

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: **Ist es heute noch möglich**, systematisch auf die Suche nach Meteoriten zu gehen? *Siegfried Haberer*, durch Vorträge und Fernsehbeiträge bundesweit bekannt geworden, zeigt in beeindruckender Weise, dass dies mit akribischer Vorbereitung und viel Geduld zum Erfolg führen kann. Das Foto zeigt einen seiner Funde in der Wüste von Oman.

Liebe Leserinnen und Leser,

soll interstellarum öfter erscheinen? Diese Frage hatten wir unseren Lesern im April gestellt. Chronischer Platzmangel, verschobene Beiträge und Ermutigungen von Ihrer Seite hatten uns schon lange damit liebäugeln lassen, eines Tages mehr als sechs Hefte im Jahr herauszugeben. Ihre Antwort auf unsere Online-Umfrage – insgesamt ein Fünftel aller Leser hatten teilgenommen – war eindeutig: Ja, wenn es nicht mit einer zu großen Kostensteigerung verbunden ist.

Verlag und Redaktion haben dieses Votum ernst genommen: interstellarum wird zum zweiten Mal nach 2002 erweitert! Der nun beschlossene neue Modus sieht neben den wie bisher alle zwei Monate erscheinenden Heften zwei vollwertige Extra-Ausgaben vor, die sich bestimmten amateurastronomischen Themen widmen werden. Diese beiden zusätzlichen Hefte erscheinen jeweils im Oktober und April zwischen den zweimonatlichen Ausgaben.

interstellarum Thema heißt das neue Sonderheft-Format. Die Arbeiten am ersten Heft laufen bereits: »Teleskope« wird im Oktober als erstes zusätzliches Heft erscheinen. Neben einer kompletten Marktübersicht von Fernrohren und Okularen werden dort drei Produktvergleiche in bekannter Qualität zu finden sein, daneben informieren wir über alle Neuheiten und bringen die Auswertung der interstellarum-Teleskopbesitzer-Umfrage – bei 900 Teilnehmern mit 2500 Teleskopen die weltweit größte jemals durchgeführte derartige Erhebung. Auch Sie sind wieder gefragt: Erstmals bestimmen unsere Leser per Online-Umfrage, was die interessanteste »Astro-Neuheit« 2008 war. Zahlreiche weitere Inhalte warten auf Sie – dies wird ein Heft, dass Sie keinesfalls verpassen sollten (Seite 27)!

Planetarische Nebel wird das Thema des zweiten Sonderheftes im April 2009 sein. Auch dafür bereiten wir eine ganze Reihe von Beiträgen vor, die insbesondere die Freunde der Deep-Sky-Beobachtung begeistern werden. »Teleskope« und »Planetarische Nebel« erhalten Sie als Abonnent automatisch. Solange Ihr Abonnement noch zu den alten Konditionen läuft, können Sie die Themenhefte versandkostenfrei extra bestellen – bitte beachten Sie die entsprechende Mitteilung per Post, die Sie dazu von uns erhalten haben.

Redaktion und Verlag hoffen, dass Sie diesen Schritt genauso erfreut aufnehmen, wie dies 2002 der Fall war. Wir freuen uns auf Ihre Reaktionen zum neuen Konzept und zum ersten interstellarum-Themenheft.

Ihr

Ronald Stoyan



Risiko Sonne

34



Der Trifidnebel

40



Zahn um Zahn

54



Astrofotografie in bewegten Bildern

60

Hintergrund

■ Hauptartikel

14 **Seltener als Gold und Diamanten**

Auf der Suche nach Meteoriten

19 **Astro-Wissen: Woraus bestehen Meteorite?**

■ Schlagzeilen

10 **Ein kosmisches Thermometer**

Jupiters Ringteilchen in Licht und Schatten

11 **Entstaubte Galaxien**

1 Hor: Ein entwichener Stern

12 **Raumfahrt aktuell: Phoenix auf dem Mars**

Himmel

■ Ereignisse

20 **Partielle Sonnenfinsternis am 1. August 2008**

Partielle Mondfinsternis am 16. August

21 **Uranusmonde in Aktion**

Doppelter Mondschaten am 2. September

■ Sonnensystem

24 **Sonne aktuell: Erster Fleck des neuen Zyklus im Fernglas**

25 **Planeten aktuell: Viel Wirbel um die Gasplaneten**

26 **Kometen aktuell: Drei Kometen für Amateurlteleskope**

■ Sternhimmel

29 **Astronomie mit bloßem Auge: M 39**

29 **Astronomie mit dem Fernglas: NGC 7027**

30 **Objekt der Saison: M 27**

31 **Objekt der Saison: M 71**

33 **Deep-Sky-Herausforderung: Abell 72**

Praxis

■ Sonne

34 **Risiko Sonne**

Wie wahrscheinlich sind Augenschäden bei Sonnenfinsternissen?

■ Mond

36 **Das Mare Imbrium (Teil 1)**

Rücken und Berge

■ Deep-Sky

40 **Der Trifidnebel**

Eine visuelle Annäherung an M 20

43 **Exotische Sterne**

Campbells Wasserstoffstern

aktuell auf www.interstellarum.de
astroeinstieg.de

by [interstellarum](http://www.interstellarum.de) Zeitschrift für praktische Astronomie

Die interstellarum-Einsteigerseiten

AstronomieNewsletter

Beobachtungen, Forschung, Szene
aktuell informiert alle 14 Tage

AstronomieNewsletter

ausgewählte Angebote für
interstellarum-Leser

Online-Ressourcen

Einstieg ins Hobby Astronomie
Teil 2: Orientierung am Sternhimmel

Einstieg ins Hobby Astronomie
Teil 3: Beobachtung mit dem Fernglas

45 **Praxis-Wissen: Wie kann man Sonnenflecken beobachten?**

Technik

■ Produktvergleich
46 **Sternhimmel im Visier**

Acht Leuchtpunktsucher im Test

■ Selbstbau

54 **Zahn um Zahn**

Schneckengetriebe selbst hergestellt

■ Astrofotografie

60 **Astrofotografie in bewegten Bildern**

Vom Einzelbild zum Film

65 **Technik-Wissen: Welche Farbe haben Gasnebel auf Fotos?**

■ Produktspiegel

53 **Neuheiten von Meade**

Meade LX90-Serie jetzt mit ACF-Optik
Meade ED-APO 127
Fujinon HCF Fernglasserie

Beobachtungen

■ Rückblick

66 **Merkur und Mond am Abendhimmel**

■ Objekte der Saison

68 **NGC 7000 / NGC 7293**

Seltener als Gold und Diamanten

14

Auf der Suche nach Meteoriten



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

■ Galerie

72 Astrofotos unserer Leser

Service

■ Szene

74 Selbstbauten und Sonnenschein
Das 17. Internationale
Teleskoptreffen Vogelsberg

76 Termine für Sternfreunde:
August bis September 2008

■ Rezensionen

75 **The Universe in a Mirror**
Postkarten vom Mars
Optical Shop Testing

■ Astromarkt

77 Kleinanzeigen

Produktvergleich: Acht Leuchtpunktsucher im Test

46



- | | |
|----|------------------------------------|
| 1 | fokussiert |
| 2 | Inhaltsverzeichnis |
| 7 | Leserbriefe |
| 78 | Vorschau, Impressum, Leserhinweise |

Wo ist der Mondkrater Boltzmann?

Auf meinem NASA-Mondglobus, auf der Karte von National Geographic und von Patrick Moore befindet sich der Krater Boltzmann südlich von Mendel. Im neuen Buch von Charles Byrne, auf der Lunar Orbiter-Karte des LPI und im »Rükl« liegt der Krater nördlich von Drygalski. Ich möchte gerne wissen, wann die »Umbettung« erfolgte.

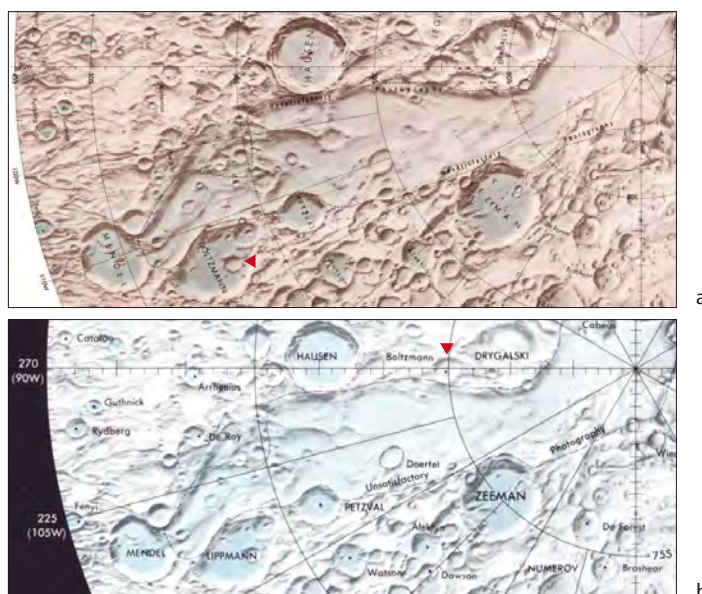
■ Norbert Schneider

Der Krater Boltzmann wurde 1964 von der IAU mit Koordinaten versehen und benannt. Er befindet sich in der südlichen Librationszone des Mondes unmittelbar neben dem Krater Drygalski (Rükl Librationszone IV).

1971 ergänzte die IAU ihren Katalog um die Krater der Rückseite, unter ihnen Mendel und Lippman. In der Folgezeit wurde in mehreren Kartenwerken an der Position des Kraters Lippman fälschlicherweise der Name Boltzmann eingezeichnet (unmittelbar südlich von Mendel). Nach 1982 wurde Lippman nochmals in Lippmann korrigiert, denn der Namenspatron ist der französische Physiker Gabriel Lippmann, Nobelpreis für Physik 1908.

Grund für diese Verwechslungen und Fehler ist die Referenzkarte der IAU von 1970, die »Lunar Earthside, Farside and Polar Charts (LMP) Series«. Diese Ausgabe, welche die Grundlage für viele Globen und andere Kartenwerke dieser Zeit bildete, enthielt mindestens sechs falsch eingezeichnete Krater (Banachiewicz, Boltzmann, Hedin, Lamarck, Rayleigh und Riemann). Sie alle wurden unverzüglich an ihre ursprünglichen Positionen von 1964 zurückversetzt, doch erst 1979 erschien eine neue Karte mit den eingearbeiteten Korrekturen.

■ Wilfried Tost



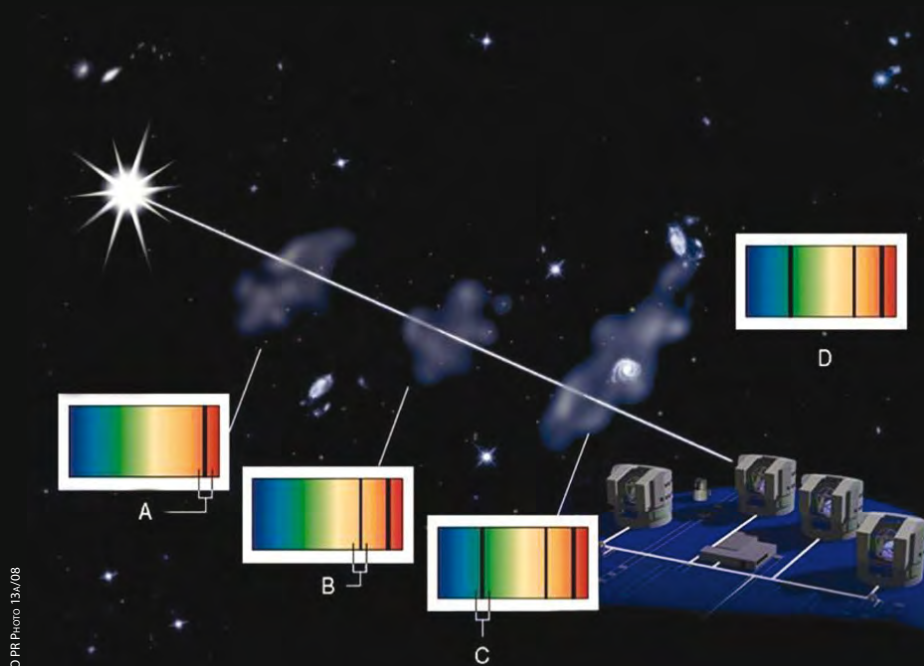
Die offizielle Karte der IAU von 1970 bezeichnet einen Krater Boltzmann falsch (a), erst mit der Ausgabe von 1979 wird dieser Fehler korrigiert (b).

Ein kosmisches Thermometer

Eine der wichtigsten Vorhersagen der Theorie eines heißen Urknalls ist die Existenz der kosmischen Hintergrundstrahlung im Mikrowellenbereich. Wegen seiner Expansion musste sich das Universum abkühlen, so dass heutzutage – entsprechend

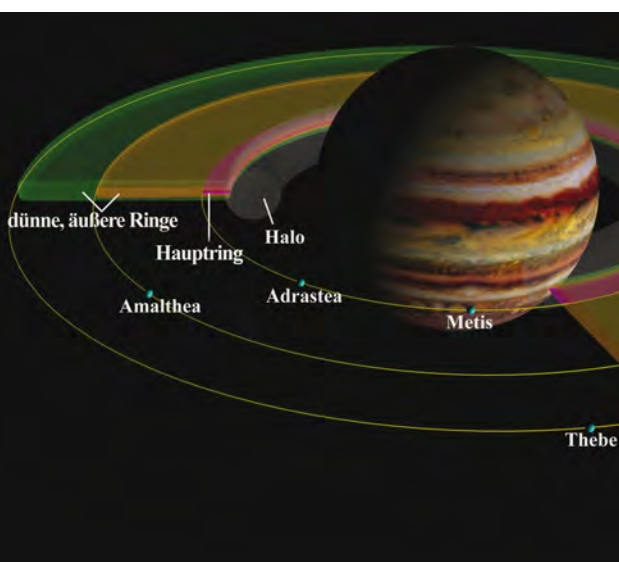
der Vorhersage – tatsächlich nur noch eine Temperatur von 2,725K gemessen wird. Für die Entdeckung dieses Reliktes des Urknalls erhielten die amerikanischen Physiker A. A. Penzias und R. W. Wilson 1978 den Nobelpreis. Untersucht man nun weit entfernte

Galaxien, so blickt man gleichzeitig auch in die Vergangenheit des Universums, in der die Hintergrundstrahlung eine höhere Temperatur aufweisen sollte. Es bleibt das Problem, entsprechend weit entfernte Galaxien zu finden. Sie verraten sich z.B. durch Absorptionslinien, die geringer rot verschoben sind als die eines noch weiter entfernten Quasars, dessen Licht bei seinem Weg zur Erde Gaswolken näher stehender Galaxien durchdringt. So konnten jetzt Linien des Wasserstoffmoleküls (H_2), des halbschweren Wasserstoffmoleküls (HD) und des Kohlenmonoxids (CO) in einer 11 Milliarden Lichtjahre fernen Galaxie entdeckt werden. In dieser Entfernung sollte die Temperatur der Hintergrundstrahlung noch 9,3K betragen. Aufgrund der Beobachtungen konnte abgeleitet werden, dass die physikalischen Bedingungen im interstellaren Gas dieser weit entfernten Galaxie ähnlich denen sind, die in unserer Galaxis beobachtet werden. Allerdings gehören die Linien des Kohlenmonoxids zu höheren Anregungsenergien, als sie bei entsprechenden Bedingungen in unserer Galaxis gemessen würden. Aus den unterschiedlichen Intensitäten der CO-Linien kann man die Temperatur der anregenden kosmischen Hintergrundstrahlung bestimmen: Sie beträgt $9,15K \pm 0,72K$, also genau der Wert, den man in 11 Milliarden Lichtjahren Entfernung erwartet. [Astron. Astrophys. 482, L39 (2008), ESO Science Release 13/08]



Weit entfernte Galaxien verraten sich durch die Absorptionslinien ihres interstellaren Gases in den Spektren noch weiter entfernter Quasare. Die Linien verschieden weit entfernter Galaxien sind entsprechend ihrer Rotverschiebung bei unterschiedlichen Wellenlängen zu finden.

Jupiters Ringteilchen in Licht und Schatten



Ringe aus winzigen Teilchen umgeben alle großen Planeten im Sonnensystem. Am bekanntesten sind die des Saturn, doch auch der Jupiter hat solch staubige Begleiter, wie man seit Ende der 1970er Jahre weiß. Die Partikel entstanden durch Zusammenstöße der Jupitermonde mit Meteoriten und sind nur etwa ein tausendstel Millimeter groß. Das entspricht ungefähr der Größe der Teilchen im Zigarettenrauch. Die Ringe unterteilen sich in einen Hauptring, ein inneres Halo und zwei dünne äußere Ringe. Die Strukturen werden im Wesentlichen von den Monden Adrastea, Metis, Amalthea und Thebe eingeschränkt, obwohl jenseits des Thebe-Orbits ebenfalls Teilchen gefunden wurden, deren Verhalten nicht verstanden ist. Das gesamte Ringsystem hat damit einen Durchmesser von mehr als 640000km. Mit Hilfe eines hochempfindlichen Staubdetektors an Bord der Raumsonde Galileo konnten bei einem Flug durch Jupiters Ringe die Eigenschaften der äußeren Ringregion untersucht werden: Man fand eine Lücke in den Ringen innerhalb Thebes Orbit, Teilchen auf Bahnen, die stark gegen die Äquatorebene des Jupiter geneigt sind, und einen Überschuss an Teilchen mit einer Größe von weniger als einem Mi-

Schematischer Aufbau des Ringsystems um Jupiter, das sich aus einem Hauptring, einem inneren Halo und zwei dünnen äußeren Ringen zusammensetzt.

krometer innerhalb Amaltheas Orbit. Um alle Beobachtungen zu verstehen, waren aufwändige Computersimulationen nötig. Dabei hat sich gezeigt, dass der Schatten von Jupiter eine viel größere Rolle spielt als bisher gedacht. Auf der Tagseite des Riesenplaneten lädt die Sonnenstrahlung die Staubteilchen positiv auf, während sie auf der Nachtseite eine negative Ladung tragen. Auf ihrer Reise durch das starke Magnetfeld des Planeten wirken deshalb

völlig verschiedene Kräfte auf die Partikel – je nachdem, ob sie gerade durch Licht oder Schatten fliegen. Dieses komplizierte Wechselspiel bestimmt maßgeblich die Bewegung der Staubteilchen. Die Ergebnisse sind nicht nur für das Verständnis des Jupitersystems von Bedeutung, denn elektrisch aufgeladene Staubteilchen spielen auch bei der Geburt von Planeten eine entscheidende Rolle. [Nature 453, 72 (2008), Presseinformation der MPG SP/2008 (95)]

Entstaubte Galaxien

Galaxien bestehen aus Milliarden Sternen, die durch die Schwerkraft aneinander gebunden sind. Außerhalb solcher Gala-

be einer Galaxie, sowie dessen Einfluss auf die Strahlung aus diesen Bereichen beschreibt. Es erlaubt auch, den Anteil des vom Staub abgeblockten Sternlichts zu berechnen. Außerdem berücksichtigen die Rechnungen den Einfluss des Winkels, unter dem eine Galaxie von der Erde aus erscheint; denn manche Sternsysteme sehen wir von der Kante, bei anderen blicken wir senkrecht auf die Scheibe. Um das Modell zu testen, wurden für mehr als 10000 nähere Galaxien die Differenz zwischen der tatsächlich gemessenen und der nach dem Modell korrigierten Strahlung der Sterne bestimmt. Diese Differenz entspricht ge-

Blick auf die Kante: Wie hier bei der Galaxie NGC 4565 können Astronomen den lichtscluckenden Effekt des Staubs besonders deutlich beobachten.

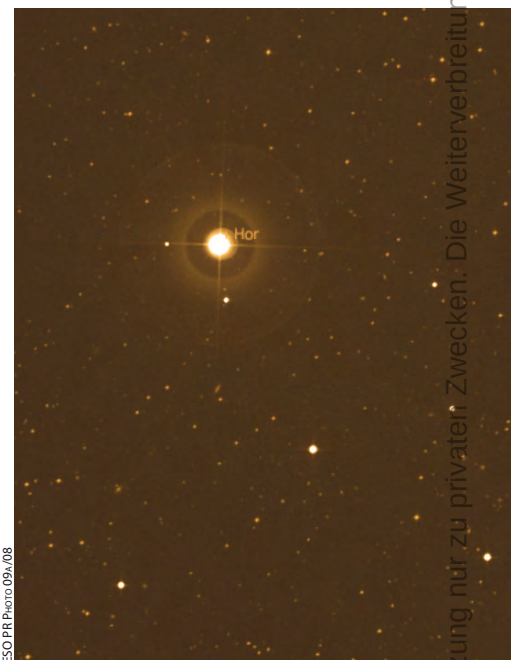
xien gibt es kaum Sterne. Um den Energieausstoß im Universum zu bestimmen, muss man also die Strahlung der Galaxien untersuchen. In den Galaxien sind jedoch nicht nur Sterne enthalten, sondern auch Gas und Staub, wobei vor allem der Staub einen Teil der Sternstrahlung verschluckt. Da keine Energie verloren gehen kann, erwärmen sich die interstellaren Staubkörner so weit, bis die von ihnen selbst abgegebene Wärmestrahlung im Gleichgewicht mit der aufgenommenen Strahlung steht. Wie aber sind die Staubteilchen innerhalb von Galaxien verteilt? Dazu wurde ein Modell erarbeitet, das die Häufigkeit des Staubs im Kern und in der Schei-

nau jener Energie, die der erwärmte Staub in Form längerwelliger Strahlung aussendet. Die Ergebnisse zeigen, dass wesentlich mehr Energie der Sterne »in Staub aufgeht« als bisher vermutet. Damit löst sich ein jahrelanger Widerspruch, dass die Energie aus der Wärmestrahlung des Staubs bisweilen den gesamten Energieausstoß der Sterne zu übersteigen schien. Die größten Auswirkungen ergeben sich jedoch für die zentralen Regionen von Galaxien, in denen sich enorm massereiche schwarze Löcher verbergen, denn die Galaxienkerne strahlen in Wahrheit bis zu fünfmal heller als beobachtet. Entsprechend mehr Sternmasse muss in den Kernen verborgen sein, was Konsequenzen für unser Bild von der Entstehung und Entwicklung der Galaxien hat. [Astrophys. J. 678, L101 (2008), Presseinformation der MPG SP/2008 (105)]

ι Hor: Ein entwichener Stern

Bereits seit 1999 ist bekannt, dass der Stern ι Horologii von einem Planeten umkreist wird, der mehr als doppelt so groß wie Jupiter ist und in 320 Tagen um den Stern kreist. Über die Eigenschaften des 56Lj entfernten Sterns im Sternbild Horologium, das von der Südhalbkugel aus gesehen werden kann, ist jedoch nicht viel bekannt. Mit Hilfe der Astroseismologie konnten jetzt wesentliche Eigenschaften des Sterns bestimmt werden. Dabei ist es möglich, auf die gleiche Wei-

Der gelborange Stern ι Horologii, der von einem Planeten umkreist wird.



se wie Geologen Informationen über das Erdinnere durch die Untersuchung seismischer Wellen bekommen, durch die Untersuchung akustischer Wellen, die durch einen Stern laufen, Informationen über dessen physikalische Eigenschaften zu erhalten. 25 verschiedene Schwingungen konnten im Spektrum anhand periodischer Verschiebungen der Spektrallinien identifiziert werden, die meis-

Surftipps

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

ten mit einer Periode von etwa 6,5 Minuten. Diese Beobachtungen erlaubten es mithilfe von Sternmodellen und Sternentwicklungsrechnungen folgende Eigenschaften von ι Horologii abzuleiten: eine Oberflächentemperatur von 6150K, eine Masse von 1,25 Sonnenmassen und ein Alter von 625 Millionen Jahren. Außerdem ist er etwa zweimal metallreicher als die Sonne. Er weist damit das selbe Alter und den selben Metall- sowie Heliumgehalt in seiner Atmosphäre auf wie die Sterne des 151Lj entfernten Sternhaufens der

Hyaden im Sternbild Taurus. Zusammen mit der Tatsache, dass ι Horologii zum Hyadenstrom gehört, liegt deshalb die Vermutung nahe, dass er zusammen mit den Sternen der Hyaden aus der selben Urwolke entstanden ist, aber langsam wegdriftete, da er nun mehr als 130Lj von seinem Geburtsort entfernt steht. Dies ist wichtig für das Verständnis, wie Sterne sich innerhalb der Milchstraße bewegen. Es würde auch bedeuten, dass die Menge an Metall, die im Stern vorhanden ist, bereits in der Wolke aus der sich der Stern bil-

dete vorhanden war und nicht daher kommt, dass der Stern planetarisches Material akkretiert hat. Damit wäre – zumindest in diesem Fall – das Problem gelöst, ob ein Stern metallreich ist, weil die Urwolke, aus der er und seine Planeten entstanden sind, metallreich war, oder der Stern metallreich ist, weil sich um ihn zunächst Planeten und Planetesimale gebildet haben, die er dann verschluckt hat. [ESO Science Release 09/08, Astron. Astrophys. 482, L5 (2008)]

Raumfahrt aktuell Phoenix auf dem Mars

Zahlreich wie vielfältig waren die Bilder, die der neueste Mars-Lander Phoenix schon in der ersten Woche nach seiner Ankunft am 26. Mai zur Erde schickte, aber eines stach heraus. Und es war mit einer Technik entstanden, die es auf einem fremden Planeten noch nie gegeben hatte: Der Roboterarm des Landers trägt eine – aus Deutschland stammende – Kamera, die auch an Orte gebracht werden kann, die der fixen Panoramakamera hoch oben verborgen bleiben. Eigentlich wollten die Phoenix-Forscher nur nachschauen, ob alle drei Beine sicher auf dem Boden der Mars-Arktis standen, bevor sie die Schaufel des Arms zum ersten Mal in den Boden stießen – aber was sie direkt unter Phoenix entdeckten, war eine erfreuliche Überraschung: Die Düsenstrahlen seiner Triebwerke hatten beim Aufsetzen ein paar Zentimeter des

Das fand die niedersächsische Kamera auf dem Roboterarm von Phoenix vor, als sie Ende Mai – am 5. Tag der Mission – zum ersten Mal unter ihn schaute: höchstwahrscheinlich eine Eisschicht.



NASA/JPL-CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA/MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR SONNENSYSTEMFORSCHUNG

wüstenhaften Sandbodens fortgeblasen, und zum Vorschein kam etwas viel helleres und glattes, das allem Anschein nach ziemlich reines Wassereis ist! Bis zu diesem Zeitpunkt waren alle Indizien nur indirekter Natur gewesen, dass dicht unter der Oberfläche – und für die Schaufel leicht erreichbar – der Boden in den hohen Marsbreiten mit einem hohen Anteil Wassereis durchsetzt ist.

Sechs Jahre zuvor hatte der Orbiter Mars Odyssey Streueffekte des Bodens für kosmische Strahlung registriert, die am besten durch H_2O im ersten Meter Marsboden zu erklären waren, das dort in den letzten Jahrhunderttausenden abgelagert

worden war: Die Zielregion für die jüngste Marslandung der NASA war damit klar, und mit einiger Mühe – und dank der superscharfen Kamera des nächsten Orbiters MRO – konnten die Planer schließlich auch eine Zone mit wenig herumliegenden Steinen finden. Nach der glatten Landung, der ersten erfolgreichen per Düsenbremse seit 32 Jahren, gaben die ersten Bilder der Landschaft erneut einen Hinweis auf Eis dicht unter dem Boden: Die Ebene rund um Phoenix dominiert ein Netz so genannter Polygone, ziemlich gleichmäßiger Felder von einigen Metern Ausdehnung, die von schmalen Lücken getrennt werden. So etwas entsteht auf der Erde, wenn Permafrostboden im Jahresrhythmus anschmilzt und wieder erstarrt. Das Bild der Kamera scheint nun dieses Eis direkt zu zeigen, das sich mithin auch in jenem Bereich vor Phoenix befinden sollte,

in dem der Arm graben und – sollte das Eis betonhart sein – auch mit einer Raspel auf Probenjagd gehen kann.

Wenn dieses Heft erscheint, könnten bereits erste Eisproben in den beiden Mini-Chemielabors auf Phoenix untersucht werden: Welcher Prozess hat das Eis überhaupt in den Boden gebracht? Enthält es organische Verbindungen, die unter der Oberfläche besser konserviert worden sein könnten als im harten Sonnenlicht? Und: Bietet das Eis der heutigen Marsarktis, die durch starke Achsenschwankungen des Planeten alle paar zehntausend Jahre deutlich wärmer wird, in diesen Zeiten eine prinzipiell bewohnbare Umwelt? Auch die Makroaufnahmen der Bodenproben mit der deutschen

Armkamera und Bilder eines Mikroskops (dessen Elektronik ebenfalls vom MPI für Sonnensystemforschung stammt) versprechen Erkenntnisse über die jüngere Geschichte des Mars: Während die zwei unverwüstlichen Mars Exploration Rover Hinweise auf flüssiges Wasser vor Jahrmilliarden fanden, hat Phoenix erstmals die Chance auf einen Nachweis in praktisch der geologischen Gegenwart. Gelingt er, dann könnte sich der Gang der Marsforschung insgesamt bald stärker in Richtung der Pole verschieben.

■ Daniel Fischer

Seltener als **Gold** und **Diamanten**

Auf der Suche nach Meteoriten

VON SIEGFRIED HABERER UND KARIN SCHNEIDER

Ohrenbetäubendes Donnergrollen, grelle Lichterscheinungen aus heiterem Himmel – wie mag dieses Ereignis auf die Bewohner des mittelalterlichen Örtchens Ensisheim (Elsass) im Jahre 1492 gewirkt haben? Den Verursacher, einen schweren schwarzen Stein, hielten die Menschen damals für Teufelswerk und ketteten ihn in den geheiligten Räumen einer Kirche an. Heute, in einem durch Wissenschaft aufgeklärten Zeitalter, weiß man nicht nur, worum es sich hier gehandelt hat, nämlich um den Fall eines Meteoriten, sondern kann sogar den Ursprung dieses vom Himmel gefallen, ursprünglich 127kg schweren Gesteinsbrockens bestimmen.

Wie die meisten Meteorite stammt auch der Stein von Ensisheim aus dem Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter. Kollidieren zwei Asteroiden miteinander, kann es passieren, dass Teile davon abgesprengt und von ihrer ursprünglichen Bahn abgelenkt werden. Diese so genannten Meteoroiden können nach Jahrmillionen bis zur Erdatmospäre gelangen. Beim Eintritt in die Erdatmosphäre erreichen sie Geschwindigkeiten von bis zu 250000 Kilometern pro Stunde. Bei größeren Gesteinsbrocken bietet sich dann ein beeindruckendes Schauspiel.

Damit ein Teil der Meteoroiden überhaupt auf die Erde gelangt, müssen ewdingungen erfüllt werden. Je nach Gewicht werden sie unterschiedlich stark abgebremst. Bei Meteoroiden, die ein Gewicht von etwa 100 Tonnen nicht überschreiten, reduziert sich die Fallgeschwindigkeit auf ca. 200km/h. Diese stark verminderte Geschwindigkeit ist Voraussetzung dafür, dass der Gesteinsbrocken eine Landung übersteht. Überschreitet ein Meteoroid ein Gewicht von 100 Tonnen deutlich, wird er nicht mehr ausreichend abgebremst und es können gewaltige Einschlagkrater entstehen.

Das so genannte »Tunguska-Ereignis« vom 30. Juni 1908 in einem unzugänglichen Teil der sibirischen Taiga bezeugt einen solchen Einschlag. Reisende der transsibirischen Eisenbahn sahen aus einer Entfernung von 600km einen sonnengroßen Feuerball über den Himmel gleiten. Nach einiger Zeit der Stille folgte ein ohrenbetäubendes Donnergrollen mit nachfolgender Explosion. Forscher fanden umgestürzte Bäume in einem Umkreis von 40km. Nicht auszudenken, wenn ein solcher Einschlag in einem dichten Siedlungsgebiet wie Berlin erfolgt wäre.



SIEGFRIED HABERER

Steine vom Himmel

So ist es nicht verwunderlich, dass die nicht verglühten Überreste von Meteoroiden, so genannte Meteorite, in unterschiedlichen Kulturen vieler Epochen entweder wie eingangs beschrieben verteuftelt oder – was meistens der Fall war – als etwas Einzigartiges und Heiliges verehrt wurden. Grabbeigaben aus Meteoreisen in einem Pharaonengrab bezeugen dies. Aus Überlieferungen ist bekannt, dass die Kiowa-Indianer Nordamerikas die Treffsicherheit bei der Jagd erhöhen wollten, indem sie ihre Pfeilspitzen ins Regenwasser, das sich in Vertiefungen von großen Eisenmeteoriten angesammelt hatte, eintauchten. In Asien bewahrte man die Meteorite in heiligen Schreinen auf.

Obwohl Meteoritenfälle geologisch gesehen häufig vorkommen, stellen sie aus menschlicher Perspektive ein eher seltenes Phänomen dar. So fallen statistisch gesehen auf einer Fläche wie der von Deutschland nur etwa zwei faustgroße Meteoriten pro Jahr. Berücksichtigt man außerdem, dass 95% aller Meteorite magnetisch, das heißt eisenhaltig, und in unseren Breiten nach wenigen Jahrhunderten verrostet sind, versteht es sich von selbst, dass es sich in Deutschland nicht lohnen würde, nach den Verursachern der Sternschnuppen zu suchen. Faktoren wie üppige Vegetation und landwirtschaftliche Nutzung tun ihr Übriges.

Ganz anders stellt sich die Situation dagegen in den Wüstenregionen unserer Erde dar. In einigen Teilen der Sahara wird eine Luftfeuchtigkeit von nur zwei Prozent gemessen. Da die Meteorite nicht von Feuchtigkeit angegriffen werden, können sie sich über Zehntausende von Jahren ansammeln. Diese Extremwüsten bieten neben den Eiswüsten der Antarktis, die ebenfalls besonderen Bedingungen unterliegen, ideale Voraussetzungen für Meteoritensucher.

Auf eigene Faust

Was jedoch für die Haltbarkeit der Meteorite von Vorteil ist, stellt für den menschlichen Körper eine Belastung dar. Wer die Sahara, die als äußerst lebensfeindlich gilt, einmal im Sommer bei Temperaturen von über 50°C erlebt hat, weiß, welche Anforderungen sie an die Physis stellt und wird für die Zukunft die Wintermonate bevor-

Abb. 2: Planung und Vorbereitung ist das A und O – der Autor studiert eine topographische Karte des Suchgebietes.

zugen. Da die Wüste aber noch andere Herausforderungen bereithält, gehören zu einer soliden Suchausrüstung zwei allradgetriebene Geländewagen, Sandbleche, Benzinkanister, Werkzeug, mehrere auf Felgen aufgezeichnete Ersatzreifen, zwei GPS-Geräte, Kompass sowie verschiedene detailgetreue Landkarten. Für die Suche eignen sich insbesondere Hochebenen, da hier die wertvollen Steine auf der Oberfläche liegen bleiben können und nicht wie in den Tälern im Laufe von Jahrtausenden durch Ablagerungen eingeschwemmt werden. Der Untergrund sollte kiesig sein, damit die Meteorite nicht im weichen Grund versinken. Sanddünen kommen ebenfalls nicht in Frage, da die Steine sehr schnell zugeweht würden. Ein heller Untergrund ist von großer Bedeutung, damit sich die meist dunklen Steine vom Boden abheben. Weitere wichtige Aspekte sind gute Befahrbarkeit und eine möglichst große Ausdehnung der Suchfläche, am besten von einigen tausend Quadratkilometern. Das legendäre Suchgebiet Dar al Gani sowie Hammadah al Hamrah, beide im libyschen Teil der Sahara gelegen, bieten solche idealen Voraussetzungen. Ob die Suche im Auto oder zu Fuß durchgeführt wird – der Sonne sollte immer der Rücken zugekehrt werden, damit die Schattenwürfe der zahllosen Steine nicht unnötig ablenken.

Je routinierter ein Sucher ist, desto mehr der vielfältigen, unterschiedlichen Erkennungsmerkmale und Erscheinungsformen der Meteorite wird er sich eingepägt haben, um anhand dieser Kriterien das Gestein zu prüfen. Im günstigsten Fall besitzt der weit gereiste Gast aus dem All Reste einer schwarzen Schmelzkruste oder »Flowlines«, so nennt man die Spuren, die ein frisch gefallener Meteorit nach dem Abstreifen eines Teiles seiner ursprünglichen Masse auf seinem rasanten Flug durch die Atmosphäre erhalten hat. Die häufigste Meteoritenart, der Chondrit, ist neben den oben genannten Merkmalen manchmal auch an einer ganz besonderen Rottönung seiner ansonsten dunklen Färbung zu erkennen.

Schleift man einen potenziellen Meteorit mit Schmirgelpapier etwas an, um in sein Inneres zu schauen, können kugelförmige Einschlüsse Gewissheit darüber geben, dass es sich tatsächlich um einen Chondriten handelt. Auch »Schockadern«, wie sie bei Mond- oder Marsgestein auf-



Abb. 3: Viel Schweiß und Mühe liegen auf dem Weg des Meteoritensuchers in der Wüste.

treten, betrachtet der versierte Sucher als Indiz für einen Meteoritenfund.

Ohne Fleiß kein Preis

Bevor allerdings solch ein begehrter Stein in den Händen gehalten werden kann, muss oft lange danach gesucht werden. Zumeist fährt man in zügiger Schrittgeschwindigkeit über die Hochebenen und lässt seinen Blick über die unzähligen Steine gleiten. Anfangs springt man noch bei der kleinsten Auffälligkeit aus dem Auto, geht eventuell in der brütenden Hitze ein Stück zu Fuß, hebt diesen oder jenen Stein auf und ahnt noch nicht, wie schwer die Oberschenkel und wie steif der Rücken in wenigen Tagen vom vielen Bücken werden können. Man ist oft erstaunt, in welcher Vielfalt die wenigen Grundgesteinsarten in einer Region auftreten können: unterschiedlichste Form-, Farb- und Oberflächenvarianten, die durch Verwitterung oder chemische Prozesse beeinflusst und verändert wurden. Dennoch kann der aufmerksame Sucher durch unablässiges Aufheben und Betrachten das jeweilige Gestein einer Region im Laufe von Tagen und Wochen kennen lernen und verinnerlichen.

Surftipp

Homepage von Siegfried Haberer:
www.haberer-meteorite.de

◀ **Abb. 1: Ein Stein aus dem All inmitten der Wüste** – mit viel Vorbereitung, Geduld und Glück lassen sich Meteoriten in geeigneten Regionen der Erde auch heute noch finden.

Wie gelangt Mondgestein zur Erde?



Beim Blick durchs Teleskop ist sofort erkennbar, dass unser Trabant mit Einschlagkratern geradezu übersät ist. Bei großen Asteroideneinschlägen können sich gewaltige Kräfte entfalten, die sich mit der Sprengkraft von mehreren hunderttausend Hiroshimabomben vergleichen lassen. Bei solch gigantischen Einschlägen werden herausgesprengte Gesteinsbrocken mitunter auf über 8000km/h beschleunigt.

Dadurch können sie die lunare Anziehungskraft überwinden und beginnen ihre Reise im All. Weitere Bedingungen müssen erfüllt werden, damit der Gesteinsbrocken in die Erdumlaufbahn gerät und schließlich in Form von Meteoriten niedergeht.

Vor diesem Hintergrund lässt sich der Seltenheitswert der Mondmeteorite erfassen. So wurden in einem Zeitraum von knapp 30 Jahren weltweit weniger als 50kg Mondgestein gefunden. Wenn man bedenkt, dass im Vergleich dazu pro Jahr etwa 7000kg schleifwürdige Diamanten geborgen werden, wird deutlich, um welche Raritäten es sich handelt. Dies erklärt auch, warum Mondgestein für oft über tausend Euro pro Gramm angeboten und verkauft wird.

Meteoriten wie etwa vom Mond oder Mars empfiehlt es sich daher, die nähere Umgebung tagelang zu Fuß abzusuchen. Werden weitere Stücke gefunden, trägt man ihre Koordinaten in eine Karte ein und kann so eine aufschlussreiche Skizze des Streufeldes erstellen.

Manchmal sind es topographische Gegebenheiten, die eine Suche vielerorts verhindern. Denn auch wenn die Wüstenregionen unserer Erde riesig sind und sich in Millionen von Quadratkilometern bemessen, sind die potenziellen Suchgebiete nicht nur aufgrund politischer Auseinandersetzungen begrenzt. Weite Sandwüsten wie in Saudi-Arabien oder zahlreiche Gebirgszüge etwa in Afghanistan entfallen, da sie aufgrund der Landschaftsbeschaffenheit für den Meteoritensucher gänzlich ungeeignet sind. Aber selbst scheinbar gut bereisbare Wüstengebiete halten noch so manche Überraschung bereit. Immer wieder kann der Geländewagen beim Durchqueren eines Wadis im Sand stecken bleiben. Bei der Fahrt auf den Hochebenen kommt es vor, dass ein Reifen von einem Stein auf ganzer Länge aufgeschlitzt wird. Auch unerwartete Begegnungen mit Tieren, etwa einer aufgeschreckten Schlange oder einem unter einem Reservekanister verborgenen Skorpion, gehören in der Wüste mit dazu, von Ereignissen wie plötzlich auftretenden Sandstürmen ganz zu schweigen. Meist erfährt der Meteoritenjäger deshalb mehrere Adrenalinstöße schon lange vor dem ersten vielumjubelten Fund.

Amtliches Zeugnis

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass ein Gesteinsstück erst dann als Meteorit deklariert werden darf, wenn eine wissenschaftliche Untersuchung zugrunde liegt. Kehrt ein Meteoritensucher von seiner Reise zurück, wird er deshalb die mit Feldnummern versehenen Fundstücke erst einmal wiegen und dann mit einem Diamantsägeblatt etwa 20 Gramm für Untersuchungszwecke abschneiden. Bei Exemplaren unter 100g sind es mindestens 20% des Gesamtgewichts, die dem wissenschaftlichen Institut zur Verfügung gestellt werden. Zu den weltweit anerkanntesten Instituten in der modernen Meteoritenforschung zählt das Institut für Planetologie an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. Aus der genau festgelegten Abgabemenge fertigen die Wissenschaftler zunächst einen Dünnschliff von dreihundertstel Millimeter an. Der anschließende Blick durchs Mikro-



Abb. 4: Eureka! Ein Meteoritenfund (hier in der Wüstenregion Dhofar, Oman) entschädigt für alle Strapazen.



Abb. 5: Viele Meteorite liegen in Streufeldern, die bis zu einigen Quadratkilometern groß sein können.

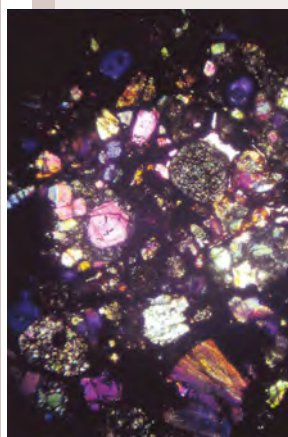
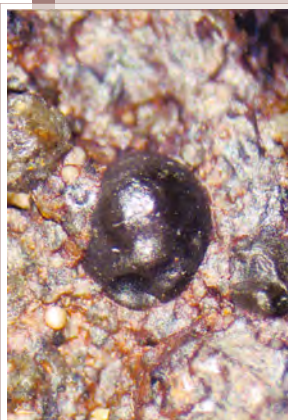
Während des Suchprozesses ruft man die inneren Bilder, die sich durch genaues Beobachten auf Messen, von Meteoritensammlungen, Fotografien in Fachmagazinen oder der eigenen Sammlung eingepägt haben, nach Wiedererkennungsmerkmalen ab. Fällt dann ein Stein in dieses Raster, wird seine Lokalität durch GPS-Daten notiert und ein Fundfoto erstellt. Immer wieder ist man erstaunt darüber, dass auch kleine Steine von wenigen Gramm selbst bei der Fahrt im Auto sofort ins Auge stechen, wenn sie eine dunklere Färbung oder sonstige Auffälligkeiten besitzen.

