

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Polarlichter transportieren wie kaum ein anderes Himmelsphänomen die Faszination des hohen Nordens. An Bord eines der Schiffe der norwegischen Hurtigruten lassen sich beeindruckende Lichtstimmungen einfangen, auch wenn die Sterne aufgrund der Bewegungen des Schiffes während der 30-sekündigen Belichtungszeit zu kleinen Spuren auseinander gezogen werden. Die Aufnahme entstand im März 2011 an Bord der MS Finnmarken in der Nähe von Tromsø. *Michael Hunnekuhl*

Liebe Leserinnen und Leser,

Haben Sie schon einmal ein Polarlicht gesehen? Das nahende Maximum der Sonnenaktivität gibt dazu in den nächsten Monaten und Jahren beste Gelegenheiten. Vom deutschen Sprachraum jedoch entfaltet sich nur ein Bruchteil dieses faszinierenden Himmelsschauspiels. Was sich bei einer Schiffsreise nach Skandinavien sehen und fotografieren lässt, und auf was man dabei achten sollte, erklärt Michael Hunnekuhl in seinem Beitrag (Seite 34). Wenn Sie mehr wissen möchten darüber, welche Farben und Formen sie einnehmen können und wie Polarlichter entstehen, empfehlen wir Ihnen den Bildband »Polarlichter – Feuerwerk am Himmel«, die bisher umfangreichste und sicher auch schönste Darstellung dieses Themas in Buchform, erschienen im Oculum-Verlag.

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein kleinerer oder größerer Kleinplanet auf der Erde einschlägt? Um diese Frage beantworten zu können, wurden bereits von Jahrzehnten Suchprogramme in Angriff genommen, um die Vielzahl der kleinen Körper in der Nähe der Erdbahn aufzuspüren. Inzwischen sind über 8000 Kleinplaneten mit einem Bahnradius von weniger als 1,3 Entfernungen Erde-Sonne bekannt. interstellarum-Redakteur Daniel Fischer erzählt im Hauptartikel dieses Heftes diese Entdeckungsgeschichte nach und gibt einen Ausblick auf die neuen Suchprogramme und was sie leisten werden (Seite 12).

Grenzbeobachtungen verbindet man gemeinhin mit dem Deep-Sky. Doch auch unser Sonnensystem hält eine Anzahl von herausfordernden Zielen für große Öffnungen bereit. Bernd Gährken hat nicht nur schwache Monde von Mars, Jupiter, Saturn und Uranus fotografiert, sondern auch seltene Vorübergänge, Bedeckungen und Verfinsterungen dokumentiert. Sein Artikel lädt dazu ein, sich selbst an die Grenzobjekte im Sonnensystem zu wagen (Seite 42).

Viel Spaß beim herbstlichen Beobachtungsvergnügen wünscht,

Ihr

Ronald Stoyan



Lichter des Nordens 34



Grenzbeobachtungen 42



100 Quadratgrad Himmel 48



Farbstich ade! 58

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 12 **Die Jagd auf erdnahe Kleinplaneten**
Alte und neue Programme – und die Perspektiven
- 16 **Astro-Wissen: Wie bewertet man die Gefahr durch einen erdnahen Asteroiden?**
- **Schlagzeilen**
- 8 **Supernova in M 51**
Saturn in Aufruhr
- 9 **Erstmals Wasserstoffperoxid im Weltraum entdeckt**
- 10 **Raumfahrt aktuell: Der erste Kleinplaneten-Orbiter im Hauptgürtel**

Himmel

- **Ereignisse**
- 18 **Riesenplanet dominiert Nachthimmel**
Jupiter am 29. Oktober in Opposition
Draconiden-Meteore am 8. Oktober
Mars durchquert M 44 am 1. Oktober
- **Sonnensystem**
- 22 **Sonne aktuell: Auf und Ab**
- 23 **Planeten aktuell: Jupiter klassisch**
- 24 **Kometen aktuell: C/2010 X1 (Elenin) in Erdnähe**
- **Sternhimmel**
- 27 **Astronomie mit bloßem Auge: Fomalhaut**
Astronomie mit dem Fernglas: Blanco 1
- 28 **Objekt der Saison: NGC 663**
- 30 **Objekt der Saison: IC 1805**
- 31 **Veränderlicher aktuell: P Cygni**

Praxis

- **Sonne**
- 34 **Lichter des Nordens**
Polarlichtfotografie in der Praxis
- **Planeten**
- 42 **Grenzbeobachtungen**
Seltene Konstellationen der kleinen Monde im Sonnensystem
- **Deep-Sky**
- 48 **100 Quadratgrad Himmel**
Im Reich von Cepheus und Cassiopeia
- 52 **Praxis-Wissen: Welche vorübergehenden Monderscheinungen kann man beobachten?**

interstellarum STERNSTUNDE

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

Ausgabe Nr. 4 (9.9.2011)

Thema

- **Sterne über Namibia:** Die Erstellung von Zeitraffer-Aufnahmen unter dem Südhimmel, Interview mit Sighard Schräbler

außerdem

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

Die interstellarum Einsteigerseiten:



Das große Teleskop-Portal von interstellarum:



Datenbank aus fast 1500 Produkten:

- 513 Komplettgeräte
- 323 Tuben mit Optik
- 105 Montierungen
- 550 Okulare

Technik

- **Selbstbau**
- 54 **Bequeme Beobachtung mit dem Fernglas**
Eine Parallelogramm-Montierung im Selbstbau
- **Astrofotografie**
- 58 **Farbstich ade!**
Das richtige Kalibrieren von digitalen Rohbildern
- 62 **Technik-Wissen: Warum gibt es die AF-Feinabstimmung?**

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 67 **Aufleuchten – fern und nah**
- **First Light**
- 68 **Finsternismond, Sterne und rätselhafte Punkte**
- **Objekte der Saison**
- 70 **NGC 7331/Hickson 92 (Stephans Quintett)**

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

Die Jagd auf erdnahe Kleinplaneten

Alte und neue Programme – und die Perspektiven



- **Galerie**
- 74 **Astrofotos unserer Leser**

Service

- **Szene**
- 79 Termine für Sternfreunde: Oktober bis November 2011
- **Rezensionen**
- 76 **Astrobecks Sternzeiten**
Exoplaneten
iPhone-App: Solar Eclipses
- **Astromarkt**
- 77 Kleinanzeigen

Leserhinweise

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

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

Koordinaten: äquatoriale Koordinatangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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

- | | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | fokussiert |
| 2 | Inhaltsverzeichnis, Leserhinweise |
| 80 | Vorschau, Impressum |

Bequeme Beobachtung mit dem Fernglas: Eine Parallelogramm-Montierung im Selbstbau

54



SUPERNOVA in M 51



Abb. 1: Eine der ersten unabhängigen Entdeckungsaufnahmen der Supernova 2011dh in M 51 gelang Thomas Griga am 1. Juni um 23:13 UT in Schwerte mit einem 12"-RC und SBIG STL-11000M.

Am 31. Mai wurde von Amedee Riou in M 51, der Strudelgalaxie, mit 2011dh nach 1994l und 2005cs die dritte Supernova innerhalb von 17 Jahren entdeckt. Im All Sky Automated Survey North ist sie am 30. Mai gegen 11:30 UT noch nicht zu sehen, auch eine Aufnahme des Oschin Schmidt-Teleskops vom 31. Mai 6:36 UT zeigt sie nicht. Sie wurde aufgrund eines Spektrums vom 3. Juni als Supernova vom Typ II klassifiziert, was bedeutet, dass ein massereicher Stern am Ende seines Lebens explodierte. Solche Supernovae zeigen in ihren Spektren meist Wasserstofflinien der ehemaligen Atmosphäre des Vorgängersterns. Die bald nach der Entdeckung eingeleitete fotometrische Überwachung zeigte, dass es sich bei der SN 2011dh nicht um eine klassische Supernova vom Typ IIP handeln konnte. Das »P« steht dabei für Plateau, eine Phase, in der nach der Maximalhelligkeit zunächst kein Lichtabfall eintritt. Da die Supernova bereits kurz nach ihrem Ausbruch entdeckt wurde, konnte der Anstieg zur Maximalhelligkeit dokumentiert werden. Dieser und der weitere Verlauf der Lichtkurve entsprechen einer Supernova Ib, hervorgerufen durch einen massereichen Stern, der seine

äußere wasserstoffreiche Hülle ganz oder teilweise verloren hat. Ab dem 12. Juni konnte auch He I im Spektrum der Supernova nachgewiesen werden. Alles zusammen legt eine Klassifizierung als Untertyp IIb nahe.

Mittlerweile wird standardmäßig in den Archiven hochaufgelöster Aufnahmen nach dem Vorgängerstern einer Supernova gesucht. M 51 wurde 2001 und 2005 vom Weltraumteleskop Hubble (HST) mehrfach beobachtet. Diese Bilder wurden mit Aufnahmen im nahen Infrarotbereich nach der Explosion verglichen. Etwa 3 Millibogensekunden von der berechneten Position, was innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegt, befindet sich in den Hubble-Bildern eine helle, nicht variable Quelle, die unabhängig voneinander von verschiedenen Forschergruppen gefunden wurde. Unter der Annahme, dass es sich bei dem Vorgängerstern um einen Einzelstern gehandelt hat, ergibt ein Vergleich mit synthetischen Spektren eine Oberflächenbeschleunigung unter 1000m/s^2 ($\log g=4,9$) und eine Oberflächentemperatur von etwa 6000K . Aus den Farben lässt sich ableiten, dass der Vorgängerstern ein gelber F8-Überriese mit einer Masse von 13 bis zu 24 Sonnenmassen war. Seine absolute Helligkeit wird auf -7^m7 und sein Radius auf 10^{11}m geschätzt. Der rasche Abfall nach dem ersten Helligkeitsanstieg spricht allerdings für ein Objekt mit einem kleineren Radius, so dass der Vorgängerstern zu einem Doppelsternsystem oder Sternhaufen (in einem Katalog heller Sternhaufen in M 51 wird an der Position des möglichen Vorgängersterns ein Sternhaufen gelistet) gehören könnte und nicht identisch mit dem auf den HST-Aufnahmen identifizierten Stern wäre. Ein Wolf-Rayet-Stern mit einem Radius von 10^9m z.B. könnte unter dem Helligkeitslimit der HST-Aufnahmen liegen. SN 2011dh wäre dann eine Supernova vom Typ IIb mit einem kompakten Vorgängerstern (cIIb). Ein roter Stern, der nur $0,2''$ im Süden der als möglicher Vorgängerstern erklär-

ten Quelle liegt und mit ihr überlappt, ist in Differenzbildern von HST-Aufnahmen bei verschiedenen Wellenlängen zu erkennen. Er konnte jedoch als Vorgängerstern ausgeschlossen werden. Untersuchungen im Röntgenbereich kombiniert mit Radio- und mm-Beobachtungen sowie den frühen optischen Messungen sprechen ebenfalls für einen kleineren Vorgängerstern. Modelliert man die optische Emission kurz nach dem Ausbruch als Strahlung einer sich abkühlenden Hülle, kommt man auf einen Radius des Vorgängersterns von ebenfalls 10^9m , was eine Klassifikation als Typ cIIb bestätigt und die HST-Quelle zum Begleiter oder gar unbeteiligten Feldstern machen würde. [CBET 2736; arXiv:1106.2565; arXiv:1106.2897; arXiv:1106.3551; arXiv:1107.1876; ATel#3431; Astron. J. 135, 1567 (2008); ATel#3432; ATel#3435]

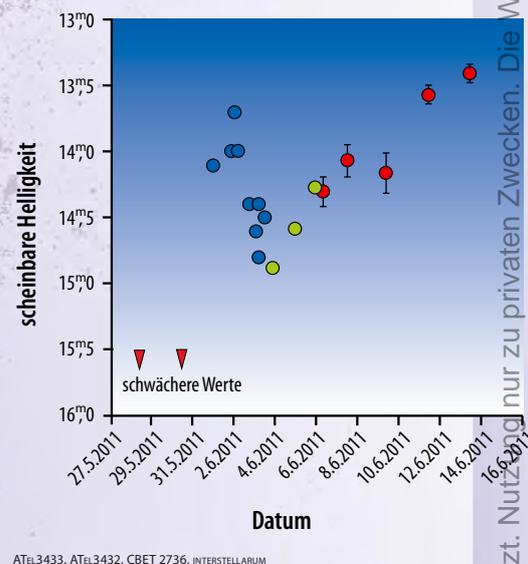


Abb. 2: Lichtkurve der ersten Tage der Supernova in M 51. Der Helligkeitsanstieg zu Beginn, der von einem kurzen Abfall mit anschließendem erneuten Helligkeitsanstieg gefolgt wird, ist typisch für eine Supernova vom Typ IIb.

Saturn in Aufruhr

Seit Dezember 2010 zeigt sich auf Saturns nördlicher Hemisphäre, wo gerade Frühling ist, ein riesiges Sturmgebiet (interstellarem berichtete mehrfach), welches die gesamte saisonale Entwicklung des Planeten durcheinander bringt. Der Sturm, der erst der sechste überhaupt beobachtete dieser Größe seit

1876 ist, ist der erste, der im infraroten Spektralbereich sowie von einer Raumsonde (Cassini) untersucht wird. Infrarotspektroskopie zeigte, dass innerhalb eines Monats Temperaturen, Winde und Zusammensetzung in der Atmosphäre zwischen dem 20. und 50. nördlichen Breitengrad – über die gesamte Hemi-

Surftipps

Cassini: saturn.jpl.nasa.gov

Blitze auf Saturn: www.nasa.gov/mission_pages/cassini/whycassini/pia14310.html

Internationale Saturnfotos: alpo-j.asahikawa-med.ac.jp/Latest/Saturn.htm



ESO, UNIVERSITY OF OXFORD, L. N. FLETCHER, T. BARRY

Der Sturm auf Saturn in einer Amateuraufnahme im visuellen Bereich (links) und im infraroten Spektralbereich (Mitte, rechts) am 19. Januar 2011 während der stärksten Sturmphase. Die mittlere Aufnahme dringt in die untere Atmosphäre vor und zeigt die aufgewühlten Sturmwolken und den zentralen, kühlen Wirbel. Die rechte Aufnahme zeigt die normalerweise ruhige Stratosphäre mit den unerwarteten hellen Flecken, die den Sturm flankieren.

sphäre also – über etwa 300000km gestört wurden. Die Effekte der Sturmzelle, die sich mit 28m/s westwärts bewegt, wirken sich in der Höhe über hunderte von Kilometern bis in die Stratosphäre 250km – 300km über der oberen Wolkendecke der unteren Atmosphäre aus. Abwärtsströmungen erzeugten im infraroten Spektralbereich hell leuchtende Flecken und Temperaturgradienten von 15° – 20°. Da diese Flecken im sichtbaren Licht nicht zu erkennen sind und folglich noch nie beobachtet wurden, kann man nicht sagen, ob es sich um eine normale Erscheinung bei

einem so starken Sturm handelt. Durch das ausgedehnte Sturmgebiet wurde auch die Zirkulation in der Atmosphäre Saturns verändert, Material vertikal über große Distanzen transportiert und die stratosphärischen Jetströme verändert, was zu Turbulenzen und zur Bildung eines neuen Hochdruck-Ovals im Zentrum der Störung bei 41°N führte. Cassinis Radio and Plasma Wave Science Instrument konnte zudem bis zu zehn Blitze pro Sekunde nachweisen. Die Blitze entstehen an der Basis der Sturmwolken, die sich vermutlich in der Atmosphärensicht mit

Wolken aus Wasserdampf befindet. Höchstwahrscheinlich bestehen auch die Sturmwolken aus Wassereis bedeckt mit kristallinem Ammoniak.

