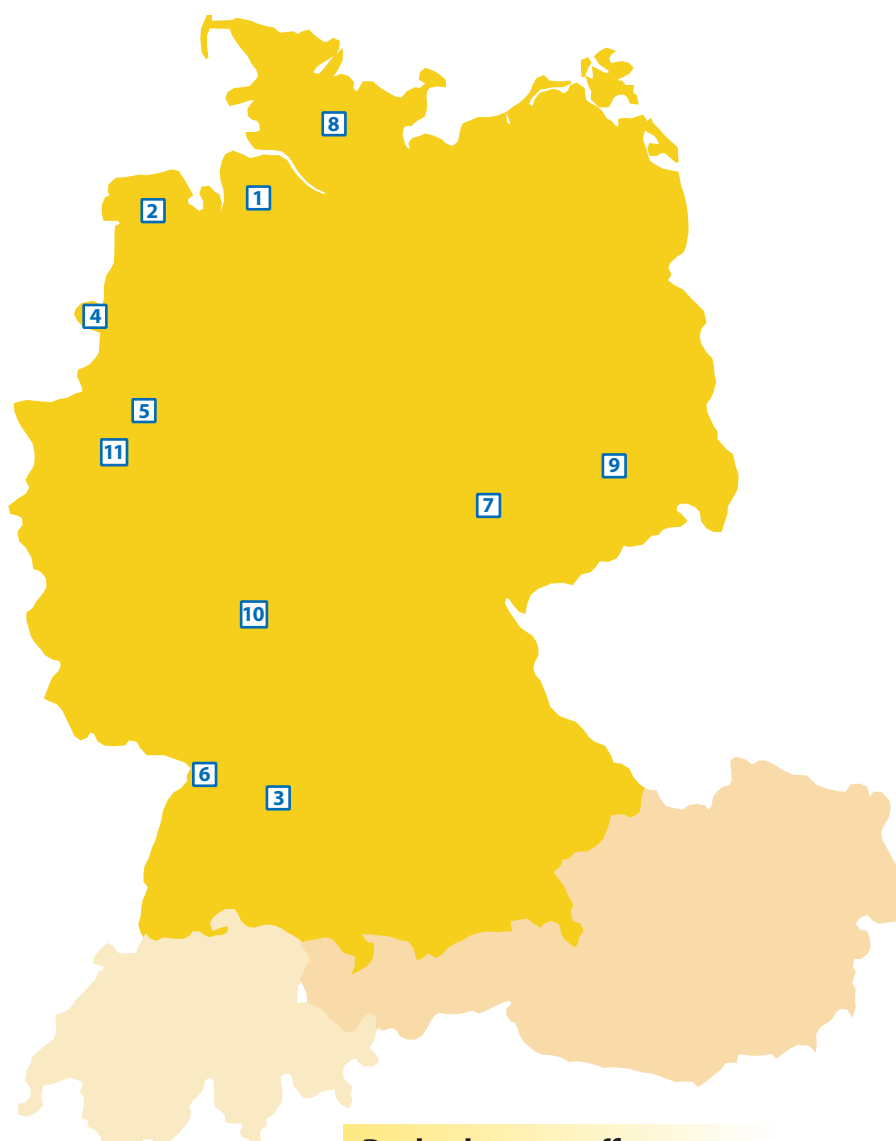
Termine Oktober/November 2012

Messe

- 11** 24.11.: 17. Hattinger Astronomischer Trödeltag (HATT), 45525 Hattingen-Mitte
i Ingo B. Schmidt, ingo.schmidt@sternwarte-hattingen.de, sternwarte-hattingen.de/hatt.htm

Fachtagung/Workshop

- 1** 6.10.: 2. Norddeutsche Tagung der Planetenfotografen, 27432 Bremervörde
i arne.drueppel@ewetel.net, www.sky-photos.de/norddeutsche-tagung-der-planetenfotografen
- 4** 20.10.: 9. Praktischer astronomischer Samstag (PaS), Sternwarte 49828 Neuenhaus
i Christoph Lohuis, info@avgb.de, www.avgb.de
- 5** 27.10.: 31. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa), 44801 Bochum
i Peter Riepe, fg-astrofotografie@vds-astro.de, www.boheta.de
- 6** 27.–28.10.: Regionaltagung und Astromarkt, 76448 Durmersheim
i Sternfreunde Durmersheim und Umgebung e.V., www.sternfreunde-durmshheim.de/astromarkt/pdfdata/AstromarktLogoTitelblatt2bc.pdf
- 7** 2.–4.11.: 9. Fachtagung Geschichte der Astronomie, 07743 Jena
i VdS-Fachgruppe Geschichte der Astronomie, Wolfgang Steinicke, fg-geschichte@vds-astro.de, geschichte.fg-vds.de
- 8** 3.11.: Norddeutsche Astrofotografentreffen (NAFT), 24537 Neumünster
i vhs-Sternwarte Neumünster, Hahnknüll 58, 24537 Neumünster, naft@sternwarte-nms.de, www.naft.de
- 10** 27.10.: Spektroskopie Workshop 2012, 63505 Langenselbold
i Dieter Goretzki, d.goretzki@t-online.de, www.spektroskopie.fg-vds.de/langenselbold2012_d.htm



Beobachtungstreffen

- 2** 11.–14.10: 7. Astronomie Tage Ostfriesland (ATO), 26639 Wiesmoor/Zwischenbergen
i astronomieclubostfriesland@googlemail.com, www.astronomie-club-ostfriesland.de/Seite2.html
- 3** 13.10.: Astronomie-Live, Beobachtertreffen am Breitenstein, 73230 Kirchheim/Teck
i tecksky.de/beob.htm
- 9** 9.–11.11.: 7. Sächsisches Teleskoptreffen (STT), 01616 Strehla
i Jugendherberge Strehla, Torgauer Straße 33, 01616 Strehla, Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, SternwarteRiesa@web.de, www.sternenfreunde-riesa.de/stt.php

Demnächst in interstellarum

interstellarum Themenheft Teleskope 2012

Tests

Dobson-Teleskope mit voller Goto-Funktionalität im Vergleich
Die Astrographen Boren-Simon und Veloce 2000



Praxis-Checks

u.a. von Avalon M-Uno-Montierung, Omegon-Super-LE-Okulare, Celestron NightScope-CCD-Kamera, Zeiss-Conquest-HD-Ferngläser und viele mehr.



Darüber hinaus gibt es wie gewohnt die volle Übersicht über alle Neuheiten, die Sie interessieren: Unabhängig recherchiert, übersichtlich zusammengestellt.

interstellarum THEMA Teleskope ist ab 19.10.2012 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

aktuell auf www.interstellarum.de

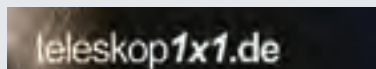
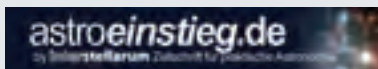
Aktuelle Aufnahmen unserer Leser

- 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 ca. 1600 Produkten
505 Komplettgeräte, 351 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 Klingenweg 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 Edelman, Bernd Flach-Wilken, Ralf Gerstheimer, Michael Hoppe, Bernhard Hubl, Michael Jäger, Wolfgang Kloehr, Bernd Koch, Siegfried Kohlert, Erich Kopowski, Walter Kopolin, 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 sinnentstellend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

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

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 13 vom 1.11.2011
Anne-Katrin Pawelek, 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/ICW, 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 Reisatlas (DSRA), Uranometria 1. Auflage (Uran.) Fotografischer Mondatlas (FMA)