Systematische Suche

Ist man – nach oft langer und beschwerlicher Suche – endlich fündig geworden, lohnt es sich in manchen Fällen, die Umgebung nach weiteren Stücken abzusuchen. Beim Eintritt in die Erdatmosphäre werden die Gesteinsbrocken aus dem Weltall nämlich häufig explosionsartig in viele Teile zerrissen. Während kleinere Bruchstücke schnell abgebremst werden, rasen größere Brocken zunächst mit fast unverminderter Geschwindigkeit weiter, bevor sie auf der Erde niedergehen. Auf diese Weise entsteht ein Meteoritenstreu Feld. Dieses hat in der Regel eine ovale Form, innerhalb welcher die größeren Steine den so genannten Streukopf bilden. Gerade beim Fund eines seltenen und wertvollen

Einige Funde aus dem All

Chondrit

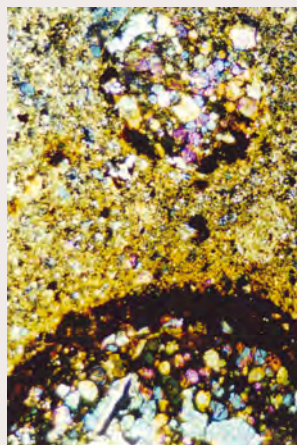


Das Wort Chondrit leitet sich von Chondre ab. Damit werden kleine kugelförmige Gebilde bezeichnet, die in eine Matrix eingebettet sind. Der Durchmesser dieser Kügelchen kann 0,2mm bis 5mm betragen. Im Mittelpunkt der Abbildung ist eine besonders deutlich ausgeprägte Chondre zu sehen. Chondrite entstammen kleineren Asteroiden, bei denen keine Differentiation stattgefunden hat. Das bedeutet, dass es nicht zur radialen Trennung unterschiedlich schwerer Bestandteile im Inneren kam. Aus der solaren Urwolke, das heißt aus einer interstellaren Materiewolke, haben sie sich zeitgleich mit unserer Sonne und den Planeten herausgebildet. Seit ihrer Entstehung haben sich die Chondrite in ihrer Zusammensetzung und ihrer Gesteinsstruktur nicht mehr wesentlich verändert. Die auf der mikroskopischen Aufnahme abgebildete Chondre entstammt einem Meteoritenfund von insgesamt 23kg. Er wurde von Karin Schneider und Siegfried Haberer im Oman, in der Wüstenregion Dhofar

geborgen. Bei der Untersuchung im Juli 2007 durch den Mineralogen Prof. Dr. Otto aus Freiburg zeigte die Auswertung verschiedener Fragmente viele gut herauspräparierte Chondren auf der Oberfläche der Stücke. Das geschah durch ein ausgewogenes Zusammenwirken von chemischer Verwitterung und Wind-Sand-Erosion. Auffallend häufig haben diese freistehenden Chondren Eindellungen von ehemals angelagerten anderen Chondren, was darauf hindeutet, dass zuerst ein wesentlich engerer Verband von Chondren vorlag, der dann durch ein späteres Ereignis aufgebrochen und mit mehr oder weniger Matrix aufgefüllt wurde. Nach den mikroskopischen Untersuchungen an Chondrit-Dünnschliffen ergab sich bisher eher der Eindruck, dass sich Chondren und die Feinanteile der Matrix gleichzeitig zusammenlagerten.

Kohliger Chondrit

Die Abbildung zeigt einen Kohligen Chondriten mit einem Gewicht von 3,6kg. Deutlich erkennt man im oberen Bereich des Steines die Regmaglypten (Schmelzgruben), auch »thumbprints« (Daumenabdrücke) genannt. Diese Einbuchtungen entstehen, wenn ein Meteoroid mit der vielfachen Geschwindigkeit einer Gewehrkuugel in die Atmosphäre hineinrast. Durch den hohen Widerstand und die entstehende Reibungshitze beim Eindringen in die Erdatmosphäre wird die Außenhülle des Meteoroiden so stark erhitzt, dass sie flüssig und abgestreift wird. Dies ist mit grellen Lichterscheinungen, Donnergerollen und ohrenbetäubenden Explosionen verbunden. Die Lichterscheinungen können bereits in einer Höhe von 120km entstehen. Bei dem abgebildeten Stein handelt



es sich um einen »orientierten Meteoriten«, da er während seines Fluges durch die Atmosphäre eine stabile Lage beibehielt. Das Material wird dabei nach hinten abgestreift und es entsteht eine so genannte Stirnseite und eine breitere Rückenseite, auf der verstärkt Regmaglypten auftreten. Orientierte Meteorite erfreuen sich bei Sammlern einer besonderen Beliebtheit. Kohlige Chondrite gelten als das ursprünglichste Material, das in unserem Sonnensystem angetroffen werden kann. Aus diesem Material haben sich die Sonne, die Planeten und nicht zuletzt wir Menschen gebildet. Die Elemente, aus welchen die Kohligen Chondrite zusammengesetzt sind, wurden zu Beginn in anderen Sternen »erbrütet«.

Fast nur in Kohligen Chondriten sind auch die so genannten CAI-Einschlüsse zu finden. Diese Bestandteile sind mit 5,2 Milliarden Jahren nochmals 700 Millionen Jahre älter als unsere Sonne und unsere Erde. Manche Wissenschaftler vermuten, dass einige dieser Meteorite aus Kometen stammen, welche ihre Heimat am äußeren Rand des Sonnensystems in bis zu 40000-facher Entfernung von der Erde zur Sonne haben. Besonders interessant ist beim Kohligen Chondriten die Anzahl der Aminosäuren, den Grundbausteinen des Lebens. Während auf der Erde nur 23 verschiedene Aminosäuren bekannt sind, enthalten Kohlige Chondrite bis zu 220 verschiedene Aminosäuren. Vor diesem Hintergrund drängt sich die Frage geradezu auf, ob das Leben auf der Erde und damit unser eigener Ursprung letztlich aus den Weiten des Weltraums stammt.

Eukrit

Mit sehr viel Glück und mit entsprechenden Hintergrundinformationen als Voraussetzung lassen sich Meteorite auch in Europa finden. Dieses ungewöhnlich schöne Exemplar mit einem Gewicht von 13,72g wurde vom Autor in der Region La Mancha etwa 100km südlich von Madrid gefunden. Der Meteorit stammt aus einem Fall, der am 10. Mai 2007 von vielen tausend Augenzeugen beobachtet wurde. Deutlich erkennbar sind die glasige schwarze Schmelzkruste sowie Fließstrukturen, die beim Abstreifen des verflüssigten Materials entstanden sind. Bei diesem Meteoriten handelt es sich um einen Eukriten. Diese Meteoritenart stammt – ebenso wie Howardite und Diagonite – aus dem Mantelbereich des Asteroiden Vesta. Dieser gilt mit einem Durchmesser von ca. 1000km als der viertgrößte Asteroid unseres Sonnensystems und besitzt als einziger die Form eines Planeten.





Abb. 6: Suchbild – wo ist der Meteorit?



Abb. 7: Eine exakte Positionsbestimmung ist wichtig, um den genauen Fundort zu lokalisieren.

skop zeigt, dass Meteorite ebenso wie Erdgestein aus verschiedenen Mineralen aufgebaut sind. Allerdings enthalten Meteorite neben zahlreichen Mineralen, die auch auf der Erde vorkommen, zusätzliche, bei uns nicht auftretende Minerale. Ebenso treten Eisennickelverbindungen in Erscheinung, wie sie auf der Erde noch nicht angetroffen wurden.

Die aufwändige Untersuchung der Isotopenzusammensetzung bei besonders seltenem Gestein bietet eine weitere Möglichkeit, jeden Zweifel über die Echtheit eines Meteoriten auszuräumen. Der lange Aufenthalt im Weltraum setzt das Gestein einer starken kosmischen Strahlung aus, die in ihm eine vom Erdgestein abweichende Isotopenverteilung erzeugt. Diese besondere Isotopenverteilung ist ein klares Kriterium zur Verifizierung der extraterrestrischen Herkunft. Nach der Untersuchung erhält der Stein eine wissenschaftliche Klassifizierung, die ihn als Meteoriten ausweist.

Solche wissenschaftlichen Untersuchungen von Meteoriten sind in Deutschland, auch für Privatpersonen, grundsätzlich kostenlos, da Expeditionen zeit- und kostenaufwändig sind und die Wissenschaft deshalb daran interessiert ist, auf diese Art kostenlos an Material zu kommen.

Wem gehören Meteorite?

Eine häufig gestellte Frage ist, ob Meteorite einfach mitgenommen und anschließend verkauft werden dürfen. Die ersten Wüstenmeteorite wurden in den siebziger und achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts von Geologen entdeckt, die für die großen Ölkonzerne in der Sahara arbeiteten. Als sich daraufhin europäische Meteoritenjäger mit Geländewagen auf den Weg in die Sahara machten, existierten noch keine Ausfuhrbestimmungen für Steine aus dem All, die es zu befolgen gab. Die Suche nach Meteoriten hatte sich noch nicht herumgesprochen, und es gab deshalb keine offizielle Regelung dafür. Heute hat sich das grundlegend geändert: In

Ländern wie Australien, Algerien, Argentinien und dem Oman ist das Suchen von Meteoriten für Privatpersonen grundsätzlich nicht mehr gestattet. In den USA ist die Jagd nach Meteoriten hingegen erlaubt, und der glückliche Finder hat auch die Eigentumsrechte.

In der Schweiz beispielsweise gab es insgesamt sieben historisch dokumentierte Meteoritenfunde, fünf davon von beobachteten Fällen; die Suche danach ist möglich. Bei den jüngsten Funden wurden die Eigentumsrechte wie folgt gehandhabt: Der jeweilige Kanton besitzt das Vorkaufsrecht auf den Meteoriten. In Deutschland werden die Eigentumsrechte an Meteoritenfunden bundeslandspezifisch geregelt. So geht etwa in Baden-Württemberg der gesamte Fund in staatlichen Besitz über, während man in Bayern die Hälfte behalten darf.

Bei der Suche nach den begehrten Brocken aus dem Weltall sollte man jedoch nicht nur die Gesetzgebung des jeweiligen Landes im Hinblick auf Eigentumsrechte und Ausfuhrbestimmungen berücksichtigen. Es ist dringend anzuraten – gerade bei Reisen in ferne Länder – zuvor beim Auswärtigen Amt Informationen über die Sicherheitslage der jeweiligen Region einzuholen. Konflikte zwischen einzelnen Wüstenstaaten, minenverseuchte Gebiete wie im Tschad, zeitweise Entführungsgefahr in Algerien oder im Jemen sowie Überfälle in entlegenen Gegenden Libyens stellen ein hohes Risiko dar.

Sammlerstücke

Dass die gesuchten Steine aus den Weiten des Planetensystems zu uns auf die Erde gekommen sind, erscheint uns heute als selbstverständlich. Im ausgehenden 18. Jahrhundert löste diese These jedoch eine Debatte unter den Gelehrten aus. Der deutsche Physiker und Astronom Ernst Florens Friedrich Chladni vertrat die damals revolutionäre Ansicht, dass es sich bei Meteoriten um außerirdisches Material handelt, das aus der Entstehungszeit der Planeten stammt. Wissenschaftler und an-

dere Geistesgrößen seiner Zeit, darunter auch Goethe, bestritten diese Theorie vehement. Erst 1803 setzte sich die Erkenntnis Chladnis durch und legte den Grundstein für Meteoritensammlungen in den bedeutenden Museen Europas. Dazu zählen das Museum of Natural History in London,

das Naturhistorische Museum in Wien sowie das Museum für Naturkunde an der Humboldt-Universität in Berlin.

Heute entstehen auch immer mehr Privatsammlungen. Die Akzente, die bei der Auswahl der Sammelobjekte gesetzt werden, sind sehr vielfältig. Manche Sammler legen den Fokus auf Meteoritenfunde innerhalb Deutschlands, andere erstehen ausschließlich Steine von beobachteten oder historisch dokumentierten Meteoritenfällen und wiederum andere spezialisieren sich auf bestimmte Gesteinsarten wie Stein-, Eisen-, Mond- oder Marsmeteorite. Internetforen bieten den Sammlern die Möglichkeit zum Informationsaustausch und Tauschhandel von Meteoriten. Ein besonderer Anziehungspunkt für Sammler und Sucher aus aller Welt ist die jährlich stattfindende Meteoritenbörse im elsässischen Ensisheim.

Aber nicht nur für Liebhaber sind die Boten aus dem Weltall interessant. Insbesondere für die Wissenschaft enthalten sie wertvolle Informationen. So konnten in Kohligen Chondriten 220 Aminosäuren, also Grundbausteine des Lebens, nachgewiesen werden. In einem Gastvortrag in Washington mit dem Titel »Sind wir im Universum allein?« im April 2008 erwähnte der bekannte Astrophysiker Stephen Hawking die Panspermia-Theorie. Nach dieser Hypothese konnte sich durch die in Meteoriten enthaltenen Aminosäuren das Leben auf der Erde entwickeln. Hawking leitete daraus ab, dass es deshalb auch auf anderen, extrasolaren Planeten Leben geben könnte. Auf der Konferenz zum 50-jährigen Bestehen der NASA spornte er zur Eroberung des Weltraums an. Nach Hawkings Vision könnte der Mensch in etwa 30 bis 50 Jahren in der Lage sein, Mond und Mars zu besiedeln und in 200 bis 500 Jahren sogar Planeten außerhalb unseres Sonnensystems. Sollte dieser Fall eintreten, werden wir Mond- und Marsgestein demnächst nicht mehr mühsam auf der Erde suchen müssen, sondern können es uns direkt vor Ort beschaffen.

Woraus bestehen Meteorite?

Neben den großen Planeten wird unser Sonnensystem noch von vielen kleinen, kleineren und kleinsten Mitgliedern bevölkert. So bewegen sich vor allem zwischen der Mars- und der Jupiterbahn über hunderttausend bekannte Asteroiden oder Planetoiden. Jenseits der Neptunbahn findet man eine weitere Häufung, die Trans-Neptun-Objekte (TNO), die den Kuipergürtel bilden. Nahezu alle diese Objekte zählen zu den so genannten Kleinkörpern des Sonnensystems, von denen die größeren immerhin Durchmesser von einigen hundert Kilometern erreichen. Drei besonders großen (und rundlichen) Exemplaren wurde der Status des Zwergplaneten zuerkannt: Ceres im Asteroiden-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter sowie Pluto und Eris im Kuipergürtel. Zu den Kleinkörpern des Sonnensystems gehören im Übrigen noch die unzähligen Kometen und Meteoroiden.

Als **Meteoroid** werden Körper mit Durchmessern zwischen Bruchteilen von Millimetern und einigen Metern bezeichnet, die die Sonne umkreisen. Einige Meteoride kreuzen die Erdbahn und dringen in die Erdatmosphäre ein. Die Leuchterschei-

gruppen auf. Undifferenzierte Steinmeteorite gehören zu den ältesten und am häufigsten auftretenden Meteoriten. Sie werden als **Chondrite** bezeichnet. Auffälliges Merkmal sind kugelförmige Einschlüsse aus Olivin und/oder Pyroxen, die Chondren, mit Durchmessern von weniger als 1mm bis über 1cm. Sie enthalten außerdem Eisenteilchen und sind deshalb leicht magnetisch. Die kohligten Chondrite weisen darüber hinaus organische Moleküle wie Aminosäuren auf.

Differenzierte Meteorite entstammen Asteroiden, dem Mars oder dem Erdmond, in deren Inneren durch Schmelzprozesse eine Trennung der verschiedenen Materialien stattgefunden hat. Man unterscheidet nicht-chondritische Steinmeteorite sog. **Achondrite**, Eisenmeteorite, die aus einer Eisen-Nickel-Legierung bestehen, und Eisen-Steinmeteorite. Entsprechend ihrer Zusammensetzung stammen sie aus dem Mantel, dem Kern bzw. dem Übergangsbereich zwischen Kern und Mantel eines Himmelskörpers. Achondrite enthalten im Gegensatz zu den Chondriten kein Eisen.

Schneidet man einen Eisenmeteoriten an, poliert die Schnittfläche und ätzt sie mit einer Säure, so tritt in den meisten Fällen eine nur den Meteoriten eigene charakteristische kristalline Struktur des Metalls zu Tage, die entweder Widmannstättische Figuren oder Neumannsche Linien genannt wird. Bei den Widmannstättischen Figuren handelt es sich um Lamellen von 0,2mm bis über 2mm Breite, bei den Neumannschen Linien um Parallelscharen feiner, sich durchkreuzender Linien.

Neben einer chemischen und petrologischen Klassifizierung werden Meteorite nach dem Grad ihrer Verwitterung von A bis C (oder W0 bis W6) eingeteilt. Veränderungen, die durch ein Stoßereignis z.B. beim Losschlagen aus dem Mutterkörper verursacht werden, werden mit zunehmender Stärke in den Stoßklassen S1 bis S6 gekennzeichnet.

Meteorite werden nach ihrem Fundort (Ort, Fluss etc.) benannt. Bei Orten, an denen sehr viele Meteorite gefunden werden, wie beispielsweise in einigen Gebieten der Sahara oder der Antarktis,

wird eine laufende Nummer angehängt: ALH 84001 z.B. war der erste Meteorit, der 1984 im Gebiet der Alan Hills in der Antarktis gefunden wurde.

Bei einigen Exemplaren lässt sich der Mutterkörper ermitteln. So gibt es Meteorite, die vom Mond, andere die vom Mars stammen. Eukrite, Howardite und Diogenite stammen vermutlich vom Planetoiden Vesta. Meteoriten von Kometen oder gar aus dem interstellaren Raum wurden bisher jedoch noch nicht nachgewiesen. Zwischen dem Abtrennen vom Mutterkörper und dem Einschlag auf der Erde liegen typischerweise einige Millionen Jahre, es können aber auch mehr als hundert Millionen Jahre vergehen.

[1] Sauermost, R. (Hrsg.): Lexikon der Astronomie, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford (1995)



Die Widmannstättischen Figuren sind ein Kennzeichen von Eisenmeteoriten. Ätzt man die Schnittflächen mit einer Säure, entstehen die eigenartigen regelmäßigen Muster.

nung, die ein solcher Meteoroid dabei verursacht, wird **Meteor** genannt. Falls Bruchstücke die Oberfläche erreichen, heißen sie **Meteorite**. Wurde der Meteorit als Meteor beobachtet, spricht man von einem »Fall«, ist er unbemerkt gefallen und wird später gefunden von einem »Fund«. Meteorite sind in der Wissenschaft sehr begehrt, da sie Materie aus der Entstehungszeit des Sonnensystems oder von anderen Himmelskörpern enthalten. Bei ihrem Flug durch die Atmosphäre werden zwar äußere Schichten abgeschmolzen, aber das Innere bleibt unverändert und ermöglicht so wissenschaftliche Einblicke.

Man unterscheidet **Stein- und Eisenmeteorite**. Beide Klassen gliedern sich je nach Zusammensetzung in zahlreiche Unter-

Himmelsereignisse im August/September 2008

Schattenspiele en masse

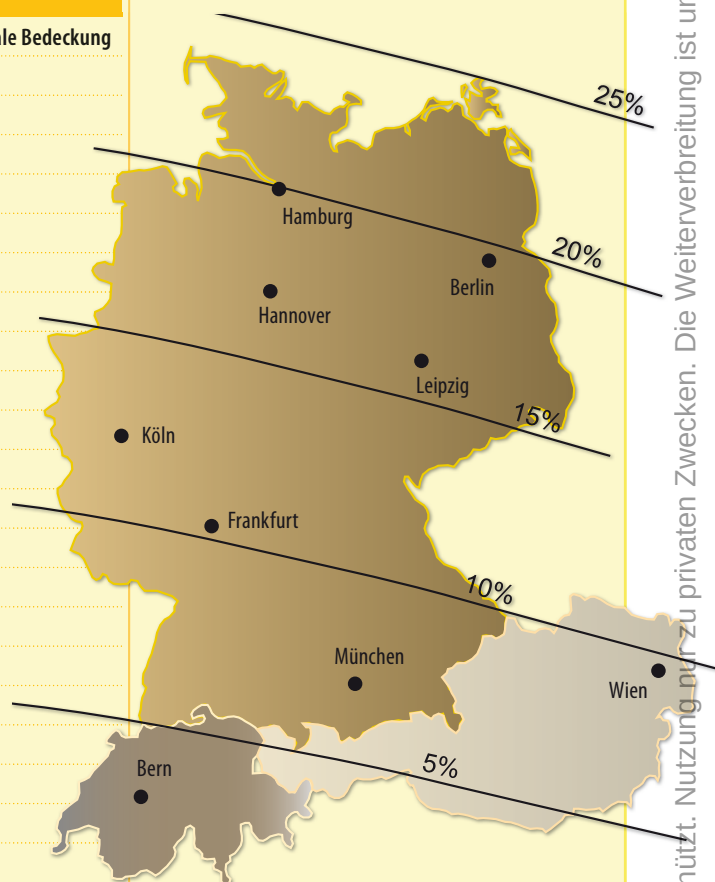
Partielle Sonnenfinsternis am 1. August 2008

Die einzige im Jahre 2008 in Mitteleuropa sichtbare Sonnenfinsternis findet am Freitag, den 1. August um die Mittagszeit statt. Die Totalitätszone verläuft vom Norden Kanadas über Grönland, Spitzbergen, Nowaja Semlja, Sibirien, der Wüste Gobi nach Nordchina (siehe Beitrag in interstellarum 58). Im deutschsprachigen

Raum werden wir daher nur eine partielle Sonnenfinsternis beobachten können. Die Bewohner Mecklenburg-Vorpommerns sind diesmal bevorzugt, die Sonne wird dort in der maximalen Phase der Finsternis zu knapp 25% bedeckt. Richtung Südwesten geht der Bedeckungsgrad immer weiter zurück – die Eidgenossen müs-

Kontaktzeiten für Städte im deutschsprachigen Raum

Ort	Beginn	Mitte	Ende	maximale Bedeckung
Aachen	10:40:41,8 MESZ	11:26:56,4 MESZ	12:14:34,7 MESZ	12%
Basel	10:52:20,7 MESZ	11:29:28,3 MESZ	12:07:26,4 MESZ	5%
Berlin	10:44:06,6 MESZ	11:38:01,3 MESZ	12:32:58 MESZ	19%
Bern	10:54:49,1 MESZ	11:29:16,2 MESZ	12:04:27,0 MESZ	4%
Bonn	10:41:48,0 MESZ	11:28:29,4 MESZ	12:16:31,3 MESZ	12%
Bremen	10:38:42,8 MESZ	11:31:07,5 MESZ	12:24:58,3 MESZ	18%
Dortmund	10:40:23,7 MESZ	11:29:05,9 MESZ	12:19:12,4 MESZ	14%
Dresden	10:47:32,4 MESZ	11:39:04,2 MESZ	12:31:31,0 MESZ	15%
Düsseldorf	10:40:25,3 MESZ	11:28:02,6 MESZ	12:17:04,4 MESZ	13%
Duisburg	10:39:55,7 MESZ	11:28:01,8 MESZ	12:17:33,8 MESZ	13%
Frankfurt (Main)	10:44:55,1 MESZ	11:31:02,1 MESZ	12:18:20,5 MESZ	11%
Hamburg	10:39:00,7 MESZ	11:32:48,2 MESZ	12:27:58,1 MESZ	20%
Hannover	10:40:48,0 MESZ	11:32:30,6 MESZ	12:25:32,8 MESZ	17%
Köln	10:41:13,7 MESZ	11:28:20,4 MESZ	12:16:49,3 MESZ	12%
Leipzig	10:45:34,2 MESZ	11:36:43,9 MESZ	12:28:56,7 MESZ	15%
Mannheim	10:46:30,6 MESZ	11:30:47,9 MESZ	12:16:12,4 MESZ	9%
München	10:53:49,7 MESZ	11:36:24,8 MESZ	12:19:48 MESZ	8%
Nürnberg	10:49:06,9 MESZ	11:35:08,5 MESZ	12:22:08,9 MESZ	10%
Stuttgart	10:49:24,9 MESZ	11:32:04,8 MESZ	12:15:44,1 MESZ	8%
Wien	10:57:54,5 MESZ	11:44:57,1 MESZ	12:32:29,4 MESZ	10%
Zürich	10:53:54,7 MESZ	11:31:10,8 MESZ	12:09:14,5 MESZ	5%



sen sich mit einer nur leicht angeknabberten Sonne von 4% Bedeckung zufrieden geben. In der Schweiz dauert die partielle Phase zirka 1h 10min, die Beobachter im Nordosten Deutschlands können sich an einer längeren Bedeckungsdauer von bis zu 1h 50min erfreuen. Der Mond wandert während der partiellen Phase über den Sonnennordpol.

Klaren Himmel vorausgesetzt sind die Beobachtungsbedingungen für diese Finsternis sehr gut – die Sonne steht je nach Be-

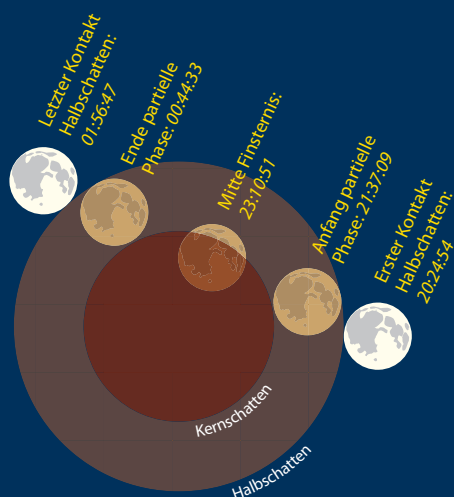
obachtungsort 40° bis 50° über dem Ostsüdosthorizont, so dass es keine Probleme mit der Positionierung der Teleskope (entsprechende Filter zur Sonnenbeobachtung nicht vergessen!) geben sollte. Die nächste Sonnenfinsternis im deutschsprachigen Raum dagegen, die erst am 4. Januar 2011 stattfindet, wird bereits bei Sonnenaufgang begonnen haben, so dass man ohne freie Horizontsicht keine Chance zur Beobachtung bekommen wird.

■ André Knöfel

Partielle Mondfinsternis am 16. August

Wenn am Abend des 16. August mit dem Sonnenuntergang der Vollmond im Osten aufgeht, verspricht die Nacht hell zu werden. Dieser Vollmond tritt jedoch bald nach seinem Aufgang in den

Schatten der Erde ein und verfinstert sich. Kurz zuvor hatte er – von Mitteleuropa unbeobachtbar – den Planeten Neptun bedeckt, der nun knapp westlich von ihm steht. Ab 21:35 MESZ begibt sich



der Mond – gut 10° hoch im Südosten – in den Kernschatten der Erde, was durch die zunehmend dunkle Verfärbung am linken Rand auffällt. Der Mond taucht nicht vollständig in den Schatten ein, aber immerhin zu gut 80%. Wenn um 23:10 MESZ das Maximum der Verfinsternung erreicht ist, ist der südliche Teil des Mondes gelblich bis kupferrot verfärbt, während die schmale nördliche Kalotte hell erleuchtet ist. Da der Mond während dieser Finsternis nur rund 20° über den Horizont steigt, sollte man auf einen freien Blick zum Horizont achten. Mit dem Austritt aus dem Kernschatten endet der wesentliche Teil der Finsternis um 0:45 MESZ.

■ Peter Friedrich

Uranusmonde in Aktion

Uranus steht am 13. September im Sternbild Wassermann in Opposition. Dabei erreicht er eine Helligkeit von $5^m,7$, so dass er unter sehr guten Bedingungen (Alpenhimmel) sogar mit bloßem Auge gesehen werden kann.

Im Teleskop zeigt der Planet selbst ein kleines Scheibchen von 3,6" Durchmesser ohne Einzelheiten. Interesse wecken auch dieses Jahr wieder Uranus' Monde: Durch die Kantenstellung ihrer Bahnebene um den Planeten kommt es zu gegenseitigen Bedeckungen und Verfinsternissen der

Uranusmonde. Zwei derartige Ereignisse lohnen diesen Sommer einen Beobachtungsversuch mit größeren Teleskopen. Für die Sichtung der um die 15^m schwachen »Sternchen« reicht zwar schon ein Teleskop von 200mm Öffnung unter dunklem Himmel, für die detaillierte Verfolgung der Ereignisse benötigt man aber mindestens 300mm Öffnung und gutes Seeing. Hat man beides nicht zur Verfügung, können die Ereignisse durch den Lichtabfall auch photometrisch nachgewiesen werden.

■ Ronald Stoyan

Uranusmond-Ereignisse					
Datum	Ereignis	Beginn	Ende	Dauer	Abfall
13.8.2008	Ariel verfinstert Miranda	00:12 MESZ	00:35 MESZ	$22^m 51^s$	$0^m,1$ (R)
23.8.2007	Miranda bedeckt Umbriel	23:17 MESZ	23:39 MESZ	$21^m 44^s$	$0^m,2$

Astronomische Ereignisse im August/September 2008

29.7.	22:04:29 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion
1.8.	11:35:17 MESZ	Partielle Sonnenfinsternis
1.8.	12:12:38 MESZ	Neumond
8.8.	22:20:17 MESZ	Mond Erstes Viertel
10.8.	21:11:59 MESZ	Mond passiert α Sco $1^\circ 14'$ südlich
12.8.	13:00:00 MESZ	Perseiden (PER), ZHR: 100
13.8.	00:12:00 MESZ	Uranusmond Ariel verfinstert Miranda
15.8.	09:42:46 MESZ	Neptun in Opposition
16.8.	23:10:51 MESZ	Partielle Mondfinsternis
16.8.	23:16:31 MESZ	Vollmond
19.8.	00:06:00 MESZ	Mond passiert Uranus $2^\circ 51'$ nördlich
23.8.	23:17:00 MESZ	Uranusmond Miranda bedeckt Umbriel
24.8.	01:49:37 MESZ	Mond Letztes Viertel
30.8.	21:58:06 MESZ	Neumond
2.9.	20:40:00 MESZ	Doppelter Schattenvorübergang auf Jupiter
4.9.	03:59:38 MESZ	Saturn in Konjunktion
7.9.	16:04:10 MESZ	Mond Erstes Viertel
11.9.	06:16:21 MESZ	Merkur in größter östlicher Elongation $26,9^\circ$
13.9.	04:21:31 MESZ	Uranus in Opposition
15.9.	11:13:27 MESZ	Vollmond
20.9.	05:42:00 MESZ	Mond bedeckt Plejaden
22.9.	07:04:25 MESZ	Mond Letztes Viertel
22.9.	17:44:32 MESZ	Herbstanfang
29.9.	10:12:19 MESZ	Neumond

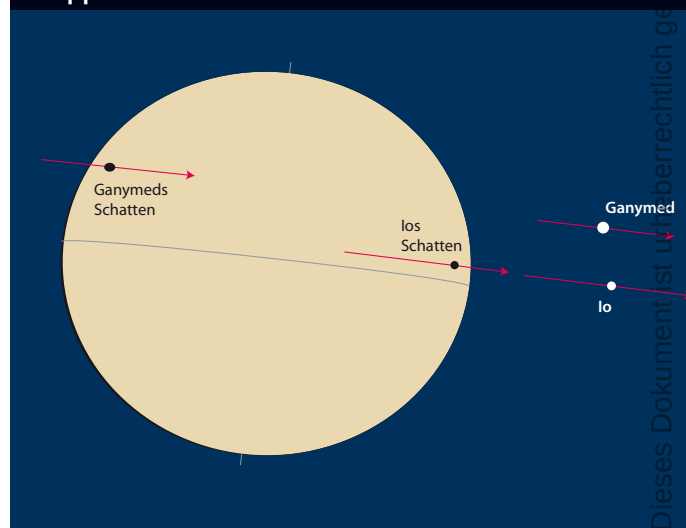
Auszug aus: Das Astronomische Jahr 2008, interstellarum Jahrbuch; Zeiten bezogen auf Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

Doppelter Mondschaten am 2. September

Richtet man am Abend des 2. September noch in der Dämmerung um 20:40 MESZ sein Fernrohr auf Jupiter, wird man als erstes Kallisto weit östlich und Europa westlich von Jupiter entdecken. Diese beiden sind auch in einem Feldstecher zu sehen, sobald es dunkel geworden ist. Für Gany-med und Io, die beide auf der Westseite nahe bei Jupiter zu finden sind, wird man hingegen ein kleines Fernrohr benötigen. Auch die Schatten, die diese beiden Monde um 20:40 MESZ auf die Wolkenoberfläche von Jupiter werfen, sind bereits in einem solchen Gerät zu sehen. Der Schatten von Io befindet sich jedoch um diese Uhrzeit bereits nahe des Ostrands der Jupiterscheibe und verschwindet um 21:02 MESZ von der Jupiterscheibe, während sich der Schatten von Ganymed gerade vom Westrand löst. Der Schatten Ganymeds benötigt noch bis Mitternacht bis er die Jupiterscheibe überquert hat. Es fällt auf, dass jetzt, einige Wochen nach der Jupiteropposition, zunächst der Mond das Jupiterscheibchen überquert und danach der Schattendurchgang zu beobachten ist bzw. bei einem Schattendurchgang der Mond westlich von Jupiter zu finden ist. Vor der Opposition war dies aufgrund der anderen Stellungen von Erde, Sonne und Jupiter zueinander genau anders herum.

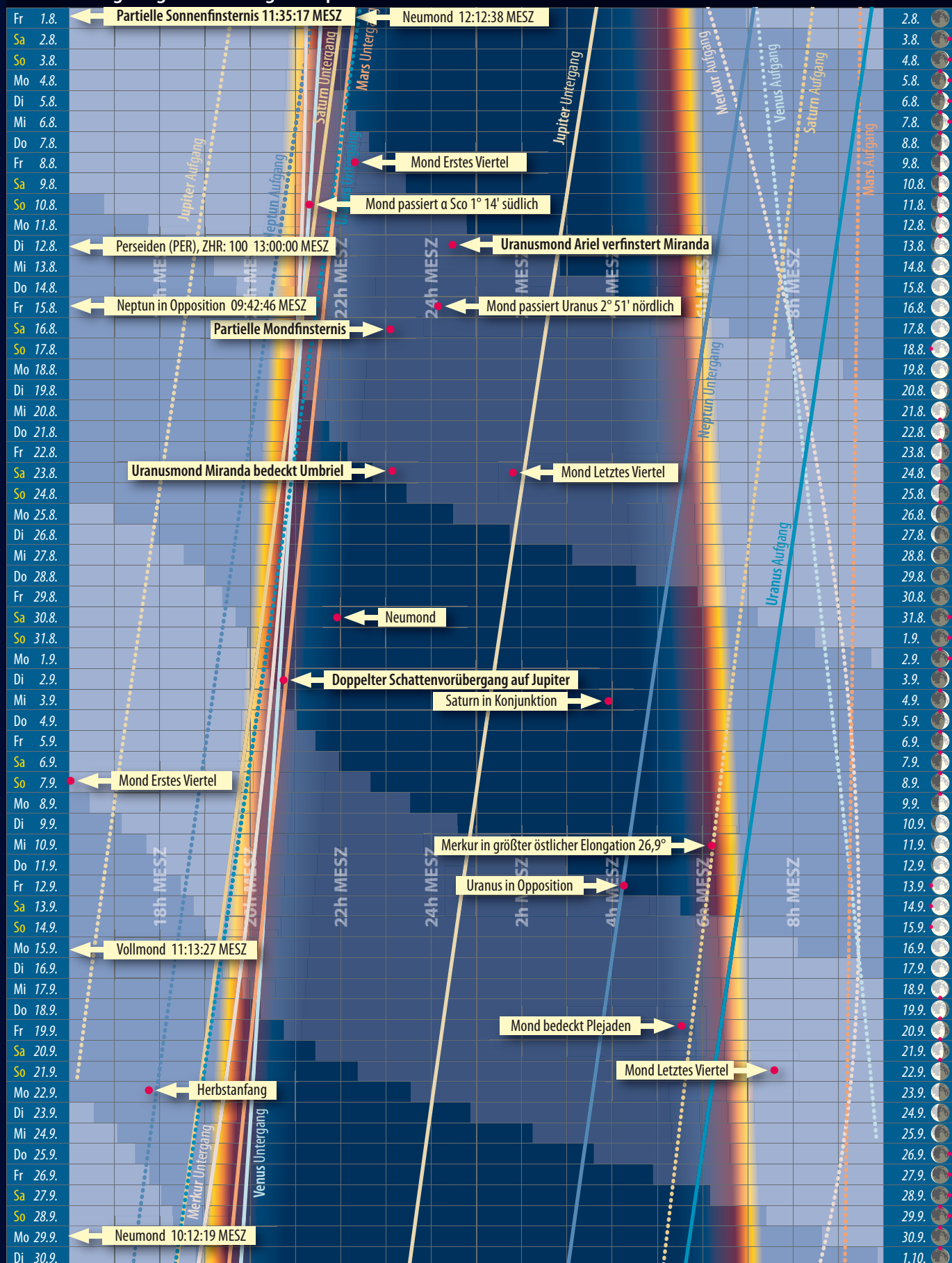
■ Peter Friedrich

Doppelter Mondschaten am 2.9.2008

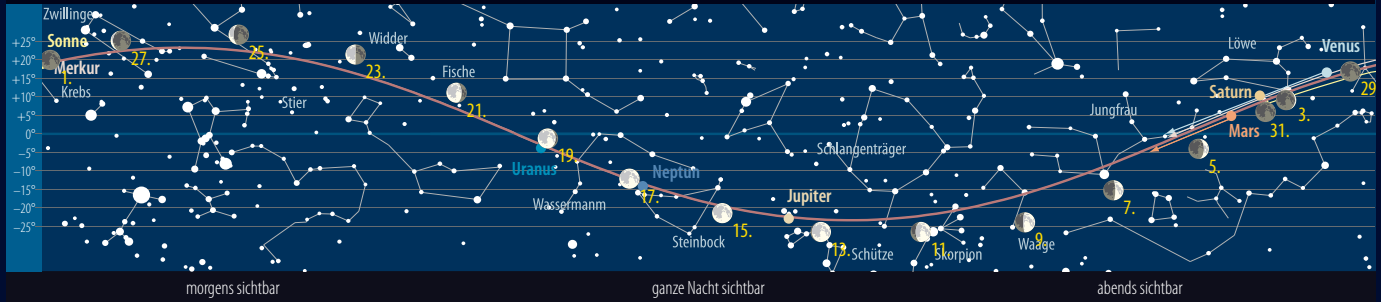


Das Sonnensystem im August/September 2008

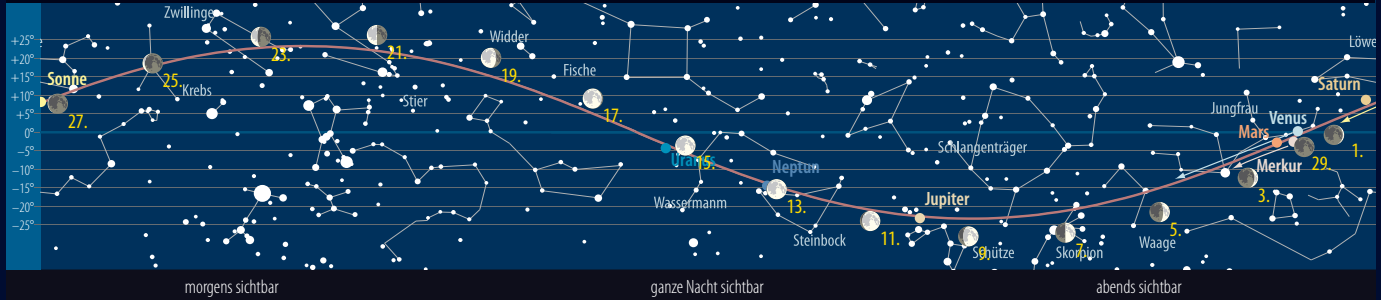
Dämmerungsdiagramm im August/September 2008



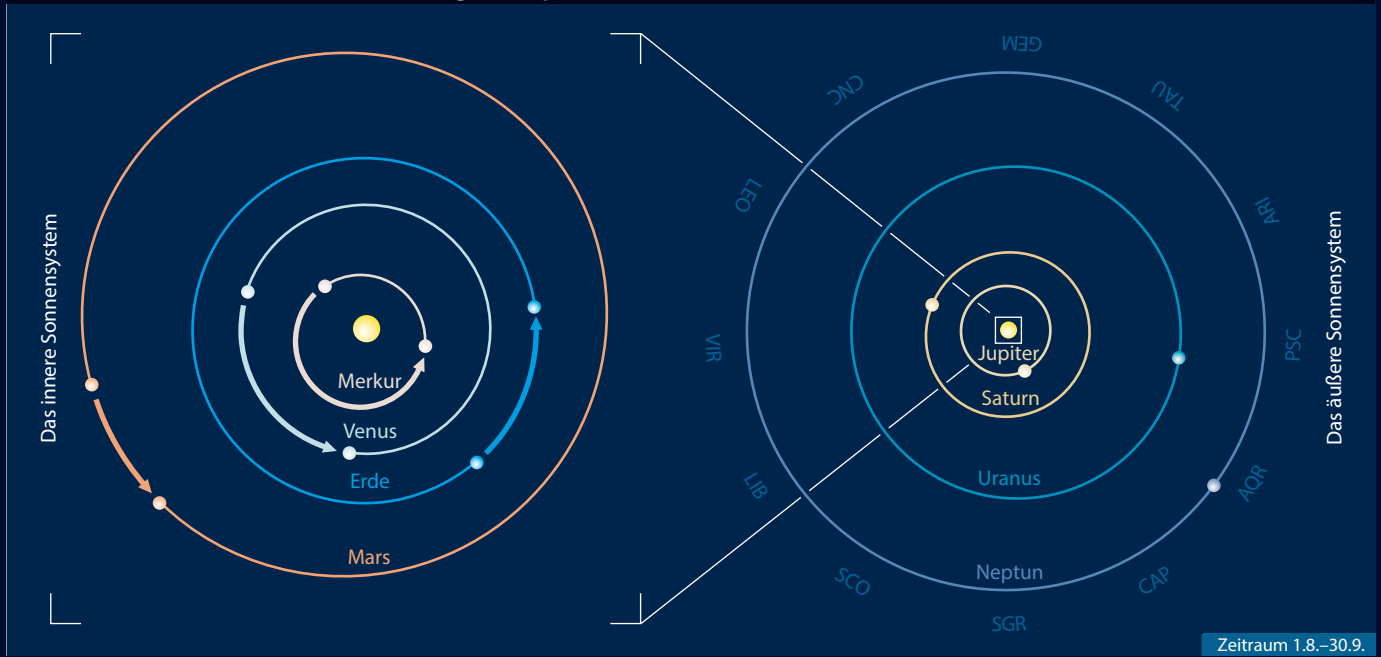
Der Lauf der Planeten im August 2008



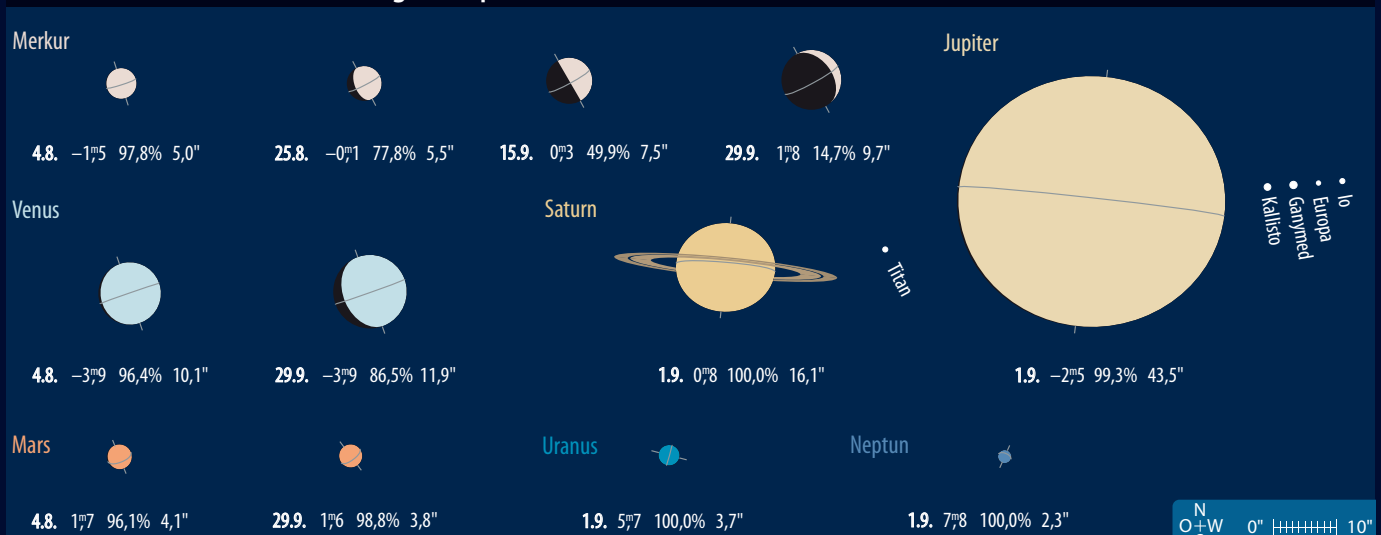
Der Lauf der Planeten im September 2008



Die Planeten auf ihren Bahnen im August/September 2008



Die Planeten im Fernrohr im August/September 2008



Sonne aktuell Erster Fleck des neuen Zyklus im Fernglas

Am 5. Mai gelang dem interstellarum-Kolumnisten Nico Schmidt die erste Sichtung eines Flecks des neuen 24. Zyklus mit einem 20x60-Feldstecher plus Baader-Sonnenfilterfolie. In »Astronomie mit dem Fernglas« in interstellarum 56 hat er die Methode genauer beschrieben und es sollte nicht lange dauern, bis er einen Erfolg vermelden konnte. Dabei beobachtete er eine kleine B-Gruppe, die für ein paar Tage auf der Südhalbkugel zu sehen war. Kurzlebige Flecken sind ein Anzeichen für das nahe Fleckenminimum und auch der am 13. April auf der Nordhalbkugel der Sonne entstandene Fleck überlebte nur wenige Tage. Der neue Zyklus entwickelt sich allmählich, wenn auch zunächst nur sehr zögerlich.