Weil der Schatten, den Saturns Ringe werfen, große saisonale Auswirkungen auf die Atmosphäre hat, vermutet man, dass das Auftreten des Sturms mit dem Frühlingsbeginn auf der Nordhalbkugel im August 2009 zusammenhängt. Zurzeit fällt der Schatten auf die Südhalbkugel. [Science 332, 1413 (2011); Science Release ESO1116; JPL 2011-203]

Erstmals Wasserstoffperoxid im Weltraum entdeckt

Mit dem Atacama Pathfinder Experiment Teleskop APEX auf der 5000m über dem Meeresspiegel gelegenen Hochebene Chajnantor in den chilenischen Anden wurde die Himmelsregion nahe des Sterns ρ Ophiuchi, der sich in etwa 400 Lichtjahren Entfernung im Sternbild Schlangenträger befindet, genauer untersucht. In der Umgebung des Sterns findet man Wolken aus kühlem Gas und Staub mit Temperaturen um -250°C , in denen neue Sterne entstehen. Das Gas besteht größtenteils aus Wasserstoff, enthält aber auch Spuren anderer Moleküle. Es bietet sich daher als Beobachtungsziel für die Suche nach bestimmten chemischen Verbindungen im Weltraum an. APEX arbeitet nicht im sichtbaren Licht sondern im Millimeter- und Submillimeterwellenbereich, in dem verschiedene Moleküle charakteristische Linienstrahlung aussenden. Obwohl die Wolken bei ρ Ophiuchi nur ein einziges

Wasserstoffperoxidmolekül (H_2O_2) auf 10 Milliarden Wasserstoffmoleküle enthalten, ist es jetzt gelungen, dieses Molekül nachzuweisen. Wasserstoffperoxid spielt eine Schlüsselrolle bei der Frage, wie im Weltraum Wasser entstehen kann. Man geht davon aus, dass der größte Teil des Wassers auf der Erde im Weltraum gebildet wurde. Wasserstoffperoxid bildet sich entweder durch eine Reaktion von Wasser mit molekularem Wasserstoff oder von zwei Hydroxyl-Radikalen. Beide Reaktionen laufen sehr langsam ab. Es könnte sich aber auch viel schneller an der Oberfläche von kosmischen Staupartikeln durch Anlagerung von zwei Wasserstoffatomen an ein Sauerstoffmolekül bilden. Durch Anlagerung eines weiteren



ESO, S. GAINSBY (WWW.ESO.ORG/~SGAINSBY)

Die Sternentstehungsregion ρ Ophiuchi in 400 Lichtjahren Entfernung mit ihren Reflexions- und Emissionsnebeln. Mit dem roten Kreis ist die Region im Zentrum der Wolke markiert, in der Wasserstoffperoxid gefunden wurde.

Wasserstoffatoms entsteht Wasser. Sollte dieser Prozess ablaufen, müsste die Sauerstoffkonzentration auf dem Staub eng mit der Konzentration von Wasserstoffperoxid verknüpft sein. [Pressemitteilung Wissenschaft ESO1123; Presseinformation des MPIfR 07/2011 (2); Astron. Astrophys. 531, L8 (2011)]

Einmal um die Sonne

Am 12. Juli war es soweit: Neptun hat seit seiner Entdeckung am 23. September 1846 die Sonne einmal umrundet. Zu diesem Anlass nahm das Weltraumteleskop Hubble eine Serie von Aufnahmen im Abstand von vier Stunden auf, die die gesamte Oberfläche des Neptun zeigen.



Raumfahrt aktuell

Der erste Kleinplaneten-Orbiter im Hauptgürtel

Zweimal schon sind irdische Raumsonden – NEAR und Hayabusa – zeitweise um Kleinplaneten gekreist, aber die mittleren Sonnenabstände von (433) Eros und (25143) Itokawa sind kleiner als die des Mars: Sie gehören zu den Near Earth Asteroids. Der Kleinplanet (4) Vesta aber, um den seit dem 16. Juli die NASA-Sonde Dawn kreist, ist Teil des Asteroiden-Hauptgürtels zwischen Mars und Jupiter – und hält sich gleichzeitig nahe einer dynamischen Zone auf, aus der Material Richtung Erde driften kann. Jeder 20. Meteorit lässt sich tatsächlich Vesta zuschreiben, die einst ein gewaltiger Einschlag ereilte: Neben diesen »HED-Meteoriten« – HED steht für Howardite, Eukrite und Diogenite – entstanden dabei auch diverse kleinere Asteroiden. Und aus der spektralen Vielfalt dieser »Vestoids« wie der Chemie der HED weiß man schon lange, dass Vesta trotz nur 530km mittleren Durchmessers bereits ein teilweise differenzierter Himmelskörper mit chemisch unterschiedlichen Schichten ist und sogar eine Art Vulkanismus erlebt haben muss. Vesta als »Protoplanet« zu bezeichnen, ist zumindest im astronomischen Sinne trotzdem falsch: So werden künftige Planeten in ihrer Frühphase genannt, aber Vesta hatte wegen der Schwerkraft des Jupiter (und generellen Materialmangels in der Umgebung) nie die Chance, zu einem terrestrischen Planeten weiter zu wachsen.

Andererseits dürften aber letztere, die Erde inklusive, während ihrer Entstehung Vesta-ähnliche Phasen durchlaufen haben: Das macht speziell diesen Kleinplaneten so interessant für die systematische Erforschung aus der Umlaufbahn, die noch bis Mai 2012 andauert, wenn sich Dawn mit seinem Ionentriebwerk in Richtung Ceres verabschiedet. Bis auf 200km an die Oberfläche hinab wird sich Dawn zeitweise heranwagen, wobei das komplizierte Schwerfeld des unrundern Körpers – der große Einschlag hat ihr die Kugelform geraubt – eine besondere Herausforderung darstellt. Beinahe wäre es zu der ungewöhnlichen Doppelmission in den Hauptgürtel gar nicht gekommen: Die NASA war so knapp bei Kasse, dass nur die Beistellung von zwei der drei Instrumente aus dem Ausland das Projekt rettete, wobei die Kameras aus Deutschland stammen. Seit dem Start im September 2007 lief alles wie am Schnürchen: Das Triebwerk schaffte es durch monatelanges stetiges Abschießen von Xenon-Ionen genau nach Plan, die Orbits von Dawn und Vesta immer mehr anzugleichen, bis schließlich die erste noch schwach gebundene Umlaufbahn in 16000km Abstand erreicht wurde. Im Februar 2015 soll sich das beim doppelt so großen und weiter als Vesta gediehenen Zwergplaneten Ceres wiederholen, und dort wird Dawn auch bleiben, wenn die Mission im Juli 2015 zu Ende geht.

■ Daniel Fischer

Sieben bisher von Raumsonden inspezierte Kleinplaneten im selben Maßstab; das Bild von Vesta entstand unmittelbar nach dem Eintritt Dawns in den Orbit aus 15000km Abstand und wird vom massigen Zentralberg des großen Impaktkraters dominiert.



ützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Die Jagd auf erdnahe Kleinplaneten

Alte und neue Programme – und die Perspektiven

VON DANIEL FISCHER

Der mediale Mechanismus funktionierte wie eh und je: »Gigantischer Kleinplanet wird knapp die Erde verfehlen«, schauderte der Daily Telegraph, »Kleinplanet streift die Erdatmosphäre«, erschrak Focus Online. Gemeint war der 5 bis 20 Meter große Kleinplanet 2011 MD, der sich am 27. Juni bis auf 12300km der Erdoberfläche näherte und auch im Falle einer Kollision schon hoch in der Atmosphäre harmlos explodiert wäre. Dieser Kleinplanet war eine Entdeckung von LINEAR gewesen, einer legendären Suchmaschine für erdnahe Kleinkörper, inzwischen allerdings weit überholt von den Programmen Catalina Sky Survey und Pan-STARRS. Und manchmal ist die Entdeckung eines interessanten erdnahen Kleinplaneten auch das Ergebnis von Suchprogrammen engagierter Amateurastronomen, wie des La Sagra Sky Survey. Wer sind die Kleinplanetenjäger, was treibt sie an – und wer wird in Zukunft die Führung übernehmen?



RICHARD KOWALSKI, CSS

Die systematische Suche nach erdnahen Kleinplaneten, die sich durch eine Periheldistanz von höchstens 1,3AE auszeichnen, ist ein recht modernes Feld der Astronomie. Noch 1970 waren nur 27 bekannt, 1980 hatte sich ihre Zahl gerade verdoppelt – dieses Jahr dagegen wurde die Marke 8000 passiert. Viele dieser Asteroiden sind winzig, manchmal nur wenige Meter groß: »Fliegende Sofas« heißen sie in der Szene. Aber jeder zehnte misst mindestens einen Kilometer und wäre damit nach verbreiteter Auffassung in der Lage, im Falle eines Einschlags den

Fortbestand der Menschheit zu gefährden. Zwar würde nur ein Krater der 10km-Klasse entstehen, geologisch eine Lappalie, aber der aufgewirbelte Staub dürfte global die Landwirtschaft zum Kollaps bringen. Im Prinzip wussten das die Planetenforscher schon seit Jahrzehnten, und auch der erste aufwändige Spielfilm zum Thema, »Meteor« mit Sean Connery, datiert schon von 1979 und basiert seinerseits auf einer echten wissenschaftlichen Studie von 1967 zur Abwehr eines erdnahen Kleinplaneten mit Raketen. Impakte von erdnahen Kleinplaneten als einzige Naturkatastrophe, die

Abb. 1: Die Jagd nach erdnahen Kleinplaneten wird mit vielen verschiedenen Suchprogrammen realisiert: Eines davon ist der Catalina Sky Survey mit einem 60"-Teleskop, welches in jeder klaren Nacht den Himmel nach Kleinplaneten durchsucht, die der Erde nahe kommen könnten.

im Prinzip vorausgesehen und komplett verhindert werden können, waren immer wieder einmal Thema kurzer öffentlicher Debatten. Und die Alvarez-Hypothese von 1980, dass der Einschlag eines 10km großen Kleinplaneten das große Artensterben

am Ende der Kreidezeit – Dinosaurier inklusive – ausgelöst habe, gewann rasch an Einfluss. Doch der Weckruf, auch für die Politik, war erst 1994 mit den Einschlägen der Trümmer des Kometen Shoemaker-Levy 9 auf dem fernen Jupiter gekommen: Die großen dunklen Wolken, die sich danach in seiner Hochatmosphäre ausbreiteten, gaben auch den Erdbewohnern zu denken.

Komplett bis ein Kilometer

Anfang der 1990er Jahre war bereits auf mehreren internationalen Workshops zum einen das Ziel vorgegeben worden, möglichst alle geschätzten tausend erdnahen Kleinplaneten ab 1km Durchmesser zu katalogisieren: in der Hoffnung (und statistisch gesehen auch Erwartung), dass keiner von ihnen auf Kollisionskurs mit der Erde angetroffen werden würde. Und wenn doch, dann hatten sich militärnahe Forscher – nach Ende des Kalten Krieges auf der Suche nach neuen Betätigungsfeldern – bereits erste Gedanken über Gegenmaßnahmen gemacht. Die Idee, eine Neutronenbombe in der Nähe eines gefährlichen Kleinplaneten zu zünden, so dass ihre Strahlung eine Seite erhitzt und Raketeneffekte abströmenden Gases die

Kleinplanetenbahn verändern, war damals die populärste. Getrieben durch das öffentliche Interesse an kosmischen Impakten, das Shoemaker-Levy ausgelöst hatte, fühlte sich erstmals die Politik zum Handeln veranlasst – allerdings nur in den USA: Der Kongress forderte die NASA als offensichtlich zuständige Behörde zur Umsetzung der Katalogisierung der größeren erdnahen Kleinplaneten auf (Kometen spielen in der Impaktstatistik keine nennenswerte Rolle). Nach einigem Hin und Her begann die konkrete Umsetzung schließlich 1998, passenderweise begleitet von zwei weiteren Impakt-Blockbustern, »Deep Impact« und »Armageddon«, die zusammen weltweit 900 Mio. Dollar einspielten. Verglichen damit waren die Ausgaben für die tatsächliche erdnahe Kleinplaneten-Suche bescheiden, etwa 4 Mio. Dollar im Jahr zur Unterstützung bestehender Suchprogramme.

Auch wenn die beteiligten Astronomen fortwährend über ihre geringe finanzielle und personelle Ausstattung schimpften (es arbeiteten weltweit weniger Leute an der Suche nach erdnahen Kleinplaneten als in einem beliebigen Fastfood-Restaurant, hieß es gebetsmühlenhaft): Der gewünschte Erfolg stellte sich ein, zu verdanken insbesondere den Suchprogrammen LINE-

AR und NEAT, die in den ersten Jahren der Jagd bis zu 39 bzw. 10 große erdnahe Asteroiden pro Jahr entdecken konnten. Die notwendige Technik – großformatige CCD-Chips, mit denen Grad-große Himmelsfelder im Zusammenspiel mit dafür optimierten Teleskopen schnell und tief durchforstet werden konnten – war gerade verfügbar bzw. im Falle von LINEAR eigens für diesen Zweck entwickelt worden. LINEAR steht für Lincoln Near-Earth Asteroid Research, wobei Lincoln wiederum ein Labor der US-Technologieschmiede MIT ist. Zwei Weitwinkelteleskope der U.S. Air Force mit nur einem Meter Öffnung auf der White Sands Missile Range wurden durch die vom Lincoln Lab gelieferten CCD-Kameras zu ungemein effizienten Kleinplanetenkameras, die in einem Jahrzehnt über 230000 unbekannte Asteroiden aufspürten, darunter 2300 erdnahe Kleinplaneten und 260 Kometen. Der eigentliche Pionier der Kleinplanetenjagd per CCD, die SPACEWATCH auf dem Kitt Peak in Arizona, hatte mit ihrem von 1923 stammenden Teleskop und CCD-Technik aus Universitätsmitteln gegen so viel optimierte Technik keine Chance mehr, kann sich aber immerhin der ersten und auch der ersten vollautomatischen CCD-Entdeckung eines erdnahen Asteroiden (1990 SS) und der

Abb. 2: Eines der 450mm-Teleskope des La Sagra Sky Survey in Südspanien – professionelle Anmutung, aber ein reines Amateurprojekt.