Parallel dazu läuft auch noch der alte 23. Fleckenzklus, der zwischen Ende März und Anfang April gleich drei Aktivitätszentren nahe dem Sonnenäquator auf die Reise schickte. Nach offizieller Klassifikation der NOAA war sogar eine E-Gruppe dabei, der Autor hatte allerdings nach eigenen Beobachtungen nicht diesen Eindruck. Die Waldmeierklasse D wurde seiner Auffassung nach ebenfalls nicht erreicht.

Durch das Auftauchen dieser drei Gruppen wurden binnen kurzem die Vorhersagen zum weiteren Verlauf der Sonnenaktivität zur Bestimmung des Minimums (und damit auch des Maximums in ein paar Jahren) mehrfach aktualisiert und das Minimum in den Mai 2008 verschoben. Die Vorhersagen zum solaren Radiofluss bei einer Wellenlänge von 10,7cm weisen nach Angaben des National Radio Astronomy Observatory der USA mit Stationen in Green Bank (West Virginia), Socorro (New Mexico) und Tucson in Arizona zwar auch auf den gleichen Zeitraum hin, dennoch ist fraglich, ob der Minimumszeitpunkt nicht noch weiter verschoben werden muss. Nach einer Prognose der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) vom 25. April 2008 wird das Minimum vielleicht erst Mitte des Jahres eintreten,

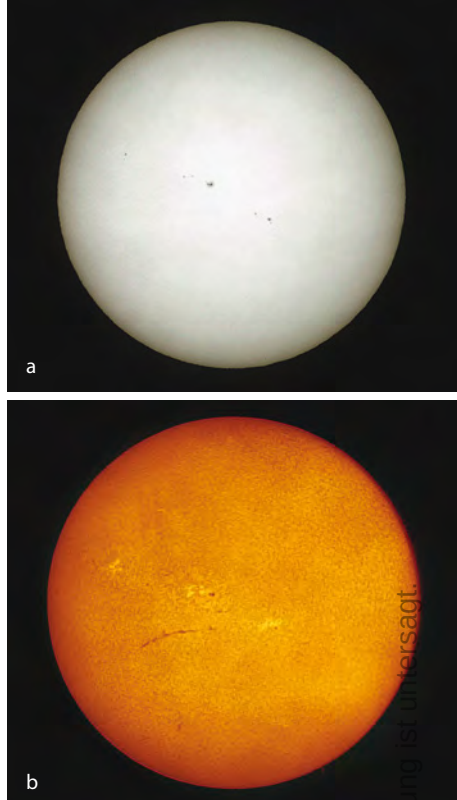
also erst nach Erscheinen dieser Ausgabe von interstellarum. Auch ein noch späterer Zeitpunkt ist, vor allem wegen des immer noch aktiven 23. Fleckenzklus mit seinem Fleckenüberschuss auf der Südhalbkugel, derzeit keineswegs ausgeschlossen.

Und während die meisten Prognosen zurzeit eher stagnieren, geht man nach der Vorhersage der Anzahl der fleckenlosen Tage pro Zyklus weiter von einem Eintritt des Minimums im Jahr 2009 aus – wenngleich eher zum Anfang als zur Mitte des Jahres.

■ Manfred Holl

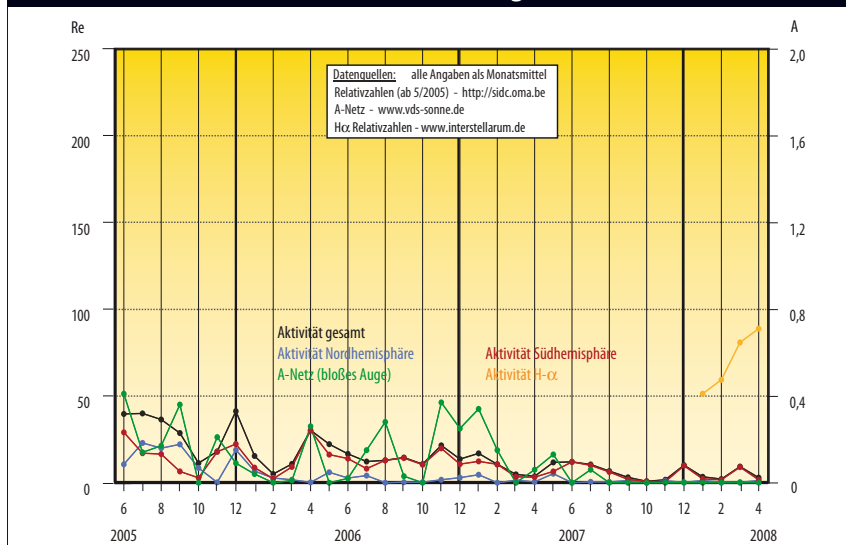
Surftipps

Vorhersage der Sonnenfleckenzahl des 24. Zyklus: solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict.txt
Solaemon's Spotless Days Page: users.telenet.be/j.janssens/Spotless/Spotless.html



Kurzfristig höhere Sonnenaktivität am 28.3.2008, 13:03 MEZ, 3"-Refraktor bei 1700mm Brennweite, parallel im Weißlicht (a) und im H α -Licht (b) fotografiert. Erich Kopowski

Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



Planeten aktuell Viel Wirbel um die Gasplaneten

Jupiter beherrscht wieder die Szene der Planetenbeobachter. Anders als noch im letzten Heft vermeldet ist die Passage des ehemals weißen ovalen Flecks BA, besser bekannt als »Red Spot Junior«, bereits im Juni zu beobachten gewesen. Das Oval selbst war dabei aber kaum als solches zu erkennen gewesen, da seine Färbung zu einem schwachen grau-orange verblasst ist. Der GRF (Große Rote Fleck) dagegen, Ende Mai bei ca. 125° im System II anzutreffen, gab ein leuchtend oranges Bild ab. Spie-

gelbildlich zu WOS-BA war im Mai an der Südseite des SEB ein weiterer kleiner rötlicher Fleck zu sehen, der ebenfalls auf den GRF zustrebte. Es handelt sich um eines von zwei neu gebildeten Ovalen, über die im letzten Heft schon berichtet wurde.

Auch sonst geizt Jupiter nicht mit Aktivität: Im zentralen Bereich des SEB sind zwei aktive Störungszonen bei 120° und 260° (System II) zu sehen, die irreguläre weiße Flecke produzieren. Am NEB-Nordrand kann man außerdem mindestens sechs

dunkle Barren beobachten, die schon in kleinen Fernrohren zu sehen sind. Sie bewegen sich allerdings nicht ganz so stürmisch wie die Ovale auf der Südhalbkugel.

Auf **Saturn** hatten viele Beobachter die Möglichkeit, den hellen Fleck zu sehen, über den im letzten Heft ausführlich berichtet wurde. Der Sturm befand sich Ende Mai bei einer Länge von 325° im System III kaum abgeschwächt gegenüber den Vormonaten.

■ Ronald Stoyan



Abb. 1: Jupiter mit drei roten Flecken am 15.5.2008. *Christopher Go*

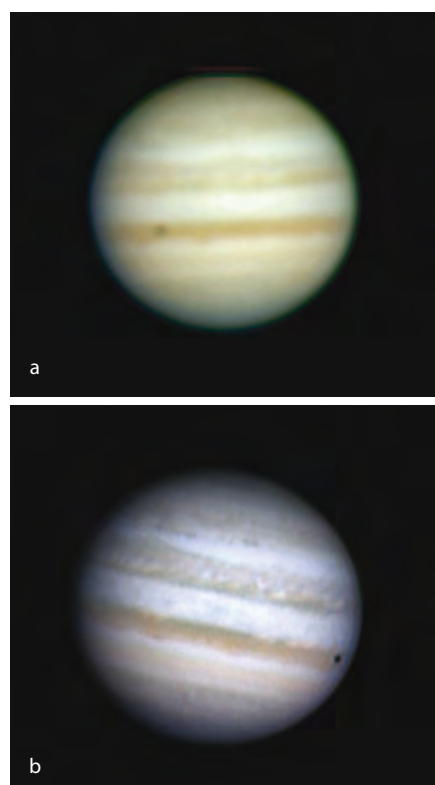


Abb. 2: Jupiter im Frühling 2008.

a) 30.4.2008, 4:35 MEZ, 9,25"-SCT bei 8500mm, Toucam, IR-Sperr-Filter, 600 von 1800 Bilder addiert. *Torsten Edelmann*

b) 7.5.2008, 14"-Newton bei 6000mm, DMK 21AF04 und ToUCam, L(R)-RGB Komposit. *Martin Fiedler*

Abb. 3: Saturn im Frühling 2008.

a) 23.3.2008, 16"-Hypergraph bei 10000mm Brennweite, L-Kanal mit DMK 21AF04 1000x1/3s, RGB-Kanäle mit ToUCam 700x1/3s. *Bernd Flach-Wilken*;
b) 20.2.2008, 8"-Newton bei 5800mm, DMK 21AF04.AS, 1124x0,13s (R), 1124x0,13s (G), 561x0,26s (B). *Torsten Hansen*



Kometen aktuell Drei Kometen für Amateurteleskope

Die Monate August und September bringen für Kometenbeobachter drei interessante Schweifsterne, auch wenn keiner sonderlich hell werden wird.

Als hellster Komet kann weiterhin **C/2007 W1 (Boattini)** beobachtet werden. Zu Monatsbeginn wird er mit vielleicht noch rund 7^m0 in der zweiten Nachthälfte im Sternbild



Abb. 1: Komet Boattini am 2.5.2008, 4"-Refraktor bei 512mm, Canon EOS 40Da, ISO 400, 3x175s. *Peter Heinzen*

Widder zu finden sein. Er entfernt sich nun aber rasch von Erde und Sonne und wird stetig schwächer. Zum Monatsende steht der Komet schon nach Einbruch der Dunkelheit im Osten, die Helligkeit könnte noch etwa 9^m0 betragen. In der Nacht vom 30. August zum 1. September passiert er α Arietis in nur wenigen Bogenminuten Abstand. Im zweiten Septemberdrittel wandert Boattini ins Sternbild Fische, wo er weiterhin schwächer werdend, bis in den Herbst hinein verbleiben wird.

Der periodische Komet **6P/d'Arrest** kommt am 9. August in Erdnähe (0,36AE) und nur fünf Tage später durchläuft er sein Perihel in 1,35AE. Er zieht durch das Sternbild Adler in Richtung Süden und ist zu Monatsbeginn ideal die ganze Nacht über beobachtbar. Im zweiten Monatsdrittel erreicht er das Sternbild Steinbock, das er ebenfalls rasch Richtung Süden durchheilt, und verschwindet am südlichen Horizont. Die Hel-



Abb. 2: Komet Boattini am 5.5.2008, 500mm-Objektiv bei f/3,5, 6x5 min, ISO 800, IDAS LPS Filter, Hutech EOS 40D. *Georg Zeitler*

ligkeitsentwicklung dieses Kometen war zu Redaktionsschluss relativ unsicher, letzte Beobachtungen ließen auf eine etwas geringere Helligkeit als ursprünglich angenommen schließen. Somit könnte d'Arrest im August trotz geringer Erdentfernung nur rund 10^m0 erreichen.

Ein weiterer interessanter Komet kommt nun in die Reichweite kleinerer Teleskope: **C/2007 N3 (Lulin)** wurde bereits am 11. Juli 2007 am Lulin-Observatorium in Taiwan entdeckt. Zu diesem Zeitpunkt war er noch über 6,3AE von der Sonne entfernt. Der Komet durchläuft sein Perihel erst im Januar 2009 und könnte zur Erdnähe im Februar mit bloßem Auge sichtbar werden und eine Helligkeit von etwa 5^m0 erreichen.

Im August und September hält sich Komet Lulin im Bereich der sommerlichen Milchstraße auf und wandert dabei durch die Sternbilder Schütze und Schlangenträger. Die Helligkeit wird in diesen zwei

Monaten von etwa 11^m5 auf rund 10^m0 ansteigen.

Aktuelle Informationen zu allen beobachtbaren helleren Kometen gibt es im interstellarum-Newsletter.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder:

www.kometarium.com

Aktuelle Neuigkeiten, Bilder,

Beobachtungen: kometen.fg-vds.de
Aufsuchkarten,

Beobachtungshinweise:

www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html

interstellarum-Newsletter:

www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

Kometen im August/September:

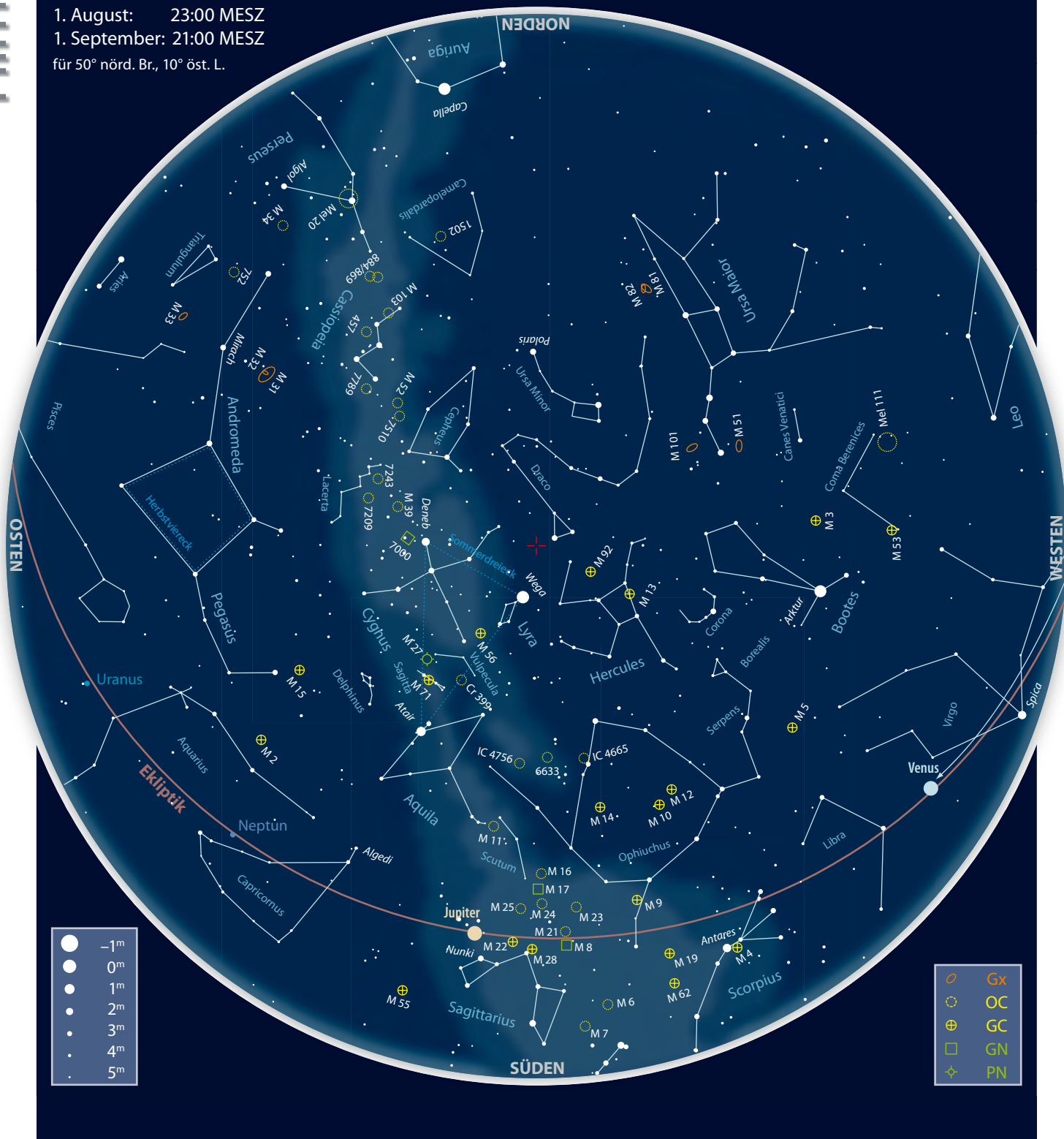
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2007 W1 (Boattini)	20.11.2007	24.6.2008 (0,85AE)	12.6.2008 (0,21AE)	Juli bis Oktober	7 ^m –9 ^m
6P/d'Arrest	28.6.1851	14.8.2008 (1,35AE)	9.8.2008 (0,36AE)	Juli/August	10 ^m –11 ^m
C/2007 N3 (Lulin)	11.7.2007	10.1.2009 (1,21AE)	24.2.2009 (0,41AE)	August bis Oktober und Januar bis April	10 ^m –12 ^m

Der Sternhimmel im August/September 2008

1. August: 23:00 MESZ

1. September: 21:00 MESZ

für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
M 39	bloßes Auge	OC	21 ^h 31,7 ^{min}	+48° 26'	4 ^m 6	32'	1000Lj	7/86
NGC 7027	Fernglas	PN	21 ^h 7 ^{min}	+42° 14,2'	8 ^m 5	0,2'	3000Lj	14/85
M 27	Teleskop	PN	19 ^h 59,6 ^{min}	+22° 43'	7 ^m 0	6,7'	1360Lj	14/162
M 71	Teleskop	GC	19 ^h 53,8 ^{min}	+18° 46,7'	8 ^m 2	6,1'	13000Lj	14/162
Abell 72	Teleskop	PN	20 ^h 50 ^{min} 2 ^s	+13° 33,5'	13 ^m 8	2,2'	2300Lj	-/209

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

Die Milchstraße hinab

Astronomie mit bloßem Auge **M 39**

Der Schwan zählt zu den anschaulichsten und markantesten Sternbildern des nördlichen Sommerhimmels. Aufgrund seiner Lage inmitten des Milchstraßenbandes kann man in ihm vorwiegend galaktische Objekte entdecken. Neben vielen spektakulären Gas- und Dunkelnebeln beherbergt er auch mehr als 100 Sternhaufen. Der hellste unter ihnen trägt die Bezeichnung M 39 und befindet sich mit etwa 1000 Lichtjahren Entfernung noch in unserer nähe-

ren kosmischen Nachbarschaft. Das Objekt beherbergt rund 30 Haufenmitglieder und bedeckt am Himmel eine Fläche, die sogar die des Vollmondes übertrifft.

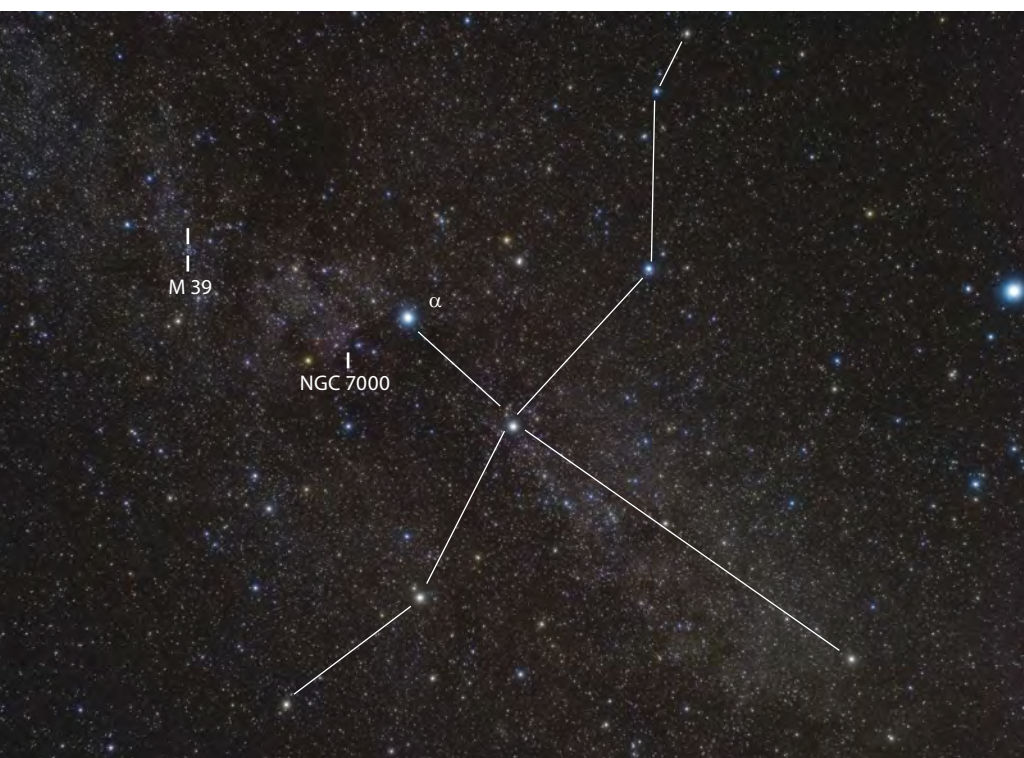
Einige Quellen verweisen darauf, dass M 39 bereits vom griechischen Philosophen Aristoteles um 325 v. Chr. entdeckt wurde. Damit wäre der Sternhaufen neben den seit Menschengedenken bekannten Objekten, wie den Plejaden oder den Magellanschen Wolken, eines der am frühesten beschrie-

benen Deep-Sky-Objekte. Aufgrund seiner moderaten Helligkeit und der daraus resultierenden Unauffälligkeit in der mit hellen Sternwolken gespickten Cygnus-Milchstraße, vor allem aber auch mangels detaillierter Positionsangaben bleibt diese Beobachtung ungewiss. Sicher identifiziert wurde der Sternhaufen wohl erst durch Messiers Beobachtungen am 24.10.1764.

Der Sternhaufen ist mit bloßem Auge ein relativ leicht erreichbares Ziel, jedoch befindet er sich in den letzten hellen Milchstraßenwolken des Cygnus, bevor diese in Richtung Cepheus und Lacerta verblassen. Dementsprechend verliert er sich etwas im Reichtum des Sternfeldes. Zur Aufsuche geht man am besten von Deneb aus und erreicht über ξ Cygni den Stern ρ Cygni. Dieser bildet mit M 39 sowie den Sternen π^1 und π^2 Cygni ein etwas verzerrtes Parallelogramm. Hat man die Position einmal gefunden, so sticht der Sternhaufen rasch als flächiger Nebel ins Auge. Die hellsten Einzelsterne erreichen etwa 7^m und wären unter Idealbedingungen theoretisch freisichtig erkennbar. Praktisch steht dem jedoch die hohe Sterndichte innerhalb des Sternhaufens entgegen, die selbst scharfen Augen eine Auflösung unmöglich macht.

■ Matthias Juchert

Die Sommermilchstraße im Schwan beherbergt zahllose reizvolle Sternfelder, von denen in diesem Heft einige vorgestellt werden.



OLIVER STEIN

Astronomie mit dem Fernglas **NGC 7027**

Schon seit Menschengedenken stehen unzählige Lichtpunkte scheinbar unverrückbar am sternenübersäten Firmament, bereits seit Jahrmilliarden kreisen die Planeten um die Sonne und vor unvorstellbar langer Zeit entstand die Milchstraße, die jetzt in den kurzen Sommernächten besonders prächtig schimmert – das Himmelsgewölbe scheint seit Ewigkeiten unveränderlich zu sein. Und doch gibt es einige wenige

beobachtbare Objekte, die erst vor sehr kurzer Zeit entstanden sind und an denen man wie in einem Geschichtsbuch lesen kann. Mit einer Helligkeit von 8^m,5 ist der Planetarische Nebel NGC 7027 nicht nur bereits mit wenig Öffnung zu entdecken, man kann auch bei seiner Beobachtung eine Zeitreise in die Spätgotik unternehmen: Mit einem Alter von nur 600 Jahren ist er das jüngste Deep-Sky-Objekt am Nachthimmel.

Vor nur 700 Jahren – etwa zu der Zeit, als die eindrucksvolle Kathedrale Notre-Dame de Paris fertiggestellt wurde – endete das Riesenstadium des Vorgängersterns von NGC 7027 mit dem vollständigen Verlust seiner Hülle. Danach dauerte es nur ungefähr 100 Jahre, bis der übrig gebliebene Zentralstern des Nebels heiß genug war, um durch seine Strahlung das Hüllenmaterial zum Leuchten anzuregen. Seitdem ist der



NGC 7027 liegt in unmittelbarer Umgebung des Nordamerikanebels.

stellar erscheinende Planetarische Nebel am irdischen Nachthimmel sichtbar. Somit ist das knapp 3000Lj entfernte Objekt sogar jünger als das imposante gotische Meisterwerk im Herzen von Paris. Astronomisch gesehen eine extrem kurze Zeitspanne, denn 600 Jahre im Leben dieses Sterns entsprechen nicht mehr als einigen Minuten eines Menschenlebens.

Bereits mit einem kleinen 8×40-Fernglas lässt sich das jüngste Objekt am Nachthimmel beobachten. Als erster Orientierungspunkt befindet sich östlich von Deneb eine Reihe aus vier hellen Sternen, die in dunklen Sommernächten auch mit dem bloßen Auge ausgemacht werden können. Vom letzten und hellsten Stern ξ Cygni ausgehend, gelangt man 1,5° weiter südlich zu einem Paar aus zwei Sternen 8. Größenklasse. Ein halbes Grad östlich vom Sternpaar ist – im rechten Winkel zu ihm – bereits das Reiseziel zu sehen. Ein 8^m.5 helles Gestirn, das erst während der Spätgotik am Himmelsgewölbe erschien und mit dem sich eine Geschichtsstunde der besonderen Art erleben lässt.

■ Nico Schmidt

Objekt der Saison M 27

Der unter Beobachtern als »Hantelnebel« bekannte Planetarische Nebel M 27 stellt sicherlich eines der Referenzobjekte am Himmel dar. Der im Sternbild Fuchselein gelegene Nebel erreicht zwar weder den Ruhm des nächsten, größten oder den Wert nach hellsten Objektes seiner Kategorie, aber dennoch macht ihn die Kombination dieser Faktoren zum deutlichsten Planetarischen Nebel des Himmels.

Wohl aufgrund seiner deutlichen Erscheinung war M 27 auch der erste Planetarische Nebel überhaupt, der entdeckt wurde. In der Nacht des 12.7.1764 stieß Charles Messier auf einen gut sichtbaren »Nebel ohne Stern«. Diese Entdeckung löste in den nachfolgenden 100 Jahren einen elementaren Disput aus – bestand M 27 aus einzelnen Sternen wie die Milchstraße oder handelte es sich um einen unauflösbaren Nebel? Als erster widmete sich Wilhelm Herschel intensiv dem Objekt. Aus seinen Beobachtungen in der Zeit zwischen 1782 und 1794 geht hervor, dass

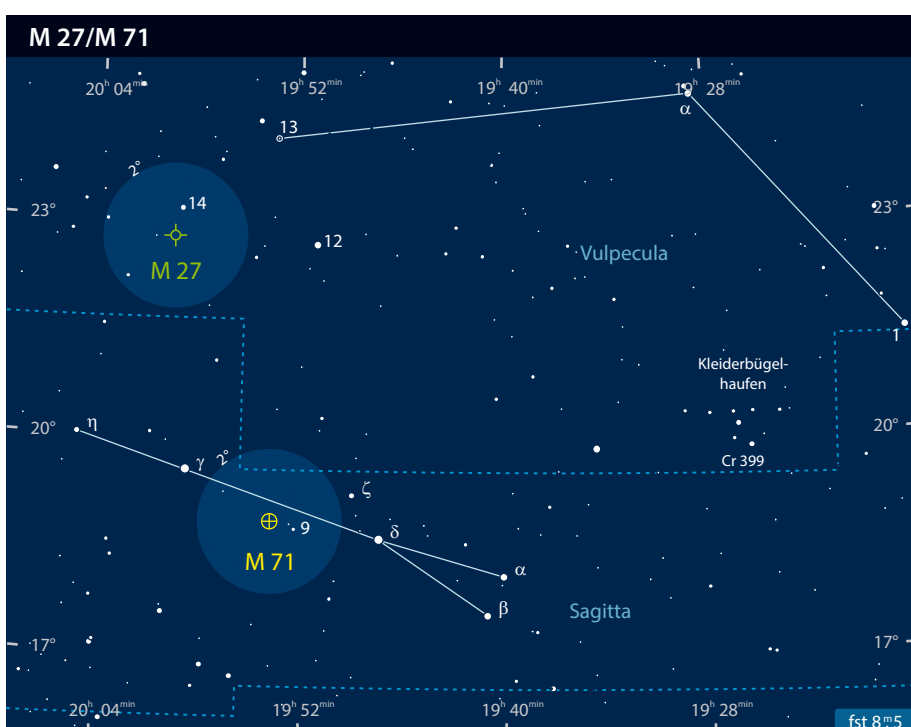




Foto: Chronik

Der Hantelnebel M 27 ist der hellste Planetarische Nebel des Himmels.

er den eigenartigen Nebel für eine schwer auflösbare Sternwolke hielt. Sein Sohn John Herschel, auf den auch die heute gebräuchliche Analogie des Nebels zu einer Hantel (»A nebula, shaped like a dumb-bell...«) zurückgeht, schrieb: »Nicht auflösbar, aber ich sehe vier deutliche Sterne darin...« [1]. Selbst Lord Rosse verglich den visuellen Anblick in seinem riesigen Teleskop mit der Betrachtung der Milchstraße mit bloßem Auge. Dass es sich nicht um eine entfernte Milchstraße oder einen Sternhaufen handelt, erkannte 1864 erst einer der Pioniere der Spektroskopie – William Huggins. Bei seiner Beobachtung zeigte M 27 nicht das von Sternen bekannte kontinuierliche Spektrum, sondern nur eine einzige diffuse Linie [2]. Daraus folgerte er richtig, dass M 27 nicht als Ansammlung von Sternen zu klassifizieren ist, sondern als ein Nebel aus leuchtendem Gas.

M 27 befindet sich in den reichen Feldern der nördlichen Sommermilchstraße, wobei der Abstand zum galaktischen Äquator nur 3,7° beträgt. Die Helligkeit von 7^m4 und die große Ausdehnung von 8' × 6' für den Zentralkörper bzw. 17' × 13' für den schwachen äußeren Halo deuten an, dass es sich um ein relativ nahes Exemplar handelt. Benedict et al. [3] bestimmten mit dem Hubble Space

Telescope die Parallaxe des Zentralsterns und errechneten hieraus eine Distanz von knapp 1360 Lichtjahren mit einer Unsicherheit von ±150Lj. Der Zentralstern selbst ist als enger Doppelstern bekannt, wobei er eine besonders hohe Oberflächentemperatur besitzt, die von den meisten Quellen mit Werten zwischen 85000K und 130000K angegeben wird. Die Tatsache, dass der Zentralstern trotz des flächenhellen umgebenden Nebels nur eine Helligkeit von 13^m5 im visuellen Bereich besitzt, weist darauf hin, dass er einen Großteil seiner Strahlung im hochenergetischen Wellenlängenbereich emittiert und somit die abgestoßenen Gashüllen ionisiert. Die Morphologie des Nebels ist dabei äußerst komplex und setzt sich aus mehreren, ineinander gelagerten Schalen zusammen. Neben der im visuellen Bereich erkennbaren Hülle wurden in jüngerer Vergangenheit der ausgedehnte, äußere Halo sowie eine innere, hauptsächlich im UV-Bereich sichtbare Nebelschale entdeckt. Aufgrund der fortschreitenden Expansion dieser Nebelschalen lässt sich das Alter von M 27 berechnen, welches Meaburn et al. [4] zu mindestens 9000 Jahren bestimmten.

Als einer der herausragendsten Planetarischen Nebel des Himmels hat M 27 sowohl visuellen Beobachtern als auch Fotografen

einiges zu bieten. Bereits mit einem Opernglas kann der Nebel bei Kenntnis seiner Position aufgefunden werden. Der Einsatz eines einfachen 10×50-Feldstechers macht den Nebel schon beim »Field-Sweeping« im Sternfeld zu einem auffälligen Objekt. Bei genauerer Betrachtung ist selbst bei dieser niedrigen Vergrößerung die charakteristische Hantelform erkennbar. In jedem Fernrohr ist M 27 ein Schaustück ersten Ranges. In kleineren Instrumenten dominiert der helle, zentrale Balken den Anblick, wobei der mittlere Teil wie eingeschnürt wirkt. Auch die starke Strukturierung dieses Balkens ist augenscheinlich. Mit einem Schmalbandfilter sind auch die bekannten »Ohren« des Nebels, die sich nach Osten und Westen vom Hauptkörper ausdehnen, ein erreichbares Ziel. Ab 6" bis 8" Öffnung ist der Zentralstern bereits deutlich erkennbar. Aufgrund der großen Flächenhelligkeit sowie der Vielzahl von erkennbaren Einzelstrukturen kann man nun ein nahezu plastisches Bild des Nebels gewinnen. Insbesondere der nördliche Bereich von M 27 ist reich strukturiert. Ein interessantes Projekt für große Öffnungen ist die Zählung der im Nebel erkennbaren Sterne. Mit 14"-Teleskopen sind bereits 14 Sterne beobachtbar [5], wobei das Objekt von zwei Sternketten durchzogen wird. Das obere Limit des Sichtbaren stellen sicherlich Beobachtungen der schwachen Filamente des äußeren Halos dar, die in den meisten Fällen nur unter sehr dunklem Himmel und mit Filtereinsatz gelingen.

■ Matthias Juchert

- [1] Herschel, J. F. W.: Observations of Nebulae and Clusters of Stars, Made at Slough, with a Twenty-Foot Reflector, between the Years 1825 and 1833, Phil. Trans. 123, 359 (1833)
- [2] Huggins, W.: On the Spectra of some of the Nebulae, Phil. Trans. 154, 437 (1864)
- [3] Benedict et al.: Astrometry with The Hubble Space Telescope: A Parallax of the Central Star of the Planetary Nebula NGC 6853, Astron. J. 126, 2549 (2003)
- [4] Meaburn, J. et al.: The Global Kinematics of the Dumbbell Planetary Nebula (NGC 6853, M 27, PN G060.8-03.6), RMxAA 41, 109 (2005)
- [5] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)

Objekt der Saison M 71

Etwa 4° südsüdwestlich von M 27 befindet sich mit dem Kugelsternhaufen M 71 ein weiteres Glanzlicht der Himmelsregion zwischen Schwan und Adler. Trotz seiner für einen Kugelsternhaufen eher moderaten visuellen Helligkeit von 8^m2 gehört er

zu den schönsten Objekten seiner Art, die der Sommerhimmel für mitteleuropäische Sternfreunde bereit hält.

Die Entdeckungsgeschichte von M 71 führt zurück in das 18. Jahrhundert. Schon der Schweizer Astronom De Chéseaux

vermerkt einen Sternhaufen in diesem Himmelsareal, wobei seine Beschreibung (»oberhalb und sehr nahe des Pfeils«) jedoch nicht zweifelsfrei auf M 71 hinweist. Gesichert ist hingegen eine Beobachtung des Objekts durch den deutschen Astro-



M 71 war lange Zeit als Kugelsternhaufen umstritten.

Amateurfernrohre ab 3" bis 4" reichen bereits für eine Sichtung der hellsten Haufenmitglieder aus, wobei der Haufencharakter aufgrund der vielen schwachen Sterne in dieser Himmelsregion nicht evident ist. Mit 4,7" sind hingegen bereits zwei bis drei Dutzend schwache Sterne im Haufengebiet zu erkennen. In größeren Teleskopen erscheint der Haufen bis ins Zentrum voll aufgelöst. Auffallend ist dann auch die unregelmäßige Form des Haufens, die bereits von Wilhelm Herschel vermerkt wurde; speziell der Zentrumsbereich erscheint deutlich dreieckig, während die Verteilung der Mitglieder nach außen hin immer kugelförmiger wird. Bei Beobachtungen mit niedriger Vergrößerung lohnt es sich außerdem, nach dem Offenen Haufen H 20 knapp 30' südsüdwestlich von M 71 Ausschau zu halten, der bereits von John Herschel als Verdichtung im Milchstraßenfeld beschrieben wurde und als verstreute Gruppe aus etwa 30 Sternen mit 10^m und schwächer erscheint.

■ Matthias Kronberger

nomen Johann Gottfried Köhler: Dieser sieht irgendwann zwischen 1772 und 1778 »einen sehr blassen Nebel im Pfeil« und fügt diesen als Nummer 7 in seine Liste nebelhafter Sterne ein [1]. Unabhängig von Köhler wird das Objekt im Juni 1780 von Pierre Méchain aufgefunden und einige Monate später von Charles Messier beobachtet.

Sahen Messier, Méchain und Köhler M 71 lediglich als »Nebel ohne Sterne«, ist es schließlich Wilhelm Herschel, der 1783 als erster die Sternhaufennatur des Objektes bemerkt. Noch bis in die Siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts ist allerdings unklar, um welchen Typ von Sternhaufen es sich bei M 71 handelt [2]. Während ihn Curtis anhand von Fotografien als Kugelsternhaufen klassifiziert, sehen ihn etwa Shapley und Trümpler als sehr reichen Offenen Sternhaufen. Grund für die Unsicherheiten bei der Klassifizierung des Objekts sind – neben der geringen Masse von knapp 40000 Sonnenmassen und der relativ offenen Struktur des Haufens – sein eher untypisches Farben-Helligkeits-Diagramm sowie das völlige Fehlen der für Kugelsternhaufen so typischen Pulsationsveränderlichen vom Typ RR Lyrae. Diese Besonderheiten sind eine Folge des relativ hohen Metallgehalts seiner Sterne, der knapp 20% bis 25% des solaren Wertes beträgt und damit immerhin 4- bis 5-mal höher ist als die für Kugelsternhaufen sonst typischen Werte [3]. Der Überschuss an Metallen erklärt sich dadurch, dass M 71 – im Gegensatz zum Gros der Kugelsternhaufen – kein Objekt des Galaktischen Halos ist, sondern zur Scheibenpopulation der Milchstraße gehört. Merkmale dieser Gruppe an Kugelsternhaufen, deren prominentester Vertreter 47 Tuc ist, sind neben der bereits erwähnten hohen Metallicität eine geringe Bahnexzentrizität sowie eine moderate Inklination der Bahn relativ zur galaktischen Ebene [3].

M 71 ist etwa 13000Lj von der Sonne und 22000Lj vom Galaktischen Zentrum

entfernt [3–5]. Aufgrund der geringen Exzentrizität seiner Bahn ist die Radialgeschwindigkeit des Objekts mit –23km/s für Kugelsternhaufen eher moderat [3]. Der dichte Kern des Haufens erstreckt sich über 5'–6', während sich auf fotografischem Weg Mitglieder noch bis 12' Entfernung vom Zentrum auffinden lassen; der Gesamtdurchmesser des Objekts beträgt damit etwa 90Lj. Das Licht seiner Sterne dringt dabei nicht ungehindert zu uns, sondern unterliegt einer Abschwächung von etwa 1^m [4, 5]. Wie bei Kugelsternhaufen generell der Fall ist das Alter von M 71 nur ungefähr bekannt, beträgt aktuellsten Studien zufolge aber knapp 12,3 Mrd. Jahre [6].

Der hellste der insgesamt 29 derzeit bekannten Haufenmitglieder mit variabler Helligkeit ist der halbbregelmäßige Veränderliche Z Sge mit einer Maximalhelligkeit von 12^m,1 [7]. Untersuchungen seines Lichtwechsels zufolge beträgt die Amplitude des Lichtwechsels etwa 1 bis 2 Größenklassen. Der Stern schwingt dabei in mindestens zwei überlagerten Moden mit einer Dauer von 177 und 191 Tagen; eine dritte Periode von 235 Tagen ist ebenfalls angedeutet [8]. Abgesehen von Z Sge enthält M 71 drei weitere halbbregelmäßige Veränderliche vom Spektraltyp M mit Maximalhelligkeiten zwischen 12^m und 13^m. Bemerkenswert ist zudem der Bedeckungsveränderliche QU Sge, dessen Hauptkomponente erst kürzlich auch als Pulsationsveränderlicher vom Typ SX Phoenicis entlarvt werden konnte [9].

M 71 steht fast genau auf der Mitte der Verbindungslinie zwischen den beiden Sternen γ und δ Sge und ist aufgrund seiner Lage 25' ostnordöstlich des 6^m-Sterns 9 Sge leicht im Teleskop oder im Fernglas zu lokalisieren. Aufgrund der vergleichsweise hellen Sterne und der lockeren Struktur gehört er zu den am leichtesten aufzulösenden Kugelsternhaufen am nördlichen Himmel. Der Haufen ist schon im 10x50-Fernglas leicht als Nebelfleck zu erkennen. Mitteltgroße

- [1] Köhler, J. G., Bode, J. E.: Beobachtung des Kometen vom Jahr 1779 und Entdeckung einiger neuer Nebelsterne, vom Hrn. Inspector Köhler, vom Hr. Bode mitgeteilt, *Astronomisches Jahrbuch* f. 1782, 155 (1779)
- [2] Burnham, S. W.: *Burnham's Celestial Handbook: An Observer's Guide to the Universe Beyond the Solar System*, Volume Three, Dover Publications, New York, USA (1978)
- [3] Dauphole, B. et al.: The kinematics of globular clusters, apocentric distances and a halo metallicity gradient, *Astron. Astrophys.* 313, 119 (1996)
- [4] Chaboyer, B., Demarque, P., Sarajedini, A.: Globular cluster ages and the formation of the Galactic halo, *Astrophys. J.* 459, 558 (1996)
- [5] Grundahl, F., Stetson, P. B., Andersen, M. I.: The ages of the globular clusters M 71 and 47 Tuc from Strömgren uvby photometry, *Astron. Astrophys.* 395, 481 (2002)
- [6] De Angeli, F. et al.: Galactic globular cluster relative ages, *Astron. J.* 130, 116 (2005)
- [7] Welty, D.: A search for giant and asymptotic-giant-branch variable stars in six globular clusters, *Astron. J.* 90, 2555 (1985)
- [8] Mantegazza, L.: The multimode red semi-regular variable Z Sge, *Astron. Astrophys.* 196, 109 (1988)
- [9] Jeon, Y.-B. et al.: Discovery of an SX Phoenicis type pulsating component in the Algol-type semidetached eclipsing binary QU Sagittae in M 71, *Astrophys. J.* 636, L129 (2006)

Deep-Sky-Herausforderung Abell 72

Die Planetarischen Nebel des Abell-Kataloges sind unter Amateurastronomen legendär: Sie verlangen vom Beobachter einiges ab und sind oft nur bei guten Bedingungen überhaupt zu erkennen. Meist handelt es sich bei ihnen um verglichen mit den oft winzigen Planetarischen Nebeln des NGC-Kataloges recht ausgedehnte Objekte mit scheinbaren Durchmessern um etwa 1'. Dadurch können oftmals Strukturen aufgelöst und sichtbar werden. Dies macht sie zu interessanten Objekten für den nach Herausforderungen suchenden Beobachter wie für den Ästheten, der sich an den vielfältigen Strukturen Planetarischer Nebel erfreut.

Alle Objekte des Abell-Kataloges [1] wurden bei der Erstellung des Palomar Observatory Sky Surveys (POSS) [2] gefunden, außer einigen Objekten, die bereits vorher im NGC/IC enthalten waren: Abell 37 = IC 972, Abell 50 = NGC 6742, Abell 75 = NGC 7076 und Abell 81 = IC 1454. Abell 37 und 81 wurden trotz bekannter Identität als Objekte des Index-Kataloges (IC) in den Abell-Katalog aufgenommen, da ihre Natur als Planetarischer Nebel bis dahin unbekannt war.

Die Entdeckung unseres Objekts, Abell 72, durch A. G. Wilson und G. O. Abell wurde schon 1955 publiziert, damals noch als Nummer 59. 1966 publizierte George Ogden Abell schließlich die endgültige Version seines Kataloges und der Planetarische Nebel erhielt nun die Nummer 72. Im häufig verwendeten Katalog von Perek und Kohoutek trägt er die Bezeichnung PK 59–18.1. In dessen Nachfolger, dem Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae, hat er die Bezeichnung PN G059.7–18.7.

Der Planetarische Nebel ist sehr hoch angeregt, d.h. das Verhältnis der Intensitäten der Sauerstoff-Emissionslinien zu der von Helium bei 468,6nm ist besonders klein. Auf einer 13-stufigen Skala wird Abell 72 in die Anregungsklasse 12 eingeordnet. Passend dazu ist sein Zentralstern extrem heiß: über 200000 Kelvin! Beides spricht dafür, dass der Nebel schon sehr weit in seiner Entwicklung fortgeschritten ist [3]. Bei einer Entfernung von etwa 2300 Lichtjahren entsprechen die



Abb. 1: Abell 72 im Sternbild Delphin ist einer der einfacher sichtbaren Planetarischen Nebel des Abell-Kataloges.

130" seines scheinbaren Durchmessers einer realen Ausdehnung von etwa 1,5 Lichtjahren – er ist damit einer der größten Vertreter der Planetarischen Nebel.

Der Nebel befindet sich etwa 2° südlich von δ Delphini und weniger als 2' von dem 8^m2 hellen Stern BD +13°4532. Dieser hilft zwar beim Auffinden, stört dann aber bei der Beobachtung. Mit einer visuellen Helligkeit von 13^m8 ist Abell 72 eines der helleren und damit einfacheren Objekte des Abell-Kataloges. Er ist schon mit 8"-Teleskopen zu beobachten, wenn die äußeren Bedingungen ihren Beitrag leisten und der Beobachter geübt ist. Ein UHC- oder [OIII]-Filter kann die Beobachtung erleichtern. Ab etwa 17,5" Öffnung wird eine Ringstruktur und auch der 16^m1 helle Zentralstern sichtbar. Die kleine Galaxie PGC 65491 von 16. Größenklasse befindet sich etwa 2' südlich des Zentralsterns, ist aber aufgrund der geringen Flächenhelligkeit sehr schwierig und wohl nur in sehr großen Teleskopen visuell zu erkennen.

■ Martin Schoenball

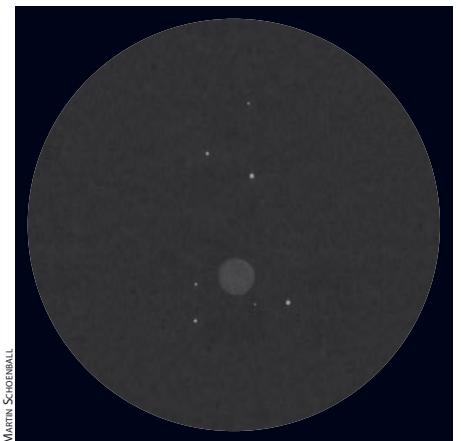


Abb. 2: Zeichnung, 10"-Newton, 66x, [OIII]-Filter, fst 6^m5.

- [1] Abell, G. O.: Properties of Some Old Planetary Nebulae, *Astrophys. J.* 144, 259 (1966)
- [2] Schoenball, M.: Deep-Sky-Herausforderung: HFG 1, *interstellarum* 43, 19 (2006)
- [3] Gurzadyan, G. A., Egikyan, A. G.: Excitation class of nebulae – an evolution criterion?, *Astrophys. Space Science* 181, 73 (1991)

Risiko Sonne

Wie wahrscheinlich sind Augenschäden bei Sonnenfinsternissen?

VON BERND GÄHRKEN



a



b

FRIEDHELM DORST

Am 1.8.2008 ist die nächste totale Sonnenfinsternis zu sehen. Diesmal läuft die Zentrallinie durch die Wüsten Westchinas und die Weiten Russlands. Die drittgrößte Stadt Russlands, Nowosibirsk, liegt genau auf der Zentrallinie und wird von vielen Finsternisjägern angesteuert werden. Auch in Deutschland ist das Ereignis als partielle Finsternis zur Mittagszeit gut zu verfolgen (siehe Seite 20).

Alle Jahre wieder

Wie vor jeder Sonnenfinsternis ist der Augenschutz ein wichtiges Thema. Besonders war dies vor der Sonnenfinsternis von 1999 der Fall, bei der die gebotene Vorsicht teilweise in Hysterie ausgeartet ist und sich überängstliche Personen im Keller versteckt haben. Fast tragisch sind Berichte über Schulklassen, die in den Klassenräumen eingesperrt wurden. Aus mangelndem Verständnis der Sachlage wurden hier junge Menschen um ein einmaliges Naturerlebnis gebracht und die Chance zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Grundkenntnisse versäumt.

Tatsächlich ist die Beobachtung während der nur wenige Minuten dauernden Totalität völlig ungefährlich. Während dieser Zeit wird kein Augenschutz benötigt. Anders ist dies, wenn die Sonne nur zum Teil vom Mond abgedeckt ist. So wird am 1.8.2008 in Deutschland die Sonne nur partiell verfinstert und daher permanent ein Filter benötigt.

Neben der Hysterie gab es 1999 auch das Phänomen der Verharmlosung. Einige Skeptiker betrachteten die Aufklärungskampagnen lediglich als umsatzfördernde Maßnahme der Hersteller von Filterfolien. So gab es auch bei dieser Finsternis Augenschäden, die in der me-

Abb. 1: Bei Sonnenfinsternissen wird immer wieder von Augenschäden einzelner Beobachter berichtet. Während man die totale Phase einer Sonnenfinsternis gefahrlos ohne jeden Filter beobachten kann und es auch sollte (a), muss unbedingt ein sicherer Filter verwendet werden, wenn die Sonne nicht ganz vom Mond abgedeckt wird (b).

dizinischen Fachliteratur behandelt werden mussten.

Fast alle Sonnenfinsternisse der letzten Jahre boten den Fachärzten Gelegenheit zur Erforschung von Augenschäden. Mit »Solare Retinopathie« wurde dazu sogar ein eigener medizinischer Fachbegriff entwickelt [1]. Dank Internet sind die Arbeiten zu diesem Thema heute jedem zugänglich. Die Beiträge spiegeln in der Regel empirische Beobachtungen. Ein analytisches Vorgehen ist schwierig, da es ethisch nicht vertretbar ist, Versuchspersonen schädlicher Strahlung auszusetzen. Tierversuche sind kaum umzusetzen und zudem nicht übertragbar.

Wann kann es zu Schädigungen kommen?

Eigentlich ist die Blendung durch die Sonne ausreichend schmerzhaft um Schädigungen zu verhindern. Ohne Filter wird der Blick nach kurzer Zeit automatisch abgewendet. Gefährlich wird es, wenn der Blend- und Schmerzreflex durch Drogen oder unzureichende Filter abgeschaltet

wird. Hier besteht die Gefahr, dass die Sonne nicht nur in der Erinnerung, sondern auch auf der Netzhaut einen bleibenden Eindruck hinterlässt. Bei Erwachsenen sind Schädigungen durch freijugige Beobachtung im Zusammenhang mit Alkohol, Speed und LSD dokumentiert [1, 7]. Bei Kindern sind Schädigungen auch ohne Drogeneinsatz möglich. Der Grund ist, dass sich der UV-Schutz in jungen Jahren nur langsam entwickelt [7], die Transmission

Sichere Sonnenfilter

- Sonnenfilterfolie mit CE-Prüfzeichen
- Glasfilter mit Aluminiumbedampfung

Unsicher und nicht verwendet werden sollten:

- Filmstreifen
- Rettungsfolie
- Sonnenbrille
- Schweißerbrille
- CD/DVD



Abb. 2: Die Netzhautfotografien zeigen den typischen Heilungsverlauf einer solaren Retinopathie nach einer Woche, einem Monat und sechs Monaten. Die Ausdehnung des dunklen Flecks im ersten Monat ist auf Vernarbung zurückzuführen (nach [2]).

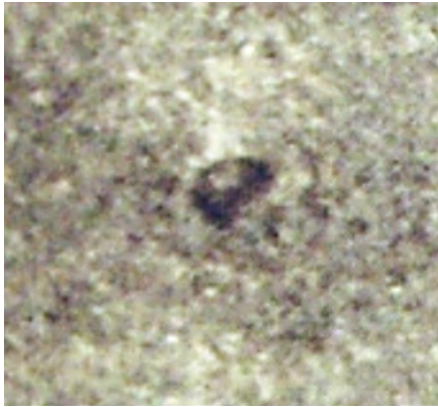


Abb. 3: In die Netzhaut eingebrannte Sonnensichel. Der Schaden entstand während der partiellen Sonnenfinsternis vom 12. Oktober 1996. Das Zusammenspiel von Sonne und Mond lässt sich gut nachvollziehen (nach [2]).

der Augenlinsen ist größer. Bei einer Arbeit aus Pakistan zur Sonnenfinsternis von 1995 war die Hälfte der Betroffenen unter 20 Jahre [5]. Bei einer englischen Studie zur Sonnenfinsternis von 1966 waren alle Patienten mit einer Ausnahme unter 24 Jahren [8].

Es gibt einen klaren Zusammenhang zwischen dem Standort, der Sonnenhöhe und dem Ausmaß der Gefahr. Im Internet finden sich dutzende von Arbeiten zu verschiedenen Finsternissen, doch zu horizontalen Ereignissen wie z.B. am 4.12.2002 an der australischen Westküste ist kaum Literatur zu finden. Dies ist ein klarer Hinweis, dass die Schäden hauptsächlich durch die Bildung freier Radikale unter blauem und ultraviolettem Licht entstehen. Auch Experimente an Affenaugen scheinen dies zu bestätigen. Der langwellige Infrarotanteil ist weniger bedenklich [6]. Berechnungen haben ergeben, dass durch freizügiges Beobachten der Sonne bei einer Pupille von 3mm die Temperatur im Augeninneren nur um etwa 1° bis 4° gesteigert werden kann [2, 5, 6]. Für eine größere Öffnung der Iris ist es bei einer Finsternis noch viel zu hell.

Während es für UV-Licht im Auge keine Rezeptoren gibt, kann Wärmestrahlung durchaus registriert und als unangenehm empfunden werden. Durch die Schmerzen ist der Körper in der Lage sich zu schützen. Um die Augen durch Wärme dauerhaft zu schädigen, bedarf es einer längeren Temperaturerhöhung um 10° bis 20° [2]. Dies gelingt nur durch mittelalterliche Foltermethoden oder durch den Einsatz großer Optiken.

Die Folgen für das Auge

Der erste Fall einer Augenschädigung mit Hilfe eines Teleskops wird von Galileo Galilei berichtet. Sein Fernrohr hatte als Okular nur eine Zerstreuungslinse und war daher zur Projektion ungeeignet. Die Sonnenflecken entdeckte er beim direkten Blick durch das von ihm entwickelte Gerät. Als Entdecker der solaren Retinopathie kann er jedoch nicht gelten. Sie wurde schon in der Antike von Platon beschrieben [2, 6].

Bei einer deutschen Studie zur partiellen Sonnenfinsternis vom 12.10.1996 hatte nur eines von 19 Opfern eine vergrößernde Optik verwendet. Der Patient hatte 30 Minuten lang versucht, die Sonne mit einem Teleobjektiv zu fotografieren. Fotooptiken mit zugezogener Blende lassen immer noch genug Licht passieren, um in Kombination mit einer Spiegelreflexkamera die Augen zu gefährden. Dennoch wird über Augenschäden mit optischen Hilfsmitteln nur selten berichtet. Dies könnte daran liegen, dass die meisten Linsensysteme nur eine geringe UV-Transmission besitzen. Häufig dokumentiert sind dagegen Schäden bei Beobachtung mit freiem Auge und unzureichendem Filter. Das klassische rußgeschwärzte Glas oder durchbelichtete Fotonegative wurden schon einigen Beobachtern zum Verhängnis [8].

Der geschädigte Bereich ist meist relativ klein, befindet sich aber genau in der Region des scharfen Sehens und wird deshalb als unangenehm empfunden. Die Patienten sehen oft einen weißen oder verwaschenen Fleck. Auch von einer veränderten Farbwahrnehmung wird berichtet [2, 4]. Auf Netzhautfotografien ist die Schädigung als kleiner gelblich-rötlicher Fleck zu erkennen. Die Netzhaut ist aber in der Lage sich

ohne Behandlung zu regenerieren [3]. Die meisten wissenschaftlichen Studien beschäftigen sich mit der Beobachtung dieses Heilungsprozesses. Der Verlauf ist daher sehr gut dokumentiert: Leichte Schäden sind schon nach einem halben Jahr kaum noch zu identifizieren [2]. Dies ist in etwa 70% der Fälle zu beobachten [5]. Schwere Schäden können mehr Zeit benötigen. Wenn nach 18 Monaten die Sehfähigkeit nicht wieder voll hergestellt ist, darf kaum noch eine Besserung erwartet werden [4]. Nach drei Jahren ist bei weniger als 4% der betroffenen Augen noch eine Störung zu erkennen [9].

Interessanterweise berichten einige Patienten auch dann noch von einer subjektiven Beeinträchtigung, wenn diese medizinisch nicht mehr nachweisbar ist. So kann auch bei ihnen eine dauerhafte Störung nicht ausgeschlossen werden [1, 2].

- [1] Deka, S. et al.: An unusual case of solar maculopathy, Retina Vitreous Session, 322 (2000), Assam Medical College, www.aios.org/proceed2005/RV-IV7.pdf
- [2] Ehrh, O., Tavcar, I., Eckl-Titz, G.: Microperimetry and reading saccades in solar retinopathy, Der Ophthalmologe 95, 325 (1999), www.springerlink.com/content/q7ydvlgcf3jh8d2t/
- [3] Akyol, N. et al.: The occurrence of retinopathy in 11 eyes after a solar eclipse 1999, Turk. J. of Med. Sci. 32, 397 (2002), journals.tubitak.gov.tr/medical/issues/sag-02-32-5/sag-32-5-7-0203-8.pdf
- [4] Doyle, E., Sahu, D., Ong, G.: Solar retinopathy after the 1999 solar eclipse in East Sussex, Eye 16, 203 (2002), www.nature.com/eye/journal/v16/n2/pdf/6700067a.pdf
- [5] Awan, A. A.: Eclipse Retinopathy: Follow up of 36 cases after April 1995 solar eclipse in Pakistan, J. of Ayub Medical College 14-4 (2002), www.ayub-med.edu.pk/JAMC/PAST/14-4/AzizAwan.htm
- [6] Yannuzzi, L. A. et al.: Solar Retinopathy a photobiological and geophysical analysis, Trans. Am. Ophthalmol Soc. 85, 120 (1987), www.pubmedcentral.nih.gov/pagerender.fcgi?artid=1298770
- [7] Dowler, J.: Staying safe during the eclipse, BMJ 319, 329 (1999), www.bmj.com/cgi/content/full/319/7206/329
- [8] MacFaul, P. A.: Visual prognosis after solar retinopathy, British J. of Ophthalmology 53, 534 (1969), www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1207471
- [9] Rai, N. et al.: Solar retinopathy. A study from Nepal and Germany. Documenta Ophthalmologica 95, 99 (1998), www.springerlink.com/content/g320372722631823/

Mein Dank gilt Dr. med. Reinhard Wehrmann und Gabi Eckl-Titz für die freundliche Unterstützung.

Das Mare Imbrium (Teil 1)

Rücken und Berge

VON WILFRIED TOST

Das Mare Imbrium dominiert den Nordwesten des Mondes und ist der mit dunkler Lava gefüllte Teil des 1160km durchmessenden Imbrium-Beckens. Die Oberfläche liegt generell etwa 2900m unter dem Null-Niveau des Mondes und das gesamte Mare ist dadurch auf fast allen Seiten von hohen Gebirgen umringt. Im Inneren zeigen Berge und Bergketten die Reste eines vergangenen inneren Ringes an. Der Boden ist von Meeresrücken überzogen.

Im Mare Imbrium gibt es so viele interessante Objekte zu sehen, dass sich dieser Mondspaziergang ausdrücklich auf die Meeresrücken und die Berge und Bergketten des ehemaligen inneren Beckenringes konzentrieren wird. Der Beobachtungszeitraum spielt deshalb eine wichtige Rolle. Für Gewöhnlich haben alle kleinflächigen Objekte wie z.B. Krater oder Rillen eine 14-tägige Beobachtungsperiode, innerhalb derer sie von der Sonne beleuchtet sind. Da das Mare Imbrium aber fast ein Drittel der uns zugewandten Seite in West-Ost-Richtung überdeckt, können die ersten Objekte im Osten bereits ab dem 6. Tag beobachtet werden, während die letzten Bergspitzen im Westen des Mare erst am 25. Tag im Schatten versinken. In einer jeweils etwa viertägigen Periode (Mondalter: 6–10 Tage und 21–25 Tage) enthüllt das flach einfallende Sonnenlicht Meeresrücken, Berge und Bergketten. In der dazwischen liegenden Zeit, die auch den Vollmond einschließt, zeichnen sich hingegen u.a. die hellen Strahlen des unmittelbar

südlich gelegenen Kraters Copernicus auf der dunklen Lavafläche ab.

Meeresrücken

Charakteristisch für das Mare Imbrium sind gerade Rücken und längliche Hügel, für die im deutschen Sprachraum die Begriffe Meeresrücken oder Runzelrücken verwendet werden. Die offizielle Bezeichnung der IAU lautet seit 1973 auf Dorsum (Mehrzahl: Dorsa). Diese erreichen meist nur eine Höhe um die 200m und fallen daher selten auf. Der versierte Beobachter weiß jedoch, dass bei niedrigem Sonnenstand (wenn sich der Terminator in unmittelbarer Nähe befindet) Meeresrücken und andere flache Strukturen wie etwa Dome durch ihre Schatten erkennbar werden. Dorsa erstrecken sich häufig über Entfernungen von mehreren Hundert Kilometern, sind aber gleichzeitig nur um die 20km breit. Typischerweise haben die Meeresrücken eine steile und eine flache Seite, wobei das Gelände auf der steilen Seite innerhalb

Abb. 1: Das Mare Imbrium gehört zu den vielfältigsten und reizvollen Mondlandschaften. Zahlreiche Sehenswürdigkeiten erstrecken sich an seinem Rand und im Innern.

von etwa einem Kilometer auf etwa 200m ansteigt, während es auf der flachen Seite auf einer Strecke von 4–5km abfällt. Entsprechend der Ausrichtung auf der Mondoberfläche kann man daher manche Dorsa besser bei zunehmendem Mond sehen und andere bei abnehmendem Mond.

Im Mare Imbrium finden sich Meeresrücken an fast jeder Stelle. Zusammen bilden sie grob gesehen einen inneren Kreis im Becken, aber es gibt auch ein paar Ausnahmen. In den jeweils vier Tagen, in denen entweder der Morgen- oder der Abendterminator das Mare Imbrium durchquert, sollte man gezielt nach den Schatten der vielen Dorsa schauen. Es gibt genügend von ihnen. Die wesentlichen Objekte sind Dorsum Heim (130km), Dorsum Zirkel (210km), Dorsum Higazy (60km) und Dorsum Grabau

LCA/NASA

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

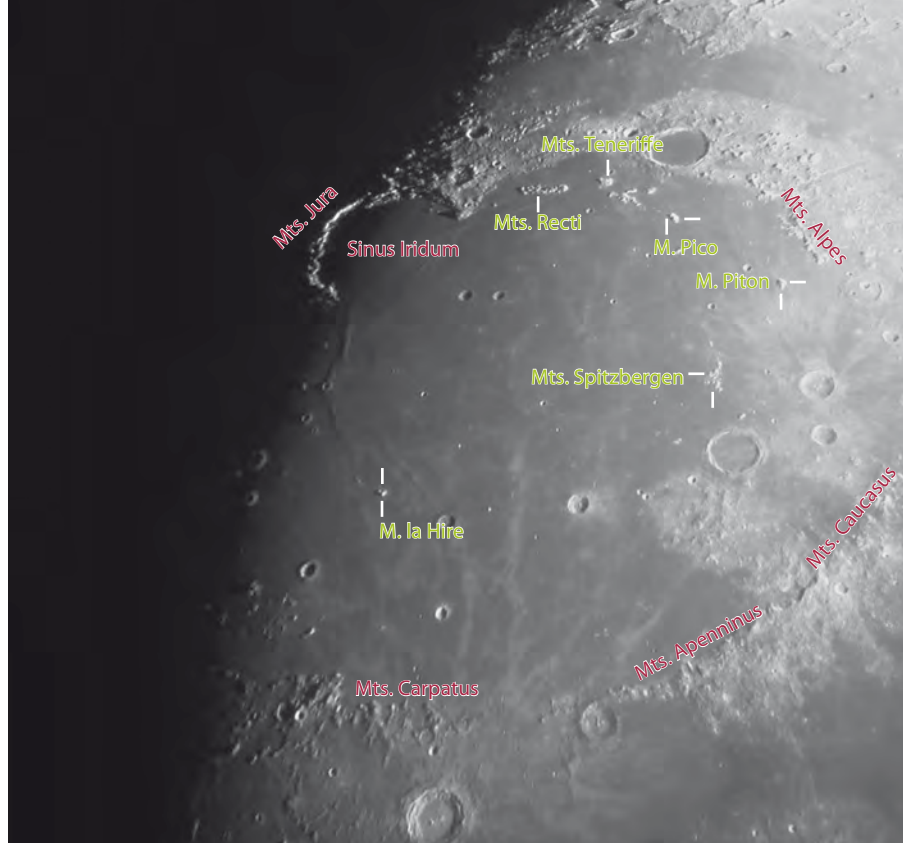


Abb. 2: Das Mare Imbrium wird von den ringförmigen Strukturen aus seiner Entstehungszeit geprägt.

(120km). Warum der Plural für Dorsa Stille verwendet wird, die nur 80km lang ist und unmittelbar neben dem dreimal so langen Dorsum Zirkel liegt, ist eines der vielen Rätsel, die sich um die Namensregeln der IAU seit dem Jahr 1973 aufgetan haben. Der feine Unterschied zwischen Dorsum und Dorsa ist leider bis heute nicht befriedigend definiert worden. Zumindest eines steht aber fest: Dorsa werden nach verstorbenen Geologen benannt.

Einzelberge

Die Meeresrücken sind schon in einem Teleskop auszumachen, aber bekannt wurden sie durch einige beeindruckende Aufnahmen von Apollo 15, die in verschiedenen Büchern zur Geologie des Mondes verwendet wurden [2]. Eine dieser Aufnahmen zeigt neben der Dorsa Stille und dem gerade aus dem Schatten getretenen 30km großen Krater Lambert einen auffälligen Berg und einen kleineren Hügel daneben. Es handelt sich bei ihnen um den 1000m hohen Lambert Gamma und den kleineren Lambert Delta. Etwa 100km nordwestlich von Lambert beginnt der Dorsum Zirkel, der bei flachem Sonneneinfall äußerst plastisch zu Tage tritt. Im gleichen Bildfeld befindet sich mit Mons La Hire ein weiterer imposanter Berg, der auf einer Grundfläche von 10km × 20km steil aufragt und eine Höhe von über 1500m erreicht. La Hire kann im Teleskop bereits als hell erleuchteter Fleck ausgemacht werden, bevor der Terminator ihn erreicht.

Weitere Berge und Bergketten, die zu diesem inneren Ring gehören, finden sich am Nordrand und im Osten. Während von den beiden nördlichen Bergketten die Montes Teneriffe der allgemeinen Namensregel folgen, wonach Mondgebirge



Abb. 3: Dorsa Stille und Dorsum Higazy sowie Berge östlich des Kraters Lambert aus der Raumfahrer-Perspektive (Apollo 15).

Meeresrücken

Es gibt zwei Theorien für die Entstehung von Meeresrücken. Die weniger akzeptierte Version führt Lavaflüsse an, die durch tektonisch veränderte Geländeneigungen aufgehalten wurden. Als Gegenargument wird angeführt, dass Lavaflüsse meist nur eine Mächtigkeit von etwa 10m–30m besitzen, während die Dorsae um die 200m hoch sind. Die gängige Theorie erklärt Meeresrücken durch die Deformationen von bereits fester Lava durch seitliche Kompression beim Absinken des Beckenzentrums. Die meisten Experten stimmen darin überein, dass viele kreisförmige Rücken durch Verdichtungen oberhalb von Kraterändern entstanden (Geisterkrater). Weitläufige Meeresrücken bildeten sich demnach dort, wo in den Maren innere Beckenringe überflutet wurden.

Surftipps

Namensliste von Objekten im Sonnensystem:
planetarynames.wr.usgs.gov

Rückkehr zum Mond:
www.nasa.gov/mission_pages/constellation

Formationen im Mare Imbrium							
Name	Typ	Breite	Länge	Colongitude	Fläche/Größe/ Länge	Höhe	Rükl
Mare Imbrium	Mare	33°	–16°	354°–40°	830000km ² /1123km		11
Sinus Iridum	Bucht	45°	–32°	26°–38°	260km		10
Montes Apen- ninus	Gebirge	20°	–3°	354°–12°	600km	5500m	22
Montes Caucasus	Gebirge	39°	8°	346°–353°	520km	6000m	13
Montes Alpes	Gebirge	46°	–1°	352°–5°	250km	2400m	12
Montes Jura	Gebirge	47°	–37°	26°–38°	380km	3000m	10
Montes Recti	Gebirge	48°	–20°	18°–22°	90km	1800m	11
Montes Teneriffe	Gebirge	48°	–13°	12°–14°	110km	2300m	11
Montes Spitzbergen	Gebirge	35°	–5°	5°	60km	1500m	12
Montes Carpatius	Gebirge	15°	–25°	18°–30°	400km	2400m	20
Mons Pico	Berg	46°	–9°	9°		2400m	11
Mons Piton	Berg	41°	–1°	1°		2250m	12
Mons La Hire	Berg	28°	–25°	25°–26°		1500m	20
Lambert Gamma	Berg	26°	–18°	18°		1000m	20
Dorsum Heim	Meeresrücken	31°	–28°	28°–31°	130km		10
Dorsum Zirkel	Meeresrücken	29°	–24°	23°–28°	210km		10/20
Dorsum Higazy	Meeresrücken	28°	–17°	16°–18°	60km		21
Dorsum Grabau	Meeresrücken	30°	–14°	6°–15°	120km		11
Dorsa Stille	Meeresrückensystem	27°	–19°	19°	80km		20

nach existierenden irdischen Gebirgen benannt werden sollen, ist die Bezeichnung Montes Recti (die geraden Berge) aufgrund der äußeren Erscheinungsform gewählt worden. Auf einer rechteckigen Fläche von etwa 90km Länge und 15km Breite erhebt sich die Gebirgskette auf bis zu 2072m. Die unmittelbar im Osten anschließenden Montes Teneriffe sind mit 1450m etwas niedriger, aber immer noch deutlich auf der Ebene zu sehen. Dies wird dadurch erleichtert, dass sich die Berge generell hell gegen den dunklen Boden absetzen und weil sie bei entsprechendem Sonnenstand lange Schatten werfen. Im Osten des Mare

Imbrium nördlich des Kraters Archimedes befindet sich die nächste Bergkette. Montes Spitzbergen ist ebenfalls etwa 1450m hoch und verläuft etwa 60km in Nord-Süd-Richtung. Der Blick der Beobachter wird jedoch häufig von den drei genannten Bergketten abgelenkt, da ihnen zwei einsame Berge die Schau stehlen, die noch höher und auffälliger sind. Direkt südlich des Kraters Plato befindet sich der 2400m hohe Mons Pico, der bei zunehmendem Mond als erstes von den Strahlen der Sonne getroffen wird. Sein Schatten kann im Extremfall 90km lang sein. Ähnlich eindrucksvoll zeigt sich der südöstlich gelegene Mons Piton mit seinen 2250m.

Gebirge

Die nordwestliche Grenze des Mare Imbrium wird durch die Bergkette des Montes Jura gebildet. 10–11 Tage nach Neumond kann man hier den »Goldenen Henkel« beobachten. Dieser wird gebildet durch eine halbkreisförmige Bergkette, deren bis zu 3800m aufragende Gipfel bei heranrückendem Morgenterminator bereits dann vom Sonnenlicht getroffen werden, wenn der unmittelbar davor liegende Boden des Sinus Iridum noch im Schatten liegt. Dies zu beobachten ist sehr reizvoll, aber man muss den genauen Zeitpunkt treffen. Die im deutschen Sprachraum als Regenbogenbucht bezeichnete Senke ist ein nur teilweise durch Lava aufgefüllter kreisrunder Krater von 260km Durchmesser, der offensichtlich jünger ist als das Imbrium-Becken. Die nach seinem Impakt noch geförderten Lavamassen haben den Krater nicht vollständig auffüllen können, weshalb das Niveau des Bodens gute 600m niedriger liegt als das des Mare Imbrium. Zu dem Zeitpunkt, wenn der »Goldene Henkel« zu sehen ist, kann man erkennen, dass der Boden des Sinus Iridum zum Gebirge hin abfällt. Im Laufe der folgenden Stunden ändert sich deutlich der Schatten auf der Oberfläche und man erkennt, dass der Boden nicht der allgemeinen Krümmung des Mondradius folgt. Die beiden spitz zulaufenden Enden liegen hoch über der Ebene und werfen zu gegebener Zeit lange Schatten darauf. Das westliche Ende trägt den Namen Promontorium Heraclit und die östliche Seite heißt Promontorium Laplace.

Während das Mare Imbrium an seiner Westseite unmittelbar in den Oceanus Procellarum übergeht, ist das Becken ansonsten durch hohe und deutlich erkennbare Bergketten begrenzt. Im Nordosten bilden die Montes Alpes eine Grenze zum Mare Frigoris, das wir bereits in einem

Nomenklatur für Mondberge

1961 verabschiedete die IAU zunächst folgende Namensregeln für Berge und Bergketten (Auszug):

- Gebirgsartige Geländeformen erhalten einen lateinischer Namen aus der irdischen Geographie. Diese Namen folgen den Beugungsregeln der lateinischen Sprache und werden mit dem Begriff Mons verknüpft. (Mons, Montes)
 - Unbenannte Objekte können den Namen des nächstliegenden Kraters annehmen, der ergänzt wird durch einen Großbuchstaben, wenn es sich um Krater handelt, oder durch einen kleinen griechischen Buchstaben für Hügel, Erhebungen und Bergspitzen (...)
- 1973 änderte die IAU diese Regel. Der Gebrauch von griechischen Buchstaben für Berge wurde abgeschafft, ebenso wie der Zusatz von großen lateinischen Buchstaben zu Kraternamen. Meeresrücken (bis dahin ohne Bezeichnung) werden seitdem Dorsa genannt (Einzahl: Dorsum) und Kraterketten werden mit Catena bezeichnet. Mons, Montes, Dorsum und Dorsa sind jetzt individuelle Objekte, d.h. sie werden nicht mehr nach einem in der Nähe liegenden Krater benannt.

Mondspaziergang kennen gelernt haben (interstellarum 38).

Am Ostrand wird das Becken durch die Bergkette Montes Caucasus begrenzt, welche immerhin eine Höhe von bis zu 3650m aufweist. Einige »Lücken« in der Bergkette stellen eine Verbindung zum weiter östlich gelegenen Mare Serenitatis her. Der im Südwesten gelegene Montes Apenninus schließlich besitzt Berge von über 5500m Höhe. Auf einer Länge von 600km finden sich hier Mons Hadley, Mons Bradley, Mons Huygens, Mons Ampère und Mons Wolff.

Demnächst: Das Mare Imbrium: Krater und Senken

- [1] Andersson, L. E., Whitaker, E. A.: NASA Catalogue of Lunar Nomenclature, NASA Reference Publication RP-1097 (1982)
- [2] Wilhelms, D. E.: The Geologic History of the Moon, USGS Professional Paper 1348 (1987), ser.sese.asu.edu/GHM



Abb. 4: Dorsum Zirkel und Mons La Hire mit langen Schatten bei lokalem Sonnenaufgang (Apollo 15). Lambert Gamma und La Hire gehören zu einer Menge von isoliert stehenden Bergen und Bergketten, die die Überreste eines ehemaligen inneren Ringes des Imbrium-Beckens sind. Sie erheben sich 1000m bis 2400m über die Ebene und könnten ursprünglich bis zu 7000m hoch gewesen sein, denn die Mächtigkeit der Lavadecke im Mare Imbrium wird auf über 5000m geschätzt. Dennoch liegen auch die höchsten Gipfel (2400m) immer noch unterhalb des allgemeinen Null-Niveaus auf dem Mond, denn die Oberfläche des Mare Imbrium liegt generell etwa 2900m tief.

Der Trifidnebel

Eine visuelle Annäherung an M 20

VON RONALD STOYAN

Trifid, also dreigeteilt, nannte John Herschel den Nebel im Sternbild Schütze, den sein Vater Wilhelm im Jahr 1784 entdeckt hatte. Der wohlklingende Name und bunte Bilder in Zeitschriften und Büchern suggerieren dem visuellen Beobachter ein leichtes Ziel. Die erste Begegnung mit dem berühmten Objekt beginnt für viele Sternfreunde jedoch enttäuschend.

◀ **Abb. 1: Der Trifidnebel in all seiner (fotografischen) Schönheit.** CCD-Aufnahme, 20"-Cassegrain bei 4500mm Brennweite, STL-11000M, 3x10min (je RG), 4x10min (B), 30min (H α).

First Contact

»Sehr enttäuschend, das Nebelfleckchen ist nur schwer erkennbar«, so lautete die Beschreibung, als ich vor 19 Jahren Messier 20, den Trifidnebel, zum ersten Mal beobachtete. Instrument war damals ein 114/900-Newton, das klassische Anfängerteleskop der 1980er Jahre. Ich bin nicht der einzige, bei dem der erste Kontakt mit dem Nebel im Schützen eher spröde verlief: Messier hatte ihn gar nicht gesehen, der französische Kometenjäger beschrieb lediglich einen Sternhaufen an der Stelle.

Aufgrund des Namens erwarten viele Beobachter ein zumindest helles Objekt, die Umgebung mit M 8 und M 17 tut ein Übriges, die Erwartungen hochzuschrauben. Die Flächenhelligkeit von $13^m/\square'$ liegt aber deutlich unter den Werten von Objekten wie M 42 ($11^m/\square'$) und M 17 ($12^m/\square'$). Die Gesamthelligkeit von $8^m,5$ entspricht sogar nur den helleren Galaxien im Virgohaufen. Für unsere Breiten kommt noch hinzu, dass M 20 bei einer Deklination von -23° nicht sehr hoch über den Horizont steigt. Dunst und Lichtverschmutzung behindern also die Sichtbarkeit eines ohnehin nicht sehr hellen Objekts.

Doch der Fehler der ersten Annäherung lag in der Unerfahrenheit des Beobachters, nicht am damals durchaus vorhandenen dunklen Landhimmel: Zum einen wurde

Der Trifidnebel

Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA
M 20	GN	Sgr	$18^h 27^m$	$-22^\circ 58,3'$	$8^m,5$	20'	2660Lj	3

zum Zeichnen der Objekte eine gedimmte weiße Taschenlampe benutzt, so dass sich die Augen nie ganz an die schwachen Flächenhelligkeiten des Nebels anpassen konnten. Zum anderen wurde nicht die Geduld aufgebracht, verschiedene Vergrößerungen auszuprobieren und dem Objekt mehr Zeit zu widmen.

Der Dreigeteilte

Auf den ersten Blick gleicht sich der Eindruck 10 Jahre später in einem 78/630-Refraktor bei selber Vergrößerung. Doch bei Vergrößerungen bis $80\times$ und ausreichend Geduld entsteht ein ganz anderer Anblick: Am zentralen Doppelstern fließen drei Gebiete mit größerer Flächenhelligkeit zusammen, die so dem Nebel die charakteristische dreiteilige Form geben, der er seinen Namen verdankt. Dieser zentrale Bereich wird von einem nebligen Hof umgeben, der auch mit dem kleinen Instrument keinen Nebelfilter erfordert. Nördlich des Hauptteils liegt ein abgesprengtes Nebelteil, für den der Filter sogar tödlich wäre, denn es handelt sich um einen Reflexionsnebel.

78mm Öffnung können auch unter dunklem Himmel nicht so viel Licht sammeln, dass die mittleren bis höheren Vergrößerungen möglich werden, die der Trifidnebel erfordert – das liegt im Unterschied zum Orionnebel, bei dem auch

kleinste Teleskope erstaunliches Detail zu Tage fördern, an der geringen Flächenhelligkeit. Der Trifidnebel ist dennoch ein Paradeobjekt um die Falschheit der Behauptung, für die Deep-Sky-Beobachtung seien kleine Vergrößerungen am besten, vorzuführen.

Im 120mm-Refraktor können nämlich bereits $170\times$ mit Gewinn angewandt werden: Dies offenbart nicht nur weitere Komponenten des Zentralsterns, sondern auch die unterschiedlichen Formen der drei dunklen Bänder (die auch den Namen B 85 tragen) sowie die insgesamt unregelmäßige Form des gesamten Umrisses. Ein Nebelfilter ist wiederum nicht notwendig, wenn einigermaßen dunkler Landhimmel zur Verfügung steht. Mit Filter erweitert sich die Größe allerdings beträchtlich auf bis zu $10'$, den nördlichen Reflexionsnebel nicht mitgerechnet.

Paradeobjekt ohnegleichen

In Namibia steht der Trifidnebel im Juli um Mitternacht im Zenit. Dies ist ein immenser Vorteil, der selbst eine größere Öffnung aufwiegt. Erscheint M 20 von heimischen Standorten meist mit verschwommenen Umrissen, schärfen sich nun die Dunkelschläuche zu beeindruckenden schwarzen Ästen. Helligkeitsstufen in den vorher homogen erscheinenden Nebelgebieten werden deutlich. Dabei ver-

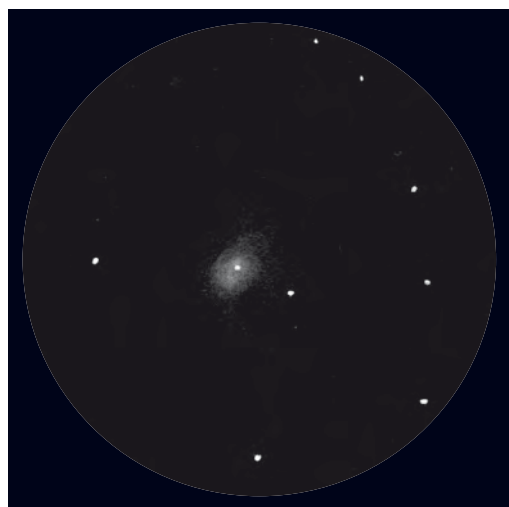


Abb. 2: Erste visuelle Annäherung an M 20 im Einsteiger-Newton 114/900 aus dem Jahr 1989.

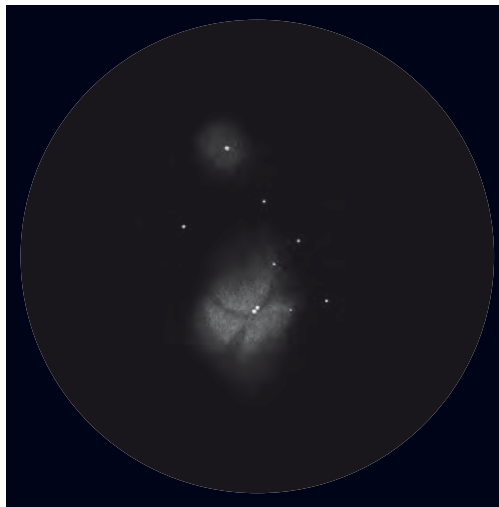


Abb. 3: Genaueres Hinsehen offenbart auch in kleinen Teleskopen erstaunliche Details. Zeichnung mit einem 78/630-Refraktor, ein Schmalbandfilter unterstützt die Detailwahrnehmung der Dunkelschläuche.

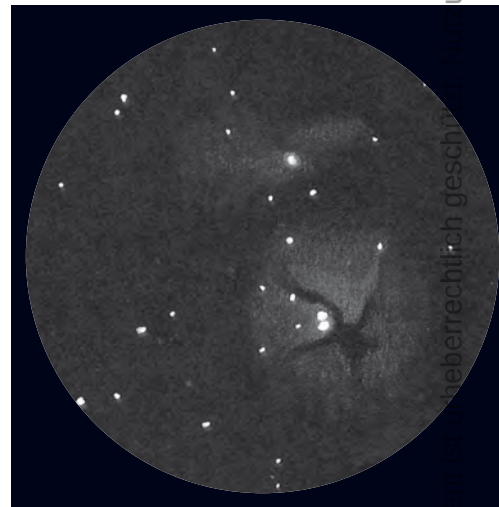


Abb. 4: Mit dem 120/1020-Refraktor ist die Dreiteilung bei $80\times$ detailliert zu sehen – auch ohne Filter.

schwindet bei höherer Vergrößerung die Klarheit der dreiteiligen Struktur zugunsten von vier bis sechs unterschiedlich stark abgegrenzten, ineinander verflochtenen Feldern.