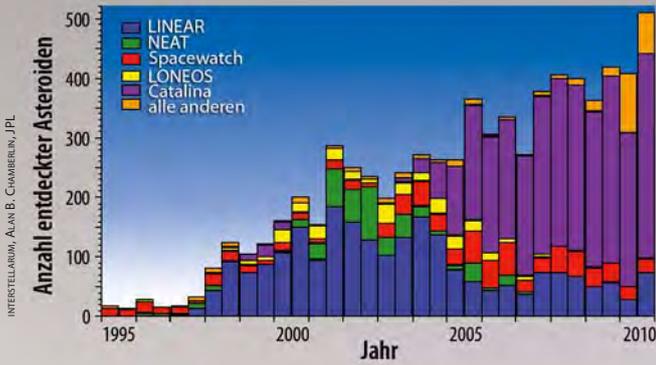


Abb. 3: Alle Entdeckungen erdnaheer Kleinplaneten von 1995 bis 2010: Der Anteil der verschiedenen Suchprogramme unterliegt einem ständigen Wandel; dominierte vor 10 Jahren LINEAR, so ist es jetzt der Catalina Sky Survey.

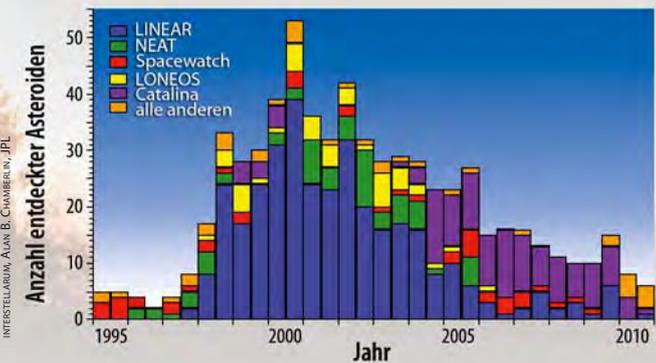


Abb. 4: Die Entdeckungen der mindestens einen Kilometer großen erdnaheer Kleinplaneten seit 1995: Trotz intensiverer Suche nimmt die Zahl der Funde seit 10 Jahren ziemlich monoton ab, ein Zeichen, dass der Katalog schon ziemlich komplett ist.

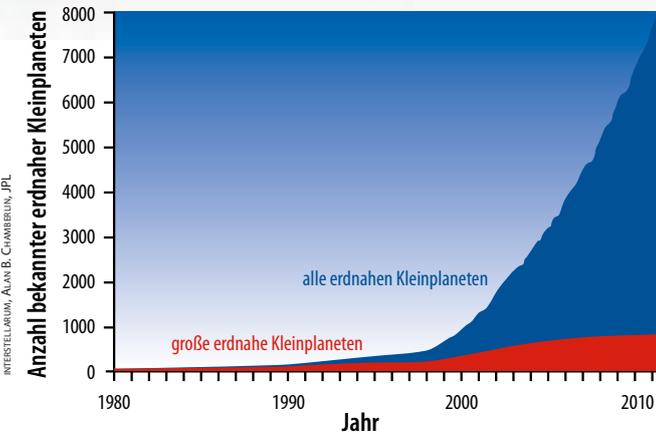


Abb. 5: Wie der Katalog der erdnaheer Kleinplaneten in 30 Jahren gewachsen ist: 1980 waren gerade einmal 53 Objekte bekannt, heute sind es 8000, davon jedes zehnte größer als 1km; fast alle der letzteren Kategorie sind inzwischen entdeckt.

Begründung der modernen Kleinplanetenjagd schlechthin rühmen – zuvor hatten Astronomen noch mit Fotoplaten und dem Auge am Blinkkomparator gearbeitet, wobei die grundlegende Idee immer dieselbe ist: Ein erdnaheer Kleinplanet verrät sich durch seine Bewegung auf drei aufeinander folgenden Bildern.

Der neue Star der Asteroidenjagd

Seit 2003 auf der Bühne und seit 2004 schon dominant bei der Entdeckung sowohl aller wie auch der großen erdnahen Kleinplaneten sind der Catalina Sky Survey, an denen sich auch jeder Newcomer unter den Asteroidenjägern messen muss: Sie bestehen aus drei Teleskopen – allesamt gebraucht übernommen, aber mit modernen Großfeld-CCD-Kameras ausgestattet – zwei in Arizona und einem in Australien. Ihre enormen Sucherfolge von manchmal über 600 erdnahen Kleinplaneten im Jahr, darunter bis zu 20 großen, erklärt Catalina-Sprecher Ed Beshore durch die geschickte Aufgabenverteilung zwischen den drei Teleskopen und deren Alleinstellungsmerkmale: Eine empfindliche Schmidt-kamera auf der Südhemisphäre hat sonst niemand, und ein 1,5m-Teleskop mit 1° Gesichtsfeld auf der Nordhalbkugel ist auch ein Exot. Vor allem aber ist beim Catalina Sky Survey der Mensch im System geblieben: Zwar wirft die Analysesoftware den Astronomen eine Unmenge von Kandidaten-Kleinplaneten aus, aber jeder einzelne wird persönlich in Augenschein genommen. Dadurch werden insbesondere schwache Kleinplaneten nahe der Rauschgrenze deutlich zuverlässiger erkannt als bei rein automatischen Systemen. Unbedingt erwähnt werden muss auch der kleine Infrarotsatellit WISE der NASA, der ihm Rahmen seiner kurzen aber

umfassenden Himmelsdurchmusterung im Jahre 2010 mehr große erdnahe Asteroiden – acht – als alle irdischen Teleskope zusammen entdeckt hat und 132 erdnahe Kleinplaneten insgesamt.

La Sagra: ein Amateurprojekt

Bleibt bei der Jagdeffizienz von Catalina und Co. überhaupt noch Platz für Amateurastronomen? Wenn sie gezielt vorgehen schon, wie der La Sagra Sky Survey in Spanien beweist, ein so professionell anmutendes System aus mehreren ferngesteuerten Teleskopen, dass den Betreibern schon mal für Amateure ausgeschriebene Preisgelder vorenthalten werden. Aber es sind nur fünf spanische Sternfreunde, davon einer vor Ort in den Bergen bei Granada, die anderen auf Mallorca, in Barcelona und Madrid, die die zwei 450mm-Reflektoren mit f/2,8 und 1,5° Gesichtsfeld sowie eine 450mm-Schmidt-kamera mit einer ausgeklügelten Strategie auf die Jagd schicken. Den Himmelsfeldern, die die großen amerikanischen Durchmusterungen absuchen, wird dabei gezielt ausgewichen, dank kurzer Belichtungszeit können kleine und schnelle Kleinplaneten entdeckt werden, die den anderen entgehen, und es kann auch in geringem Sonnenabstand beobachtet werden. Der Lohn sind immerhin etwa 6000 neue Hauptgürtel-Kleinplaneten und 34 Near Earth Objects, davon 29 in den vergangenen zwei Jahren, dazu kommen noch vier Kometen. In der Gesamtheit der Entdeckungen erdnaheer Kleinplaneten hat der La Sagra Sky Survey zwar nie mehr als 1% zur weltweiten Ausbeute beigetragen und noch keinen einzigen größer als 1km gefunden, aber er war zeitweise die erfolgreichste erdnahe Kleinplaneten-Jagd in Euro-

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

pa – was auch etwas über den Einsatz der europäischen Profis aussagt. Die nächste Generation von Kleinplanetensuchsystemen, die sich jetzt ankündigt, könnte allerdings den Spaniern und auch den anderen Amateuren in diesem Feld – und am Ende auch den heute noch etablierten Programmen der Profis – einen Großteil der Beute wegschnappen.

Das nächste große Ziel

Während die Katalogisierung von 90% der erdnahen Kleinplaneten mit einem Kilometer und mehr Durchmesser zu Beginn des vergangenen Jahrzehnts gut voran kam, erkennbar am kontinuierlichen Abfall der Zahl der Neuentdeckungen seit etwa 2000, machten sich die Astronomen und (wieder einmal nur amerikanischen) Politiker schon neue Gedanken. Der Katalog der – wie erwartet allesamt harmlosen – größeren erdnahen Kleinplaneten würde die Sicherheit der Menschheit in gewisser Weise signifikant erhöhen (man sprach vom »risk retirement«, also dem In-den-Ruhestand-Schicken des Risikos durch große Einschläge), aber was war mit den etwas kleineren aber viel häufigeren Kleinplaneten? Den nur rund 1000 erdnahen Kleinplaneten mit mindestens 1km Durchmesser und globaler Auswirkung stehen rund eine halbe Million erdnahe Asteroiden gegenüber, die mit mindestens 50 bis 100 Metern immer noch in der Lage wären, bis zur Erd- bzw. Meeresoberfläche durchzuschlagen und dort regionale Verwüstungen bzw. eventuell gewaltige Tsunamis auszulösen. Über die Folgen solcher Impakte wurde und wird zwar im Detail gestritten, aber als neue magische Grenze wurde bald 140 Meter etabliert: Das neue Ziel sollte sein, 90% aller erdnahen Kleinplaneten bis zu diesem Limit hinab zu finden. Derzeit sind erst etwa 10% bekannt. Und man will auch gegebenenfalls – mit einem Vorlauf von Jahrzehnten – energische Schritte gegen eventuelle bedrohliche Exemplare einleiten, wenn auch nicht zwangsläufig mit Nuklearwaffen: Kleinplaneten der 100m-Klasse wären über Jahrzehnte auch auf sanftere und politisch weniger brisante Weise abzulenken.

Die gleichzeitig um Größenordnungen zahlreicheren und lichtschwächeren erdnahen Kleinplaneten zwischen 140m und 1km zu finden, ist freilich auch um Grö-

Abb. 7: Blick in die Kuppel von Pan-STARRS: Wird dieses Teleskop bald Catalina die Führung abnehmen?

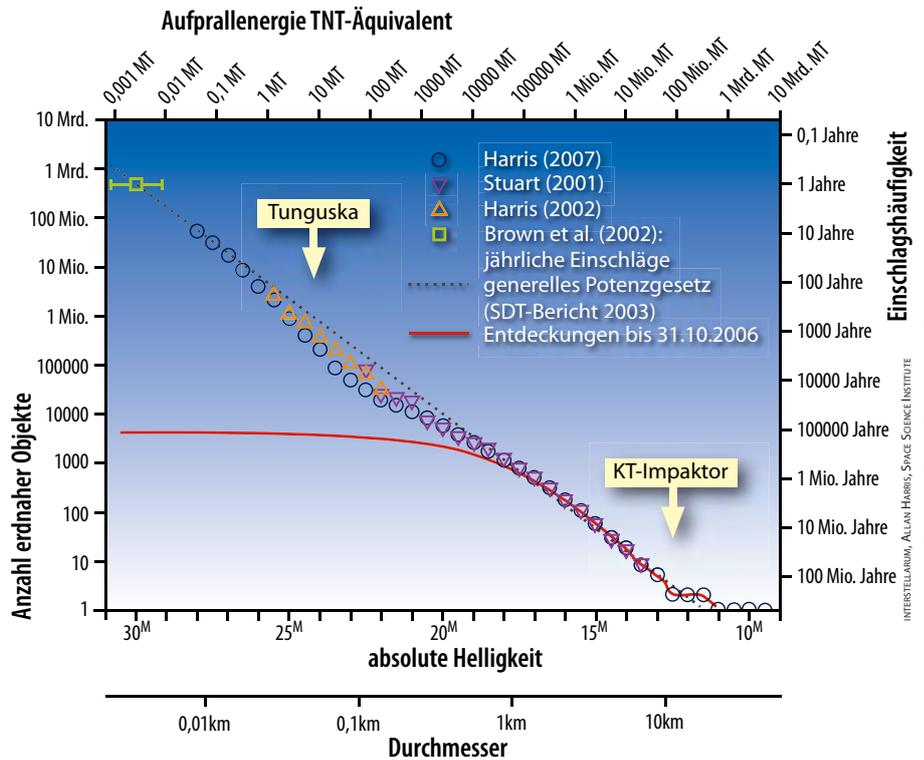
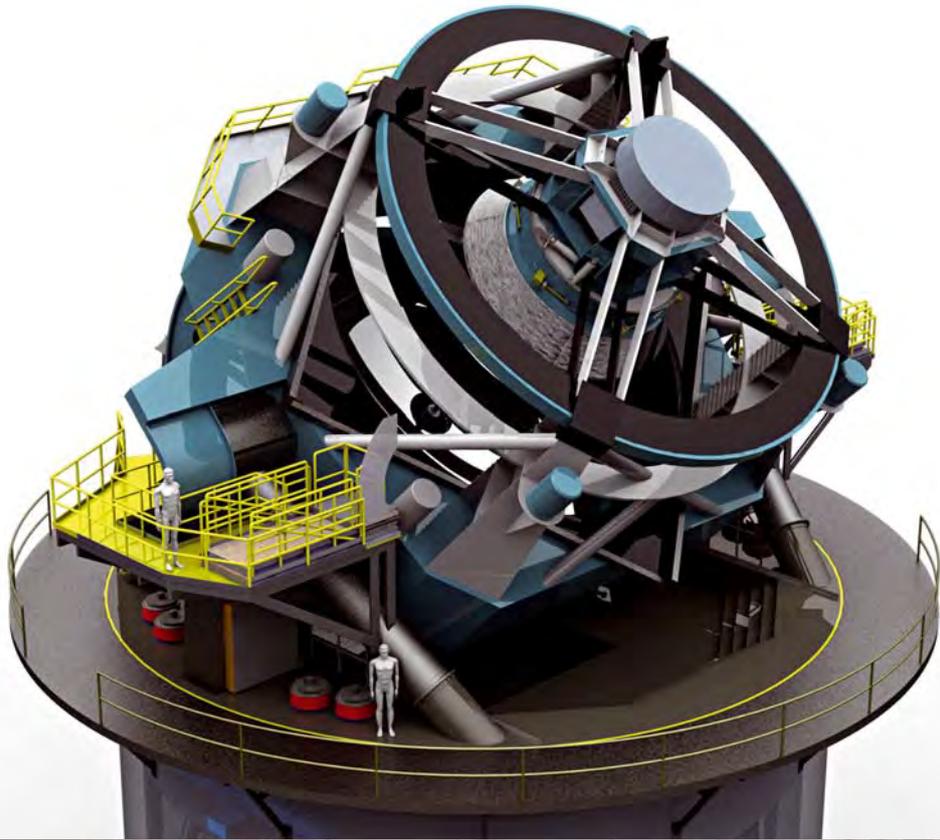


Abb. 6: Die Größenverteilung der erdnahen Objekte auf einen Blick – inklusive der Unsicherheiten: Das generelle Potenzgesetz (mit einem gewissen Defizit bei mittleren Größen) ist bei allen Studien ungefähr dasselbe. Die stets logarithmischen Skalen sind horizontal oben die Energie bei einem Impact in Megatonnen TNT-Äquivalent, die Absoluthelligkeit und der Durchmesser in Kilometern, die vertikalen sind die Anzahl der Kleinplaneten bis zur gegebenen Absoluthelligkeit und die Häufigkeit eines Impakts dieser Größe.



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



LSST CORPORATION, NOAO

Abb. 8: Aktueller Entwurf des Large Synoptic Survey Telescope, des ersten Großteleskops der 8m-Klasse nur für die Himmelsdurchmusterung.

ßenordnungen aufwändiger als die bisherigen Suchprogramme: Als die Studien dazu konkreter wurden, standen plötzlich Kosten von hunderten Millionen, wenn nicht Milliarden Dollar im Raum – zur Abwehr eines rein hypothetischen Risikos. Zwar argumentierte die NASA 2003 in einem 166-Seiten-Papier, am Ende der 1km-Suche mit 90% Vollständigkeit des Katalogs würden im über Jahrmillionen gemittelten (!) Jahresdurchschnitt noch 300 Menschen pro Jahr einem Impact zum Opfer fallen können, während es nach der 140m-Suche dann weniger als 30 seien. Da aber in geschichtlicher Zeit noch kein einziger Mensch durch einen Impact zu Tode kam, wirkte diese Rech-

Der Autor dankt Alan Chamberlin, Ed Beshore und Jaime Nomen für aufschlussreiche Korrespondenz.

Wie bewertet man die Gefahr durch einen erdnahen Asteroiden?

Mit dem Start der großen Himmelsdurchmusterungen (s. Titelgeschichte) stieg auch die Zahl der entdeckten Kleinplaneten, die der Erde gefährlich nahekommen können. Die meisten dieser erdnahen, auch NEO (engl. near earth object) genannten Asteroiden sind nur ein paar Meter groß, einige erreichen jedoch Durchmesser von über einem Kilometer. Nach einer Entdeckung liegen zunächst nur wenige Datenpunkte vor, aus denen man die Bahn des Asteroiden berechnen kann. Je länger der Beobachtungszeitraum ist, desto genauer wird die Bahnberechnung. So entwickelte sich ein auf den anfänglichen, noch ungenauen Bahnrechnungen beruhender möglicher Einschlag, der in den Medien manchmal zu reißerischen Ankündigungen vom bevorstehenden Weltuntergang führt, bisher immer zu einem harmlosen Vorbeiflug.

Drei Punkte muss man beachten, wenn man das Risiko eines möglichen Einschlags einschätzen will: Einschlagsdatum, Einschlagsenergie und Einschlagswahrscheinlichkeit. Der erste Punkt ist maßgeblich für

die verbleibende Reaktionszeit, da es einen großen Unterschied macht, ob der mögliche Einschlag in einem Monat, einem Jahr oder erst in Jahrhunderten oder Jahrtausenden stattfindet. Die Einschlagsenergie charakterisiert die Auswirkungen, die lokal, regional oder global sein können. Die Einschlagswahrscheinlichkeit hängt von den zugrundeliegenden Daten für die Bahnberechnung ab, aber auch davon, wie weit das potenzielle Ereignis in der Zukunft liegt.

Wissenschaftler verwenden für die Risikoeinschätzung die sog. Palermo Technical Impact Hazard Scale [1] – u.a. in Anerkennung der Entdeckung des ersten Asteroiden am Observatorium von Palermo. Die Palermo-Skala setzt die Einschlagswahrscheinlichkeit in Relation zur durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit aller Einschläge (aller Asteroiden und Kometen im Sonnensystem) mit mindestens der Energie des fraglichen Einschlags im Zeitraum bis zu diesem Einschlag. Da diese auf ein durchschnittliches Risiko normierten Wahrscheinlichkeiten meist sehr klein sind, wird der Logarithmus angegeben. Werte der Palermo-Skala können also

Surftipps

Torino-Skala: impact.arc.nasa.gov/torino.cfm

Palermo-Skala: neo.jpl.nasa.gov/risk/doc/palermo.html

Sentry-Risikotabelle: [neo.jpl.nasa.gov/risk/Asteroid 1950 DA: neo.jpl.nasa.gov/1950da](http://neo.jpl.nasa.gov/risk/Asteroid%201950%20DA)

negativ (Wahrscheinlichkeit geringer als das durchschnittliche Risiko), Null (gleich großes Risiko) oder positiv (Wahrscheinlichkeit größer als das durchschnittliche Risiko) sein. Sollten für ein Objekt mehrere Einschläge möglich sein, können die normierten Wahrscheinlichkeiten der einzelnen Einschläge auch aufaddiert werden. Man kann dies auch mit den normierten Wahrscheinlichkeiten aller potenziell gefährlichen Asteroiden machen und erhält dann ein Maß für das Risiko, das von ihnen insgesamt ausgeht.

Noch vor der Palermo-Skala wurde die Torino-Skala [2, 3] entwickelt, um Wissenschaftlern ein Instrument an die Hand zu geben, der Öffentlichkeit die Gefahr eines möglichen Einschlags anschaulich darzustellen. Die Torino-Skala ist deshalb weniger komplex: Das Risiko, das von einem potenziell einschlagenden Asteroiden ausgeht, wird auf einer ganzzahligen Skala von 0 bis

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

nung seltsam hohl. Sie hatte das Ergebnis, dass der US-Kongress zwar 2005 die verschärfte Suche im Prinzip autorisierte, das nötige Geld aber nie freigab. Und dennoch wird auch die zweite Phase der Jagd nach erdnahen Kleinplaneten ihren Lauf nehmen, wenn auch langsamer. Vor allem zwei neue Teleskope für wiederholte Himmeldurchmusterungen, das bereits fertige Pan-STARRS und das noch geplante Large Synoptic Survey Telescope (LSST), werden als jeweils eines von zahlreichen astronomischen Projekten eine Flut von Asteroiden-Entdeckungen produzieren, darunter auch von kleinen erdnahen Kleinplaneten.

Pan-STARRS und LSST

Für Pan-STARRS – das Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System auf dem Hawaii-Vulkan Haleakala auf Maui – wird derartiges schon seit Jahren versprochen, aber die erdnahen Kleinplaneten blieben aus: Die Halterung des großen Sekundärspiegels des 1,8m-Teleskops sorgte für verzerrte Bilder, und außerdem war die Wiederholrate bei der Abbildung

gleicher Himmelsfelder zu ungünstig geplant, um Kleinplaneten auf typischen erdnahen Bahnen zu detektieren. Schließlich sind diese nur einer von 12 Forschungsgegenständen für Pan-STARRS. Aber jetzt ist die Strategie besser: Nach den ersten 18 erdnahen Kleinplaneten 2010 sind bereits in der ersten Jahreshälfte 2011 derer 66 gefunden worden, einmal 19 in einer einzigen Nacht. Mit seiner 1,4-Gigapixel-Kamera (verteilt auf 60 Chips) nimmt das Teleskop jede Nacht mehrere hundert Felder auf, die zusammen 1,5 Terabyte Daten ergeben: Nach drei Jahren sind es 1,8 Petabyte (10^{15} Byte). Übertroffen wird das aber voraussichtlich Ende des Jahrzehnts, wenn das Large Synoptic Survey Telescope gebaut ist, das von der US-Astronomie eminent gewollt wird, dessen Finanzierung aber noch nicht ganz steht: Mit 8,4 Metern Spiegeldurchmesser und einer Kamera mit drei Milliarden Pixeln soll es alle drei Tage den gesamten Himmel über dem Cerro Pachón in Chile aufnehmen. Nun sind 20 Terabyte pro Nacht zu erwarten und 60 Petabyte nach zehn Jahren. Auch hier ist die Kleinplanetenjagd wieder nur

eines von Dutzenden Projekten – aber ein Teleskop im LSST-Stil ist genau das, was Studien als schnellsten Weg zu einem 90% kompletten Katalog aller erdnahen Kleinplaneten ab 140 Metern ausgemacht haben: Um 2025–30 müsste er vorliegen. Und für solch eine Liste interessiert sich neuerdings auch eine ganz neue Zielgruppe: Eine Reise zu einem erdnahen Kleinplanet mit möglichst geringem Energieaufwand ist seit 2010 erklärtes Zukunftsziel der bemannten US-Raumfahrt, und noch sind passende Kandidaten rar.

Surftipps

- NASA-Seite zu erdnahen Kleinplaneten: neo.jpl.nasa.gov
- Meilensteine der Kleinplanetenforschung: www.iau.org/public/nea
- Suchprogramm La Sagra: www.minorplanets.org/OLS
- Catalina Sky Survey: www.lpl.arizona.edu/css
- Pan-STARRS: pan-starrs.ifa.hawaii.edu
- Large Synoptic Survey Telescope: www.lsst.org

von Peter und Susanne Friedrich

ASTROWISSEN

10 angegeben und zusätzlich farblich kodiert. Die Einstufung hängt nur von der Einschlagsenergie zwischen 1 Megatonne (MT) TNT (Körper erreicht Erdoberfläche nicht) bis 10^8 MT TNT (ungefähre Energie des Einschlags am Ende der Kreidezeit) und der Einschlagswahrscheinlichkeit ab, nicht aber wie die Palermo-Skala von der Zeit, die bis zum möglichen Einschlag noch vergeht. Die Einschlagswahrscheinlichkeit lässt sich aus bekannten Ereignissen auf der Erde und der Anzahl der Mondkrater ableiten [4]. Alle Ereignisse mit Einschlagsenergien unter 1MT TNT unabhängig von der Einschlagswahrscheinlichkeit sowie alle mit so geringen Einschlagswahrscheinlichkeiten, dass sie ohne Interesse für die Öffentlichkeit sind, erhalten den Wert 0 und die Farbe Weiß – »Ereignis hat keine Folgen«. Darunter fallen auch Objekte mit großen Einschlagsenergien aber winzigen Einschlagswahrscheinlichkeiten. Den Wert 1 und die Farbe grün erhalten Objekte, für die ein Einschlag extrem unwahrscheinlich ist. Diese Objekte sollten sorgfältig überwacht werden. Über Objekte in den Klassen 2 bis 4 mit der Farbe gelb sollte man besorgt sein, denn bis in Stufe 4 erreichen sie eine Einschlagswahrscheinlichkeit von 1% oder mehr und verursachen bei einem

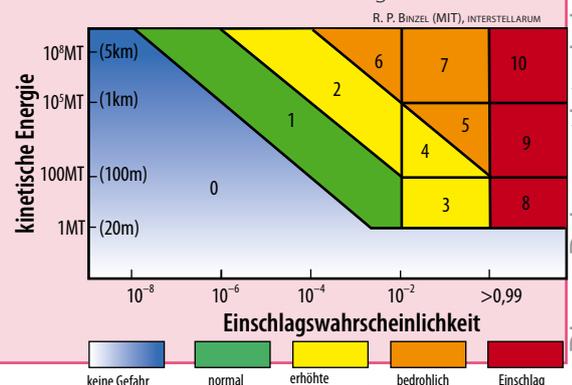
Einschlag lokale Verwüstungen. Bedrohliche Ereignisse finden sich in den Stufen 5 bis 7, in denen ein Einschlag sehr wahrscheinlich bis extrem wahrscheinlich ist und die Schäden erst regionale dann globale Ausmaße annehmen. Bei Objekten, die in die Stufen 8 bis 9 eingeordnet werden, ist ein Einschlag sicher und er führt zu lokalen und regionalen Verwüstungen bzw. zur globalen Katastrophe.

Bisher wurden nur wenige Objekte auf der Torino-Skala in Stufen größer als 1 eingeordnet. Für Aufruhr sorgte im Jahr 2004 (99942) Apophis (2004 MN4), der kurzfristig sogar Stufe 4 [5, 6] erreichte. Mittlerweile ist eine Kollision ausgeschlossen und Apophis wurde auf den Wert 0 heruntergestuft. Der Asteroid (29075) 1950 DA wird 2880 der Erde sehr nahe kommen und erreicht mit einer Einschlagswahrscheinlichkeit von 1 in 300 als einziges Objekt auf der Palermo-Skala mit 0,17 einen Wert größer 0, also über dem durchschnittlichen Risiko.

[1] Chesley, S. R. et al.: Quantifying the risk posed by potential Earth impacts, *Icarus* 159, 423 (2002)

- [2] Binzel, R. P.: A Near-Earth Object Hazard Index, *Annals of the New York Academy of Sciences* 822, 545 (1997)
- [3] Binzel, R. P.: The Torino Impact Hazard Scale, *Planetary and Space Science* 48, 297 (2000)
- [4] Chapman, C. R., Morrison, D.: Impacts on the earth by asteroids and comets: assessing the hazard, *Nature* 367, 33 (1994)
- [5] Near earth news program office: Near-Earth Asteroid 2004 MN4 Reaches Highest Score To Date On Hazard Scale, 23.12.2004, neo.jpl.nasa.gov/news/news146.html
- [6] Near earth news program office: Possibility of an Earth Impact in 2029 Ruled Out for Asteroid 2004 MN4, 27.12.2004, neo.jpl.nasa.gov/news/news148.html

Die Torino-Skala bewertet das Risiko eines Einschlags auf einer 10-Stufenskala in Abhängigkeit von Einschlagswahrscheinlichkeit und -energie.



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

Himmelsereignisse im Oktober/November 2011

Riesenplanet dominiert Nachthimmel

Jupiter am 29. Oktober in Opposition

Jupitermond Europa
am 28.10.2011



Sichelschatten von Io
am 29.10.2011



Doppelter Mondschaten auf
Jupiter am 31.10.2011



Bereits im Spätsommer beherrschte Jupiter den Nachthimmel und bewegte sich dabei seit Anfang September rückläufig im südlichen Teil des Sternbildes Widder. Am 29.10. erreicht Jupiter seine Oppositionsstellung. Dabei nimmt seine Helligkeit im Laufe des Oktobers nur noch minimal zu und erreicht am Oppositionstag $-2^m,9$. Jupiter ist dann 593,9 Mio. Kilometer von der Erde entfernt. Hat das Licht Jupiters nach 33 Minuten die Distanz zur Erde überwunden, erscheint der Riesenplanet im Fernrohr als Scheibchen mit einem Winkeldurchmesser von $49,6''$. Dabei sind auch in kleineren Fernrohren zahlreiche Details auf der Wolkenoberfläche des Gasriesen zu sehen (vgl. S. 23).