Bei dunklem Himmel treten insgesamt nicht die helleren Partien mehr hervor; durch das Senken des »Hintergrundrauschens« tauchen mehr und mehr dunkle Gebiete in und außerhalb des Nebels auf, die den Dynamikumfang des Anblicks massiv erweitern und zu größeren Kontrasten mit dem hellen Nebel führen. Neben dem Geflecht im Zentrum sind dies auch große und kleine Dunkelwolken, die östlich und nördlich sowie im Reflexionsnebel-Teil stehen. Diese Beobachtungen erfordern nur 280mm Öffnung.

Wenn stattdessen 500mm auf den Trifidnebel gerichtet werden und der Standort immer noch die Kalahari ist, dann wird das Aufnahmevermögen des menschlichen Sehapparats gesprengt. Der erste Eindruck ist der eines dunklen Wurzelgeflechts vor hellem Glänzen, das wie ausgestanzt vor der Landschaft matter Nebelschwaden steht, die den Nebeldurchmesser auf über 20' steigern. Am beeindruckendsten ist die Unzahl schwacher Sterne, die vor diesem himmlischen Meisterwerk mit einer Verschwendung verstreut sind, wie es nur bei einem Ort nahe des Galaktischen Äquators möglich ist. Zudem sieht man den Unterschied zwischen Emissions- und Reflexionsnebel sogar farblich: Rosa wirkt der zentrale Nebelteil, bläulich die nördlich anschließende Nebelblase.

Zwei Abende reichen kaum, um das Gesehene zu erfassen. Nun ist selbst bei 300× so viel Licht vorhanden, dass niemand einen Nebelfilter benötigt. Der Zentralstern ist in fünf Komponenten zerfallen. Buchten und Engstellen kennzeichnen die dunklen Schläuche von B 85, die einen deutlich anderen Charakter zeigen als die diffuseren Nebelschwaden im nördlichen Teil. Dort verliert der Nebel seine eingängige Form, die Details ergeben kein so schlüssiges Gesamtbild mehr.

Ein ganz besonderes Detail ist eine von Bildern des Hubble Space Telescope bekannte Dunkelwolke, an deren Spitze zwei Fühler insektenartig ansetzen. Dies sind Jets, die von gerade entstehenden Sternen in der dunklen Globule ausgesandt werden. Mit dem 20-Zöller kann zumindest die Globule selbst als dunkles Dreieck am Südostrand des Nebels gesehen werden. Die Abbildung der »Insektenfühler« ist nur den besten Fotografen vorbehalten.

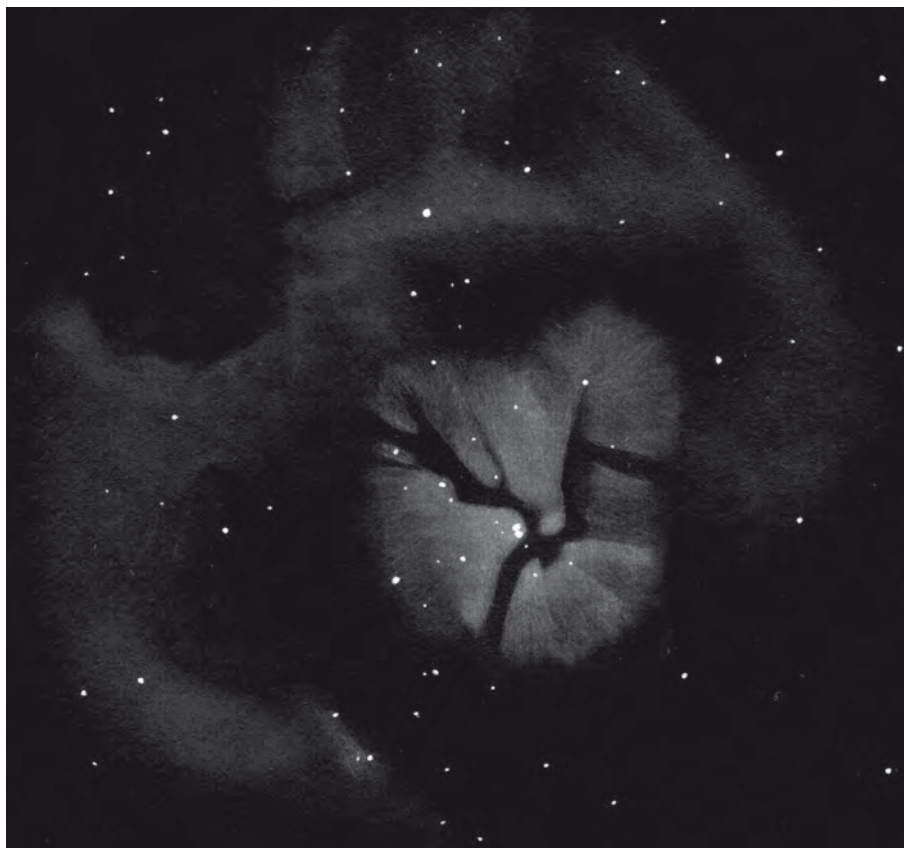


Abb. 5: In Namibia steht der Trifidnebel im Zenit. Diese Zeichnung entstand 1997 mit einem 11"-Schmidt-Cassegrain bei verschiedenen Vergrößerungen ohne Filter.

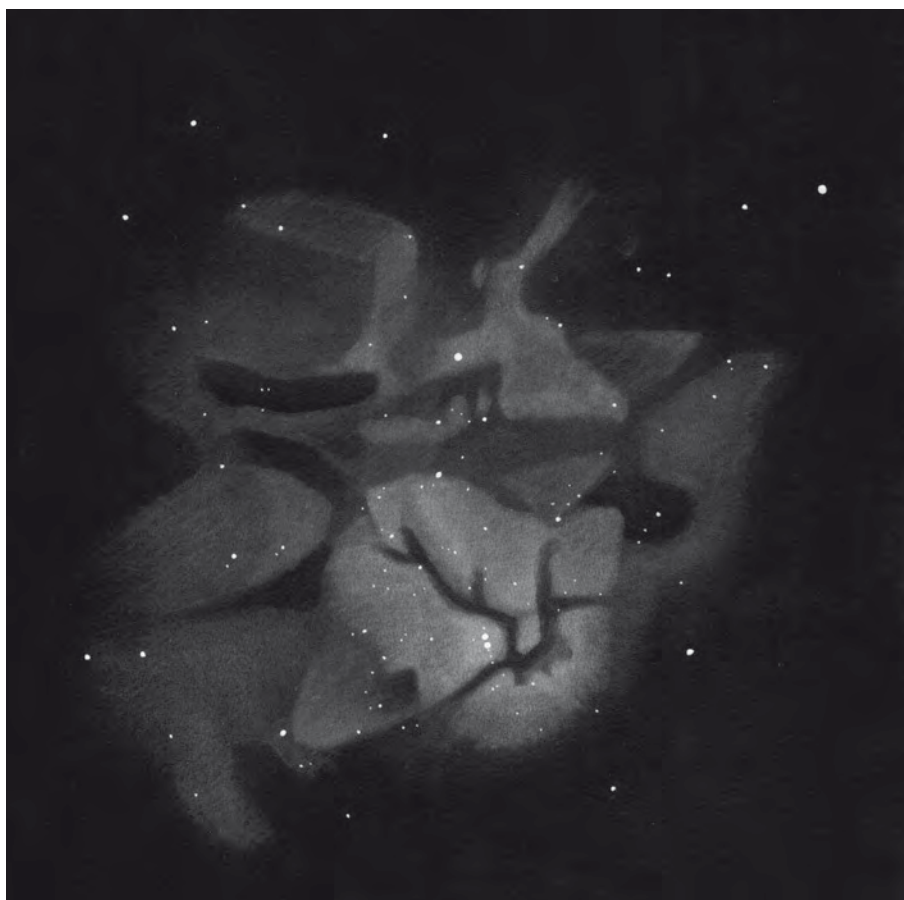


Abb. 6: 2004 stand am selben Ort ein 20"-Newton zur Verfügung. Bei 113× und 277× beeindruckt die Feinzeichnung der Nebeldetails.

Exotische Sterne

Campbells Wasserstoffstern

VON NICO SCHMIDT

Mit der Entdeckung dunkler Linien im Sonnenspektrum legten vor rund 200 Jahren William Wollaston und unabhängig von ihm Joseph von Fraunhofer den Grundstein für die Erforschung der Sterne und begründeten so die moderne Astrophysik – noch heute spricht man von den Fraunhoferlinien. Nach 1820 beobachtete Fraunhofer bereits Linien in den Spektren von Sternen 1. Größenklasse wie Kastor und Pollux, Sirius und Beteigeuze. Sie entstehen durch Absorption in den oberen Atmosphärenschichten der Sterne, wenn Licht bestimmter Wellenlängen verschluckt wird. So werden sie als Reihe unzähliger dunkler Linien im farbigen Kontinuum des Spektrums sichtbar. Doch wie die aus Schottland stammende Astronomin Williamina Fleming entdecken sollte, gibt es auch helle Linien in Sternspektren.

Flemings Emissionslinie

Im Alter von nur 15 Jahren gab die junge Williamina Fleming bereits anderen Schülern an ihrer Schule Unterricht, sechs Jahre später wanderte sie 1878 nach ihrer Heirat nach Amerika aus und ließ sich in Boston nieder. Hier fand sie 1879 bei dem großen Astronomen Edward Pickering, Direktor des Harvard College Observatory, eine Teilzeitanstellung als Dienstmädchen. Durch die Unzufriedenheit mit seinen männlichen Assistenten am Observatorium erklärte Pickering, dass die Arbeit selbst seine Haushälterin besser machen könne und so wurde die 24-jährige Hausfrau für Bürotätigkeiten und mathematische Berechnungen am Observatorium eingestellt. In neun Jahren ihrer Festanstellung entstand ihr wichtigstes Werk: Sie erdachte ein verbessertes Klassifikationsschema für Sternspektren und untersuchte die fotografischen Spektren von mehr als 10300 Sternen. Diese wurden im Jahr 1890 als 27. Band der Harvard Annals unter dem Titel »The Draper Catalogue of Stellar Spectra« [1] herausgebracht und gelten als erster Spektralkatalog.

Ebenfalls 1890 fiel Fleming auf drei mit einem Objektivprisma aufgenommenen Fotoplatten eine helle Linie als eine Besonderheit im Spektrum des Sterns BD +30°3639 auf. Sie wurden Mitte und Ende Juni 1890 belichtet, ihre Abhandlung dazu reichte sie nur wenige Tage später am 1. Juli bei den »Astronomischen Nachrichten« ein. In dieser beschreibt sie unter anderem, dass das ungewöhnliche Emissionsspektrum am 25. Juni auch visuell beobachtet wurde, durch ein Spektroskop am 15"-Refraktor des Harvard-Observatoriums. Erst drei Jahre später kam auch der

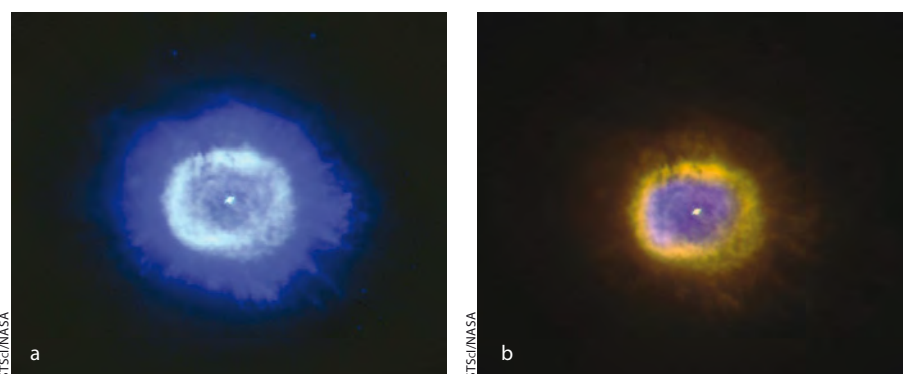


Abb. 1: Campbells Stern ist ein junger Planetarischer Nebel, der nur wenige hundert Jahre alt ist. Mit dem Hubble Space Telescope erkennt man Details des Nebels (a), verstärkt noch durch eine Überlagerung mit Röntgen-Aufnahmen des Satelliten Chandra (b).

Campbells Wasserstoffstern							
Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Entfernung	Uran.
HD 184738, BD +30°3639	CSPN	Cyg	19 ^h 34 ^m 45,23 ^s	+30° 30' 58,94"	10 ^m ,5	3900Lj	118

am Lick-Observatorium tätige Astronom William Campbell auf die Spur der eigenartigen Wasserstoffemissionslinie. Daher ist BD +30°3639 heute als Campell's Hydrogen Star bekannt, obwohl genau genommen Pickerings Haushälterin die eigentliche Entdeckung zuzusprechen ist.

Heißer Stern...

Die Linienemission heller Spektrallinien stammt nicht vom Stern selbst, sondern von einer ausgedehnten zirkumstellaren Wasserstoffhülle, die er in einem heftigen Sternwind während seines Roten-Riesen-Stadiums ausgestoßen hat: Flemings entdeckter seltsamer Emissionslinienstern ist der Zentralstern eines extrem jungen Planetarischen Nebels. Der anregende Zen-

tralstern ist 55000 Kelvin heiß, wodurch er energiereiche UV-Strahlung abgibt, die den umgebenen Nebel zur beobachteten Emission anregt. Desweiteren besitzt der Stern nach Modellen von 2005 noch 0,6 Sonnenmassen, den 0,85-fachen Sonnendurchmesser und strahlt dabei so hell wie 10000 Sonnen [3]. Entwickelt hat sich dieser stellare Überrest aus einem Stern mit der 2- bis 3-fachen Sonnenmasse.

BD +30°3639 gehört aufgrund seines Spektrums nicht zu den gewöhnlichen Zentralsternen von Planetarischen Nebeln, da sich in seinen spektralen Eigenschaften Ähnlichkeiten zu den Wolf-Rayet-Sternen feststellen lassen. In Verbindung mit den Planetarischen Nebeln sind nur etwa 50 Zentralsterne des Wolf-Rayet-Spektraltyps bekannt, was sie zu einer sehr seltenen Son-

derklasse macht. Ihr spektrales Hauptmerkmal ist das Fehlen von Wasserstoff. Doch eigentlich sind Wolf-Rayet-Sterne sehr heiße, leuchtkräftige und masse-reiche Sterne

mit mehr als 30 Sonnenmassen, die sich in einer späten Entwicklungsphase befinden. Diese verlieren in starken Sternwinden ihre gesamte äußere Wasserstoffschicht und nach etwa 100000 Jahren fällt der Blick auf Schichten mit u.a. Helium oder Kohlenstoff, die bei Kernprozessen im Sterninnern entstanden sind. Die charakteristischen Emissionslinien von Wasserstoff entstehen dabei in der abgetragenen Hlle. Erst vor rund 25 Jahren entdeckte man schließlich diese spektrale Eigenart auch bei den viel masseärmeren Zentralsternen von Planetarischen Nebeln, wie BD +30°3639.



Abb. 2: Im Sternfeld erscheint Campbells Stern als tiefrotes Objekt.

...und junger Nebel

Im 1967 erschienenen Katalog Planetarischer Nebel von Lubo Perek und Lubo Kohoutek [4] trägt der Nebel um Campbells Wasserstoffstern die Bezeichnung PK 64+5.1. Allerdings ist der nur ca. 5" große Nebel für visuelle Deep-Sky-Beobachter kein leichtes Objekt, denn selbst mit großen Öffnungen ist nur eine sehr schwache, farblose Hlle sichtbar. Erst ab 20" Öffnung wird ein ringförmiger Nebel im typischen Rot der Wasserstoffemissionslinie H α beobachtbar, in noch größeren Teleskopen erscheint er als leuchtend roter Nebelring.

Anhand von Sternmodellen errechneten Siebenmorgen und Kollegen ein Mindestalter des Nebels von 900 Jahren [5], in dieser – astronomisch betrachtet – sehr kurzen Zeit entwickelte sich der Stern BD +30°3639 von einem kühlen Roten Riesen zu dem heute beobachteten heißen und seltenen Zentralstern eines Planetarischen Nebels. Auch in einer Untersuchung aus dem Jahr 2002 wird ein ähnliches Alter angenommen: zwischen 600 und 800 Jahre [6]. Damit ist der lichtschwache Nebel mit seinem 10^m5 hellen Zentralstern gerade einmal etwa so alt wie die Kunstepoche der Frhgotik, in der mit dem Bau der eindrucksvollen Kathedrale Notre-Dame de Paris begonnen wurde.

- [1] Pickering, E. C.: The Draper Catalogue of Stellar Spectra photographed with the 8-inch Bache telescope as a part of the Henry Draper memorial, Annals of Harvard College Observatory 27, 1 (1890)
- [2] Campbell, W. W.: Hydrogen envelope of the star BD +30°3639, Astron. and Astrophys. 12, 913 (1893)
- [3] Crowther, P. A., Morris, P. W., Smith, J. D.: An Ultraviolet to Mid-Infrared Study of the Physical and Wind Properties of HD 164270 (WC9) and Comparison to BD +30° 3639 ([WC9]), Astrophys. J. 636, 1033 (2006)
- [4] Perek, L., Kohoutek, L.: Catalogue of Galactic Planetary Nebulae, Acad. Publ. House of the Czech. Acad. Sci., 1 (1967)
- [5] Siebenmorgen, R., Zijlstra, A. A., Krgel, E.: BD +30° 3639: The Infrared Spectrum During Post-AGB Stellar Evolution, MNRAS 271, 449 (1994)
- [6] Li, J., Harrington, J. P., Borkowski, K. J.: The Angular Expansion and Distance of the Planetary Nebula BD +30° 3639, Astron. J. 123, 2676 (2002)

Wie kann man Sonnenflecken beobachten?

Sonnenflecken sind kühlere und dunklere Stellen auf der Sonnenoberfläche. Sie stehen in Verbindung mit dem solaren Magnetfeld: Dort, wo Feldlinienbündel die Sonne verlassen oder wieder eintreten, bilden sich dunklere Stellen. Einige der Sonnenflecken sind so groß, dass sie mit dem bloßen Auge durch eine Finsternisbrille sichtbar sind. Die meisten erfordern jedoch ein Fernglas oder ein kleines Teleskop. Die Sonne bietet Licht in Hülle und Fülle, so dass wir auf das Lichtsammelvermögen des Fernrohres nicht angewiesen sind. Wir nutzen jedoch die gegenüber dem Auge erhöhte Fähigkeit, Einzelheiten aufzulösen und ein vergrößertes Bild zu betrachten. Die Grenze hierfür setzt in der Regel die Luftunruhe, die am Tage stärker ist als in der Nacht. Nur selten kann man Vergrößerungen über 100× bis 150× anwenden, so dass kleine Instrumente von 50mm bis 80mm Öffnung für detaillierte Beobachtungen vollkommen ausreichen.

Wegen der Kopplung der Sonnenflecken mit dem solaren Magnetfeld treten die Flecken meist nicht isoliert auf, sondern bilden Paare oder größere Gruppen mit vielen »Mitgliedern«. Außerdem ist die Temperatur eines Flecks nicht konstant niedriger: Bei größeren Flecken erkennt man einen dunkleren, sehr kühlen Kernbereich, die Umbra. Diese ist von einem weniger kühlen, helleren Hof, der Penumbra, umgeben.

Es ist eine reizvolle Aufgabe, die Veränderungen auf der Sonne regelmäßig zu beobachten. Die Sonnenfleckenaktivität unterliegt einem 11-jährigen Zyklus, der sehr auffällig ist und leicht nachgewiesen werden kann. Gegenwärtig befinden wir uns im Minimum, und erleben Tage ganz ohne Flecken. Um die Veränderungen im Laufe von Monaten und Jahren nachzuweisen, sollte man so oft wie möglich eine Skizze der Sonnenoberfläche anfertigen. Man sieht dann sehr schön, wie sich fleckenarme mit fleckenreichen Perioden abwechseln.

Die wissenschaftlichen Programme zur Sonnenüberwachung nutzen für diesen Zweck Kennzahlen, die Sonnenfleckenrelativzahlen.

Zertifizierte Filterfolien eignen sich zur sicheren Sonnenbeobachtung für jedes Fernrohr.



Uwe Pilz

Sonnenflecken sind die am leichtesten zu beobachtenden Einzelheiten auf unserem Stern.

Am weitesten verbreitet ist die Wolf'sche Relativzahl R . Hierzu muss man die Anzahl der Sonnenfleckengruppen g und die Zahl der Einzelflecken f zählen. Es gilt dann

$$R = 10 \cdot g + f$$

Wenn die Ergebnisse über Jahre vergleichbar sein sollen, dann muss stets dasselbe Instrument mit einer festen Vergrößerung benutzt werden. Sonnenfleckenzählungen zwischen verschiedenen Beobachtern und mit unterschiedlichen Instrumenten müssen vor dem Vergleich mit Hilfe eines Korrekturfaktors angeglichen werden.

Auch von Tag zu Tag zeigen die Flecken Veränderungen, sie »entwickeln« sich. Zunächst sieht man einen einzigen winzigen Fleck. In dessen Nähe entstehen dann weitere kleine Flecken, sowohl in der Nähe des ersten Flecks als auch an dem anderen Pol des Magnetfeldbündels, der die Flecken hervorruft. Kleine Flecken verschmelzen später zu größeren. Es bilden sich Penumbren sowie weitere kleine Flecken zwischen den beiden Hauptflecken. Letztlich schrumpft die Gruppe wieder und verschwindet schließlich.



Erich Kowalski

Sichere Sonnenbeobachtung!

Die Sonne darf nur mit Hilfe zuverlässiger Filter betrachtet werden, welche Licht und Wärme auf einen winzigen Bruchteil reduzieren. Die Strahlungsintensität der Sonne ist so groß, dass schon eine ungeschützte Beobachtung mit dem bloßen Auge Schäden hervorrufen kann. Mit dem Fernrohr oder Fernglas ist eine Schädigung des Auges nahezu sicher. Eine preisgünstige Beobachtungshilfe ist Sonnenfilterfolie, die im Astronomie-Fachhandel erhältlich ist. Es handelt sich um eine beidseitig mit einer reflektierenden Schicht bedampfte, sehr ebene Folie aus dem Kunststoff Mylar. Es ist einfach, mit Hilfe zweier Pappringe einen Aufsteckfilter zu basteln. Kleine Wellen der Folie stören bei der Betrachtung nicht, dazu ist das Material zu dünn.

Auch mit einem sicheren Filter sollte man einige Vorsichtsregeln beachten:

- Filter vor jeder Beobachtung prüfen
- Sucherfernrohr abdecken
- sicherstellen, dass der Filter fest auf dem Teleskop sitzt
- Teleskop am eigenen Schatten ausrichten
- vor dem Entfernen des Filters Teleskop aus der Sonne drehen
- Teleskop niemals unbeaufsichtigt lassen

Sternhimmel im Visier

Acht Leuchtpunktsucher im Test

VON FRANK GASPARINI



Sollen astronomische Objekte »manuell« ohne Aufsuchhilfen wie Teilkreise oder GoTo-Einrichtungen am Teleskop eingestellt werden, sind geeignete Hilfsmittel unerlässlich, die die Position des Fernrohrs am nächtlichen Himmel erkennen lassen. Neben optischen Sucherteleskopen, die auf dem Hauptinstrument montiert werden, bieten zahlreiche Hersteller so genannte Peilsucher oder Leuchtpunktsucher an, die als Visierhilfen die Orientierung am Firmament ermöglichen sollen.

Mit Peilsuchern werden leuchtende Zielsymbole unterschiedlicher Ausprägung (konzentrische Kreise, einzelner Punkt, Kreuz usw.) scheinbar an den Himmel projiziert und zeigen damit die Ausrichtung des Teleskops am Sternhimmel an. Als Klassiker unter den astronomischen Peilsuchern gilt der Telrad, der in den 1970er Jahren in den USA von Steve Kufeld auf der Grundlage eines Zielgeräts für Flugzeuge aus dem Zweiten Weltkrieg entwickelt worden war. Lange Zeit war dieses Gerät konkurrenzlos am Markt. Ende der 1980er Jahren tauchten dann im Sportwaffen- und Jagdbereich erste Leuchtpunktsucher auf, die für die dortigen Anforderungen optimiert waren. Anfangs noch sündhaft teuer, wurden diese Geräte mit steigenden Produktionszahlen und sinkenden Preisen auch zunehmend von der Astronomieszene entdeckt und an die eigenen Ansprüche adaptiert, so dass heute eine große Geräteauswahl zur Verfügung steht.

Testarrangement

Im Produktvergleich traten acht Peilsucher gegeneinander an, um ihre Tauglichkeit als astronomische Sucher unter Beweis zu stellen. Getestet wurden der

Abb. 1: Auf Pirsch am Nachthimmel: Wer Jagd auf schwache Himmelsobjekte macht, muss wissen wohin sein Teleskop gerade zeigt. Peilsucher ermöglichen diese Orientierung am Sternhimmel intuitiv.

»Telrad«, der »Quickfinder« von Rigol Systems, der »Sky Surfer V« der Firma Baa-der Planetarium, die beiden baugleichen Modelle »RDA« von Teleskop-Service und »M-RDF-P« von William Optics, der »SX-Peilsucher« von Vixen, sowie der »Qwik Point« und »Starbeam« von Televue. Bei der Auswahl der Testgeräte sollten sowohl Peilsucher vertreten sein, die ausschließlich für astronomische Verwendung entwickelt wurden, als auch Geräte, die ursprünglich aus dem Sportschützen- und

Jagdbereich stammen und für die astronomische Nutzung modifiziert wurden. Die Auswahl der Geräte erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit, denn speziell im Sektor der günstigen Peilsucher ist inzwischen eine Vielzahl von Geräten auf dem Markt, die teilweise als Einzelgeräte kaum erhältlich sind, da sie vorwiegend als Zubehör mit Teleskop-Komplettsystemen ausgeliefert werden.

Da sämtliche Testgeräte unmöglich an einem Teleskop zugleich montiert werden

interstellarum-Produktvergleich

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

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

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

konnten, wurde zunächst auf einem stabilen Fotostativ eine ausreichend große Metallschiene befestigt, die alle Testgeräte nebeneinander aufnehmen konnte. Im nächtlichen Einsatz war es auf diese Weise möglich die Handhabung aller Geräte wie die Befestigung auf der jeweils mitgelieferten Basis oder die Bedienbarkeit der Funktionselemente kennen zu lernen. Außerdem konnten so Unterschiede der optischen Leistungsfähigkeit, wie die Erkennbarkeit und die Abblendung der Zielsymbole oder das Auftreten von Parallaxeeffekten direkt miteinander verglichen werden. Auch die geräteindividuelle Empfindlichkeit gegenüber Taubeschlag konnte somit unter jeweils identischen Bedingungen beurteilt werden.

In einem weiteren Schritt wurden die Geräte im realen Einsatz am Teleskop miteinander verglichen. Dazu standen ein 10"-Dobson mit einem Telrad-Sucher und einem Standardsucherschuh sowie ein 14"-Dobson mit einem Rigel Quickfinder und einer montierten Schwalbenschwanzleiste zur Verfügung. Somit konnten pro Teleskop immer zwei Peilsucher zugleich montiert werden. Durch den zeitgleichen Einsatz beider Teleskope und damit zahlreicher möglicher Gerätekombinationen war ein unmittelbarer Vergleich der Testgeräte unter realen Einsatzbedingungen gewährleistet.

Bauweise und Mechanik

Telrad

Der bekannteste aller Peilsucher besteht aus einem länglichen Kunststoffkasten mit einer ca. 4cm × 6cm großen, im 45° Winkel aufgesetzten Glasscheibe am hinteren Ende, die sich zum Reinigen einfach aus dem Gehäuse herausziehen lässt. Ein Schiebedeckel an der Oberseite ermöglicht den leichten Zugang zum Batteriefach. Außerdem befindet sich dort eine LED, die eine Maske mit Kreisen beleuchtet, so dass über einen Spiegel und eine Linse drei konzentrische Suchkreise auf die schräg stehende Sichtscheibe projiziert werden. Beim Blick durch das Gerät sieht der Nutzer den unvergrößerten Nachthimmel mit den scheinbar im Unendlichen eingeblendeten Kreisen von 0,5°, 2° und 4° Durchmesser. An der rückwärtigen Gehäusewand befinden sich drei Rändelschrauben, mit denen sich diese Projektion auf die optische Achse des Teleskops justieren lässt. An der rechten Gehäusesseite sitzt gut erreichbar ein großer, griffiger Ein-/Ausschalter, der zu-



Abb. 2: Die acht Peilsucher des interstellarum-Tests im Überblick.

gleich der stufenlosen Helligkeitsregulierung der Kreise dient. Montiert wird der Telrad mit zwei Rändelschrauben auf der mitgelieferten Basis. Diese baut nur ca. 1,5cm hoch und kann am Teleskop verschraubt oder mittels mitgelieferten doppelseitigen Klebepads befestigt werden. Trotz der Herstellung aus Kunststoff wirkt der Telrad aufgrund der dickwandigen Ausführung sehr solide.

Rigel Quickfinder

Der Rigel Quickfinder könnte als der kleine Bruder des Telrad bezeichnet werden. Das schmale, aber ca. 12cm hohe Gehäuse beinhaltet am oberen Ende eine ca. 2,5cm × 4cm messende Projektions-scheibe aus Kunststoff, wobei ein Gehäusebügel die Scheibe seitlich umschließt und schützt. Auf die Scheibe werden über eine Linse zwei konzentrische Kreise mit 0,5° und 2° Durchmesser projiziert. Ein Kombischalter (Ein/Aus, stufenlose Helligkeitsregelung) sitzt an der Gehäusefront. Zusätzlich kann man die Kreise mit einem Blinkmodus pulsieren lassen, wobei die Frequenz zwischen Dauerbetrieb und ca. 1,8s (0,9s »ein« und 0,9s »aus«) eingestellt werden kann. Die Suchkreise sind mit drei Rändelschrauben an der Gehäusevorderseite sehr einfach parallel zur optischen Teleskopachse justierbar. Zur Energieversorgung sitzt im Gehäuseboden eine Knopfzelle, die werkzeuglos gewechselt werden kann. Der Quickfinder wird mit zwei flachen Basisplatten geliefert, die jeweils am Teleskop verbleiben. Das Gerät wird in die Basis mit leichtem Druck in einen Rastmechanismus eingesetzt und dort sicher und justierstabil gehalten. Zum Entfernen ist ein kräftiger Fingerdruck auf eine Entriegelungslasche notwendig. Das Gehäuse ist dünnwandiger als beim Telrad,

dank der guten Verarbeitung ist das Gerät trotzdem stabil.

Baader Sky Surfer V

Beim Sky Surfer V handelt es sich um eine Visierhilfe, die ursprünglich aus dem Sportwaffen- und Jagdbereich stammt und von der Firma Baader Planetarium für astronomische Zwecke modifiziert wurde. Das schwarz eloxierte Aluminiumgehäuse (Durchmesser ca. 4,5cm) ist an Vorder- und Rückseite mit Glasscheiben verschlossen, welche eine kaum auffällige, schwach grünlich schimmernde Vergütung aufweisen. Zur Verhinderung von Taubeschlag der Scheiben kann an beiden Seiten jeweils eine 3,5cm lange metallene Taukappe angeschraubt werden. Bei Inbetriebnahme des Gerätes über einen Drehschalter an der Gehäuseoberseite wird auf die vordere Glasscheibe ein Leuchtpunkt projiziert. Der Drehschalter dient auch der elfstufigen Helligkeitsregelung und beinhaltet zugleich das Batteriefach für eine Knopfzelle. Zur x-y-Justierung des Leuchtpunktes müssen an der Gehäuseoberseite bzw. der rechten Gehäuswand Rändelkappen abgenommen werden, unter denen jeweils eine Justierschraube zum Vorschein kommt, die z.B. mit einer Geldmünze bedient werden kann. Die Justierung gelingt dank einer Feinrasterung sehr feinfühlig. An der Gehäuseunterseite befindet sich eine Schwalbenschwanzklemmschiene, an der mittels zweier Rändelschrauben unterschiedliche Basen montiert werden können. Im Lieferumfang sind drei Kunststoffbasen und eine Metallbasis enthalten. Die Metallbasis und eine Kunststoffbasis können wiederum an einer mitgelieferten Schnellwechseinrichtung eingesteckt werden, die, ähnlich einem Sucherschuh fest am Teleskop montiert wird und dort verbleibt. Leider lässt sich die sehr sauber verarbeitete Metallbasis nicht wirklich sicher an der Klemmschiene des Peilsuchers befestigen, da sie ein wenig zu schmal

ist. Auch bei maximal möglichem Anzug der Rändelschrauben kann der Sucher bei mäßigem Druck noch auf der Basis in Längsrichtung verschoben werden. Bei den Kunststoffbasen tritt dieses Problem nicht auf. Allerdings kann eine sehr flache, direkt am Teleskop zu verschraubende Basis nicht benutzt werden, da dann die Rändelschrauben des Suchers aufliegen und somit nicht mehr gedreht werden können. Das Gehäuse ist hochwertig verarbeitet und aufgrund der Metallausführung sehr stabil. Abgerundet wird das Zubehör durch zwei Verschlusskappen, die die Sichtscheiben des Peilsuchers bei Nichtgebrauch schützen.

Teleskop-Service RDA/William Optics M-RDF-P

Der »RDA« von Teleskop-Service und der »M-RDF-P« von William Optics sind baugleiche Geräte, sie unterscheiden sich lediglich hinsichtlich der mitgelieferten Basis bzw. Schnellwechseleinrichtung. Sie stammen ursprünglich aus dem Sportschützenbereich und eignen sich in den vorgestellten Varianten durch entsprechendes Zubehör zur astronomischen Nutzung. Ein Metallbügel an der Vorderseite des Gehäuses nimmt eine Sichtscheibe mit sehr kräftiger Vergütung auf. An diese Scheibe, die beim Durchblicken im Tageslicht das Bildfeld grünlich-blau einfärbt, können vier unterschiedliche Zielsymbole (Punkt, Kreuz, Kreis/Kreuz, Kreis/Punkt) in sieben Helligkeitsstufen projiziert werden. Der große und griffige Drehschalter beherbergt auch das Batteriefach für eine Knopfzelle. Sowohl die sehr feinfühligke x-y-Justierung als auch die Klemmung der Basis an der Schwalbenschwanzschiene des eigentlichen Suchergehäuses geschieht mit jeweils zwei Inbusschrauben. Teleskop-Service liefert den »RDA« mit einer Basis aus, die in nahezu alle gängigen Sucherbefestigungen (Vixen, Celestron, Skywatcher) eingesetzt werden kann. Optional ist ein passender Schnellwechselschuh erhältlich. Das Modell »M-RDF-P« von William Optics kommt mit einer eigenständigen Basis und Schnellwechselhalterung auf den Markt. Die Gewichtsunterschiede (vgl. Tabelle) beruhen auf den unterschiedlichen Basen. Die überwiegend in Metall ausgeführten Gehäuse sind sehr solide und aufgrund der geringen Abmessungen auch auf kleinen Teleskopen einsetzbar.

Vixen SX-Peilsucher

Der »SX-Peilsucher« von Vixen ist vom Bauprinzip den Suchern von Teleskop-

Service und William Optics sehr ähnlich. Eine runde, grünlich-blau vergütete Reflexionsscheibe von 2,5cm Durchmesser sitzt am vorderen Ende des Gehäuses. Auf diese Sichtscheibe kann mittels eines Drehschalters (kombiniert mit einem Batteriefach) an der Gehäuseoberseite ein Leuchtpunkt in elf Helligkeitsstufen projiziert werden. Zur Grobpeilung nach dem Prinzip Kimme und Korn dienen eine kleine Nase unten im Sichtfenster und eine weiß ausgelegte Kerbe auf der Gehäuseoberseite des Peilsuchers. Dieser auch aus dem Sportwaffenbereich stammende Sucher wird von Vixen auf eine astrotaugliche Basis adaptiert, die wiederum in den Sucherschuh von Vixen-Teleskopen eingesetzt werden kann. Mit einer großen und griffigen Rändelmutter wird an dieser Basis über ein Kugelgelenk eine grobe Vorjustierung durchgeführt, die Feinjustierung erfolgt, wie bei den Konkurrenzmodellen auch, an zwei Inbusschrauben am eigentlichen Suchergehäuse.



Abb. 3: Telrad und Rigel Quickfinder arbeiten beide nach dem gleichen Prinzip: An eine Sichtscheibe wird ein Aufsuchmuster eingespiegelt.

Televue Qwik Point

Der »Qwik Point« von Televue ist der kleinste und leichteste Peilsucher im Testfeld. Sowohl Suchergehäuse als auch die Basis sind aus Kunststoff gefertigt, hinterlassen aber einen soliden Eindruck. Die Klemmung auf der Basis und die x-y-Justierung geschehen mit jeweils zwei Schrauben, die den Einsatz eines Schraubendrehers erfordern. Die Basis selbst wird

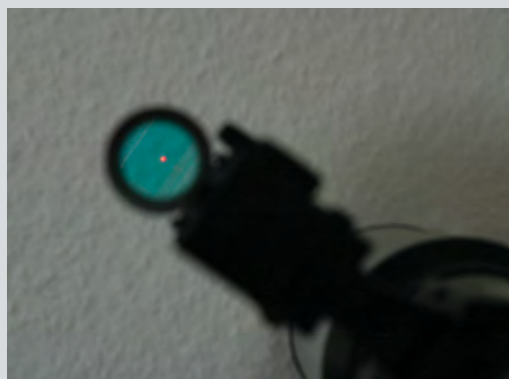
Wie benutzt man einen Leuchtpunktsucher?

Der klassische 6x30-Sucher, der auf vielen Teleskopen zu finden ist, hat viele Nachteile. Sein Gesichtsfeld ist winzig, durch die oft mangelhafte Halterung verstellt er sich leicht, das Sucherbild steht bauartbedingt auf dem Kopf und oft peilt man damit versehentlich den falschen Stern an. Das führt nicht selten zu Frust und der »Sucher« macht seinem Namen alle Ehre. Deutlich bequemer zu benutzen sind Leuchtpunktsucher, bei denen ein Punkt oder mehrere konzentrische Kreise scheinbar an den Himmel projiziert werden. Sie sind auch in der Jagd bekannt und durch ihr bequemes Einblickverhalten beliebt.

Das Auffinden von Objekten ist mit dem Leuchtpunktsucher denkbar einfach. Mit einem Auge wird durch den Sucher gepeilt. Da aber der in den Suchern sichtbare Himmelsausschnitt meist zu klein für eine vernünftige Orientierung ist, bleibt das andere Auge ebenfalls offen und man schaut am Sucher vorbei zum Himmel. Beide Augen fokussieren nun auf den Sternhimmel,

und das Zielsymbol wird scheinbar an den Himmel projiziert scharf gesehen und zeigt die Ausrichtung des Teleskops an.

Die Position des Objekts wird anhand der benachbarten Sterne eingeschätzt



und der Leuchtpunkt (bzw. die Mitte der konzentrischen Kreise) wird auf diese Position gesetzt. Wenn sich das Objekt nun noch nicht im Gesichtsfeld des Okulars befindet, reicht meist ein leichtes Schwenken des Teleskops um die Ausgangsposition herum, um das Objekt zu finden. Mit etwas Übung geht das sehr schnell und genau.

■ Ulrich Beinert



Abb. 4: Der Baader SkySurfer kommt mit viel Zubehör für die Adaption an verschiedenen Teleskoptuben.



Abb. 5: Die Modelle Teleskop-Service RDA und William Optics M-RDF-P sind baugleich, nur die Basen unterscheiden sich voneinander.



Abb. 6: Die Sucher Vixen SF und Televue Qwik Point können im Test nicht überzeugen.

mit zwei Schrauben fest am Teleskop montiert. Mittels eines kleinen Schalters in Betrieb gesetzt, wird ein Leuchtpunkt auf die nur ca. 1,5cm große Sichtscheibe an der Gehäusefront projiziert. Eine Regelung der Leuchtstärke ist nicht möglich.

Televue Starbeam

Gänzlich anders stellt sich das Modell »Starbeam« aus dem Hause Televue dar. Vollständig aus gefrästen bzw. gedrehten und schwarz eloxierten Aluminiumteilen gefertigt, besticht das Gerät durch Größe, Gewicht und saubere Verarbeitung. An der Gehäusefront sitzt eine knapp 4cm messende Sichtscheibe, die beiderseits durch Taukappen geschützt ist. Am rückseitigen Gehäuseende wird eine eigenständige Beleuchtungseinheit eingesetzt, die einen präzise definierten Leuchtpunkt auf die Sichtscheibe projiziert. Dessen Helligkeit wird an einem griffigen Ein-/Ausschalter kombiniert mit Drehregler stufenlos den Erfordernissen angepasst. Als Besonderheit kann dort noch ein schwenkbarer Zenitspiegel angesetzt werden, so dass ein Wechsel zwischen geradsichtigem Einblick und 90°-Einblick ermöglicht wird. Die x-y-Justierung wird einfach und präzise an drei gut zugänglichen Rändelschrauben vorgenommen und mit einer vierten gegen versehentliches Lösen gesichert. Für unterschiedliche Teleskoptypen stehen verschiedene Schnellwechselhalter zur Verfügung, die den Sucher präzise aufnehmen. Ein Sicherungsstift verhindert auch bei versehentlichem Lösen der Klemmung ein Herausfallen nach unten.

Die Peilsucher in der Praxis

Grundsätzlich funktioniert das Auffinden von Objekten mit allen getesteten Peilsuchern gleichartig und denkbar einfach (siehe Kasten). Beim nächtlichen Einsatz offenbaren die Peilsucher jedoch recht schnell deutliche Unterschiede, die zeigen, ob sie für den astronomischen Einsatz geeignet sind.

Telrad

Der Telrad ist kompromisslos für den nächtlichen Gebrauch am Teleskop konzipiert. Die Befestigung an der Basis und die Bedienung sämtlicher Funktionselemente gelingen werkzeuglos selbst mit Handschuhen. Die üppig dimensionierte klare Sichtscheibe ermöglicht ein großes Gesichtsfeld, wobei die drei konzentrischen Kreise definierter Größe helfen Distanzen am Himmel abzuschätzen. Die Ringe können z.B. an Sternen im Gesichtsfeld so positioniert werden, dass das gesuchte Objekt in der Visiermitte zu liegen kommt. Die feinfühligkeitsregelung erlaubt eine so gute Anpassung, dass auch schwache Sterne nicht überstrahlt werden. Die Einblickhöhe sichert eine angenehme Kopfhaltung, auch ist die Positionierung des Auges für eine gute Erkennbarkeit der Ringe unkritisch. Bei einem Augenabstand größer ca. 25cm wird der äußere Ring jedoch nicht mehr sicher erkannt.

Das Sucherbild zeigt bei jedweder Drehung oder Bewegung des Kopfes keinerlei Anzeichen von Parallaxeeffekten. In der Praxis erweist sich die freistehende Sichtscheibe als sehr empfindlich gegen Taubeschlag. Die Verwendung der als Zubehör erhältlichen schwenkbaren Taukappe ist daher dringend empfohlen. Diese schützt das Gerät auch am Tag vor direkter Sonneneinstrahlung in die Projektionsoptik, was sonst zu einer Zerstörung der Kreismaske und LED führt. Gegen Taubeschlag empfiehlt sich alternativ auch eine Beheizung der Sichtscheibe, für die es kommerzielle Lösungen gibt. Angenehm sind die lange Nutzungsdauer mit den beiden AA-Batterien und deren kostengünstiger Ersatz. Das große und 300g schwere Gehäuse kann bei kleinen Teleskopen bzw. bei Dobsons in extremer Leichtbauweise zu Anbringungs- oder Balanceproblemen führen.

Rigel Quickfinder

Mit nur 6cm × 6cm Stellfläche der Basis und ca. 85g Gewicht kann der Rigel Quick-

finder auf fast jedem Teleskop angebracht werden. An unterschiedlichen Teleskopen eingesetzt, garantiert die vollständig werkzeuglose Bedienbarkeit eine unkomplizierte nächtliche Handhabung. Auffällig ist, dass das Auge etwas präziser als beim Telrad zur Sichtscheibe positioniert werden muss, damit die beiden Zielkreise gut erkannt werden. Außerdem wird beim Testgerät bei einem größeren Augenabstand als ca. 30cm der äußere Ring etwas unschärfer abgebildet und es machen sich geringe Parallaxeeffekte bemerkbar, d.h. die Ringe verlagern bei seitlicher Kopfbewegung ihre Position relativ zum Sternhintergrund. Dieser Effekt kann in einer unpräzisen Justierung der intern verbauten LED in Bezug zur optischen Achse der Projektionslinse begründet liegen. Offensichtlich kann es hier zu einer gewissen Serienstreuung kommen, beim vorliegenden Testgerät war der Effekt wahrnehmbar, aber nicht wirklich störend. Die Helligkeitsregelung erlaubt eine perfekte Anpassung der Leuchtstärke an die Sternhelligkeit im Zielgebiet, die Sichtbarkeit der Sterne kann über den Pulsgeber mit zeitweiligem Ausblenden der Ringe noch verbessert werden, so dass auch schwächste Sterne noch erkannt werden. Der Quickfinder reagiert aufgrund des Schutzbügels weniger empfindlich auf Taubeschlag als der Telrad, ist aber nicht grundsätzlich dagegen gefeit. Da es für den Sucher keine kommerzielle Lösung einer Taukappe gibt, muss der Sternfreund selbst eine Bastellösung schaffen oder die Feuchtigkeit vorsichtig abwischen. Starker Druck auf die Scheibe sollte aber vermieden werden, da sie nur an der unteren Schmalseite an das Gehäuse geklebt ist.

Baader Sky Surfer V

Unter den ehemaligen Sportwaffensuchern sichert der Baader Peilsucher mit ca. 3,5cm freiem Durchblick ein großes Gesichtsfeld, was das Navigieren am Himmel einfach gestaltet. Die Abbildung ist klar und scharf definiert, eine Abschwächung der Sternhelligkeiten ist nicht erkennbar. Die Helligkeit des sauber definierten

Die Peilsucher im Überblick								
Modell	Telrad	Rigel Quickfinder	Sky Surfer V	TS RDA	William Optics M-RDF-P	Vixen SX Peilsucher	Televue Qwik Point	Televue Starbeam
Zielsymbole	3 Kreise mit 0,5°, 2° und 4°	2 Kreise mit 0,5° und 2°	Punkt	Punkt, Kreuz, Kreis/Kreuz, Kreis/Punkt	Punkt, Kreuz, Kreis/Kreuz, Kreis/Punkt	Punkt	Punkt	Punkt
Leuchstärke	stufenlos regelbar	stufenlos regelbar	11 Stufen	7 Stufen	7 Stufen	11 Stufen	nicht regelbar	stufenlos regelbar
Blinkmodus	nein	ja	nein	nein	nein	nein	nein	nein
Justierung	werkzeuglos mit 3 Rändelschrauben	werkzeuglos mit 3 Rändelschrauben	2 Schrauben unter Rändelkappen	2 Inbusschrauben	2 Inbusschrauben	grob an Basis, fein über 2 Inbusschrauben	2 Schrauben Kreuzschlitz	werkzeuglos mit 4 Rändelschrauben
Klemmung an Basis	werkzeuglos mit 2 Rändelschrauben	werkzeuglos mittels Einrastmechanismus	werkzeuglos mit 2 Rändelschrauben	2 Inbusschrauben	2 Inbusschrauben	2 Inbusschrauben	2 Schrauben Kreuzschlitz	werkzeuglos mit 1 Rändelschraube
Batterien	2 AA-Batterie	1 CR2032-Knopfzelle	1 CR2032-Knopfzelle	1 CR2032-Knopfzelle	1 CR2032-Knopfzelle	1 CR2032-Knopfzelle	1 CR2032-Knopfzelle	2 LR44-Knopfzelle
Batteriefach	Schiebedeckel	offen	Schraubdeckel	Schraubdeckel	Schraubdeckel	Schraubdeckel	offen	Schraubdeckel
Batteriewechsel	werkzeuglos	werkzeuglos	werkzeuglos	Hilfsmittel	Hilfsmittel	Hilfsmittel	werkzeuglos	werkzeuglos
Abmessung	werkzeuglos	werkzeuglos	werkzeuglos	Hilfsmittel	Hilfsmittel	Hilfsmittel	werkzeuglos	werkzeuglos
Länge×Breite×Höhe	21cm × 4,5cm × 12cm	3,5cm × 3,5cm × 12cm	11cm × 5,5cm × 7cm	8cm × 3,5cm × 5,5cm	8cm × 3,5cm × 5,5cm	10cm × 3cm × 5,5cm	11cm × 2cm × 5,5cm	24,5cm × 5cm × 9,5cm
Gewicht mit Basis/Schnellwechselhalter	300g	85g	400g	250g	200g	190g	45g	370g
Einblickhöhe mit Basis/Schnellwechselhalter	ca. 9,5cm	ca. 10cm	4–10cm, je nach Basis	ca. 9cm	ca. 9cm	ca. 8,5cm	ca. 4,5cm	ca. 7cm
Zubehör	1 Basis	2 Basen	Sucherschuh, 1 Metallbasis, 3 Kunststoffbasen, Adapterplatte, Taukappen, Schutzkappen	1 Basis, Schutzkappe für Peilscheibe, Inbusschlüssel, Microfasertuch	1 Basis, Schnellwechselhalter, Schutzkappe für Peilscheibe, Inbusschlüssel, Microfasertuch	1 Basis, Inbusschlüssel	1 Basis, Schrauben, Inbusschlüssel	1 Basis, Schutzkappen für Peilscheibe, Zenitspiegel
Preis	56€	55€	94€	66€	98€	71€	40€	233€
Zubehör optional	Blinkmodul 29€, Taukappe 18€, extra Basis 15€, Basiserhöhung 29€	AA-Batteriefach		Schnellwechselhalter 17€				

Leuchtpunktes lässt sich mit dem griffigen und »handschuhfreundlichen« Drehschalter so fein herunter regeln, dass auch die schwächsten noch erkennbaren Sterne nicht überstrahlt werden. Bei Annäherung des Auges in Richtung der Basis fällt eine recht deutliche Verlagerung des Leuchtpunktes in Bezug zum Sternhintergrund auf, bei anderen Änderungen der Einblicklage konnten Parallaxeneffekte nicht festgestellt werden. Als nützliches Zubehör verhindern die Taukappen in feuchten Nächten ein Beschlagen der Sichtscheiben recht effektiv. Bei einer Gesamtlänge von 18cm (incl. Tauschutzkappen) und ca. 400g Gewicht kann sich die Nutzung des Baader-Peilsuchers an kleinen Teleskopen als problematisch darstellen.

Teleskop-Service RDA/William Optics M-RDF-P

Trotz der starken Vergütung liefern die Peilsucher von Teleskop-Service und William Optics ein klares Bild ohne auffällige Lichtverluste am Stern. Ein Blick durch die Sichtscheibe lässt bei Verlagerung des Auges nach rechts oder links eine minimale Parallaxe des Leuchtpunktes erkennen. Die Scheibe selbst ist als Folge der exponierten Position extrem von Taubeschlag betroffen. Zwar kann die mitgelieferte Gummikappe als Tauschutz benutzt werden, doch die Abdeckung klemmt recht fest auf der Scheibe und das häufige Abnehmen und Aufsetzen ist umständlich. Außerdem wird die astronomische

Eignung durch die unzureichende Abblendung der Zielsymbole eingeschränkt. Selbst bei geringster Helligkeit des siebenstufigen Reglers werden schwache Sterne überstrahlt und die Navigation damit erschwert. Nur unter diesem Aspekt erweist sich die Umschaltmöglichkeit der Visiersymbole als nützlich, da die zu starke Helligkeit bei dem Zielsymbol »Punkt« am wenigsten störend in Erscheinung tritt.

Surftipp

Rigel-Quickfinder-Tuning:
www.stern-fan.de



Abb. 7: Beim luxuriösen Televue Starbeam macht ein schwenkbarer Zenitspiegel auch den 90°-Einblick möglich.

Vixen SX-Peilsucher

Der Gebrauch des SX-Peilsuchers von Vixen gestaltet sich ähnlich wie bei den Modellen von Teleskop-Service und Williams Optics, allerdings vermag hier die unsicher zu klemmende Grobjustierung mittels des Kugelgelenkes an der Basis nicht zu überzeugen. Erwartungsgemäß ist auch hier die runde Sichtscheibe stark durch Taubeschlag betroffen, eine Schutzkappe wird nicht mitgeliefert. Die Peilung nach Kanne und Korn ist bei astronomischer Anwendung in der Dunkelheit nicht nutzbar und auch bei diesem Modell ist die geringste Helligkeitseinstellung des Leuchtpunktes für astronomische Zwecke noch zu hell. Zudem zeigt der Leuchtpunkt bei horizontaler Bewegung des Auges eine deutliche Verlagerung vor dem Sternhintergrund, was die präzise Ausrichtung des Teleskops erschwert.

Sämtliche Peilsucher die aus dem Sportwaffenbereich stammen, sind in ihrem ur-

sprünglichen Einsatzbereich nicht für eine regelmäßige Montage und Demontage vorgesehen. Bei den Geräten »Sky Surfer V«, »RDA«, »M-RDF-P« und »SX« sollte daher ein nächtliches Wechseln der Basis am eigentlichen Suchergehäuse vermieden werden. Ist die Basis nicht akkurat in die schmale Klemmnut eingeführt, droht ein unkontrolliertes Lösen der Verbindung mit unabsehbaren Folgen für Sucher und bei offenen Gitterrohrteleskopen auch für die Teleskopoptik. Erst die Nutzung des jeweils passenden Schnellwechselschuhs am Teleskop macht bei diesen Modellen eine astronomische Nutzung komfortabel, da diese sicher und auch mit Handschuhen gut zu bedienen sind. Es verbleibt jedoch bei allen Modellen die x-y-Justierung mittels Werkzeug, was die wechselnde Verwendung an mehreren Teleskopen etwas umständlich gestaltet.

Televue Qwik Point

Der nicht in der Helligkeit regulierbare Leuchtpunkt des »Qwik Point« von Televue führt auf der sehr kleinen Sichtscheibe zu einer starken Überstrahlung der Sterne, was durch zusätzliche Lichtreflexe an der Gehäuseoberfläche noch verstärkt wird. Außerdem zeigt der Punkt bei jeder Verlagerung des Auges sehr starke Verschiebungen gegenüber dem Sternhin-

tergrund. In Kombination mit der unkomfortablen geringen Einblickhöhe ist die präzise Ausrichtung eines Teleskops am Sternhimmel daher kaum möglich. Als sinnvolle Nutzung des Gerätes ist bestenfalls der Einsatz als grobe Peilhilfe an einem Großfeldstecher mit großem Gesichtsfeld denkbar.

Televue Starbeam

Der Televue »Starbeam« überzeugt beim nächtlichen Einsatz durch sichere und vollständig werkzeuglose Bedienung. Die Leuchtkraft des Zielpunktes kann so feinfühlig reguliert werden, dass auch schwächste Sterne nicht überstrahlt werden. Das Sucherbild ist klar und hell. Es sind keinerlei Parallaxeeffekte festzustellen, jedoch muss das peilende Auge recht präzise nahe der Achse der Sichtscheibe positioniert werden, sonst verschwindet der Leuchtpunkt. Die geradsichtige Einblickhöhe ist mit ca. 7cm gerade noch komfortabel. Bei zenitnaher Objektsuche gewinnt der »Starbeam« volle Komfortpunkte durch den einschenkbaren Zenitspiegel, womit genickstrapazierende Verrenkungen der Vergangenheit angehören. Die Taukappen reduzieren die Tauempfindlichkeit erheblich, können aber ein Beschlagen der Sichtscheibe bei sehr feuchten Bedingungen auch nicht gänzlich verhindern. Gewicht und Größe des Gerätes verhindern seinen Einsatz auf kleinen Teleskopen und Leichtbauten.

Fazit

Durch den unbegrenzten, unvergrößerten und seitenrichtigen Himmelsblick gelingt mit Peilsuchern die Orientierung sehr einfach und intuitiv. Man kann sich mit dem Teleskop am realen Himmel fast genau so bewegen, als ob man auf einer Sternkarte ein Objekt sucht. Hellere Objekte bzw. Objekte in einem helleren Sternfeld finden sich viel schneller als mit einem herkömmlichen optischen Sucher. Bei Objekten in sternarmen Regionen oder bei stark aufgehelltem Himmel lassen sich Peilsucher weniger effektiv nutzen und haben Nachteile gegenüber optischen Suchern.

Unter den getesteten Modellen besticht der »Telrad« in allen Punkten mit der höchsten Praxistauglichkeit, wobei die drei Zielkreise die beste Zielerfassung ermöglichen. Seine Leistungsfähigkeit und lange Traditi-

Die Peilsucher in der Praxis

Telrad

- + praxisgerechte Bedienbarkeit
- + sehr hohe Zielgenauigkeit
- hohe Tauanfälligkeit

Televue Starbeam

- + praxisgerechte Bedienbarkeit
- + sehr gute optische Leistung
- hoher Preis

Rigel Qickfinder

- + praxisgerechte Bedienbarkeit
- + hohe Zielgenauigkeit
- mäßige Tauanfälligkeit

Sky Surfer V

- + umfangreiches Zubehör
- unsichere Klemmung auf Metallbasis
- vertikale Parallaxeeffekte

TS RDA und William Optics RDF

- + gute optische Leistung
- Leuchttärkeregelung nicht ausreichend
- Justierung erfordert Werkzeug

Vixen Peilsucher

- horizontale Parallaxeeffekte
- Leuchttärkeregelung nicht ausreichend
- instabile Grobjustierung

Televue Qwikpoint

- keine Leuchttärkeregelung
- starke Parallaxe
- Justierung erfordert Werkzeug

Die Justierhilfen wurden zur Verfügung gestellt von APM Telescopes Markus Ludes, Rehlingen, Teleskop-Service, Putzbrunn, OSDV Göttker/Pietsch GmbH, Werl und Vixen Europe GmbH, Willich

on in der Hobbyastronomie zeigen sich auch an der Tatsache, dass dessen Sucherkreise in zahlreichen Planetariumsprogrammen (z.B. TheSky, Guide 8.0) eingeblendet werden können, in Sternkartenwerken eingedruckt sind (Deep Sky Reiseatlas) oder entsprechende Schablonen beiliegen (Uranometria 2000.0). Durch ein umfangreiches Zubehörprogramm kann er in seinem Leistungsspektrum noch erweitert werden (Blinkmodus, automatische Abschaltung, Heizmanschette gegen Beschlagen). Dichtauf folgt der Televue »Starbeam«, der mit praxisgerechter

Bedienung und sehr guter optischer Leistung glänzt. Verarbeitung und Preis kennzeichnen ihn als Rolls-Royce unter den Testgeräten. Lediglich der einfache Leuchtpunkt ist nicht so flexibel einsetzbar wie die Zielkreise des »Telrad«. Geringe Abstriche in der optischen Leistungsfähigkeit muss der »Quickfinder« hinnehmen, jedoch punktet er mit kleiner Baugröße, geringem Gewicht und zwei mitgelieferten Basen. Den solide gebauten, kleinen und handlichen Peilsuchern von Teleskop-Service, William Optics und Vixen gereicht die unzureichende

Helligkeitsregulierung der Zielsymbole zum gravierenden Nachteil. Diesbezüglich ist der Firma Baader Planetarium die Anpassung des Sportschützensuchers an den astronomischen Einsatzbereich besser gelungen, jedoch stört die deutliche vertikale Parallaxe. Verbesserungsfähig ist zudem die mechanische Klemmung an zwei der mitgelieferten Basen. Mechanische Probleme der Basis und Parallaxeeffekte kennzeichnen auch das Modell von Vixen. Mit deutlichen Mängeln weit abgeschlagen kann der »Qwik Point« von Televue nicht überzeugen.

Neuheiten von Meade

Meade LX90-Serie jetzt mit ACF-Optik



Nachdem die ACF-Optiken (advanced coma free) bei den LX200-Modellen bereits Standard sind, hält die komafreie Optik mit UHTC-Beschichtung nun auch Einzug bei der einfacher ausgestatteten LX90-Serie. Gegenüber der bisherigen Schmidt-Cassegrain-Optik zeichnen sich die neuen Geräte laut Herstellerangaben aufgrund der Komafreiheit durch eine höhere Randschärfe, einen höheren Kontrast und daher einen Grenzgrößengewinn bei der Beobachtung bzw. Fotografie aus. Unverändert ist der bisherige Leistungsumfang der Montierung mit wahlweise azimutaler oder parallaktischer Aufstellung, GoTo-Funktion zu 30223 gespeicherten Objekten plus 200 programmierbaren Zielen sowie maximal 6,5°/Sekunde Positioniergeschwindigkeit in beiden Achsen gleichzeitig. Die Ansteuerung erfolgt über die AutoStar-Handbox bzw. durch Anbindung an den PC und der mitgeliefer-

ten AutoStar Suite-Software. Zum Lieferumfang gehören außerdem: Stativ, 8×50mm Sucherfernrohr, 1,25"-Zenitprisma, Super Plössl-Okular 26mm (1,25") der Serie 4000. Die Geräte werden wie gewohnt in 8" (2199€), 10" (3280€) und 12" (3840€) Öffnung angeboten.

Meade ED-APO 127

Mit der Einführung des ED-APO 127 erweitert Meade sein Angebot apochromatischer Refraktoren um ein Modell mit 5" Öffnung. Der dreilinsige Apochromat der Serie 5000 bietet laut Meade dank der Verwendung von ED-Glas eine farbsaumfreier Abbildung. Der Tubus ist mit vollvergüteter Optik (127 mm, f/7,5) und einem 2"-Crayford-Okularauszug ausgestattet. Bei vollständig eingeschobener Taukappe misst der 7kg schwere Tubus 84,6cm in der Länge. Der Preis beträgt 1499€, optional kann das Gerät auch mit einem 2"-Zenitspiegel der Serie 5000 und einem Transportkoffer für 1599€ erworben werden.



Fujinon HCF Fernglasserie

Im heiß umkämpften Fernglasmarkt platziert Fujinon seine neue HCF Fernglasserie im mittleren bis unteren Preissegment, die dennoch mit einer umfangreichen Ausstattung aufwartet. Alle Gläser weisen semiapochromatische Objektive und phasenkorrigierte Dachkantprismen auf, sämtliche Glas-Luftflächen sind hart multi-vergütet. Die druckwasserdichten Gehäuse sind gegen Beschlagen mit Stickstoff gefüllt und mit einer Gummiarmierung gegen den rauen Freilandeinsatz geschützt. Die Scharfstellung erfolgt zentral am Mitteltrieb, der Dioptrienausgleich am rechten Okular. Der Pupillenabstand wird mit 18–20mm angegeben und ist damit brillenträgetauglich, wobei die drehbaren Gummiaugenmuscheln eine optimale Abstandseinstellung gewährleisten. Es stehen die Modelle 8×25, 10×25, 8×32, 10×32, 8×42, 10×42 und 10×50 zur Auswahl.

Für den astronomischen Gebrauch dürften somit besonders die Gläser mit 32mm, 42mm bzw. 50mm Öffnung interessant sein. Die 32mm Gläser wiegen gerade einmal 390g und zeigen 6,5° bzw. 7,5° Gesichtsfeld. Das 8×42 wiegt 691g und weist ein Gesichtsfeld von 7° auf. Beim 10×42 sinkt das Gesichtsfeld auf 5°, das Gewicht beträgt 715g. Mit 881g ist auch das 10×50 Glas recht leicht, das Gesichtsfeld wird mit 5,5° angegeben. Mit 1m–1,5m ist die Naheinstellgrenze bei allen Gläsern erstaunlich gering, was neue Anwendungen in der Tierbeobachtung (z.B. Insekten) erschließt. Die Preise betragen 119€ für die 25mm-Gläser, 159€ für die 32mm-Gläser und 199€ für die 42mm-Gläser. Das 10×50 schlägt mit 279€ zu Buche. Im Lieferumfang sind jeweils Okular- und Objektivschutzdeckel, Trageriemen und eine Tasche enthalten.

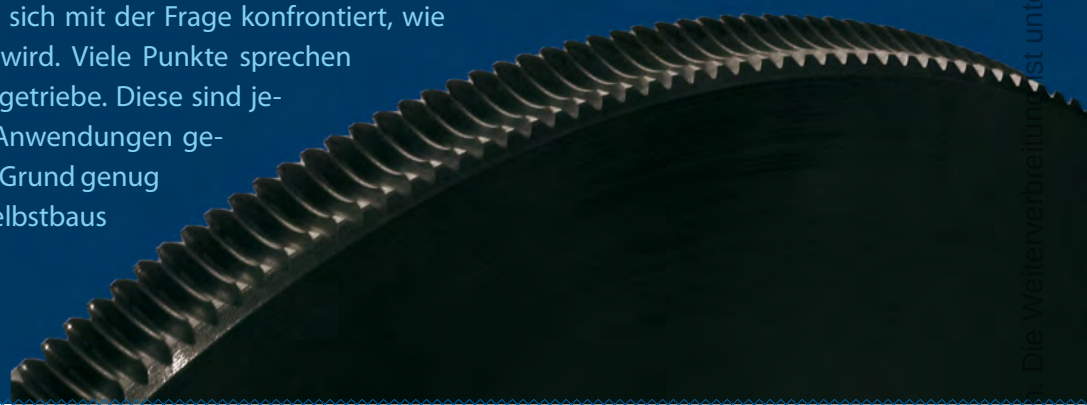


Zahn um Zahn

Schneckengetriebe selbst hergestellt

VON MARTIN RAABE

Wer eine Montierung baut sieht sich mit der Frage konfrontiert, wie das Nachführgetriebe realisiert wird. Viele Punkte sprechen für die traditionellen Schneckengetriebe. Diese sind jedoch in der für astronomische Anwendungen gewünschten Präzision recht teuer: Grund genug sich auf eine alte Methode des Selbstbaus zu besinnen.



Bereits in den 1930er Jahren wurde von Russell W. Porter ein Verfahren angegeben, wie sich mit Hilfe einer Drehmaschine Schneckengetriebe selbst herstellen lassen [1]. Dabei wird die Verzahnung des Rades mittels eines Gewindebohrers gefräst und die Schnecke als dazu passendes Schraubengewinde gefertigt. Die entsprechende Vorrichtung zum Fräsen des Rades ist in Abb. 2 dargestellt.

Ein Gewindebohrer ist im Futter der Drehmaschine eingespannt und dient als Fräswerkzeug. Der Rohling des Schneckenrades, zum Beispiel aus Aluminium, wird mittels einer Lagereinheit auf dem Querschlitten fixiert, und ist um die senkrechte Achse frei drehbar. Wird nun durch Heranfahren des Querschlittens der Rohling in Kontakt mit dem rotierenden Gewindebohrer gebracht, kommt es zu zwei Vorgängen: Die Schneiden des Gewindebohrers dringen in die Umfangsfläche des Rohlings ein und gleichzeitig wird der Rohling aufgrund der Neigung der Schneiden in eine langsame Drehung versetzt.

Es bildet sich eine Reihe von Kerben längs des Umfangs aus. Durch weiteres Zustellen des Querschlittens vertiefen sich die Kerben immer mehr. An der Überlap-

Abb. 1: Eine Schneckenradverzahnung für eine astronomische Montierung, entstanden im Selbstbau.

pungsstelle, wo der Gewindebohrer nach einer Umdrehung des Rades wieder auf die ersten geschnittenen Kerben trifft, bildet sich zunächst in den meisten Fällen ein Doppelmuster, da die neuen Kerben nicht exakt auf die alten treffen. Dieses Doppelmuster verschwindet im weiteren Verlauf des Fräsvorganges immer mehr, bis schließlich nur noch eine einzige Reihe von Kerben übrig bleibt.

Grenzen des Verfahrens

Es wird bei dieser Vorgehensweise davon ausgegangen, dass sich die durch die anfängliche Überlappung entstehenden Fehler im weiteren Verlauf der Bearbeitung egalalisieren, und somit kein Teilungsfehler am fertigen Rad auftritt. Das konnte bei entsprechenden Versuchen nicht bestätigt werden. Es verblieb immer ein Teilungsfehler, der selbst mit einem einfachen Messschieber leicht nachweisbar war. Über jeweils 20 Zähne gemessen lagen die Abweichungen längs des Radumfangs in der Größenordnung von 0,1mm–0,2mm.

Selbst wenn nach einem Umlauf die Kerben nahezu exakt ineinander trafen war ein Teilungsfehler in dieser Größenordnung messbar.

Das Erreichen einer bestimmten Zähneanzahl sollte durch die Wahl des richtigen Anfangsdurchmessers des Rohlings möglich sein. Das konnte jedoch bei keinem einzigen Versuch bestätigt werden. Teilweise ergab sich sogar bei einer geringfügigen Verkleinerung des Durchmessers eine größere Zähneanzahl als zuvor.

Bei diesem freilaufenden Verfahren scheinen so große Fehlerquellen einzufließen, dass die gleichmäßige Rotation des Rades nicht gegeben ist und somit Teilungsfehler unvermeidlich sind. Es ist eine Variante des Verfahrens bekannt, bei der zunächst am Umfang des Rohlings Kerben im richtigen Abstand eingebracht werden, die dann zu Beginn des Fräsens als Führung dienen. Dadurch kann eine bestimmte Zähneanzahl erreicht werden, und es reduziert sich möglicherweise auch der Teilungsfehler. Diese Vorgehensweise wurde nicht näher betrachtet, da keine ge-

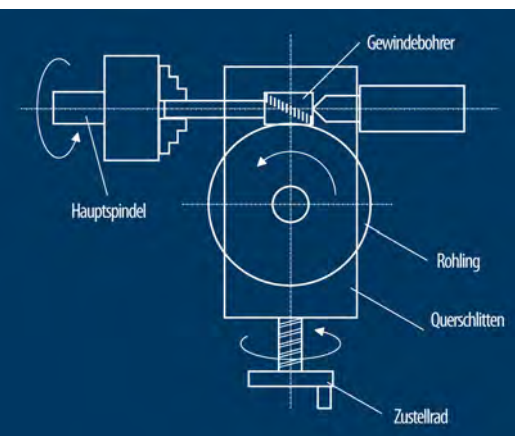


Abb. 2: Der Fräsaufbau nach [1].

Der Schneckenradrohling wird durch den Schneidvorgang des Gewindebohrers in Drehung versetzt.

eignete Vorrichtung zum exakten Einbringen der Kerben vorhanden war.

Verbesserung des Verfahrens

Bei der industriellen Herstellung von Zahnrädern wird die Rotation von Werkzeug und Rohling mittels eines Getriebes synchronisiert. Die exakte Drehung des Rades wird also von außen erzwungen. Eine solche Erweiterung ist auch für eine selbst gefertigte Verzahnung mit vertretbarem Aufwand möglich (Abb. 3).

Dazu wurde die Lagereinheit des Rohlings um ein preiswertes Schneckengetriebe ergänzt, bezogen von Fa. Kremp-Wetzlar zum Preis von ca. 35€. Über verschiedene Wellen und Zahnräder wurde eine Anbindung dieses Leitgetriebes an die Hauptspindel der Drehmaschine geschaffen. Die Übersetzung muss dabei exakt so groß sein wie das Verhältnis der gewünschten Zähnezahl des zu fertigenden Rades zu der Zähnezahl des Leitgetriebes.

Fräser mit einer exakt passenden Schneidengeometrie ermöglichen bei der kommerziellen Fertigung einen sauberen und effektiven Zerspanungsvorgang. Ein Gewindebohrer ist eigentlich zum Fräsen ungeeignet. Insbesondere entspricht die damit geschnittene Verzahnung nicht der üblichen Schneckenverzahnung, sondern ist im Prinzip das Gegenstück zu einer in Kreisform gebogenen Gewindestange mit einem metrischen Spitzgewinde. Da spezielle Fräser für ein Selbstbauprojekt aus Kostengründen ausscheiden, wird hier trotz dieser Nachteile ein Gewindebohrer eingesetzt. Man sollte jedoch eine Ausführung mit spiralförmigen Spanntuten wählen, da hiermit der Fräsvorgang sauberer und weniger ruckartig abläuft als

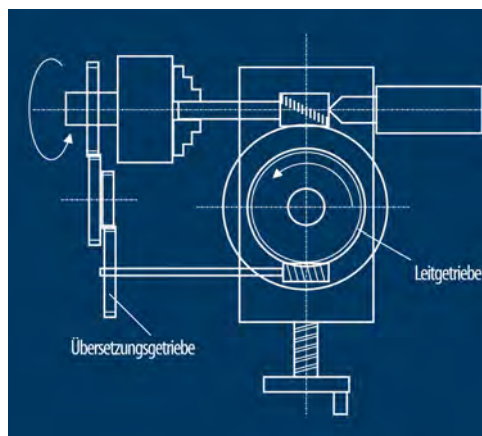


Abb. 3: Ein verbesserter Aufbau verwendet ein Leitgetriebe, das die Drehung des Rohlings mit der Drehung des Gewindebohrers synchronisiert.

bei einem Gewindebohrer mit geraden Nuten.

Herstellung der Räder

Für die in interstellarum 58 beschriebene Montierung [2] wurden die Schneckengetriebe für Rektaszension und Deklination mit der vorstehend dargestellten, verbesserten Methode angefertigt. Der Werkstoff der Räder ist eine hochfeste Aluminiumlegierung (AlZnMgCu bzw. EN AW-7075). Der Durchmesser der Rohlinge betrug 171mm bzw. 137mm bei einer Dicke von 11mm. Die beiden Scheiben wurden mit einer zentralen Bohrung von 45mm Durchmesser versehen und an den Kanten ca. 1,5mm angefast. Die gewünschten Zähneanzahlen von 264 bzw. 216 erfordern eine Übersetzung von der Hauptspindel zur

Schneckenwelle des Führungsgetriebes von 1:2,64 bzw. 1:2,16, da das Schneckenrad des Leitgetriebes 100 Zähne aufweist. Mittels mehrerer Zahnradstufen lassen sich diese Übersetzungen exakt erreichen, und der Achsversatz zwischen Hauptspindel und Führungsgetriebe kann ausgeglichen werden (Abb. 4). Als Werkzeug wurde ein M16x2-Maschinengewindebohrer eingesetzt. Damit ergibt sich ein Modul der Verzahnung (=Teilkreisdurchmesser in mm / Zähnezahl) von ca. 0,63.

Die Lagereinheit für den Rohling besteht aus einer kurzen Welle, die mit zwei Kugellagern spielfrei gelagert ist. Zusätzlich befinden sich unterhalb der Bearbeitungsstelle und seitlich zwei kleine Kugellager als Rollen, die den Rohling nach unten abstützen und somit eine Durchbiegung oder ein Verkippen aufgrund der auftretenden Kräfte verhindern.

Durchführung der Verzahnung

Mit einer Drehzahl von 125/min wurde die Maschine gestartet, und vorsichtig der Querschlitten mit dem sehr langsam rotierenden Rohling an den sich drehenden Gewindebohrer herangefahren. Mit einer Schnitttiefe von zunächst ca. 0,1mm lief der Rohling für eine Umdrehung, dann wurde weiter in 0,1mm Schritten pro Radumdrehung zugestellt (Abb. 5). Die auftretenden Kräfte sollten klein gehalten werden, um das Leitgetriebe nicht zu stark zu belasten, oder gar ein Durchrutschen an einer der Verbindungsstellen oder Überspringen einer Zahnradstufe zu riskieren.

Abb. 4: Die Fräseinrichtung angebaut an die Drehmaschine. Eine beweglich gelagerte Welle verbindet das Übersetzungsgetriebe (links) mit dem Leitgetriebe (rechts).



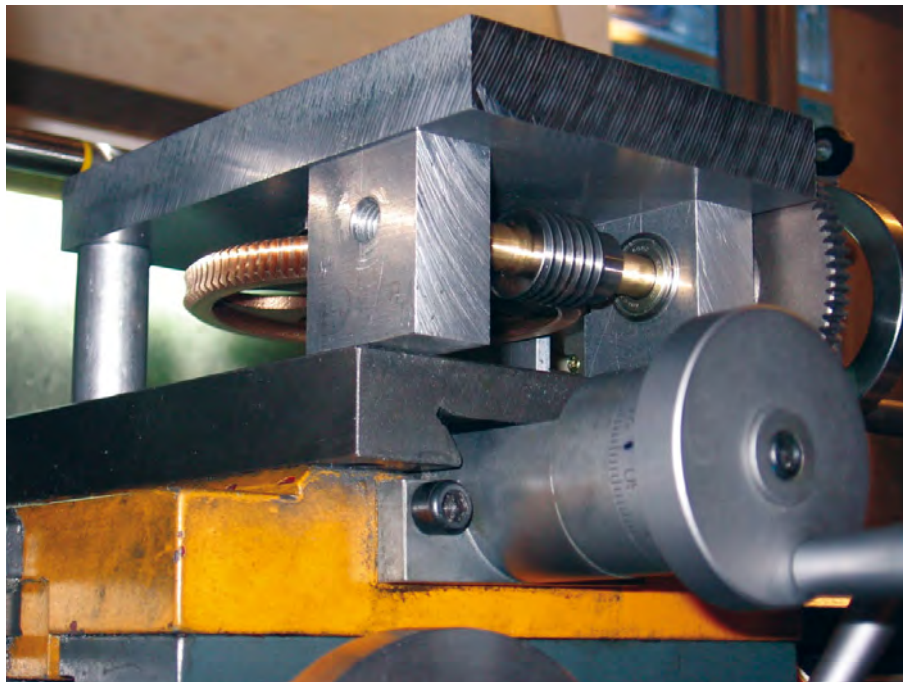


Abb. 5: Das Leitgetriebe befindet sich unterhalb der Aufnahme für den Rohling.



Abb. 6: Ein Gewindebohrer dient als Fräs Werkzeug. Die anfallenden Späne müssen während des Fräsens laufend entfernt werden.

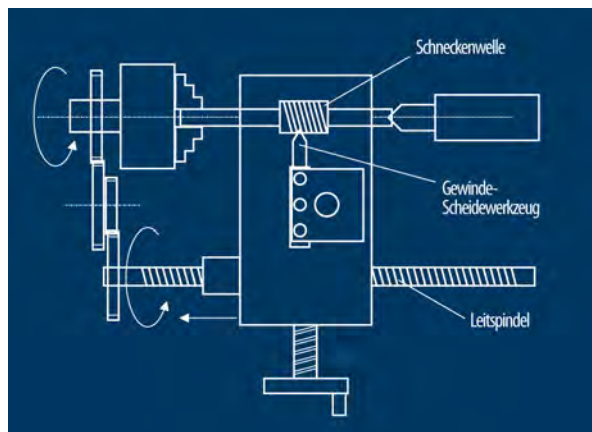


Abb. 7: Zur Gewindeherstellung mit der Drehmaschine wird das Schneidwerkzeug mittels einer Leitspindel in Längsrichtung bewegt. Verschiedene Gewindesteigungen erhält man durch Verändern des Übersetzungsfaktors zwischen Werkstück- und Leitspindeldrehung.

Nach den ersten paar Umdrehungen wurde die Drehzahl auf 400/min erhöht und in noch kleineren Schritten von 0,04mm zugestellt. Nachdem die für ein M16×2-Gewinde erforderliche Tiefe erreicht war, wurde der Fräsvorgang mit einigen Umdrehungen ohne Zustellung abgeschlossen. Ein Anhaltspunkt für die korrekte Tiefe ist die inzwischen ausgebildete Hohlkehle, die sich über die ganze Höhe des Radumfangs erstrecken muss (siehe auch Abb. 1).

Während des Fräsvorganges, der sich in diesem Fall über gut eine Stunde hinzog, muss der Gewindebohrer ständig mit Schneidöl geschmiert werden, und die anfallenden Späne sind z.B. mit einer Bürste zu entfernen.

Bei der Überprüfung des fertigen Rades auf Teilungsfehler mit dem Messschieber konnten keinerlei Unregelmäßigkeiten längs des Umfangs festgestellt werden. Die Teilungsgenauigkeit ist bei diesem zwangsgeführten Verfahren also wesentlich höher als bei der eingangs beschriebenen freilaufenden Variante.

Herstellung der Schnecken

Die beiden Schnecken wurden aus Automatenstahl hergestellt. Mit einem üblichen Gewindedrehmeißel wurde ein M16×2-Gewinde als Schneckenverzahnung direkt auf die Welle geschnitten. In Abb. 7 ist die prinzipielle Vorgehensweise zur Herstellung eines Gewindes mit der Drehmaschine dargestellt.

Die Verzahnungsgeometrie

Bei einem metrischen Spitzgewinde bilden die Gewindeflanken einen Winkel von 60°, bei Schneckengetrieben sind jedoch 30° bis 40° üblich. Die hier hergestellte Verzahnung weist deshalb einige Nachteile gegenüber einer echten Schneckengetriebeverzahnung auf. So ergibt sich beispielsweise eine größere Kraftwirkung an den Berührungsflächen, wenn das Rad mit einem Drehmoment beaufschlagt wird. Die Radialkraft, die die Schnecke nach außen drückt und zum Durchbiegen der Schneckenwelle führt, ist größer. Zudem ist auch die Empfindlichkeit gegenüber Abstandsänderungen der Schnecke zum Rad höher, das heißt es kommt zu einem stärkeren Verdrehen des Rades bei einer bestimmten radialen Verschiebung der Schnecke. Als Gegenmaßnahme sollte die Schneckenwelle besonders dick ausgeführt werden, und die Lagerung sollte besonders steif sein. Das Flankenspiel muss

exakt justiert werden. Insgesamt sind diese Nachteile für die Anwendung in einer Montierung beherrschbar.

Lagerung der Schnecke

Zwei Messingbuchsen dienen als Gleitlager der Schneckenwelle. Sie sind in Lagerböcke aus Aluminium eingelassen, die auf der Montageplatte des Getriebes zur Einstellung des Flankenspiels verschoben werden können (Abb. 9). Der im Bild links zu sehende Lagerbock bildet das Festlager. Eine auf der Welle befindliche Mutter aus Messing (im Bild ganz links) dient zur Einstellung des Axialspiels der Lagerstelle. Die Mutter wird so eingestellt, dass die Schneckenwelle weniger als 0,01mm axiales Spiel hat. Das rechte Lager hat keine axiale Fixierung, damit sich keine Verspannungen aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungen der Stahlschnecke und den umgebenden Aluminiumteilen ergeben.

Der Antrieb der Schneckenwelle erfolgt über ein kleines Schnecken-Vorgetriebe mit einem Übersetzungsfaktor 50:1 und Modul 0,5.

Nach der Komplettmontage wurde das Getriebe eingeschliffen. Dazu kann eine Mischung aus Schleifpulver (Microgrit 9µm) und Vaseline verwendet werden. Der Schleifvorgang erfolgte über mehrere Umdrehungen des Rades. Dadurch sollten sich kleinere Unregelmäßigkeiten an Schnecke und Rad wegschleifen. Tatsächlich konnte nach dem Einschleifen ein gleichmäßiger Widerstand beim Drehen der Schnecke von Hand beobachtet werden als zuvor.

Optimierung der Nachführgenauigkeit

Die erreichte Präzision des selbst hergestellten Getriebes wurde zunächst in einem Messaufbau mittels eines hochauflösenden Drehgebers ermittelt. Dabei zeigte sich eine mit der Schneckenumdrehung periodische Abweichung von $\pm 10''$ bis $\pm 20''$. Außerdem wurde beobachtet, dass sich die gemessenen Fehler bei der kleinsten Manipulation am Getriebe, z.B. einer neuen Justage oder einer geänderten Belastungssituation erheblich veränderten.

Als eine Fehlerursache bei der Fertigung der Schnecke konnte die Leitspindel der Drehmaschine identifiziert werden. Die Leitspindel dient als Referenzform beim Herstellen eines Gewindes. Ungenauigkeiten der Leitspindel übertragen sich auf jedes hergestellte Gewinde. In diesem Fall

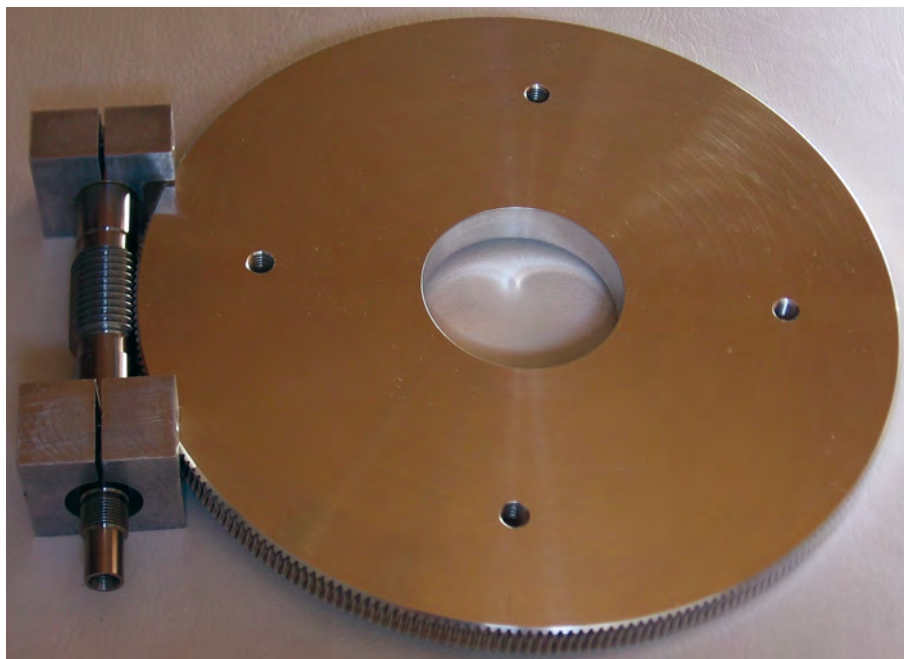


Abb. 8: Das fertige Schneckengetriebe für den Stundenantrieb, bestehend aus Schneckenrad, Schneckenwelle und Schneckenlagerung.

hat eine unpräzise Lagerstelle der Leitspindel zu einem axialen Pendelfehler des Schneckenwindes auf der Schneckenwelle im Bereich etlicher Mikrometer geführt. Nach Überarbeitung der Spindellagerung und Anfertigen einer neuen Schnecke haben sich die am Schneckengetriebe gemessenen periodischen Fehler verkleinert, eine genaue Messung war mit dem verfügbaren Aufbau jedoch nicht zuverlässig durchführbar.

Eine weitere Fehlerquelle war die Lagerung der Schneckenwelle (Abb. 10). Mit der Messuhr konnte festgestellt werden, dass die Schneckenwelle eine axiale Pendelbewegung von ca. 3–10µm während einer Umdrehung ausführt. Besonders groß war dieser Fehler bei Belastungsfällen, wo die Wellenmutter am Lager anliegt und nicht die Schulter der Schneckenwelle. Die Ursache wurde in einer kleinen Verkipfung der Mutter beim Anziehen der seitlichen Fixierschraube gefunden. Nach Neufertigung der Mutter mit einer tangentialen Klemmung auf die Welle statt einer radialen Klemmschraube hat sich dieser Fehler deutlich reduziert.