Wegen der speziellen Geometrie der Sichtlinie zur Zeit der Opposition ergibt sich auch die Gelegenheit, Durchgänge von Jupitermonden zu beobachten, bei denen ein Mond seinen eigenen Schatten teilweise bedeckt: Am 28.10. und 29.10. ist dies für die beiden innersten Galileischen Monde der Fall. Während

Europa seinen Schatten beim Durchgang am Abend des 28.10. nur leicht am Rand anschneidet, kann man bei Io ca. einen Tag später für zwei Stunden einen sichelförmigen Schatten, gutes Seeing vorausgesetzt, erkennen.

Schon ca. 40 Stunden später am 31.10. gegen 19 Uhr zieht Io erneut über das Jupiterscheibchen, verfehlt dabei seinen eigenen Schatten aber bereits wieder ganz knapp. Allerdings wird man für ca. 40 Minuten während dieses Durchgangs mit einem doppelten Mondschaten belohnt, da gleichzeitig auch Ganymed, der größte Mond des Riesenplaneten, vor Jupiter vorbeizieht. Man kann dabei gut erkennen, dass Ganymed um einiges größer als Io ist, was auch für den Schatten gilt. Solche doppelten Schattenvorübergänge sind relativ selten und stellen schöne Motive für Astrofotografen dar.

■ André Knöfel, Hans-Georg Purucker

Interessante Jupitermondereignisse
Ende Oktober

Datum	Uhrzeit	Mond	Ereignis
28.10.	19:44 MESZ	Europa	SA
	19:48 MESZ	Europa	DA
	22:09 MESZ	Europa	DE
	22:12 MESZ	Europa	SE
29.10.	23:47 MESZ	Io	DA
	23:48 MESZ	Io	SA
30.10.	1:56 MESZ	Io	DE
	1:58 MESZ	Io	SE
31.10.	18:46 MEZ	Ganymed	DA
	18:47 MEZ	Ganymed	SA
	19:22 MEZ	Io	DE
	19:27 MEZ	Io	SE
	20:09 MEZ	Ganymed	DE
	20:44 MEZ	Ganymed	SE

D=Durchgang, S=Schatten, A=Anfang, E=Ende [WinJUPOS]

Draconiden-Meteore am 8. Oktober

Die Draconiden sind normalerweise ein Meteorstrom, dessen Aktivität sich nur wenig über das Hintergrundrauschen der sporadischen Meteore hervorhebt. Von Zeit zu

Zeit kommt es allerdings bei diesem Strom zu kurzzeitigen Aktivitätsausbrüchen. So sind die Meteorstürme von 1933 und 1946, sowie die hohen Aktivitäten 1985 und 1998 erwäh-

nenswert. Aber auch in anderen Jahren kam es zu kurzzeitigen Aktivitätsanstiegen.

Für den 8.10. sagen die Experten um Jeremie Vaubaillon vom französischen Institut de



Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides (IMCCE) gleich zwei Ausbrüche der Draconiden voraus. Der Erste wird um 19:09 MESZ erwartet. Die Aktivität lässt sich allerdings nicht konkret vorhersagen, wird derzeit aber mit 60 Meteoren pro Stunde angenommen. Grund für diese Unsicherheit ist, dass die Aktivität des Ursprungskometen, 21P/Giacobini-Zinner, beim Freisetzen des Materials aus den Periheldurchgängen zwischen 1873–1894 nicht bekannt ist, da der Komet erst im Dezember 1900 entdeckt wurde.

Die zweite Spitze wird für 21:57 MESZ vorhergesagt. Hier stammt das Material aus dem Perihel des Jahres 1900, das bereits für die Meteorstürme von 1933 und 1946 mit mehr als 10000 Meteoren pro Stunde verantwortlich war. Vaubaillon nimmt nach seinen Berechnungen eine Aktivität von bis zu 600 Meteoren pro Stunde an, andere Wissenschaftler sehen die Aktivität der Draconiden im Maximum im selben Bereich zwischen 500 und 800 Meteoren pro Stunde. Mikhail Maslov, ein russischer Experte und wie J. Vaubaillon für gute Prognose-Erfolge in der Vergangenheit bekannt, hat jedoch seine Vorhersage von maximal 50 auf nur noch 5 Meteore pro Stunde herunterkorrigiert.

In Mitteleuropa ist der Radiant der Draconiden zirkumpolar. Beide vorhergesagten Maxima sind daher problemlos beobachtbar, der Radiant befindet sich 75° (19 Uhr MESZ) über dem westlichen bzw. 51° (22 Uhr MESZ) über dem nordwestlichen Horizont. Einziger Wermutstropfen ist der fast volle Mond, der den Nachthimmel aufhellt und vor allem schwache Meteore überstrahlt.

■ André Knöfel

Mars durchquert M 44 am 1. Oktober

Auf seinem rechtläufigen Weg über den Nachthimmel durchquert Mars am Morgen des 1.10. den Sternhaufen M 44 (die Praesepe oder zu deutsch »die Krippe«). Die Annäherung kann bereits einige Tage vorher beobachtet werden und eignet sich auch

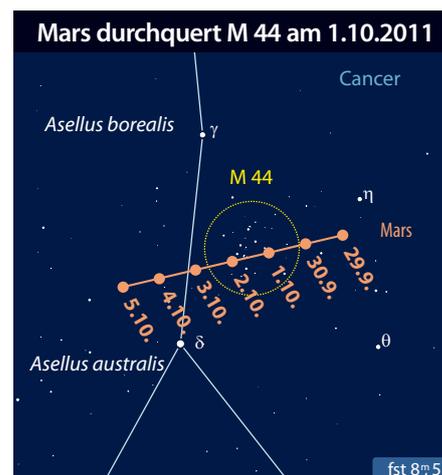
mit kleineren Instrumenten sehr gut für eine fotografische Dokumentation. Mars hat während der Passage der Praesepe eine Helligkeit von 1^m3. Am Morgen des 3.10. durchquert Mars die Verbindungslinie von Asellus borealis (γ Cnc) und Asellus australis (δ Cnc),

Der Offene Sternhaufen M 44 (Praesepe) wird immer wieder von Mars besucht, da er nahe der Ekliptik liegt.



Astronomische Ereignisse im Oktober/November 2011		
1.10.	9:06 MESZ	Mars bei M 44, Mars 26' südlich
4.10.	5:15 MESZ	Mond Erstes Viertel
8.10.	19:09 MESZ	Draconiden (DRA), Dauer: 6.10.–10.10., ZHR: var
10.10.	1:44 MESZ	Mond bedeckt κ Psc 4 ^m 9
12.10.	4:06 MESZ	Vollmond
13.10.	23:13 MESZ	Saturn in Konjunktion
20.10.	5:30 MESZ	Mond Letztes Viertel
26.10.	21:56 MESZ	Neumond
28.10.	3:24 MESZ	Mond bedeckt Merkur, in Mitteleuropa unsichtbar
29.10.	2:42 MEZ	Jupiter in Opposition
31.10.	17:21 MEZ	Mond bedeckt ζ ² Sgr 3 ^m 6
2.11.	17:38 MEZ	Mond Erstes Viertel
10.11.	21:16 MEZ	Vollmond
11.11.	2:30 MEZ	Mars bei α Leo, Mars 1° 20' nördlich
11.11.	4:07 MEZ	Mond bedeckt δ Ari 4 ^m 5
14.11.	9:16 MEZ	Merkur in größter östlicher Elongation
18.11.	16:09 MEZ	Mond Letztes Viertel
25.11.	5:23 MEZ	partielle Sonnenfinsternis, in Mitteleuropa unsichtbar
25.11.	7:10 MEZ	Neumond
28.11.	22:12 MEZ	Eunomia in Opposition

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

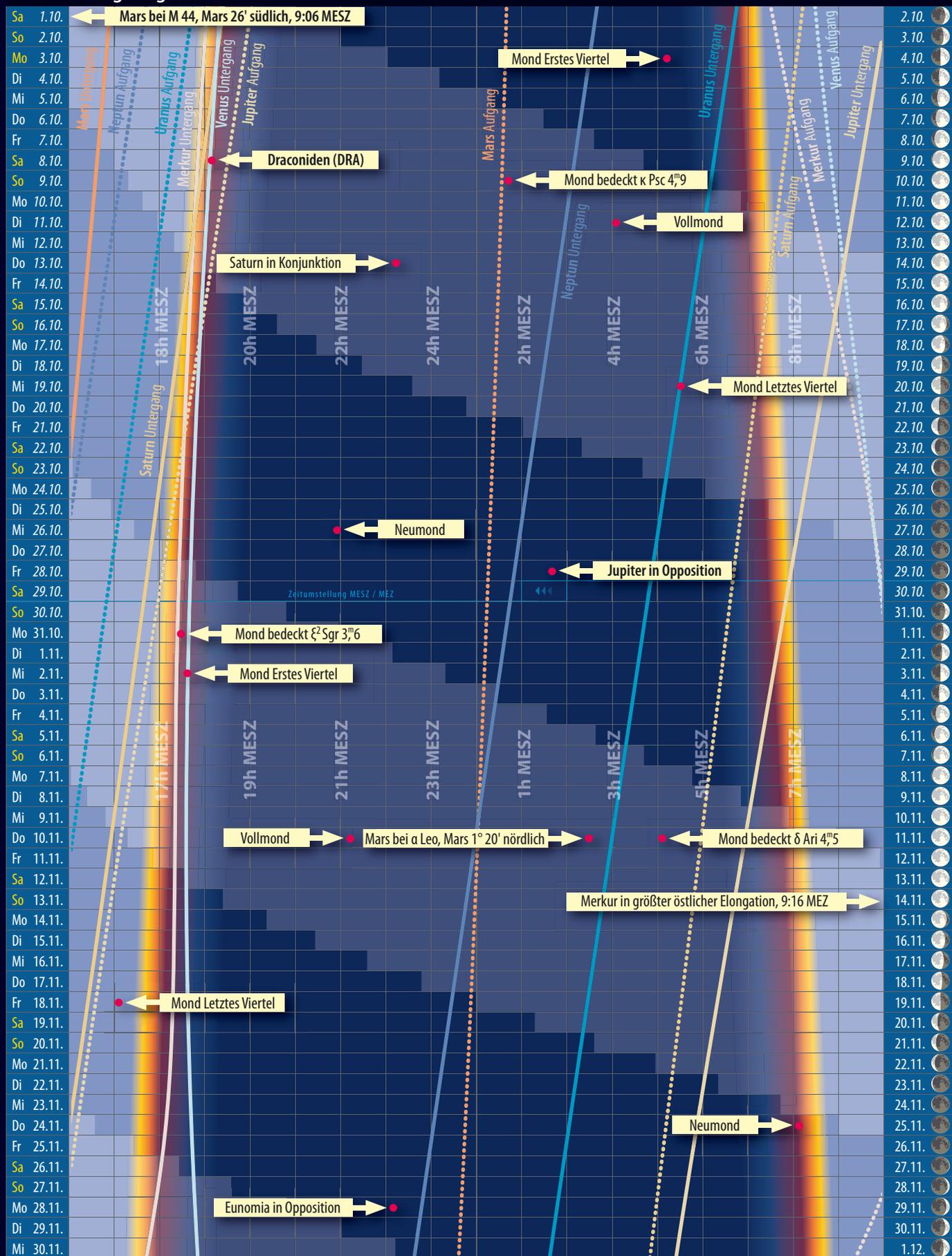


in der griechischen Mythologie die beiden Lastesel, die zum Dank an den Himmel versetzt wurden, als sie den Gott Dionysos bei einer seiner Irrfahrten durch Vorderasien über einen Fluss trugen. Praesepe dient nun den beiden himmlischen Eseln als Futterquelle. Damit verlässt Mars wieder die Region rund um die Praesepe. (vgl. auch interstellarum 75, S. 27)

■ André Knöfel

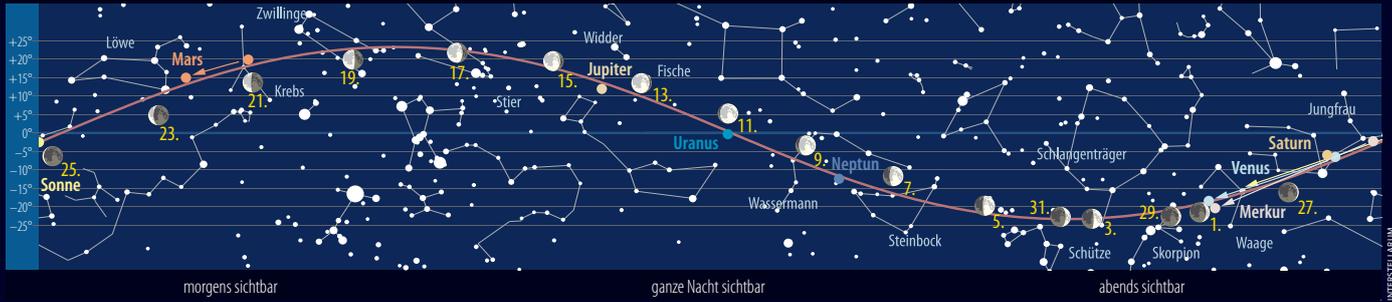
Das Sonnensystem im November/Dezember 2011