Auch von den Lagerböcken gingen Fehler aus. Die Anschraublflächen zur Grundplatte des Getriebes waren zunächst nicht richtig plan und lagen nicht in der gleichen Ebene. Außerdem veränderten sich die gemessenen Fehler bei mehrfachem Lösen und Festschrauben, was auf eine mehr oder weniger große Schiefstellung der Lagerbuchsen zur Schneckenwelle hindeutet. Es wurde eine Tangentialklemmung der Lagerbuchsen ergänzt, womit die Lager vor dem Anschrauben an die

Montageplatte fest auf die Schneckenwelle geklemmt werden können. In dieser festen Verbindung von Schneckenwelle und Lagerböcken wurden die Auflageflächen auf einer planen Unterlage solange geschliffen, bis die beiden Lagerböcke über ihre ganze Standfläche satt auflagen, so dass beim späteren Anschrauben weder eine Verkipfung gegen die Schneckenwelle, noch gegen die Montagefläche stattfinden kann. Die Montageplatte war bereits eben genug und wurde nicht noch einmal geschliffen. Nach dem Festschrauben der Lagerböcke auf der Montageplatte werden die Tangentialklemmen soweit gelöst, dass sich die Welle leicht drehen lässt.

Die verbleibenden axialen Pendelbewegungen der Schneckenwelle wurden mittels axialem Einschleifen der Lagerbuchsen soweit reduziert, dass keine Zeigerbewegung der Messuhr mehr zu sehen war ($< 1/1000$ mm).

Ein periodischer Fehler entsteht auch, wenn die Schnecke zu hoch oder zu tief zum Rad montiert ist. Außerdem sind dann die Berührungsflächen wesentlich kleiner, was zu höherem Verschleiß und verminderter Steifigkeit führt. Zur optimalen Einstellung der Schneckenhöhe sollte ermittelt werden, an welchen Stellen der Verzahnung Schnecke und Rad miteinander Kontakt haben, das so-

Surftipp

Homepage des Autors:

www.astroselbstbau.homepage.t-online.de

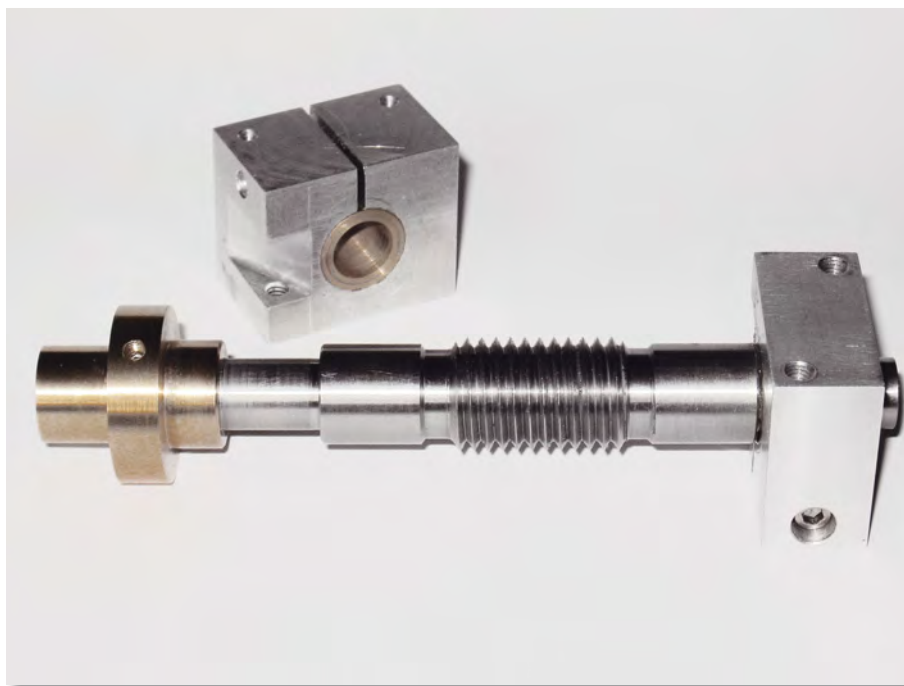


Abb. 9: Die Lagerung der Schneckenwelle.

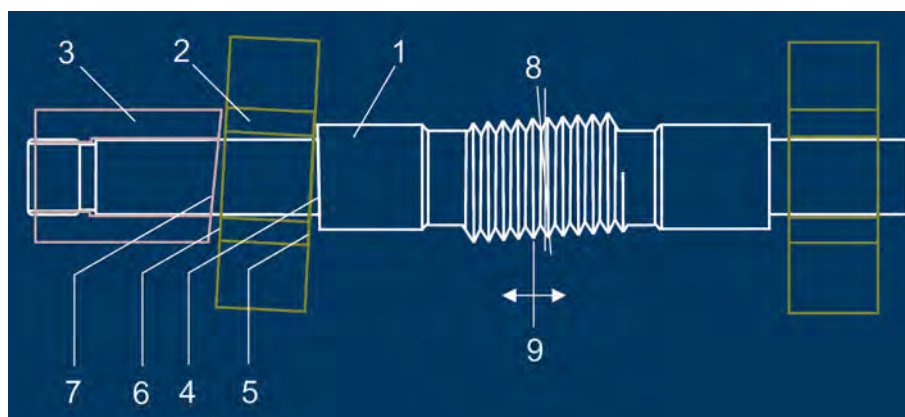
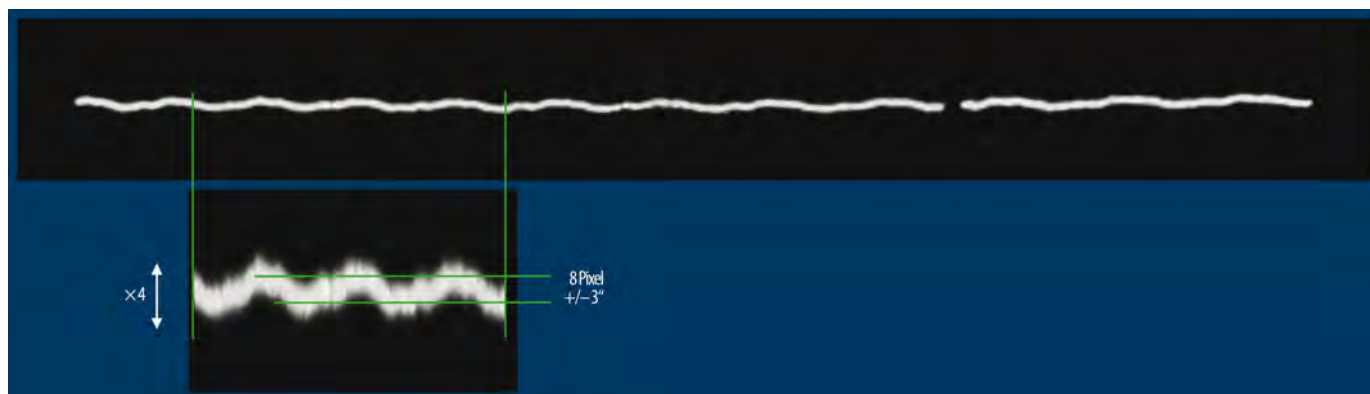


Abb. 10: Ein axialer Pendelfehler (9) der Schnecke entsteht durch schiefe Laufflächen (4–7) an Schneckenwelle (1), Lagerbuchse (2) oder Wellenmutter (3), oder ein fehlerhaftes Schneckenwinde (8).

Abb. 11: Der periodische Fehler des Getriebes wurde fotografisch über einen Zeitraum von 60 Minuten zu $\pm 3''$ ermittelt. Die Unterbrechung im Bild geht auf einen Wechsel des Kamera-Akkus zurück.



nannte Tragbild. Das kann auf einfache Weise erfolgen, indem man einige Zähne des Rades mit einem schwarzen Filzstift einfärbt, diese Stelle an der Schnecke vorbeilaufen lässt, und dann prüft an welchen Stellen die Farbe durch die Schnecke weggeschabt wurde. Idealerweise liegen diese Bereiche mittig zur Höhe der Radverzahnung. Durch Unterlegen von jeweils gleich dicken Abstimmplättchen unter die Lagerböcke kann dieser Zustand erreicht werden. Bereits 1/10mm Höhenunterschied verschiebt das Tragbild deutlich aus der Mitte heraus und sollte korrigiert werden.

Test am Stern

Die erreichte Nachführgenauigkeit wurde fotografisch mit Hilfe einer digitalen Spiegelreflexkamera an einem 6" f/12-Maksutov-Teleskop ermittelt. Bei leichter Dejustage der Polachse driftet ein Stern langsam in Deklinationsrichtung, und bildet dabei senkrecht dazu die Nachführfehler in Rektaszension auf der langbelichteten Aufnahme ab. Es wurde ein Stern im Süden nahe des Himmelsäquators verwendet, und jeweils über die Zeitdauer mehrerer Schneckenumdrehungen belichtet. Eine Eichung des Bildmaßstabes erfolgte durch Messung von Strichspurlängen bei abgeschalteter Nachführung. Außer dem Belastungsfall des austarierten Teleskops sind auch die Fälle eines ziehenden und bremsenden Antriebs interessant, da hierbei verschiedene Flanken der Verzahnung eingreifen, und sich andere axiale Berührungspunkte der Schneckenwelle mit den Lagern ergeben.

Es wurden etliche solcher Messungen während der Arbeit an den oben genannten Fehlerquellen durchgeführt. Zu Beginn lag der periodische Fehler je nach Zusammenbau des Getriebes und jeweiligem Lastfall (Teleskop zieht oder bremst den Antrieb oder ist austariert) in der Größenordnung $\pm 4''$ bis $\pm 10''$. Nach Abschluss der Optimierungen konnte eine deutliche

Verbesserung verzeichnet werden. Eine Messung der Nachführgenauigkeit über zwölf Schneckenumdrehungen während 60 Minuten ist in Abb. 11 dargestellt. Der periodische Fehler liegt in der Größenordnung $\pm 3''$, ist näherungsweise sinusförmig und von Periode zu Periode sehr gleichförmig. Eine wesentliche Abhängigkeit vom Lastfall ist nicht mehr vorhanden.

Bewertung und Tipps

Die Messungen zeigen, dass es mit dem hier beschriebenen Verfahren möglich ist, auch hohen Ansprüchen genügende Schneckengetriebe selbst herzustellen. Zur Vermeidung größerer Teilungsfehler scheint es jedoch unverzichtbar, die gleichmäßige Drehung des Rades beim Fräsvorgang von außen mittels eines Leitgetriebes zu erzwingen.

Bei der Schnecke sind vor allem axiale Fehler im Schneckenkengewinde und den axialen Laufflächen von Schneckenwelle und Lagern von Bedeutung. Der Leitspindel der Drehmaschine kommt eine besondere Bedeutung zu. Ein guter Rundlauf der Schnecke ist relativ leicht zu erreichen, wenn diese am Stück zusammen mit der Welle gefertigt wird.

Sehr großen Einfluss auf den periodischen Fehler hat die Lagerung der Schnecke. Bereits minimale Fehler in den Laufflächen oder eine fehlerhafte Ausrichtung der Schnecke zum Rad führen zur Vergrößerung des periodischen Fehlers.

Das Tragbild sollte unbedingt kontrolliert werden, gegebenenfalls ist die Höhe der Schnecke anzupassen. Lässt sich kein gleichmäßiges Tragbild über den gesamten Umfang einstellen, liegt ein Taumelfehler des Rades vor, der unbedingt zu beseitigen ist. Zur Kontrolle wird eine Messuhr verwendet.

Auch bei kommerziell gefertigten Montierungen mit unzureichender Nachführpräzision oder dem Einbau eines gekauften Schneckengetriebes sollte eine Kontrolle der Schneckenlagerung erfolgen. Axiale Pendelfehler können mit einer Messuhr festgestellt werden und sind auch im Bereich kleiner 1/100mm nicht akzeptabel. Die Ausrichtung der Schnecke zur Verzahnung des Rades sollte durch Ermittlung des Tragbildes kontrolliert werden.

Nach den gemachten Erfahrungen ist es erstaunlich leicht ein hochpräzises Schneckengetriebe selbst zu fertigen, aber sehr schwer eine entsprechend genaue Lagerung von Schnecke und Rad zu realisieren. Man kann deshalb vermuten, dass bei vielen Montierungen die Nachführgenauigkeit durch behebbare Fehler im Bereich der Schneckenlagerung begrenzt wird.

[1] Ingalls, A. G.: Amateur Telescope Making, Part 2, Willmann Bell Inc. (1996)

[2] Raabe, M.: Selbstbau in Perfektion – Eine selbstgebaute Deutsche Montierung, interstellarum 58, 60 (2008)

Astrofotografie in *bewegten Bildern*

Vom Einzelbild zum Film

VON RAINER SPARENBERG

Filme des bewegten Sternenhimmels, die gelegentlich in Dokumentationen mit dem Thema Astronomie gezeigt wurden, begeistern immer wieder. In den meisten Fällen sind derartige Filme mit einer speziellen Videokamera gemacht worden, die in der Anschaffung nicht billig ist. Eine einfachere Möglichkeit bietet eine moderne digitale Spiegelreflexkamera: Eine größere Anzahl von nacheinander aufgenommenen Bildern kann mit Hilfe einer Software zu einem Film zusammengesetzt werden. Somit kann nun beinahe jeder Astrofotograf zum Video-Astronomen werden.

Abb. 1: Astrofotografie muss nicht statisch sein. Die moderne Digitaltechnik macht es möglich, hintereinander aufgenommene Einzelaufnahmen zu beeindruckenden Filmanimationen zusammenzusetzen – und so z.B. zu zeigen, wie die Sommermilchstraße über den Horizont zieht.

Ausrüstung und Vorbereitungen

Als Aufnahmegeräte eignen sich vor allem digitale Spiegelreflexkameras, da man diese mit der entsprechenden Ausrüstung auch ansteuern kann. Die Kamera wird dazu über eine Kabelverbindung mit einem Computer verbunden. Mit Hilfe der geeigneten Software (z.B. DSLR-Focus) ist ein automatisches mehrfaches Auslösen der Kamera mit einer bestimmten Belichtungszeit möglich. Die digitalen Spiegelreflexkameras können diese Funktion aber auch mit Hilfe eines Kabelfernauslösers mit Timerfunktion ausführen. Diese Kabelfernauslöser sind nicht billig, aber mittlerweile gibt es in den einschlägigen Astronomie-Foren günstige Selbstbausätze.

Die Belichtungsreihen können sich über mehrere Stunden hinziehen, so dass man für eine ausreichende Stromversorgung der Kamera sorgen muss. Besser ist es, wenn die Kameras mit einer externen Stromversorgung ausgestattet sind. Wenn dies nicht möglich ist, kann man es auch mit dem Kameraakku versuchen. Nach ca. 150 Aufnahmen muss man aber den Akku wechseln, was mit einiger Übung im laufenden Betrieb möglich ist.

Neben einer DSLR benötigt man natürlich auch ein Objektiv. Wenn man einen möglichst großen Himmelsbereich aufnehmen möchte, sollte ein Weitwinkelobjektiv verwendet werden. Ich benutze hierfür Objektive mit 21mm, 16mm und 8mm Brennweite. Wenn diese Objektive auch noch sehr lichtstark sind, also eine große Blendenöffnung haben, ist das von Vorteil, erreichen sie doch schwächere Sterne in einer vorgegebenen Belichtungszeit. Allerdings habe ich auch schon mit einem Objektiv mit einer Blendenöffnung von nur 3,5 Aufnahmen für einen Film gemacht.

Motiv und Aufnahme

Bei der Planung des Films sollte darauf geachtet werden, die Aufnahmen möglichst unter einem dunklen Himmel zu fotografieren. Auch sollte möglichst im Vordergrund ein Objekt zu sehen sein, welches durch »Bewegung« den Film interessant gestaltet. Ein derartiges Objekt könnten z.B. eine Sternwarte mit einer sich drehenden Kuppel oder auch vorbeiziehende Wolken sein. Hier kann jeder Filmautor selbst kreativ werden. Nach meinen Erfahrungen stören selbst Bilder mit vorbeifahrenden Autos und eingeschaltetem Licht kaum den späteren Film.

Die Belichtungszeit sollte so gewählt werden, dass auf dem Foto die Sterne nicht als Strichspuren wahrgenommen werden. Die maximale Belichtungszeit hängt somit von der Brennweite des Objektivs ab. Als Richtwert kann man bei einem Weitwinkelobjektiv eine Belichtungszeit von 20 bis 25 Sekunden einplanen.

Die Empfindlichkeit der Kamera ist hoch einzustellen, damit möglichst viel Bildinformation gesammelt werden kann. Ich verwende 800 ASA bzw. auch 1600 ASA. Viele Kameras bieten zur Rauschunterdrückung einen internen Dunkelbildabzug an. Da dieses Dunkelbild die gleiche Belichtungszeit wie das Hellbild besitzt und direkt nach dem Hellbild gemacht wird, sollte darauf verzichtet werden, da eine zu große Zeitspanne zwischen den einzelnen Hellbildern vergeht und der spätere Film zu »ruckeln« beginnt. Man kann natürlich die Hellbilder durch ein separates Dunkelbild später noch einmal korrigieren. Allerdings ist das meistens nicht notwendig, da eine Bildverbesserung im Film kaum zu erkennen ist.

Wenn die Kamera mit den entsprechenden Werten eingestellt und auch ein Motiv ausgesucht worden ist, wird die Kamera auf einem stabilen Stativ befestigt und ausgerichtet. Anschließend wird die Anzahl der Bilder in der Steuerungssoftware im Computer (z.B. DSLR-Fokus) eingestellt. Um später einen nicht zu kurzen Film zu erhalten, sollten ca. 300 Bilder aufgenommen werden. Ich mache meistens 360 Bilder um eine Filmlänge von ca. 22 Sekunden zu erhalten. Bei dem Originalkabelfernauslöser von Canon vom Typ TC-80N3 können nur maximal 99 Bilder als Belichtungsreihe eingestellt werden. Um eine längere Belichtungsreihe zu erhalten, muss man zum Ende der Belichtung den Vorgang noch einmal wiederholen. Dies sollte aber möglichst zeitnah geschehen, um nicht eine Unterbrechung im Film zu erhalten.

Je nach Anzahl der Bilder kann eine Belichtungsreihe 3 bis 4 Stunden oder sogar die

ganze Nacht dauern. In dieser Zeit besteht die Gefahr, dass durch Taubeschlag der Optiken eine Aufnahmeserie ganz oder teilweise unbrauchbar wird. Da meistens mit einem Weitwinkelobjektiv gearbeitet wird, können auch kaum Taukappen als Schutz gegen den Taubeschlag genutzt werden, da diese ins Bildfeld hineinreichen würden. Ich benutze bei Gefahr von Taubeschlag eine Heizmanschette, die durch eine kleine Elektronik genau dosierbar soviel Wärme produziert, dass auf dem Glas der Optiken kein Taubeschlag entstehen kann.

Bearbeitung und Animation

Die aufgenommenen Bilder kann man im jpg-Format auf dem Speicherchip oder auf der Festplatte des Computers speichern, da sie bei der späteren Bildbearbeitung meist in ihrer Größe verkleinert werden, um den Film in seiner Datenmenge zu begrenzen und ihn auch im Internet veröffentlichten zu können. Nach dem Auslösen der digitalen Kamera wird die Ausrüstung für die Zeit der Belichtungsreihe nicht

Abb. 2: Die benötigte Ausrüstung besteht aus einer digitalen Spiegelreflexkamera auf einem stabilen Stativ. Ein Fernauslöser wird verwendet, um die einzelnen Belichtungen zu steuern.



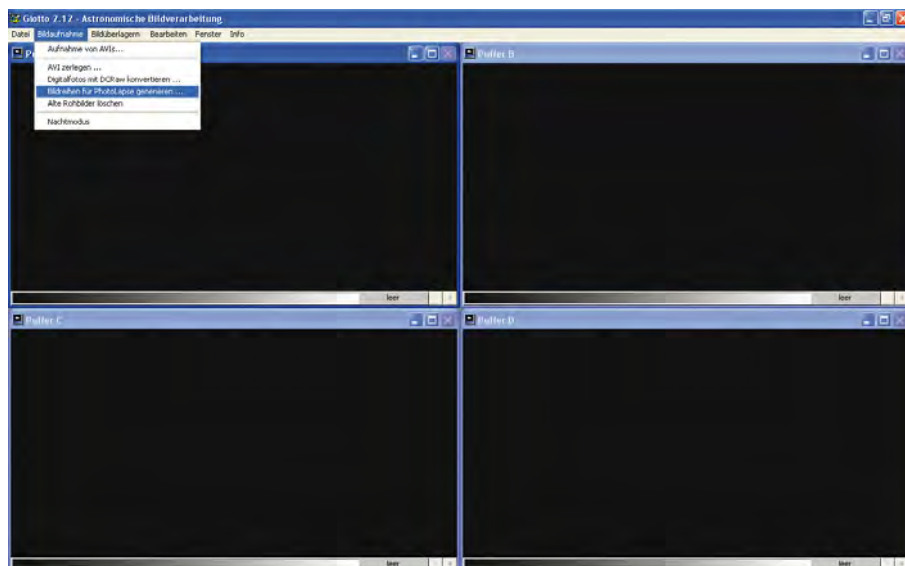


Abb. 3: Im Programm »Giotto« werden im Untermenü »Bildreihen für Photolapse generieren« die Bilddaten automatisch in die entsprechende Reihenfolge umbenannt.

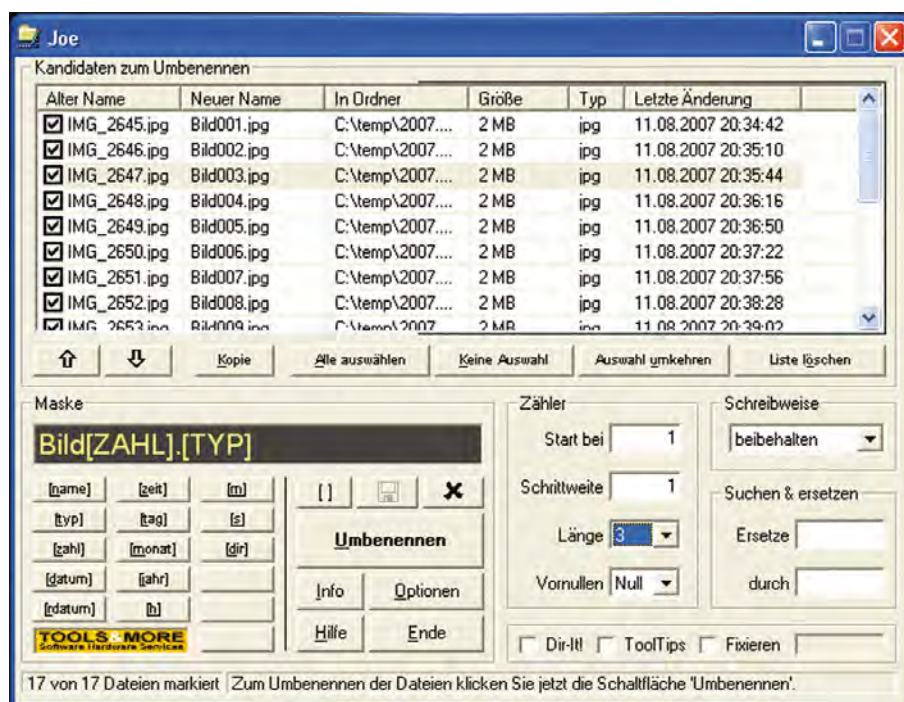
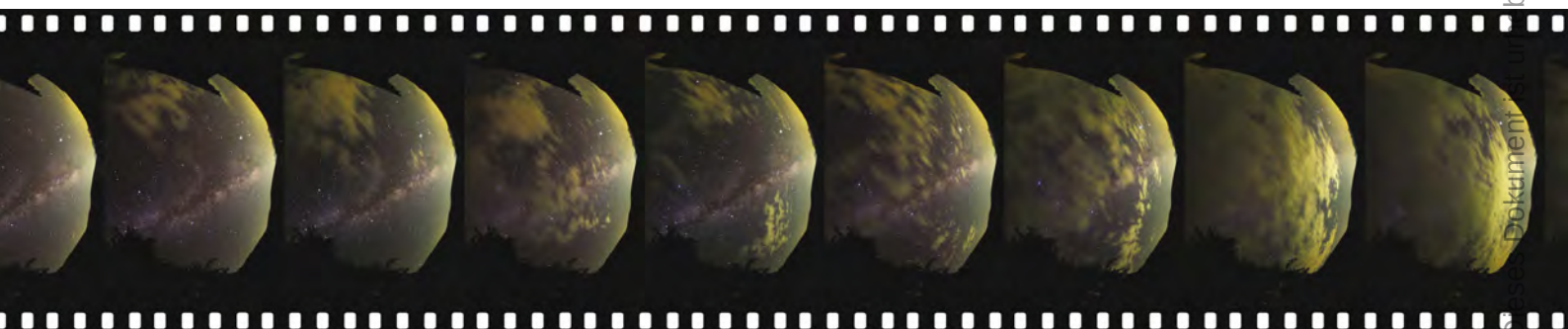


Abb. 4: Die Software »Joe« ist ein sehr praktisches Umbenennungstool für Datennamen. Per Drag & Drop werden die zu bearbeitenden Dateien in die Anwendung gezogen. Anschließend werden die Dateien automatisch nummeriert und können mit zusätzlichen Bezeichnungen versehen werden.

Abb. 5: Das Ergebnis: hier ein Reihenbild des gesamten Himmels.



mehr berührt. Wenn alle Daten auf dem Speichermedium gesichert wurden, erfolgt die Bearbeitung am Computer.

Alle Bilder werden zunächst in einem Ordner gespeichert. Anschließend wird ein Bild bezüglich Kontrast und Farbe optimiert. Um nicht alle Bilder nacheinander bearbeiten zu müssen, gibt es in verschiedenen Bildbearbeitungsprogrammen Automatisierungsfunktionen, bei denen alle weiteren Bilder mit den vorher festgelegten Bildbearbeitungsschritten automatisch bearbeitet werden. In dem Freeware-Programm Fitswork wird diese Funktion »Batchverarbeitung« genannt und in dem bekannten Bildbearbeitungsprogramm Photoshop »Stapelverarbeitung«. Nachdem alle Bilder entsprechend korrigiert wurden, wird mit Hilfe der Automatikfunktion auch die Bildgröße bei allen Bildern eingestellt. Ein guter Kompromiss zwischen Qualität und Datengröße ist der Wert von 640×480 Pixel.

Bei der weiteren Bearbeitung sollten die Bilder zunächst in die richtige zeitliche Reihenfolge gebracht und anschließend entsprechend durchnummeriert werden (z.B. bild001, bild002, usw.). Ein hilfreiches Programm, welches diese Umbezeichnung sehr schnell automatisch erledigt, ist die bereits sehr bekannte Freeware zur Videobearbeitung Giotto. Unter dem Menüpunkt »Bildaufnahme« ist die Funktion »Bildreihen für PhotoLapse generieren« vorhanden. Hierbei wird nur der entsprechende Ordner gewählt und Giotto bezeichnet die Dateien automatisch mit pic001, pic002, usw.. Eine Alternative für diese automatische Umbenennung der Dateien ist das ebenfalls frei im Internet zu erhaltende Programm Joe. Bei diesem Programm hat man hinsichtlich der Umbenennung der Dateien noch mehr Alternativen.

Wenn die Bilddaten in der richtigen zeitlichen Reihenfolge aufsteigend umbenannt worden sind, können die Bilder zu einem Film zusammengestellt werden. Dafür kann man z.B. die Software Photo-lapse benutzen, ein sehr kleines aber wir-

kungsvolles Programm. Es ist ebenfalls frei im Internet erhältlich, ist aber praktischerweise auch direkt bei dem Programm Giotto dabei.

Nach dem Starten des Programms muss man nur den Ordner anwählen, in dem die geordneten Dateien zu finden sind. Photolapse lädt anschließend alle Bilder ein. Beim nächsten Vorgang wird die Bilderanzahl eingestellt, die pro Sekunde dargestellt werden soll. Der Wert 15 ist voreingestellt, wobei man hier aber ein wenig ausprobieren kann. Senkt man den Wert, so erhält man zwar einen längeren Film, der aber beim Abspielen ruckeln kann. Erhöht man den Wert so wird der Film kürzer, läuft aber flüssiger ab. Es empfiehlt sich einen Wert zwischen 15 bis 20 Bilder pro Sekunde einzustellen, was sich als guter Kompromiss herausstellte. Schließlich wird noch der Button »Create Movie« gedrückt und man kommt in ein Untermenü, wo die Videokomprimierung eingestellt werden muss. Man kann hier entweder einen DIV-X-Codec oder auch einen Microsoft MPEG-4 Video-codec auswählen. Je nach Anzahl der Bilder und somit auch Dauer des Films hat man anschließend eine Datei von ca. 2MB bis 5MB. Schließlich kann man sich den fertigen Film mit einem entsprechenden Videoplayer im Computer anschauen oder auf seine Homepage laden und im Internet präsentieren.

- [1] Jäger, T.: Fitswork im Praxistest, interstellarum 50, 63 (2007)

Surftipps

Homepage des Autors mit
Filmbeispielen:

www.airglow.de/film.html

DSLR Focus: www.dsrlrfocus.com/

Giotto: www.videoastronomy.org/giotto.htm

Joe: www.toolsandmore.de/Central/

Produkte/Software/Datei-Tools/Joe/

Photolapse: home.hccnet.nl/s.vd.palen/photolapsedlc.html

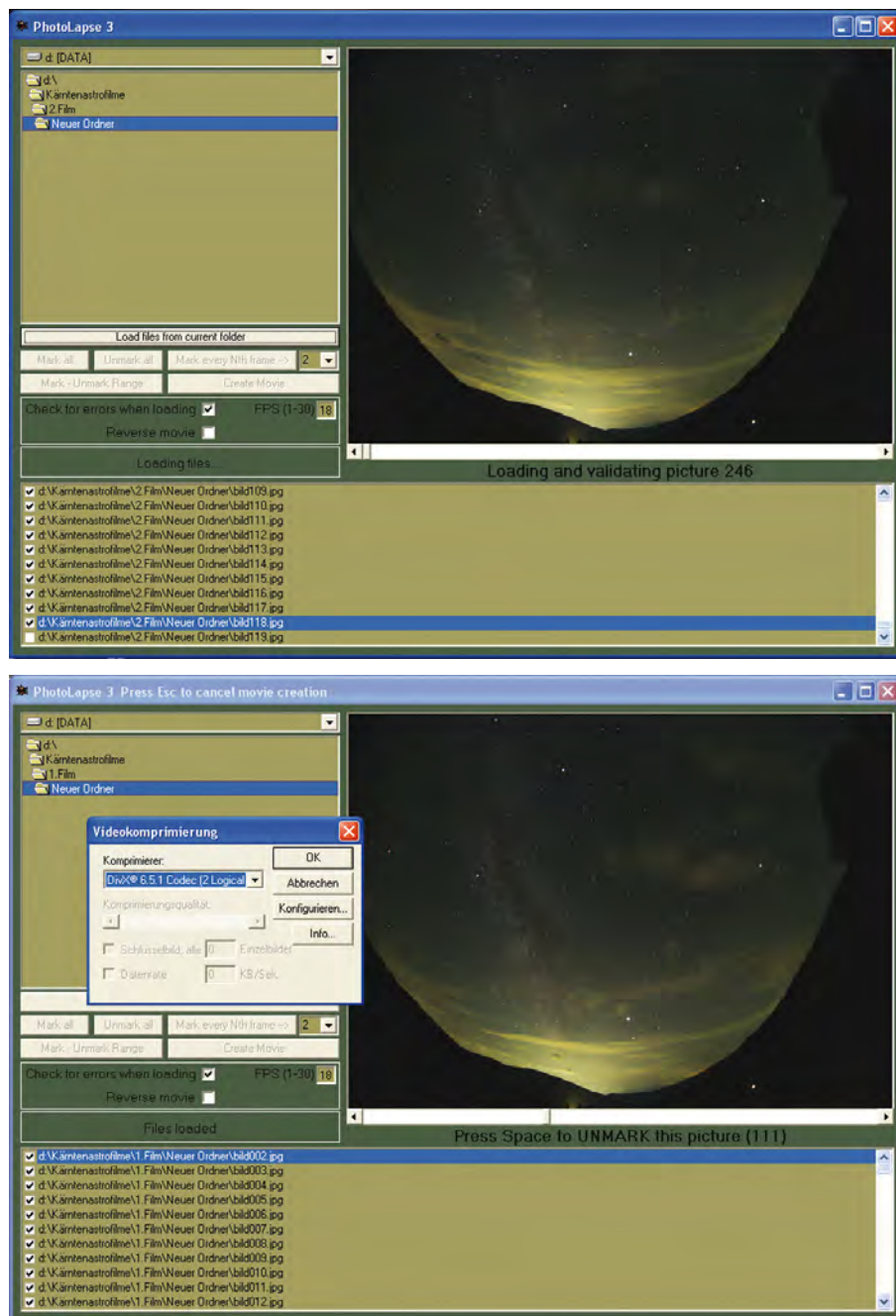
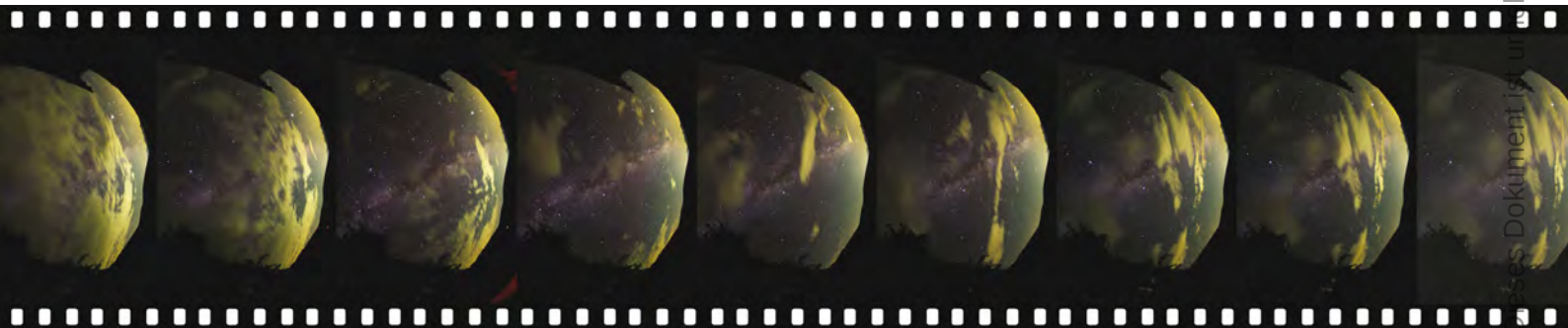


Abb. 6: Mit dem Programm »Photolapse« lassen sich Einzelaufnahmen zu einem Film zusammensetzen. Zunächst wird der Ordner markiert, in den die geordneten Bilddaten auf der Festplatte zu finden sind. Anschließend werden durch Drücken des Buttons »Load files from current folder« alle Bilddateien ins Programm geladen (oben). Nachdem die Bilddaten geladen worden sind, wird durch Drücken des Button »Create Movie« der Film generiert. Nach dem Drücken des Buttons erscheint noch ein Zusatzfeld, in dem die Videokomprimierung eingestellt werden kann (unten).

berberechtigt geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



Welche Farbe haben Gasnebel auf Fotos?

Wer ein Teleskop oft auf Emissionsnebel richtet, der wird wissen, dass die helleren darunter leicht grünlich leuchten. Auch das zur Kontraststeigerung oft verwendete [OIII]-Filter lässt vornehmlich grünes Licht mit Wellenlängen von ca. 500nm durch. Auf Fotos dagegen sind die Gasnebel entweder dunkelrot oder blass rosa – abhängig davon, ob sie mit Farbfilm oder digitalen Spiegelreflexkameras (DSLR) gemacht wurden. Auskunft darüber, in welcher Farbe ein Nebel wirklich leuchtet, kann jedoch nur ein Spektrum geben. Daraus lässt sich die Intensität der verschiedenen Einzel Farben entnehmen, aus denen das Licht des Nebels zusammengesetzt ist.

Emissionsnebel leuchten nicht in allen Wellenlängen gleich hell. Sie strahlen vielmehr Licht in diskreten Emissionslinien aus. Die Nebel bestehen hauptsächlich aus Wasserstoffgas und Helium mit Spuren schwererer Elemente, die durch die darin liegenden Sterne zum Leuchten angeregt werden. Wasserstoff leuchtet dabei rot (H α -Linie bei 656,2nm) oder blau-grün (H β -Linie bei 486,1nm) und doppelt ionisierter Sauerstoff grün ([OIII]-Doppel Linie bei 496nm bzw. 501nm).

Digitale Spiegelreflexkameras erzeugen einen einzelnen Bildpunkt aus einer Gruppe von vier lichtempfindlichen Pixeln, vor denen je ein rotes, ein blaues und zwei grüne Filter liegen (Bayer-Matrix). Damit wird berücksichtigt, dass das menschliche Auge im grünen Spektralbereich am empfindlichsten ist. Werden die Empfindlichkeitskurven dieser Filter-Pixel-Kombinationen überlagert, ergibt sich eine Summenkurve mit Hoch- und Tiefpunkten. Grünes Licht wird gut registriert, rotes dagegen weniger gut.

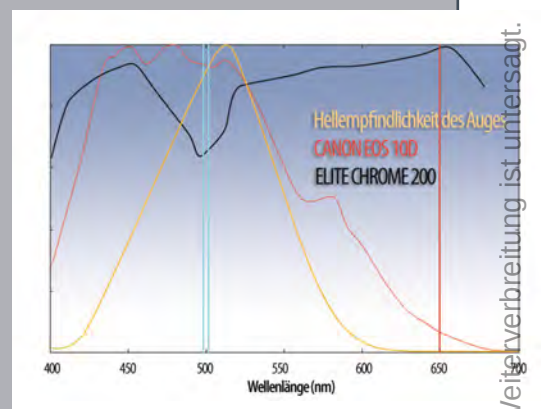
Die lichtempfindliche Emulsion eines Farbfilms ist aus drei Schichten aufgebaut, die für die Farben rot, grün und blau empfindlich sind. Die Summenkurve, die die Gesamtempfindlichkeit des Films wiedergibt, zeigt bei den meisten Filmen im grünen Spektralbereich einen deutlichen Tiefpunkt. Im H α -Bereich dagegen gibt es einige herausragend empfindliche Filme.

Das menschliche Auge besitzt für das Farbsehen drei verschiedene Typen so genannter Zapfen, die ebenfalls für rotes, grünes bzw. blaues Licht empfindlich sind. Im Gehirn wird aus den Informationen der verschiedenen Zapfen ein Farbwert bestimmt. Der Höhepunkt der Summenkurve, also die maximale Empfindlichkeit unserer Augen, liegt für das Tagsehen bei 546nm. Mit abnehmender Lichtintensität wird das Sehen mehr durch die Stäbchen bestimmt. Sie reagieren hauptsächlich auf blaues Licht, daher verschiebt sich

Abb. 1: Kontinuierliches Spektrum (oben) und vereinfachtes Spektrum eines Emissionsnebels (unten). Der Emissionsnebel leuchtet nur in einem sehr kleinen Bereich des sichtbaren Lichts – der [OIII]-Doppellinie (grün) und der H α -Linie (rot).



Abb. 2: Die Empfindlichkeit des menschlichen Auges bei Nacht im Vergleich zu den Empfindlichkeiten einer DSLR-Kamera (nach [1]) und des in der Astrofotografie sehr beliebten Farbfilms Elite Chrome 200.



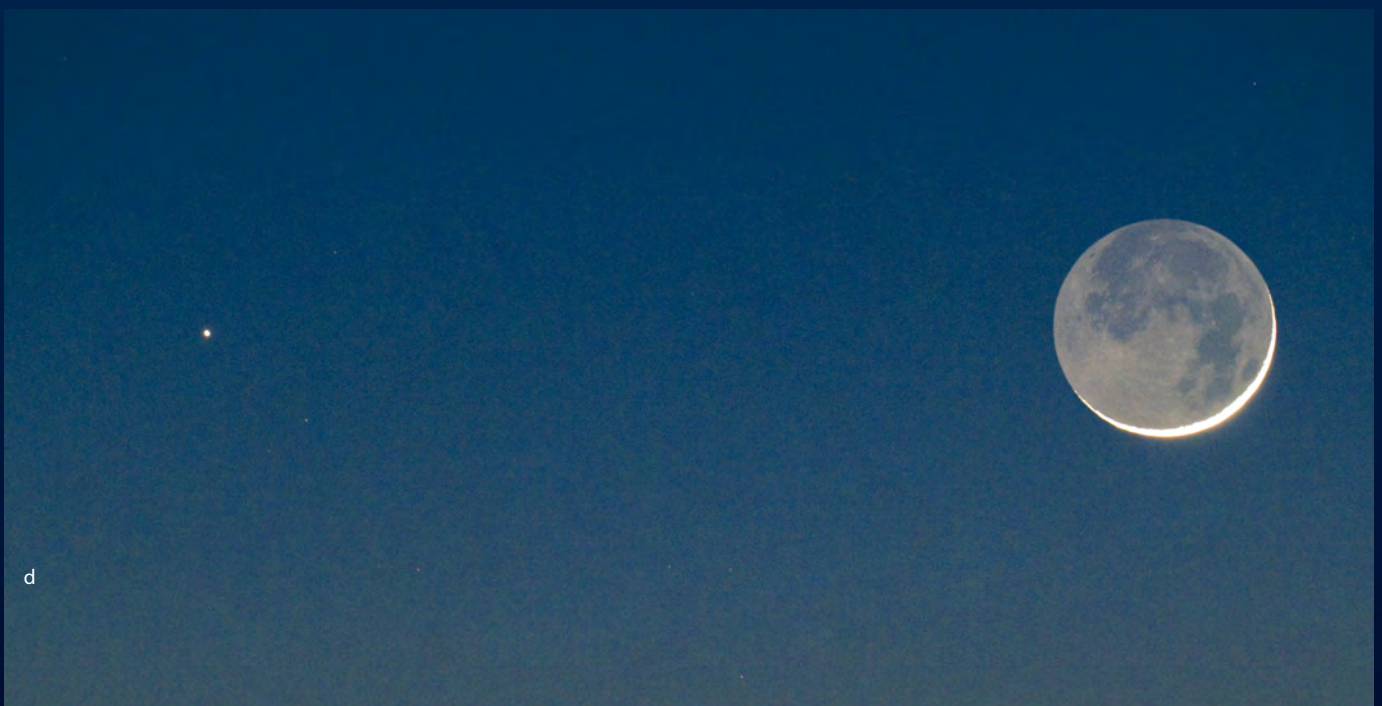
eine DSLR-Kamera sind im grünen Spektralbereich sehr empfindlich, während Rottöne nur sehr schlecht registriert werden. Der Film ist jedoch im Bereich der H α -Linie ausgesprochen empfindlich, während er dies im Bereich der [OIII]-Linie nicht ist.

die maximale Empfindlichkeit der Netzhaut nachts auf 498nm (Purkinje-Effekt) – dicht an der [OIII]-Doppellinie vieler Emissionsnebel. Weil die Stäbchen keine Farben unterscheiden können, sehen wir nachts in erster Linie verschiedene Grautöne. Nur die Objekte, die ausreichend hell sind, um auch die Zapfen zu stimulieren, werden als farbig erkannt.

Somit sind unsere Augen und (nicht modifizierte) DSLR-Kameras für das grüne Licht deutlich besser geeignet als für das rote, während viele Filme das [OIII]-Licht nicht sehen, das H α -Licht dagegen deutlich besser registrieren.

[1] Empfindlichkeitskurve einer Canon EOS 10D:
www.astrosurf.org/buil/us/digit/spectra.htm

Merkur und Mond am Abendhimmel



Mond bedeckt Mars am 10.5.2008



Die Bedeckung von Mars durch den Mond am 10.5.2008 war dagegen nur für Fernrohrbeobachter sichtbar.