Dämmerungsdiagramm im November/Dezember 2011

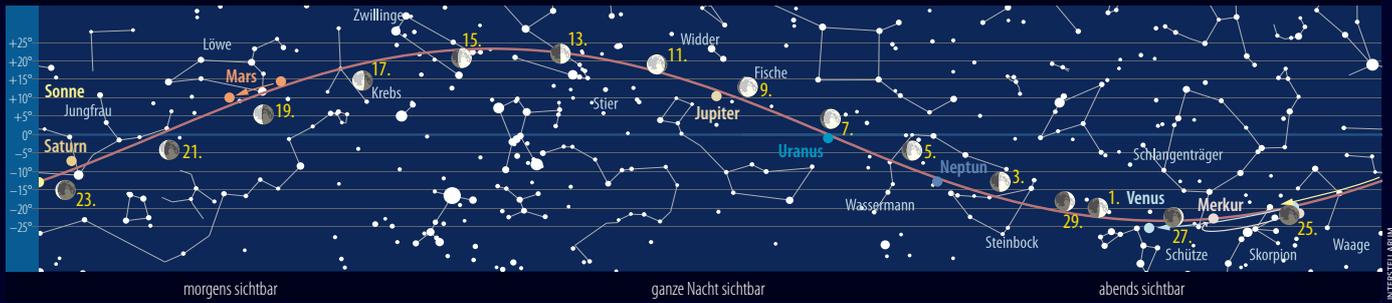


INTERSTELLARUM/STEPHAN SCHUBERT

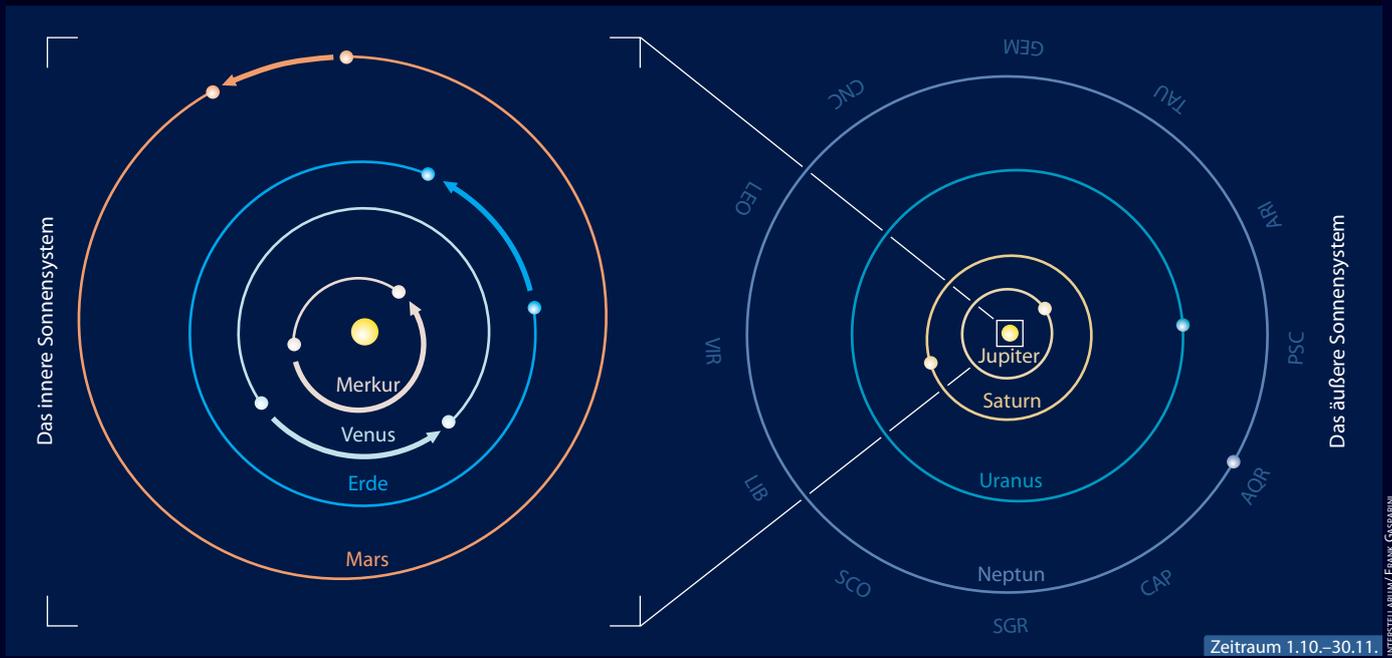
Der Lauf der Planeten im November 2011



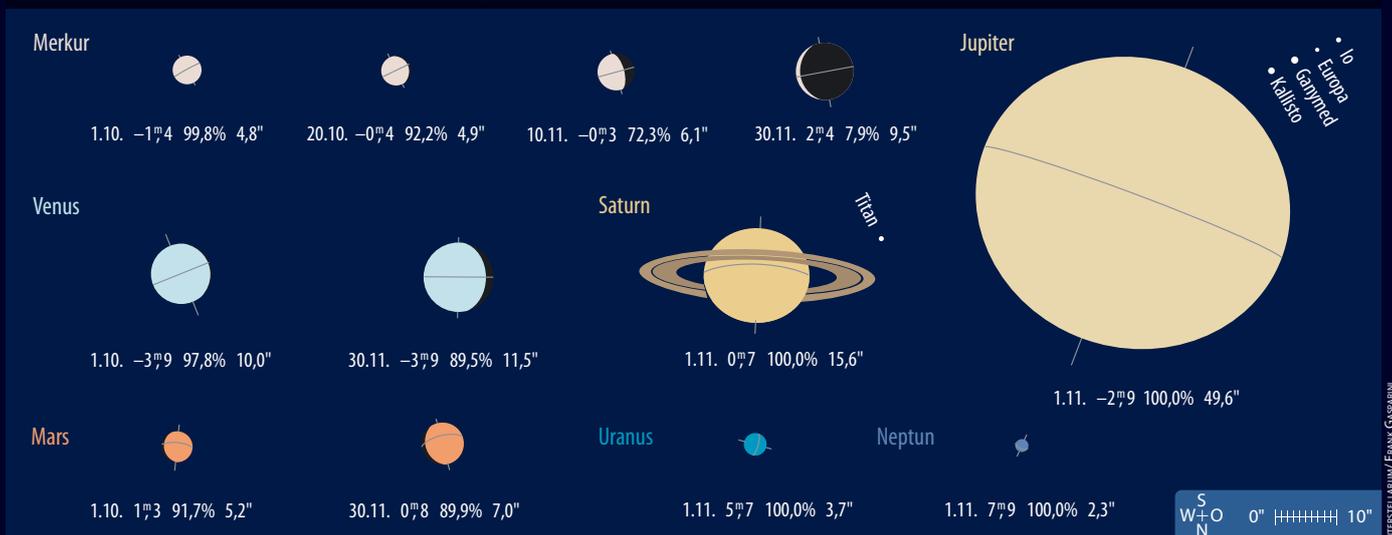
Der Lauf der Planeten im Dezember 2011



Die Planeten auf ihren Bahnen im November/Dezember 2011



Die Planeten im Fernrohr im November/Dezember 2011



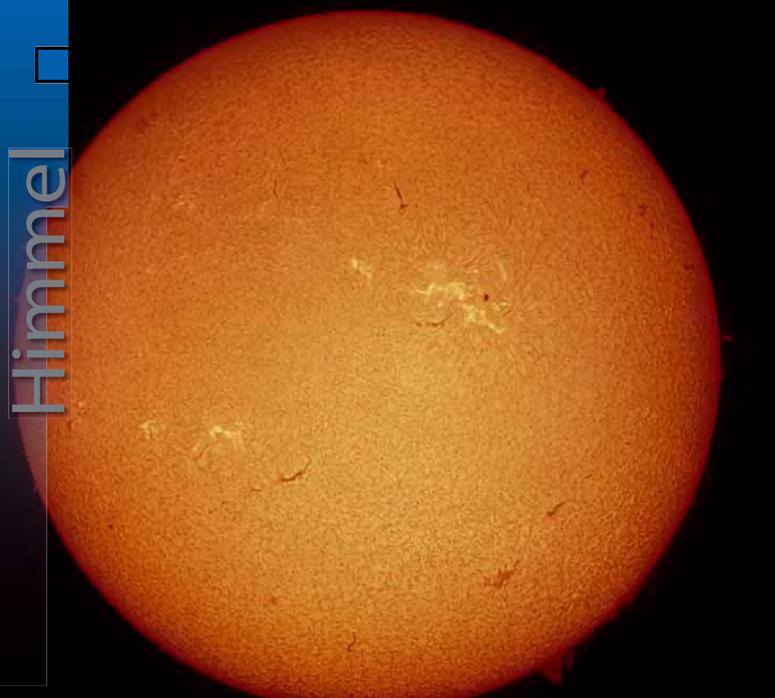


Abb. 1: Die aktive Sonne in H α am 21.6.2011 mit vielen Filamenten und Protuberanzen am Sonnenrand. 4"-Refraktor bei 1400mm, 1/6s, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

Sonne aktuell Auf und Ab

Betrachtet man die Sonnenaktivität der letzten beiden Monate des 1. Halbjahres 2011 genauer, fällt auf, dass kurzfristigen Ausbrüchen solarer Fleckentätigkeit stets nach kurzer Zeit ein kräftiger Rückgang bis fast zur vollkommenen Inaktivität der Sonne folgte. Fleckenfreie Tage waren aber nicht dabei: Wenigstens ein bis zwei Gruppen waren immer vorhanden, wenn auch von geringer Größe.

Am Ende blieb es wie so oft in den letzten Monaten: Kleine Fleckengruppen maximal bis zur Waldmeierklasse D beherrschten das Geschehen auf der Sonne und höhere Fleckengruppenklassen bildeten die Ausnahme. Aus dem Rahmen fiel eine große Gruppe im Mai und Juni, die über die ohnehin aktivere Südhalbkugel der Sonne wanderte, sich aber innerhalb weniger Tage nahezu komplett auflöste.

Anfang Juni schien die Aktivität unerreichte Höhen erklimmen zu wollen: In den ersten Tagen waren bis zu acht verschiedene Fleckengruppen der Klasse A bis D, H und J zu sehen. Danach reduzierte sich nach gewohntem Bild erst die Zahl der Einzelflecken in den Gruppen, dann verringerte sich die Längsausdehnung der Gruppen und schließlich lösten sie sich auf oder fielen auf niedrigere Waldmeierklassen zurück. Mitte Juni wurde mit gerade zwei sichtbaren Gruppen ein neuerlicher Tiefpunkt erreicht. Bis zum Monatsende stieg die Aktivität wieder leicht an, erreichte aber nicht die Höhen vom Monatsanfang. Erwähnenswert

sind lediglich zwei Gruppen, die ab Mitte Juni sehr auffällig über die Sonne wanderten, wobei bei einer die Penumbra so groß war, dass man sie mit bloßem Auge und Sonnenfilter beobachten konnte. Eine derart hohe Sonnenaktivität sollte erst wieder Anfang August zu beobachten sein.

Im H α -Licht zeigten sich indes eine ganze Reihe

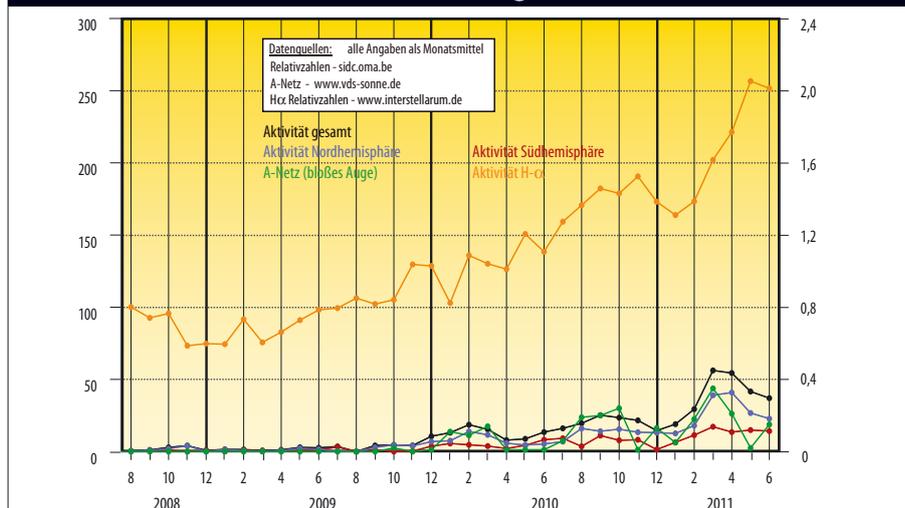
interessanter Protuberanzen und viele, eher mittelmäßige Eruptionen. Der Materieauswurf vom 7. Juni – er rief ein breites Medienecho hervor – wies im geomagnetischen Feld nur eine geringe Induktion auf. Die maßlos überzogenen Meldungen, wonach weltweit Handynetze ausfallen und Polarlichter bis nach Rom sichtbar sein sollten, warfen eher ein bezeichnendes Licht auf die bundesdeutsche Presselandschaft. Dabei ging der Koronale Massenauswurf seitlich von der Sonne weg und streifte nicht einmal das Erdmagnetfeld.

Als nur etwas mehr als eine Woche später ein erdwärts gerichtetes eruptives Filament zu einem koronalen Massenauswurf führte, fand sich dieses Ereignis dann in den Medien nicht wieder. Dabei rief es in Deutschland sogar einige schwächere horizontnahe Polarlichter hervor, die in der Mitternachtsdämmerung allerdings nur schwer zu sehen waren.

Die Vorhersagen über den Maximumzeitpunkt des nunmehr zweieinhalb Jahre alten 24. Sonnenfleckenzyklus stagnieren trotz des kurzfristigen Aktivitätsschubs von Anfang Juni. Noch immer gibt das Marshall Space Flight Center der NASA, als eines der führenden Institute auf diesem Gebiet, den Juni 2013 mit einer ausgeglichenen Monatsrelativzahl von 69 an. Und vieles, wie die langen Perioden geringer Aktivität zwischen den gelegentlichen Ausbrüchen, deutet weiter auf ein eher niedriges Maximum hin. Kommt es wie prognostiziert, dann wäre der 24. Zyklus nur knapp aktiver als der 14. Zyklus mit dem Maximum im Jahr 1907 und einer mittleren Relativzahl von 64,2. Das sind wahrlich keine guten Aussichten für ein Maximum, das nach den Vorstellungen der 2012-Weltuntergangsfantasien alle bisherigen Höhepunkte solarer Aktivität in den Schatten stellen soll.

■ Manfred Holl

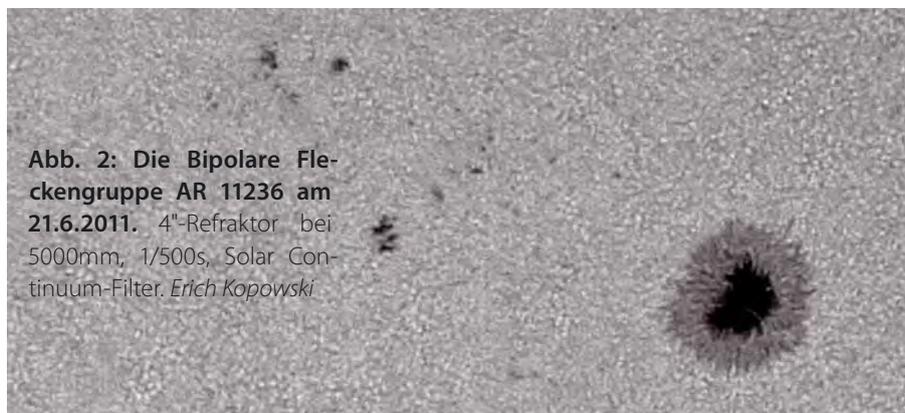
Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



Surftipps

- Sonnenbeobachtung am Catania Astrophysical Observatory: www.ct.astro.it/sun
- Aktuelle Sonnenfotos bei [interstellarum](http://interstellarum.de): www.sonneaktuell.de

Abb. 2: Die Bipolare Fleckengruppe AR 11236 am 21.6.2011. 4"-Refraktor bei 5000mm, 1/500s, Solar Continuum-Filter. *Erich Kopowski*



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

Planeten aktuell

Jupiter klassisch

Als vor Jahresfrist in dieser Kolumne über den Riesenplaneten **Jupiter** berichtet wurde, zeigte er noch ein außergewöhnliches Gesicht: Eines der beiden Hauptbänder, das Südliche Äquatorband (SEB), war verschwunden. In nur 12 Monaten hat sich der Anblick Jupiters komplett geändert – mittlerweile sehen wir wieder die »klassische« Ansicht mit zwei Äquatorbändern.