Digitalfoto, 8"-SCT bei 2000mm, Canon ▲
EOS. *Christian Depka*

Digitalfoto, 4"-Refraktor bei 1000mm, ►
Canon EOS 300D, 1/60s. *Rainer Kügler*

◀ Am Abend des 6.5.2008 passierte der Mond den Planeten Merkur am Abendhimmel – die wunderschöne Konstellation konnten zahlreiche interstellarum-Leser im Bild festhalten.

(a) Digitalfoto, 200mm-Objektiv bei f/2,8, Hutech EOS 40D, 4s, ISO 1600.
Georg Zeitler

(b) Digitalfoto, 200mm-Objektiv bei f/4, Canon EOS 40Da, 1x1s, ISO 400.
Peter Heinzen

(c) Digitalfoto, 200mm-Objektiv bei f/6,3, Canon 20D, 1x1/13s, ISO 800. *Rainer Sparenberg*

(d) Digitalfoto, 3,1"-Refraktor bei 384mm, Nikon D300, 1s, ISO 400.
Achim Schaller



Objekte der Saison

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

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben						
Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 60, Okt./Nov. 2008	NGC 457	OC	Cas	01 ^h 19,1 ^{min}	+58° 20'	20.7.2008
	M 76	PN	Per	01 ^h 42,4 ^{min}	+51° 34'	
Nr. 61, Dez./Jan. 2009	M 38	OC	Aur	05 ^h 28,6 ^{min}	+35° 50'	20.9.2008
	IC 410	GN	Aur	05 ^h 22,6 ^{min}	+33° 31'	
Nr. 62, Feb./Mär. 2009	M 46	OC	Pup	07 ^h 41,8 ^{min}	-14° 49''	20.11.2008
	M 47	OC	Pup	07 ^h 36,6 ^{min}	-14° 30'	
Nr. 63, Apr./Mai 2009	M 106	Gx	CVn	12 ^h 19,0 ^{min}	-47° 18'	20.1.2009
	NGC 4449	Gx	CVn	12 ^h 28,2 ^{min}	-44° 06'	
Nr. 64, Jun./Jul. 2009	M 12	GC	Oph	16 ^h 47,2 ^{min}	-01° 57'	20.3.2009
	NGC 6210	PN	Her	16 ^h 44,5 ^{min}	+23° 48'	
Nr. 65, Aug./Sep. 2009	NGC 7000	PN	Cyg	20 ^h 58,8 ^{min}	+44° 20'	20.5.2009
	NGC 7293	PN	Aqr	22 ^h 29,6 ^{min}	-20° 48'	

NGC 7000



Digitalfoto, 10"-Newton bei 1200mm, Canon EOS 350d unmodifiziert, ISO 1600, 10x5min, 3x7min, Baader UHC-Filter. *Daniel Kohl, Karl Kohl*



CCD-Aufnahme, 4,1"-Refraktor bei 630mm, STL-1100, 16x2min (SII), 9x2min (Ha), 12x2min ([OIII]). *Sebastian Voltmer*

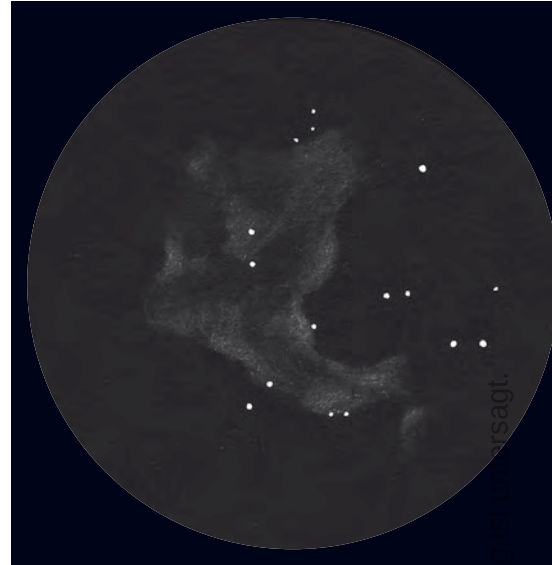
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 600mm, ST-10XME, 28x5min (Ha), 4x5min (R), 4x5min (G), 4x5min (B), Astronomik-Filter. *Stefan Binnewies*



Zeichnung, 8"-Newton, 30x. *Evelyn Petkow*



Zeichnung, 4"-Refraktor bei 42x. *Rony de Laet*

CCD-Aufnahme, 3,1"-Refraktor bei 384mm, Sigma3200, 14x300s (Ha), 5x120s (G), 5x180s (B), Astro-nomic 2c-Filter, Mosaik aus zwei Teilen. *Christoph Fischer*

NGC 7000

bloßes Auge: fst 5^m8; mit einem vor das bloße Auge gehaltenen [OIII]-Filter ist der Nordamerikanebel deutlich als heller, ausgedehnter Nebel zu erkennen. Der »Golf von Mexiko« ist gut auszumachen. [OIII]. *Christian Steinmetzger*

bloßes Auge: fst 6^m2; der Nordmerikanebel ist mit Hilfe eines Filters als dreieckiges Wölkchen zu sehen. Ohne Filter verschmilzt er mit dem Sternengewimmel der Milchstraße und ist nicht klar identifizierbar. UHC. *Uwe Pilz*

bloßes Auge: fst 6^m5; zwischen Deneb, ξ und 59 Cygni befindet sich eine helle Sternwolke, sie ist mit freiem Auge auffallend. Unmittelbar südlich geht sie in den Nordamerikanebel NGC 7000 über. Ich kann den Nebel mit freiem Auge nicht erkennen. Aber ich probiere es wieder wie schon öfters mit einem UHC- und einem [OIII]-Filter, die ich als ziemlich extravagante »Brille« benutze. Wie schon öfters bemerke ich einen deutlichen »Nebel-Blink« an dieser Stelle. Der Filter lässt also das Nebellicht fast ungehindert passieren, dämpft aber die Sterne merkbar ab: Mit und ohne Filter scheint der Nebel also zu »blinken«, deutlicher und weniger deutlich zu sein. Mit UHC-Filter (Schmalbandfilter) erscheint er etwa so hell wie die Cygnus-Sternwolke zwischen β und γ Cyg, mit dem [OIII]-Linienfilter sogar heller als die Cygnus-Sternwolke. *Wolfgang Vollmann*

8x24-Fernglas: Bortle 3–4; die Orionfigur, der »Golf von Mexiko« und »Lateinamerika« sind bei konzentriertem Hinschauen zu erkennen. *Uwe Pilz*

8x30-Fernglas: fst 5^m9; schon bei dem ersten Versuch mit dieser kleinen Optik überrascht mich, wie deutlich sich der »Golf von Mexiko« östlich des Mini-Orions zeigt. Die Umrisse des »Kontinents« sind recht deutlich, wobei unaufgelöste Sternmassen der Milchstraße eine Erweiterung des Nebels nach »Alaska« vorgaukeln. Ideales Objekt für das große 8,5°-Gesichtsfeld. *Kay Hempel*

10x50-Fernglas: Bortle 3–4; am kontrastreichsten heben sich die Bereiche »Golf von Mexiko« und »Lateinamerika« ab. Hier sind richtig scharfe Nebelkanten zu sehen. Die Aufhellung der gesamten »Kontinentalmasse« ist auch wahrnehmbar, allerdings ist die Begrenzung schwer auszumachen. *Uwe Pilz*

10x50-Fernglas: fst 6^m5; NGC 7000 ist recht einfach östlich von Deneb erkennbar, zudem zeichnet sich die charakteristische Form des Emissionsnebels deutlich ab. Knapp westlich ist auch der Pelikanebel – wenn auch nur schwach – zu sehen. Ein schwacher Nebelfleck im westlichen Teil von NGC 7000 deutet außerdem auf den Sternhaufen NGC 6997 hin, der aber natürlich nicht aufgelöst erscheint. *Matthias Kronberger*

114/900-Newton: fst 6^m5; leichtes Objekt unter gutem Himmel und mit UHC-Filter! Speziell im Südtel grenzt sich die Nebelmasse scharf gegenüber den Dunkelwolken der Umgebung ab, nach Norden hin hingegen läuft die Nebelmasse diffus in den Hintergrund aus. Ohne Filter sind die eingebetteten Sternhaufen NGC 6997 und Collinder 428 gut als Ansammlungen schwacher Sterne zu erkennen. 30x. *Matthias Kronberger*

200/800-Newton: fst 5^m6; NGC 7000 ist im südlichen Teil am deutlichsten. Der Nebel ist im Süden deutlich vom Hintergrund abgesetzt und geht im Norden sanft in den Hintergrund über. Im Nebel kann ich verschiedene Helligkeiten erkennen. [OIII], 33x. *Gerd Kohler*

250/1250-Newton: fst 5^m3; ohne Filter oder bei schlechtem Seeing ist vom Nordamerikanebel nichts zu sehen. Mit einem [OIII]-Filter und Übersichtsokular (2,16° Feld) ist der Nebel aber sehr deutlich. Trotzdem reicht das Gesichtsfeld nicht aus, um den Nebel im Ganzen zu beobachten. Die hellsten Bereiche des Nordamerikanebels liegen um den »Golf von Mexiko«, vor allem auch »Texas«. Im Norden (»Kanada«) ist der Nebel kaum noch wahrnehmbar und die vielen Sterne der Milchstraße wirken hier leicht störend. [OIII], 42x. *Frank Lange*

254/1140-Newton: fst 7^m0; Bei 45x und [OIII]-Filter erscheint NGC 7000 riesig, wolkig-flockig und speziell im Südtel mit einer Unzahl an Details. Der benachbarte Pelikanebel kann da nicht ganz mithalten, zeigt sich aber trotzdem formatfüllend und deutlich strukturiert. Von den schwachen südlichen Nebelteilen des NGC 7000-Komplexes sind speziell IC 5068 sowie der östlich davon gelegene Nebelstreif gut zu sehen, können aber helligkeitsmäßig keineswegs mit NGC 7000 oder IC 5067 mithalten. 45x. *Matthias Kronberger*

320/1440-Newton: Bortle 3; der Nordmerikanebel ist zu groß für das Feld des Übersichtsokulars. Man muss deshalb den Nebel abfahren. Der Bereich »Golf von Mexiko« passt jedoch ganz in das Gesichtsfeld. Der Übergang vom hellen Nebel zur Schwärze der Dunkelwolke ist frappierend. »Lateinamerika« ist ebenfalls sehr kontrastreich zu sehen, allerdings sind die Dunkelwolken dort nicht so opak. Im Nordamerikanebel selbst befinden sich drei Offene Sternhaufen. NGC 6996 ist eine schwierig zu erkennende Anhäufung von Sternen ab 10^m. NGC 6997 hingegen fällt sofort auf, wenn er in das Feld kommt. Collinder 428 liegt am Rande des Nebels um einen hellen Stern herum. [OIII], 48x. *Uwe Pilz*

NGC 7293

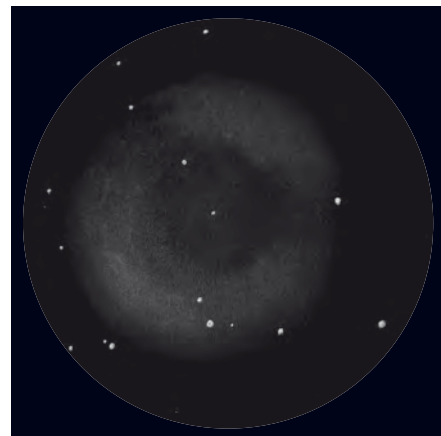
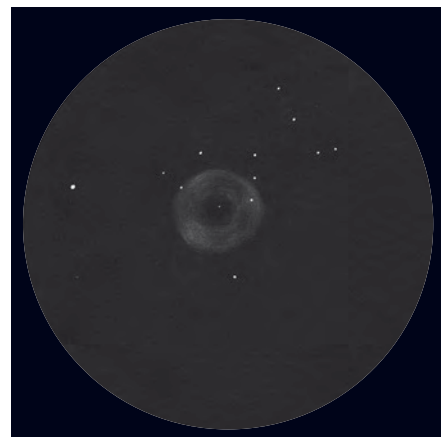
CCD-Aufnahme, 20"-Cassegrain bei 1500mm, STL-11000 XM, 23x15min (Ha), 12x10min (L), 7x10min (R), 6x10min (G), 6x10min (B), HaLRGB-Filter. *Josch Hamsch, Karel Teuwen*

CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 400mm, ST-10XME, 5x60min, Ha-3nm-Filter, IAS-Observatory, Hakos, Namibia. *Stephan Messner*

CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 1800mm, ST-10XME, 8x5min (L), 8x5min (Ha), 4x5min (R, [OIII], B). *Josef Pöpsel*

CCD-Aufnahme, 18"-Newton bei 1690mm, ST-10XME, 60min (L), 18min (Ha), 8min (G), 14min (B). *Wolfgang Ries, Stefan Heutz*

Zeichnung, 25x150-Fernglas. *Evelyn Petkow*



Zeichnung, 10"-Newton, 119x. *Michael Zschech*



NGC 7293

7x35-Fernglas: fst 6^m5; mit einem einfachen Fernglas mit unvergüteten Okularen und entsprechendem Lichtdurchlass war der Helixnebel leicht und einfach zu sehen: eine blasse recht große Nebelwolke, etwa halb so groß wie der Vollmond. Die Ringform war nicht zu erkennen. *Wolfgang Vollmann*

10x50-Fernglas: Bortle 3; der Nebel ist indirekt als runde Aufhellung gerade eben zu sehen. 10x. *Uwe Pilz*

10x50-Fernglas: fst 7^m0; unerwartet heller Nebelfleck ohne weitere Details. *Matthias Kronberger*

10x50-Fernglas: groß, flächig, hell; nicht rund, sondern unregelmäßige Form; Annularität nicht sichtbar. *Ronald Stoyan*

16x70-Fernglas: fst 6^m5; deutlich sichtbare helle große Nebelwolke, rund mit einigen Unregelmäßigkeiten. Die Ringform kann ich nicht erkennen. *Wolfgang Vollmann*

16x70-Fernglas: fst 5^m; großer rundlicher Nebel, Ringform noch nicht erkennbar, hebt sich eher indirekt als direkt aus dem horizontnahen Dunst heraus. *Kay Hempel*

102/500-Refraktor: fst 5^m3; Objekt gefunden mit UHC bei 16x. Mehr Details mit 20x. Beste Ergebnisse mit 42x und UHC-Filter, sanftes Schwenken des Teleskops hilft mehr Details zu sehen. Ab 62x und ohne Filter ist der Nebel nicht mehr zu sehen. UHC, 42x. *Rony De Laet*

120/1020-Refraktor: bei 25x mit UHC-Filter M 27-Helligkeit; im Nebel sechs Sterne (ohne Filter), darunter der Zentralstern; Ringstruktur überdeutlich; Helixstruktur angedeutet; die Nordost- und

Südwestseiten des Rings sind deutlich heller und geben ihm so ein abgeflachtes Aussehen; Innenkanten besser definiert. *Ronald Stoyan*

150/750-Newton: fst 5^m6; runder, nebliger Lichtfleck. Sehr groß und lichtschwach. Schwer zu sehen. Der Rand ist etwas ausgefranst. In der Mitte etwas heller, so dass es einen Ring ergibt, der einige dunklere Stellen hat. [OIII], 53x. *Gerd Kohler*

200/800-Newton: fst 5^m6; sehr großer Nebel. Ohne Filter ist eine große, gleichmäßig runde Aufhellung zu sehen. Mit [OIII]-Filter ist der Nebel ringförmig. Der Ring ist ungleichmäßig hell, runde Form. [OIII], 44x. *Gerd Kohler*

200/1200-Newton: fst 5^m8; großer, relativ heller Nebelring mit dunklerem Zentralbereich. Der Ring wirkt ausgefranst und scheint im Nordosten offen zu sein. [OIII], 48x. *Christian Steinmetzger*

250/1250-Newton: Bortle 1–2; großer, breiter, fast kreisrunder, heller Ring. Ränder relativ scharf begrenzt. Innen gleichmäßig schwach neblig. Ring ist östlich und nordwestlich schwächer. Innenrand zeigt nordwestlich eine kleine Bucht. Keine Farbe erkennbar. [OIII]-Filter bringt leichten Kontrastgewinn. Zentralstern direkt sichtbar. 120x. *Michael Zschech*

254/1140-Newton: fst 5^m5; trotz etwas vom Mond aufgehelltem Himmel ein beeindruckendes Objekt! Die Ringform ist bei 75x und [OIII]-Filter deutlich erkennbar; auch die von Fotografien bekannte Helixform lässt sich bereits erahnen, wobei die doch nicht unerhebliche Hintergrundhelligkeit bei der Detailwahrnehmung stört. *Matthias Kronberger*

Astrofotos unserer Leser



▲ **Die aufgehende Sommermilchstraße mit Jupiter.** Digitalfoto, 17mm-Objektiv bei f/4, Hutech EOS 40D, Mosaik aus 2x8min, ISO 800, IDAS LPS Filter. *Georg Zeitler*

Das Zentralgebiet des Virgohaufens. CCD-Aufnahme, 3"-Refraktor bei 630mm, Atik ATK-16HR, 17x12min (L), 12x6min (R), 12x6min (G), 12x7min (B). *Rochus Hess*





**Die selten fotografier-
te Galaxie NGC 2841.**

CCD-Aufnahme, 10"-Rit-
chey-Chrétien bei
1600mm, Atik ATK-16HR,
25×10min (L), 8×10min
(je RGB), LRGB-Filter.
Wolfgang Kloehr

Selbstbauten und Sonnenschein

Das 17. Internationale Teleskoptreffen Vogelsberg

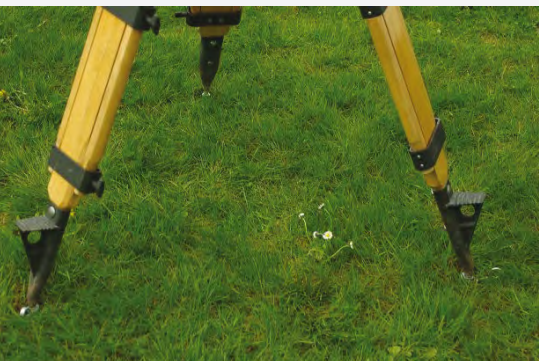


Abb. 1: Christian Wagners Idee, die Position der Stativbeine seiner eingenordeten Montierung mittels Eisschrauben im Boden zu markieren und damit die korrekte Position nach Abbau wieder reproduzierbar zu finden, hat die Jury aufgrund ihrer effizienten Schlichtheit besonders überzeugt.



Abb. 3: Einen gänzlich anderen Weg hat Michael Lippert bei der Konstruktion seines Dobsons beschritten. Der Volltubus ist aus einem dickwandigen Aluminiumrohr hergestellt. Damit der recht schwere Tubus mühelos bewegt werden kann, wurde die Rockerbox mit einschwenkenden Rädern und Schubkarrengriffen versehen. Eine daran angebrachte Okularkiste und ein ausklappbarer Kartentisch sorgen für Beobachtungskomfort.



Abb. 2: Timm Klose stellte einen ultraleichten Reisedobson mit 18" Öffnung und Lowrider-Bauweise vor. Das Gerät bringt dank der Verwendung moderner Materialien (z.B. Karbongestänge), ausgetüftelter Konstruktion und der Verwendung eines nur 20mm dünnen Hauptspiegels (geschliffen von Roland Herrmann) nur knapp über 20kg auf die Wage. Mit Ausnahme des Gestänges können alle Teile binnen Minuten abgebaut und im unteren Tubus verstaut werden.



Abb. 4: Getreu dem Motto »Benutze vorhandenes Material« ergänzte Peter Hoffmann seinen kommerziellen 10"-Dobson mit zahlreichen Verbesserungen. Nach Verlängerung des Tubus wurden die Hauptspiegelposition und somit auch der Brennpunkt verlagert, damit ein kleinerer Sekundärspiegel verbaut werden konnte. Die Montierung ist mittels eines Untergestells in eine parallaktische Gabelmontierung verwandelt und mit einem motorisierten Kettenantrieb der Stundenachse versehen. Für Antrieb und Steuerung dienten die Reste einer Küchenmaschine und ein defekter Spritzenautomat aus dem Krankenhausabfall. Taukappe, Beleuchtung und Rotationsrohrschellen erleichtern den nächtlichen Betrieb.

Abb. 5: Normann Siess stellte aus zwei 127mm-Refraktoren ein Bino-Teleskop mit festem Augenabstand her, das auf einer selbst gebauten Parallelogramm-Montierung nebst passendem Stativ sitzt, die mit perfekter Verarbeitung das Herz eines jeden Maschinenbauers höher schlagen lassen. Als Gegengewicht dient der Motorkolben einer Cessna!

Vom 30.4. bis 4.5.2008 konnte das diesjährige ITV bei insgesamt recht günstigen Wetterbedingungen zahlreiche Sternfreunde an den Campingpark Am Gernerer See im Naturpark Hoher Vogelsberg locken. War die Vorwoche noch durch häufige Niederschläge geprägt, zeigte sich im offiziellen Veranstaltungszeitraum das Wettergeschehen von seiner guten Seite, so dass in sämtlichen Nächten Beobachtungen möglich waren. Die Zeit am Tag wurde rege zur Sonnenbeobachtung, für Vorträge, zum Informationsaustausch, zur Schnäppchenjagd an den zahlreichen Verkaufsständen oder einfach zum geselligen Beisammensein genutzt. Ein besonderer Höhepunkt jedes ITV ist die Prämierung selbst gebauter Teleskope. Wolf-Peter Hartmann gab die Entscheidung der Jury bekannt und stellte in gewohnt humorvoller Weise die Selbstbauten vor. Insgesamt wurden fünf Preise verliehen, wobei auf eine Rangfolge der Prämierungen ausdrücklich verzichtet wurde. Auswahlkriterien waren der Innovationsgehalt der Konstruktionen, die Qualität der Ausführung und die Entstehungsgeschichte des Teleskops.

■ Frank Gasparini und Winfried Berberich (Fotos)



Postkarten vom Mars

Wie wäre es, auf einem anderen Planeten zu stehen und sich umzublicken? Zumindest für den Mars gibt es nun ein Buch, das ein solches Gefühl beeindruckend vermittelt. »Postkarten vom Mars« zeigt in großem Format und großartigem Detail Panoramen der Marsoberfläche, die von den beiden Fahrzeugen »Spirit« und »Opportunity« aufgenommen wurden, die seit dem Jahr 2004 über die Oberfläche des Roten Planeten kriechen. Jim Bell, verantwortlich für die Panoramaaufnahmen beider Missionen, hat aus über 200000 Aufnahmen seine Favoriten ausgewählt und in einem sehr persönlichen Album zusammengestellt.

Aufklappbare Tafeln zeigen Krater und Ebenen, als würde man selbst an ihrem Rand stehen. Man sieht die Spuren der Rover und hat das Gefühl, mitzureisen an Bord der kleinen Fahrzeuge. Aber auch im Detail wird beeindruckendes gezeigt, etwa Nahaufnahmen von Gesteinen, Sonnenfinsternisse durch die Marsmonde oder die Erde am Dämmerungshimmel des Roten Planeten.

Etwas getrübt wird der Genuss dieser schönen Optik vom für europäischen Ge-



Jim Bell: Postkarten vom Mars, Der erste Fotograf auf dem Roten Planeten, Spektrum Akademischer Verlag, ISBN 978-3-8274-1969-9, 208 S., 49,90€

schmack zu euphorischen Stil des Autors, der sich selbst romanhaft als Ich-Erzähler in den Vordergrund stellt. Die Übersetzung belässt den Text zudem auch sprachlich in einem amerikanischen Duktus, der zuweilen eher holprig zu lesen ist.

Dieses Buch bleibt dennoch unerreicht in seiner Darstellungskraft. Es ist die derzeit vielleicht überzeugendste Argumentationshilfe, um auch Laien die Faszination des Roten Planeten nahe zu bringen.

■ Ronald Stoyan

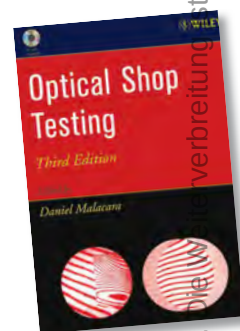
Optical Shop Testing

Optische Tests in ihrer ganzen Bandbreite sind das Thema dieses fast 900-seitigen Buches. Die durch Daniel Malacara editierte und auch maßgeblich verfasste Neuauflage wurde gegenüber der letzten Ausgabe von 1992 erweitert und aktualisiert. Die ersten sieben Kapitel des Buches widmen sich interferometrischen Verfahren zur Prüfung von optischen Flächen. Danach werden Leistungstests optischer Geräte in jeweils eigenen Abschnitten eingeführt. Dies umfasst sowohl die für Amateure gebräuchlichen Foucault-, Ronchi-, Hartmann- und Sterntests, als auch eine Reihe komplizierterer Testverfahren. Der abschließende Teil des Buches widmet sich eingehend der mathematischen Beschreibung optischer Flächen. Ergän-

Daniel Malacara (Ed.): Optical Shop Testing (Wiley Series in Pure and Applied Optics), Wiley-Interscience 2007, ISBN 978-0-471-48404-2, 888 S., 100€.

zendes Material und Software befindet sich auf der beiliegenden CD. Dieses Standardwerk verfolgt das Ziel einer vollständigen Beschreibung der relevanten optischen Testverfahren. Es richtet sich damit sowohl an Optik-Spezialisten als auch sehr fortgeschrittene Amateure mit guten mathematischen und physikalischen Kenntnissen.

■ Thomas Rattei



The Universe in a Mirror

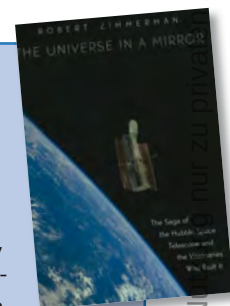
Seit seinem Start 1990 zeigt uns das Hubble-Weltraumteleskop den Kosmos in bis dahin ungeahnter Tiefe und Auflösung. Vom langen Weg von der Idee bis zur Realisierung, von den zahlreichen technischen Problemen bis hin zu den Startschwierigkeiten ins All, vom falschen Schliff des Hauptspiegels und dem überwältigenden Erfolg des Teleskops nach der Installation der Re-

paraturoptik berichtet dieses Buch. Dabei geht es nicht nur um die Hintergründe des aufwändigsten wissenschaftlichen Instruments, das je ins All gesandt wurde. Robert Zimmermann erzählt auch die Geschichte der Wissenschaftler, Techniker und Astronauten, die Entstehung und Betrieb von Hubble ermöglichten. Das Buch

Robert Zimmermann: The Universe in a Mirror: The Saga of the Hubble Space Telescope and the Visionaries Who Built It, Princeton University Press 2008, ISBN 978-0691132976, 320 S., 25€.

ist spannende Lektüre für alle, die sich für Geschichte und Geschichten dieses faszinierenden Wissenschafts- und Raumfahrtprojektes interessieren.

■ Thomas Rattei



Termine für Sternfreunde August – September 2008

- 13. 6.9.: 6. Astronomietag 2008** mit zahlreichen Veranstaltungen in Deutschland und der Schweiz
Übersicht aller Veranstaltungen
① www.astronomietag.de,
www.astronomie.ch/events/tagderastronomie.html

Messe

- 14. 13.9.: 3. Internationale Astronomiemesse AME** in Villingen-Schwenningen
Siegfried Bergthal, 074706210,
① info@astro-messe.de,
www.astro-messe.de
- 24. 27.9.: 2. Astro-Technik- und Vereinstreff (ATV)**, Flugplatzwiesen in Falkenberg-Lönnwitz
① Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b,
D-04895 Falkenberg, 0176/22837911,
astro-service-hofner@t-online.de,
www.herzberger-teleskoptreffen.de

Teleskoptreffen

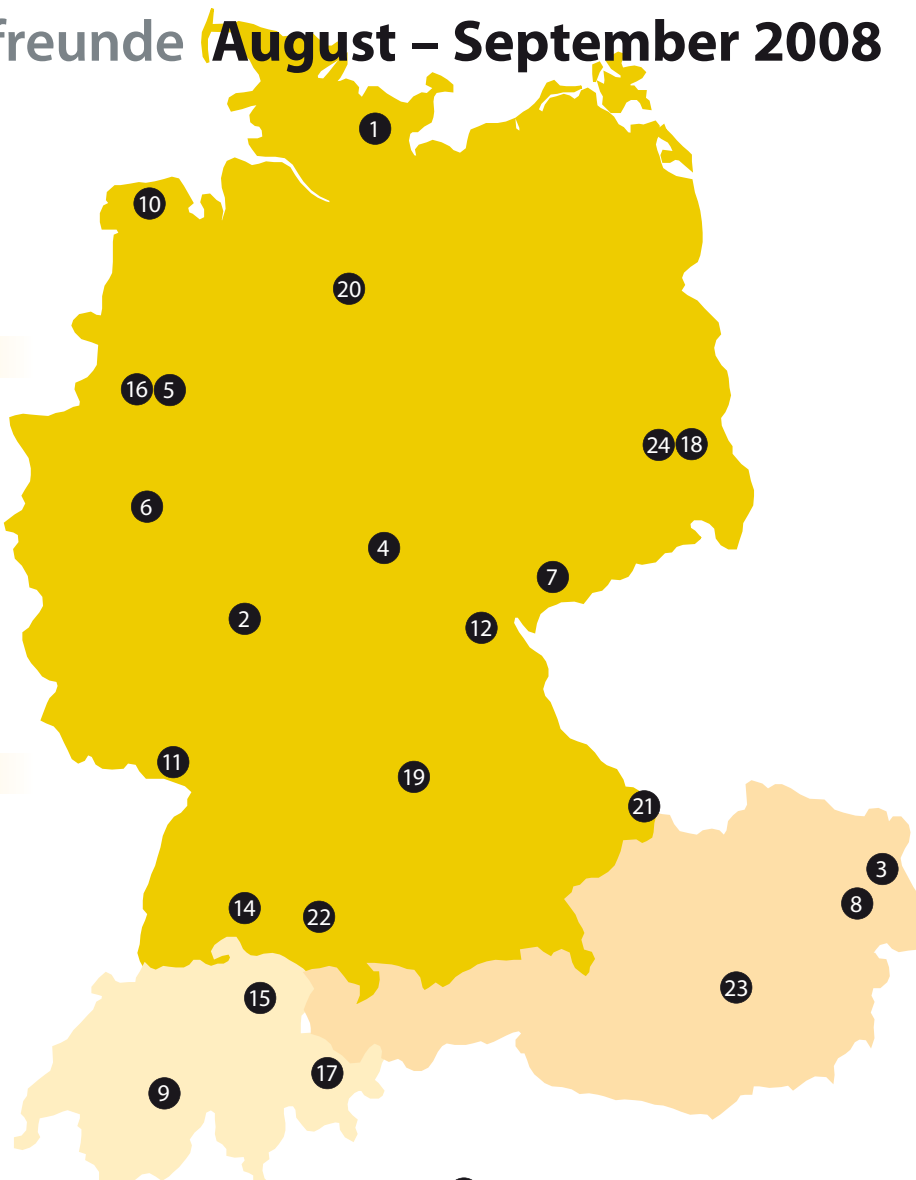
- 1. 7.–10.8.: Teleskoptreffen am Selenter See**, Pülsen am Selenter See/Schleswig-Holstein
① Raffael Benner,
www.aft-info.de/selent/index.htm
- 2. 16.8.: 8. H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR)**, Vereinsgelände Am Schnepferberg, D-65468 Rüsselsheim
① Dietmar Sellner, 06147/936310,
d.sellner@t-online.de,
www.sternfreunde-ruesselsheim.de
- 6. 26.8.–31.8.: 6. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB)**, Wohratal-Hertingshausen ① Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V.,
astronomie@onlinehome.de,
www.astronomie-lahn-eder.de
- 8. 29.–31.8.: WAA Summer Starparty 2008**, Gasthof Postl bei Maierdorf, Naturpark Hohe Wand
① Wiener Astronomische Arbeitsgemeinschaft, Fraungrubergasse 3/1/7, A-1120 Wien, 0043/664/2561221,
www.waa.at/treff/ssp.html
- 9. 29.–31.8.: 20. Swiss Star Party**, Gurnigel im Berner Oberland
① Radek Chromik Leuenberger, Föhrenweg 71, CH-3095 Spiegel, 0041/31/9718503,
radek.chromik@starparty.ch,
www.teleskoptreffen.ch
- 10. 4.–7.9.: 3. Astro Tage Ostfriesland (ATO)**, Zwischenbergen/Dorfgemeinschaftshaus
① Astronomie-Club-Ostfriesland,
www.ato.astronomie-club-ostfriesland.de
- 11. 5.–7.9.: 2. Space-Agents Teleskoptreffen (SATT)**, Taubensuhl, Naturpark Pfälzer Wald
① Michael Rastetter, www.space-agents.de

- 12. 5.9.: 7. Hofer Teleskoptreffen, Sternwarte Hof**
① Sebastian Wolfrum, Sternwarte Hof, Egerländer Weg 25, D-95032 Hof, 09281/95278, info@sternwarte-hof.de,
www.sternwarte-hof.de
- 17. 25.–28.9.: 7. Teleskoptreffen »Mirasteilas«** in Falera, Graubünden
① José De Queiroz, 0041/81/9212555,
teleskoptreffen@mirasteilas.net,
www.mirasteilas.net
- 18. 25.–28.9.: 9. Herzberger Teleskoptreffen (HTT)**, Flugplatzwiesen in Falkenberg-Lönnwitz
① Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b,
D-04895 Falkenberg, 0176/22837911,
astro-service-hofner@t-online.de,
www.herzberger-teleskoptreffen.de
- 19. 25.–28.9.: 11. Bayrisches Teleskoptreffen (BTM)**, Osterberg bei Pfünz
① Uli Zehndbauer, ullomat@web.de,
www.beobachterforum.de
- 20. 26.–28.9.: 8. Internationales Heide Teleskoptreffen (IHT)**, Reinsehlen, Lüneburger Heide
① Nils Kloth, 0173/5178429,
IHT@astrogarten.de, www.astrogarten.de

- 21. 26.–28.9.: Almberg-Teleskoptreffen**, Mitterfirmiansreuth, Bayerischer Wald
① www.almberg-treffen.de
- 22. 26.–28.9.: 2. Ravensburger Teleskoptreffen (RATT)**, Ravensburg
① Carsten Przygoda, Finkenweg 25,
D-88339 Bad Waldsee, carsten@ratt-rv.de,
www.ratt-rv.de

Fachtagung

- 3. 22.–23.8.: Darksy 2008, 8th European Symposium for the Protection of the Night Sky**, Wien
① Kuffner Sternwarte, Johann-Staud Str. 10, A-1160 Wien,
kuffner-sternwarte.at/darksy2008
- 4. 23.–31.8.: Veränderlichen-Beobachtung**, Sternwarte Kirchheim/Thüringen
① BAV e.V., Fachgruppe Veränderliche der VdS, Werner Braune, Münchener Str. 26–27,
D-10825 Berlin, 030/7848453,
braune.bav@t-online.de
- 7. 26.–31.8.: ESOP XXVII**, Sternwarte Drebach
① Volkssternwarte und Zeiss-Planetarium Drebach, Straße der Jugend 14, D-09430 Drebach/Sachsen, 037341/7435,
esop2008.vds-astro.de



- 15 **20.9.: 2. Schweizer Astronomietag**, Hochschule für Technik (HSR), Rapperswil
 ① www.astronomietag.ch

- 16 **21.–26.9.: European Planetary Science Congress (EPSC) 2008**, Session OA3 »Observing the Solar System: Contributions from Amateur Astronomy to Planetary Research«, Münster
 ① Institut für Planetologie Westfälische Wilhelms-Universität Münster, meetings.copernicus.org/epsc2008/index.html, cosis.net/members/meetings/sessions/information.php?p_id=348&s_id=6021

- 23 **26.–28.9.: 16. Österreichischer CCD-Workshop**, Mariazell/St. Sebastian
 ① astroteam.mariazell@gmx.net
ccdeder.freewebspace.com/ccdws2002/indexws03.htm,

Sternwartenfest

- 5 **23.8.: Lange Nacht am Aasee**, Astronomisches Programm der Sternfreunde Münster
 ① LWL-Museum für Naturkunde/Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium, Sentruper Straße 285, D-48161 Münster, www.sternfreunde-muenster.de

Kleinanzeigen

Verkaufe 12 Zoll Meade SC LX 200 GPS Bj. 2005 sehr guter Zustand, (Grundausstattung für 2000,- €), kompl. mit originaler Transport-Tasche, Dreibeinstativ, stationärer Säule und Mega Wedge Pro Polhöhenwiege von Astro Engineering (sehr stabil), Laufgewichtsatz u. axiale Ausgleichgewichte, Netzteil 220V auf 12V, 17Ah Powerstation, original Meade Laufschiene mit variablen 125mm Rohrschellen für aufsattelbares Leitfernrohr, Lumicon Giant Easy Guider mit Shaplylinse, div. Filter, Adapter, u.v.m., Selbstabholer oder Versand kompl. für 3000,- € zu verkaufen, auch Einzelverkauf möglich • Rainer Wolf, Tel. 038206-78011, E-Mail: r.wolf@surfeu.de

Verkaufe aus Altersgründen C 9 mit Baader-Superfinder 9x60 Quick Release II, neuwertig, Originalverpackung, mit Solarfolie D-5 in Fassung, 1100,- € • Reinhold Dietze, Tel.: 069/309033

Verkaufe Zeiss/Baader Großfeld-Bino, Amici-Prisma 90°, Glasweg-Korrektur, je zwei Baader Eudioskopische 1¼"-Okulare, homofokal

(5linsig), 25mm, 15mm, 7,5mm, günstig abzugeben • Celestron C 14 SCT auf dt. Montierung, Losmandy Steuerung, Go-to NGC MAX, Alusäule ca. 20 Betriebsstunden, günstig abzugeben • Rudolf Bächner, Tel.: 09868/332 (länger läuten)

Verkaufe von Carl Zeiss Jena Refraktor AS 100/1000 (OTA, Bj.1981, Transportbehälter), 2 Wechselringe, Zwischenring 20 u. 60mm, Okular H-40 u. H-25, Okularrevolver 4-fach, Barlow 1,3-fach, Farbglasrevolver 5-fach, Positionskreis, Okularschraubenmikrometer mit Okulare 40/16/10mm, Dunkelfeldbeleuchtung, Sonnenprojektionsschirm, Refraktor-Objektiv C63/840 und C50/540, Fokussiertubus M44, gegen Gebot – Preisvorstellung komplett: 3.195,- € • Joachim Deiler, Tel.: 0162/7173390, E-Mail: jdeiler@web.de

Verkaufe Miyauchi BJ-100iB 45°, Zubehör: Okulare 20-fach, Okulare 20-fach mit eingebauten UHC-Filter, Okulare 37-fach und ICS-Montierung, Preis VB • Werner Schneider, Tel.: 08375/8020 (ab 17:00 Uhr),

E-Mail: schneider.weitnau1@freenet.de

Verkaufe Carbon-Sandwichrohr 325mm Innendurchmesser, Wand 12mm dick, 160cm lang, sehr fest und steif, Preis VS • Tele Vue O[III]-Filter, 2 Zoll, 100,- € • Meade-Breitband-Nebelfilter, 2 Zoll, 60,- € und 1¼ Zoll, 35,- € • Winkelsucher f. ETX 90 8x25, 20,- € und 8x21 mit Amici-Prisma, 20,- € • Ernst Schöberl, Tel.: 09725/239077, E-Mail: eschoe@fh-sw.de

Verkaufe für G-11 Montierung eine Gegengewichtsstange, Stange wurde auf 30mm abgedreht, Preis 45,- € zzgl. 5,90 € Versand innerhalb Deutschland • Stefan Dylus, E-Mail: hyakutake@freenet.de

Verkaufe Zeiss 1b-Montierung mit Abschl.-Gewicht, Zubehör auf Anfrage, VP 990,- €, Jakob Denk, Tel.: 0991/3831072, E-Mail: denk-jakob@web.de

Suche SuW-Jahres-CD-ROM – alle Jahrgänge – gesucht • Reinhard Vollrath, Tel.: 06151/3087090, E-Mail: reinhard.vollrath@web.de

Demnächst in interstellarum

Aktueller Stand der Planungen für die nächsten Ausgaben. Aufgrund von aktuellen Ereignissen können sich Verschiebungen ergeben.

Chiemgau-Krater

Hat es im Chiemgau vor mehr als 2000 Jahren einen großen Meteoriteneinschlag gegeben? Einige Forscher führen Gründe für einen Impakt an, während die Mehrheit darin keine Beweise sieht. Wir lassen einen ausgewiesenen Experten berichten.

Mobile Astrofotografie

Ein eindrucksvoller dunkler Himmel befindet sich nicht immer vor der Haustür – das Gepäck bei Astro-Flugreisen ist zudem oft begrenzt. Jetzt gibt es eine fotografische Nachführung, die beide Probleme gleichzeitig löst.

Neumond-Rekord

Der interstellarum-Fotowettbewerb war nur der Anfang: Mit dem dabei gewonnenen Fernrohr gelang dem Sieger nun ein Foto nur 5 Minuten nach Neumond. Der Autor zeigt, warum und wann es möglich ist, derartige Fotos zu erstellen.



SIGMUND SCHÄBLER



MARTIN ELKÄSSER

Heft 60 ab 19.9.2008 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

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

Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	52	Drbohlav, Jiří	77	Gerd Neumann jr.	24
AP Nidderau	52	Fujinon Europe	6	Oculum-Verlag	27/79
Astronomie.de	7	Goran Hosinsky	59	nimax GmbH	8/9
AstroInfo	59	Grab AstroTech	77	Sahara Sky	75
Astrocom	U3	Intercon Spacetec	4/5	Farm Tivoli	77
Astro-Messe	44	Kosmos-Verlag	80	Teleskop-Service	80
Astro-Shop	U2	Wolfgang Lille	77	The Imaging Source	39
Astrolumina	65	Lunt Solar Systems	64	Astro Optik GmbH	33
Astrotreff	52	Meade Instruments	U4	Wissenschaft Online	13

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

Verlag: Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

Abo-Service: Oculum-Verlag GmbH, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2008 inkl. Zustellung frei Haus: 54,90 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez., zusätzlich 2 Hefte interstellarum »Thema«



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

Vertrieb: für Deutschland, Österreich, Schweiz

Verlagsunion KG, Am Klingenweg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

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

Mitarbeit: Ulrich Beinert (Technik-Wissen), Peter Friedrich (Schlagzeilen), Béla Hassforth (Veränderlicher aktuell), Manfred Holl (Sonne aktuell), Matthias Juchert (Astronomie mit bloßem Auge, Objekte der Saison), André Knöfel (Himmelsereignisse), Matthias Kronberger (Objekte der Saison), Burkhard Leitner (Kometen aktuell), Uwe Pilz (Praxis-Wissen), Thomas Rattei (Rezensionen), Nico Schmidt (Astronomie mit dem Fernglas), Martin Schoenball (Deep-Sky-Herausforderung)

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

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

Copyright/Einsendungen: Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlassen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck. Weitere Nutzungen in Büchern oder CDs sind nicht gleichzeitig gegeben und bedürfen der Genehmigung durch den Autor. Ausgenommen davon ist der Abdruck ausgewählter Bilder in der Vorschau für die nächste Ausgabe und unter www.interstellarum.de.

Prinzipiell drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Parallelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck untersagt (§ 2-1 Verlagsgesetz) – wir bitten um Beachtung.

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

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern, sowie orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinntestellend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

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

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 9 vom 1.11.2007

Stephan Schurig, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596, E-Mail: werbung@interstellarum.de