Das wieder neu erstandene SEB ist deutlich in zwei Komponenten geteilt. Im Juli war teilweise sogar eine dritte, noch südlicher liegende Komponente zu sehen, eigentlich eine Störung in der Südtropischen Zone. Sie begann bei etwa 260° (Rotationssystem II) und endete am Großen Roten Fleck (GRF).

Der Fleck selbst, bei 168° im System II liegend und damit um 10° seit Oktober 2010 gewandert, ist vom SEB eingeschlossen und von matt oranger Farbe. Typisch für diese retrograde Bewegungsrichtung ist das Aussehen des Bandes zu beiden Seiten des Flecks: »vor« dem GRF ruhig, »hinter« dem GRF turbulent.

Im Südlichen Gemäßigten Band (STB) zieht weiterhin das letzte verbliebene weiße Oval BA seine Bahn. Es hatte den GRF vor Jahresfrist in Richtung kleinerer Längen passiert und steht nun bereits auf der gegenüber liegenden Hemisphäre bei 350° im System II. Derzeit ist es orange eingefärbt, ihm folgt ein dunkler Abschnitt des STB, der »STB-Remnant« (vgl. interstellarum 72).

Auch auf der Nordhalbkugel des Riesenplaneten gibt es einiges zu sehen: Im

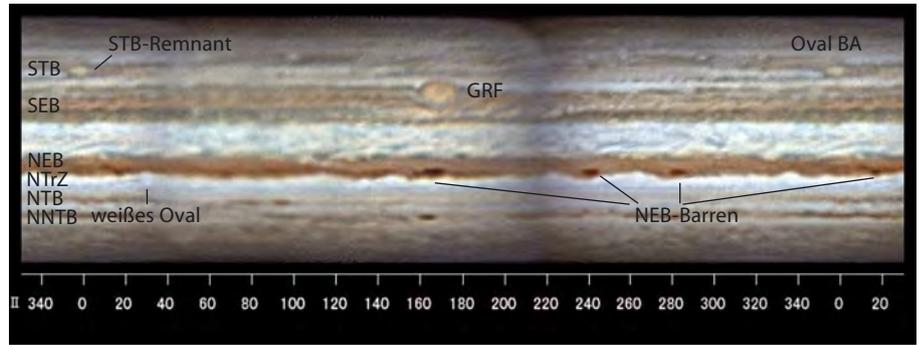


Abb. 1: Gesamtkarte Jupiters vom 13./14.7.2011: Der Riesenplanet hat wieder sein normales Gesicht. *Hideo Einaga*

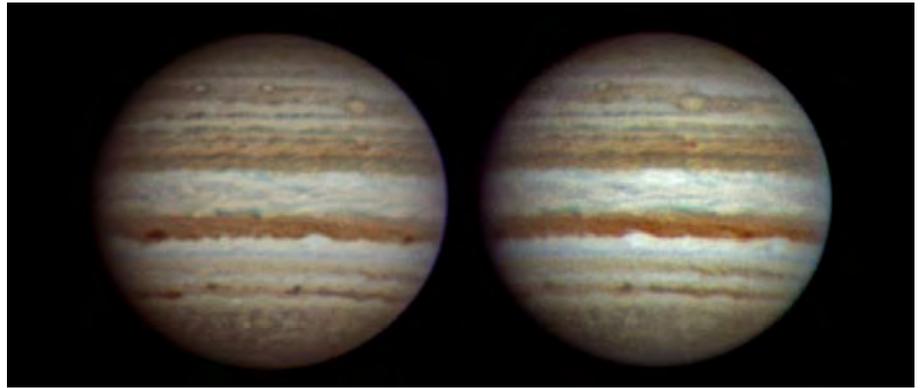


Abb. 2: Jupiter am 17.7.2011 mit NEB-Barren und Oval BA. *Manos Kardasis*

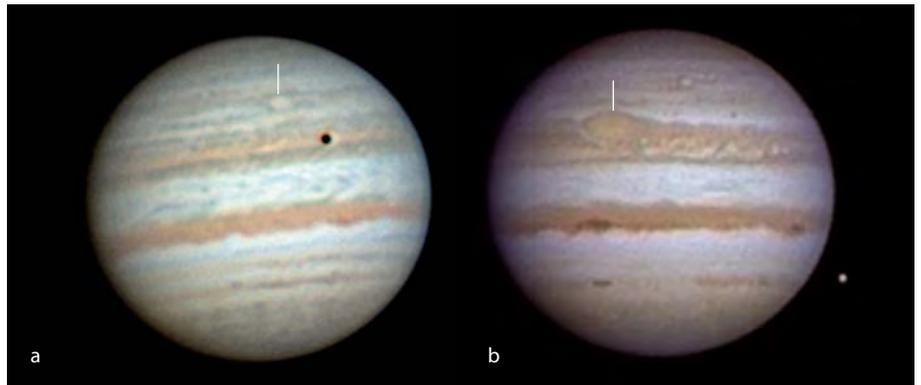


Abb. 3: Jupiters langlebige Sturmsysteme; a) Oval BA am 5.7.2011. *Torsten Edelmann*
b) Der GRF am 17.7.2011. *Torsten Hansen*

Nördlichen Äquatorband (NEB) lassen sich dunkle Flecke schon mit kleinen Fernrohren ausmachen. Dies sind die NEB-Barren, die immer dann auftreten, wenn das Band in seinem Zyklus der Breitenveränderung besonders schmal ist. Im Juli waren vier dieser dunkelbraunen Flecke bei 165°, 240°, 280° und 20° zu sehen, letzterer recht klein und gefolgt von einem schlecht zu erkennenden weißen Oval in der Nördlichen Tropischen Zone (NTrZ).

Auch im NTB gibt es interessantes zu sehen: Es ist derzeit in zwei Teilbänder gespalten. Das südliche ist verblasst und nicht sichtbar, aber am nördlichen Teilband zeigen sich dunkle Flecken, die zu den schnellsten Fleckensystemen auf Ju-

piter gehören. Anfang Juli lagen sie bei 85° im System II.

Mars überschreitet am 3. November die scheinbare Größe von 6". Damit beginnt für Beobachter mit großen Geräten die Oppositionsperiode 2012. Ihr Höhepunkt wird die Opposition am 3. März 2012 sein, bei der der Rote Planet allerdings nur 13,9" erreicht. Da am 15.9. auf der uns zugeneigten Mars-Nordhalbkugel der Frühling begonnen hat, kann in den nächsten Wochen eine helle Polkappe beobachtet werden. Eine ausführliche Vorschau auf die Beobachtungsmöglichkeiten 2012 folgt im nächsten Heft.

■ Ronald Stoyan

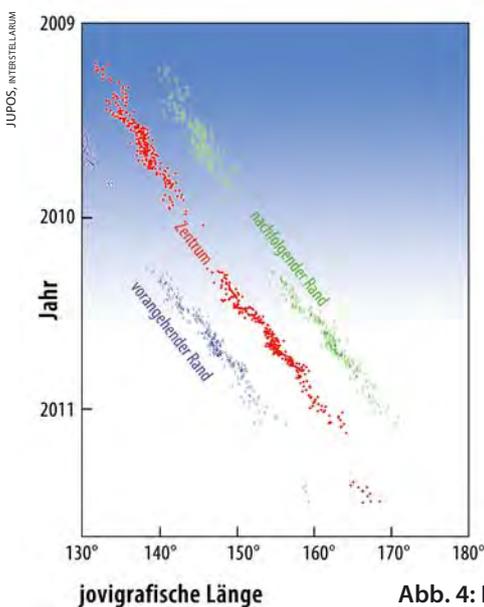
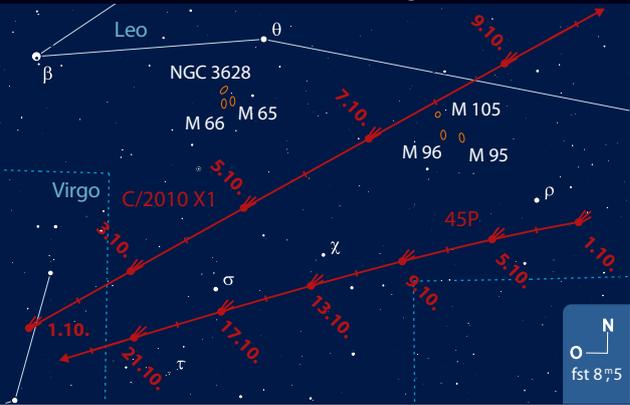


Abb. 4: Die Bewegung des Großen Roten Flecks gegen System II seit 2009 nach Daten von JUPOS.

Kometen C/2010 X1 (Elenin) & 45P/Honda-M.-P. am Morgenhimmel



Kometen aktuell C/2010 X1 (Elenin) in Erdnähe

Sollte er den Periheldurchgang im September gut überstanden haben und die Helligkeitsentwicklung ohne Überraschungen verlaufen, wird C/2010 X1 (Elenin) Anfang Oktober genug Abstand zur Sonne haben, um am Morgenhimmel sichtbar zu werden. Am 3. wechselt er vom Sternbild Jungfrau ins Sternbild Löwe und könnte mit rund 4^m tief in der Dämmerung gefunden werden. Ein Fernglas sollte dafür ausreichen, möglicherweise kann der Schweifstern auch mit unbewaffnetem Auge gesichtet werden. Er ist dann nur noch 0,30AE von der Erde entfernt und bewegt sich zügig entlang der Ekliptik durch das Sternbild Löwe. Die Elongation wächst rasch an und Mitte Oktober erreicht der Komet das Sternbild Krebs, leider beginnt nun der Mond die Beobachtung zu stören. Am 17. kommt der Komet in einem Abstand von 0,23AE in Erdnähe, aber erst ab dem 20. Oktober kann er am mondlosen Himmel beobachtet werden. C/2010 X1 hat nun das Sternbild Zwillinge erreicht und die wahrscheinlich beste Beobachtungsphase folgt. Die Helligkeit könnte noch etwa 5^m5 be-

tragen, so dass der Schweifstern unter guten Bedingungen vielleicht noch mit freiem Auge zu sehen ist. Am 21. zieht er in 1° Abstand an Pollux vorüber, zur Neumond-Zeit am 26. erreicht der Komet die Wintermilchstraße im Sternbild Fuhrmann. Komet Elenin kann nun die ganze Nacht über am dunklen Himmel beobachtet werden. In der Nacht vom 30. auf 31. Oktober wandert er am Offenen Sternhaufen M 37 vorbei, ein schönes Motiv für Astrofotografen. Auch im November bleibt der Komet

bestens beobachtbar, die Helligkeit wird aber relativ schnell zurückgehen. Der noch ca. 7^m helle Schweifstern erreicht am 8. das Sternbild Stier und seine scheinbare Bahn führt ihn direkt auf die Plejaden zu. Nachdem zur Monatsmitte wieder der Mond die Beobachtungen beeinträchtigt, wird die Begegnung mit dem Sternhaufen am 23. und 24. November ein letzter Höhepunkt dieser Kometen-Sichtbarkeit sein. Die Helligkeit dürfte inzwischen aber bereits auf ca. 9^m zurückgegangen sein.

Am Morgenhimmel kann im Oktober auch 45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova aufgefunden werden. Entdeckt wurde dieser kurzperiodische Komet Anfang Dezember 1948 von M. Honda (Japan), A. Mrkos und L. Pajdušáková (beide Skalnaté Pleso Observatorium, Slowakei). Mit einem Kerndurchmesser von weniger als 1km gehört er zu den kleinsten bekannten Kometen. Er kann auf seiner Bahn mit einer Umlaufzeit von 5,24 Jahren den Planeten Venus, Jupiter und auch der Erde sehr nahe kommen. Bei seiner 10. beobachteten Wiederkehr kam er Mitte August bis auf 0,06AE an die Erde heran. Leider stand er zu diesem Zeitpunkt für uns unbeobachtbar am Südhimmel. Anfang Oktober – inzwischen schon wieder 0,8AE entfernt – könnte er trotz der geringen Elongation von 30° über dem östlichen Horizont sichtbar werden. Er befindet sich dann

unweit von C/2010 X1 (Elenin) ebenfalls im Sternbild Löwe. Da er in östlicher Richtung der Sonne nachläuft, wird sich die Elongation nicht wesentlich vergrößern. Am 7. Oktober begegnen sich die beiden Kometen im Abstand von ca. 5°: ein Ereignis, das bereits mit einem Fernglas zu beobachten sein sollte. Die Helligkeit von 45P dürfte nach den Prognosen etwa 7^m5 betragen. Ende Oktober wird sie nur noch bei rund 10^m5 liegen und die kurze und für nördliche Breiten recht ungünstige Beobachtungszeit dieser Wiederkehr geht bereits wieder zu Ende.

Die Sichtbedingungen für C/2009 P1 (Garrad) verschlechtern sich in den kommenden zwei Monaten vorübergehend. Durch den abnehmenden Sonnenabstand wird die Beobachtung am Abendhimmel erschwert – die Elongation verringert sich im Oktober von 85° auf 60°. Der Komet wandert in westlicher Richtung durch das Sternbild Herkules und seine Bewegung verlangsamt sich zusehends. Ab November wendet sich die Bahn am Himmel dann nahezu im rechten Winkel in Richtung Norden. Die Elongation nimmt bis auf 45° ab und Komet Garrad wird kurzfristig schwer zu beobachten sein. Da die Entfernung zwischen Komet und Erde bis Ende November zunimmt, bleibt die Helligkeit relativ unverändert bei ca. 7^m.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

Aktuelle Kometenfotos:

www.kometenaktuell.de

Komet Garrad auf Cometography:

www.cometography.com/lcomets/2009p1.html

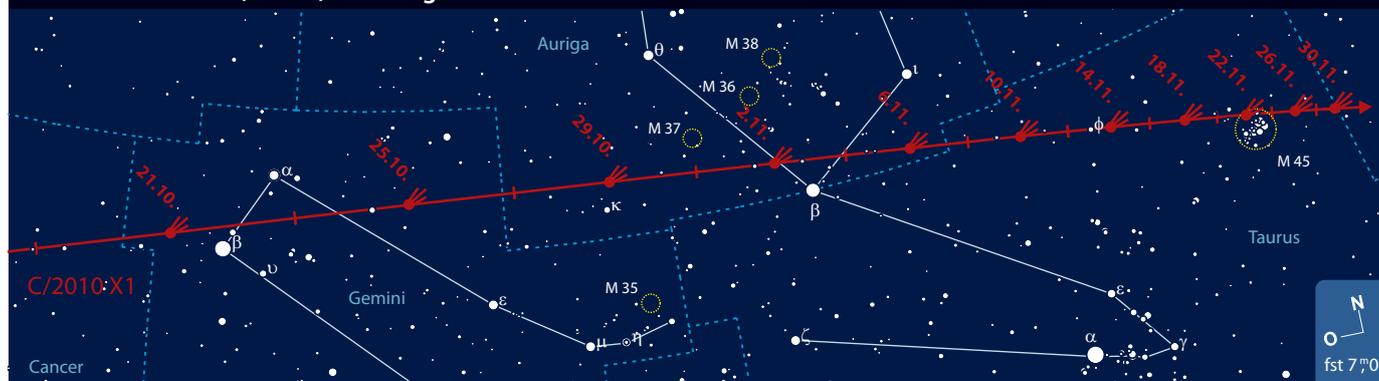
Fotos, Links und Infos zu Komet Elenin:

www.kometen.info/2010x1.htm

Aufsuchkarten: www.kometarium.com

interstellarum-Newsletter: www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

Komet C/2010 X1 (Elenin) am Morgenhimmel

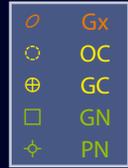
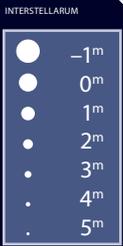
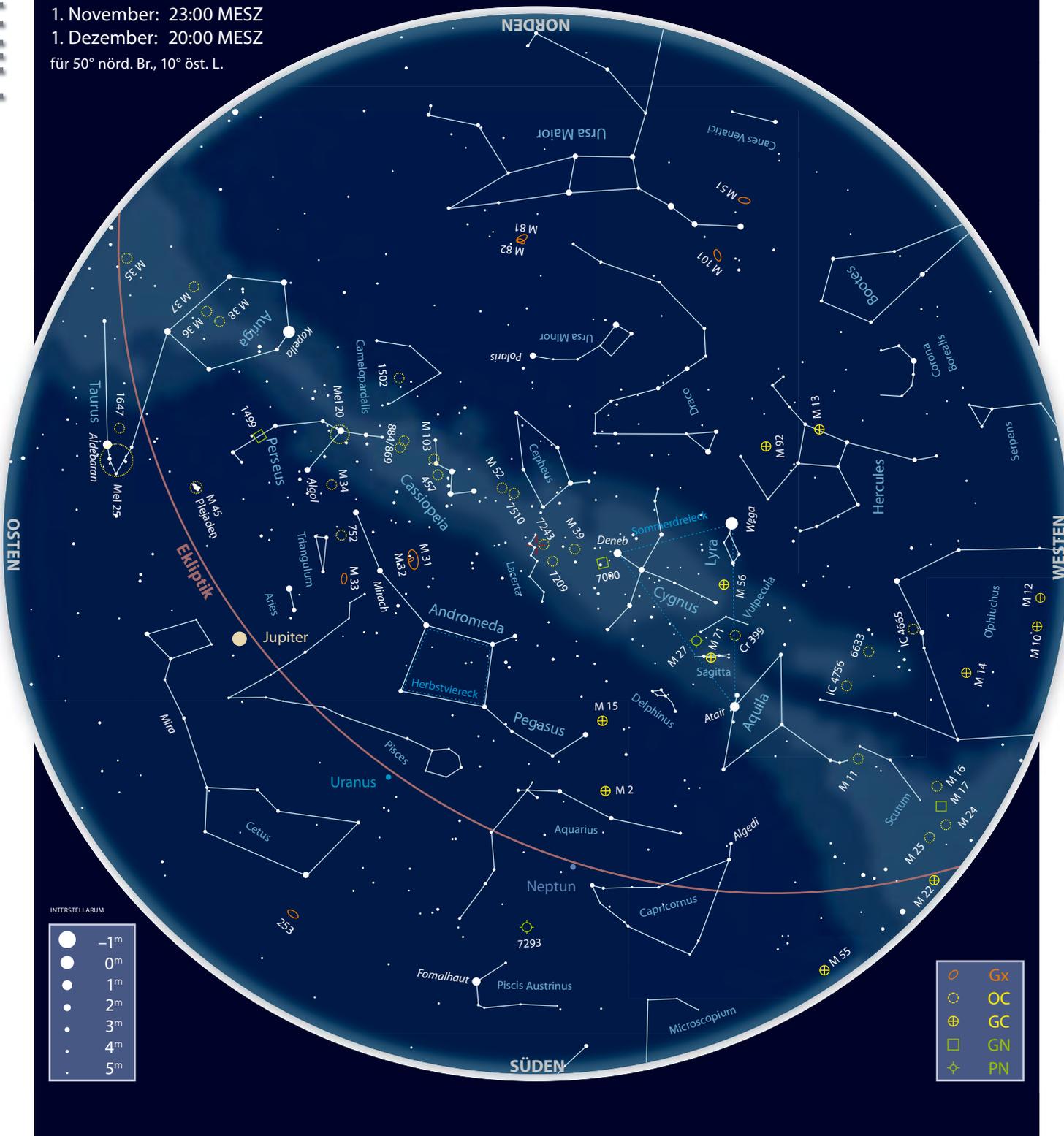


Kometen im Oktober/November 2011

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2010 X1 (Elenin)	10.12.2010	10.9.2011 (0,48AE)	17.10.2011 (0,23AE)	Oktober bis Dezember 2011	4 ^m bis 9 ^m
45P/Honda-Mrkos-Pajdusakova	3.12.1948	28.9.2011 (0,53AE)	15.8.2011 (0,06AE)	Oktober 2011	7 ^m bis 11 ^m
C/2009 P1 (Garrad)	13.8.2009	23.12.2011 (1,55AE)	5.3.2012 (1,27AE)	April 2011 bis Juni 2012	7 ^m

Der Sternhimmel im November/Dezember 2011

1. November: 23:00 MESZ
 1. Dezember: 20:00 MESZ
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	Entfernung	DSRA/Uran.
Fomalhaut	bloßes Auge	Vr	22 ^h 57,7 ^m	-29° 37,3'	1 ^m 16	-	25Lj	31/384
Blanco 1	Fernglas	OC	0 ^h 4,3 ^m	-29° 56'	4 ^m 5	1,5°	619-857Lj	-/-
NGC 663	Teleskop	OC	1 ^h 46,0 ^m	+61° 15'	7 ^m 1	15'	6900-7800Lj	2/16 (17)
IC 1805	Teleskop	OC/GN	2 ^h 33,4 ^m	+61° 26'	-	57'x88'	7665Lj	2/17
P Cygni	Fernglas	Vr	20 ^h 17,8 ^m	+38° 2,0'	4 ^m 8	-	ca. 10000Lj	14/119

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

Stern, Haufen und Nebel

Astronomie mit bloßem Auge Fomalhaut

Er ist der Außenseiter unter den hellsten Fixsternen am mitteleuropäischen Sternhimmel: Fomalhaut (arabisch etwa »Maul des Wals«) oder α Piscis Austrini. Wenn er – fernab der Milchstraße und aller astronomischen Glanzlichter – aus dem Horizontdunst tritt, dessen Nähe er in unseren Breiten nie verlässt, wirkt er schon ein wenig verloren. Hinzu kommt, dass er im Gegensatz zu fast allen anderen Sternen erster Größenklasse unseres Sternhimmels nicht in eines der »Jahreszeiten-Vielecke« wie z.B. Frühlingsdreieck oder Wintersechseck eingebunden ist – eben weil er weit entfernt von anderen hellen Sternen seine einsame Bahn zieht.

Dabei nimmt er mit 1^m16 die 18. Position unter den hellsten Sternen ein, unter den von Mitteleuropa aus sichtbaren sogar die 13. Mit einer Deklination von fast -30° ist er deren südlichster, selbst Antares steht noch über 3° oder 6 Vollmondurchmes-

ser weiter nördlich. Seine große scheinbare Helligkeit ist durch die geringe Entfernung zum Sonnensystem bedingt: Nur 25 Lichtjahre trennen uns von Fomalhaut. Obwohl er durch die Lichtbrechung in Horizontnähe manchmal rötlich erscheint, ist er ein weißer Hauptreihenstern der Spektralklasse A3. Seine Oberflächentemperatur beträgt etwa 8500K und er besitzt ungefähr die zweieinhalbfache Masse der Sonne. Er gilt als Mitglied des Kastor-Bewegungshaufens, dem neben dem Namensgeber u.a. auch Wega, Aldemarin (α Cep) und Zubenelgenubi (α Lib) angehören, ebenso wie TW Piscis Austrini, ein mit $6^m44 - 6^m49$ leicht veränderlicher Stern. Da dieser ca. 2° südlich von Fomalhaut liegt, könnte er in südlicheren Brei-

ten unter sehr guten Bedingungen auch für das bloße Auge sichtbar sein, ohne vom hellen Nachbarn überstrahlt zu werden. Ob die beiden Sterne aufgrund der gemeinsamen Bewegung ein Doppelsternsystem bilden, ist eher fraglich, da die Entfernung voneinander etwa 0,85 Lichtjahre beträgt. Aufgrund der unkorrekten Bezeichnung als »Fomalhaut B« wird TW PsA hin und wieder mit dem Exoplaneten verwechselt, der in einem mittleren Abstand von 115 Astronomischen Einheiten um Fomalhaut kreist und aufgrund seiner Entdeckung durch das Weltraumteleskop Hubble als erster optisch direkt nachgewiesener extrasolarer Planet gilt

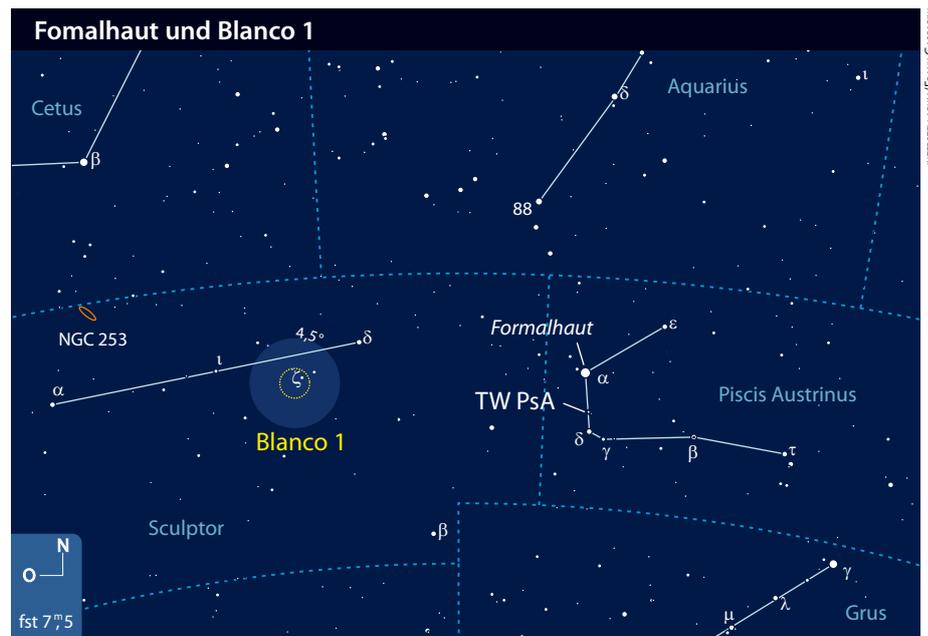
■ Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas Blanco 1

Manche Deep-Sky-Objekte haben vermutlich nur wenige Beobachter jemals zu Gesicht bekommen. Sei es, dass sie aufgrund ihrer geringen Deklination aus Mitteleuropa nur schwer zu beobachten sind, sie zu einer Objektklasse gehören, die für viele visuelle Beobachter nicht spannend erscheint, oder auch einfach, dass sie erst gar nicht in den gängigen Katalogen oder Sternkarten erwähnt werden. Für den Offenen Sternhaufen mit der Bezeichnung Blanco 1 (auch Zeta-Sculptoris-Haufen genannt), welcher 1959 von dem aus Puerto Rico stammenden Astronomen Victor Manuel Blanco entdeckt wurde, treffen sogar alle drei Bedingungen zu. Blanco 1 befindet sich am südlichen Sternhimmel im Sternbild Sculptor (Bildhauer) bei einer Deklination von $-29^\circ 56'$. Damit liegt er noch einmal knapp 5° tiefer als die bekannte Sculptor-Galaxie NGC 253 im selben Areal. Die Entfernungangaben des Sternhaufens

schwanken zwischen 619 und 857 Lichtjahren, sein Alter wird – ähnlich dem der Plejaden – auf 100 Millionen Jahre geschätzt. Für den Beobachter im Zentrum des deutschsprachigen Raums bei 50° nördlicher Breite erreicht der Sternhaufen maximal eine Höhe von etwa 10° über dem Horizont; im Norden Deutschlands sind es bis zu 5° weniger. Im Vorteil dagegen sind Österreich und die Schweiz. An den südlichen Grenzen der Nachbar-

Der selten beobachtete Offene Sternhaufen Blanco 1 im 15×70 -Fernglas, Sehfeld etwa $4,5^\circ$.



länder steigt Blanco 1 sogar auf knapp 15° Höhe. Ein guter Zeitraum für eine Sichtung ist von Mitte bis Ende Oktober während der späten Abendstunden gegeben. Natürlich muss der Beobachtungsort eine freie Horizontsicht bieten und möglichst frei von Lichtverschmutzung sein; in Stadtnähe besteht kaum die Chance auf eine erfolgreiche Sichtung. Darüber hinaus sollte ein Abend mit sehr guter Transparenz gewählt werden. Als Beobachtungsgerät bietet sich z.B. ein Fernglas mit 50mm Öffnung oder besser mit 60mm bis 70mm Öffnung an,

am besten fest auf einem Stativ montiert. Einen günstigen Ausgangspunkt stellt der helle Stern Deneb Kaitos (β Ceti) im nahe gelegenen Sternbild Walfisch (Cetus) dar, der mit 2^m Helligkeit auch in Horizontnähe gut zu erkennen ist. Von dort aus tastet man sich knapp 15°, das sind bei gängigen Ferngläsern ca. drei bis vier Sehfelddurchmesser, in südwestlicher Richtung vor, bis eine unscheinbare Sterngruppierung in das Blickfeld kommt. Unter ungünstigen Bedingungen können nur vier Sterne mit Helligkeiten von 5^m bis 7^m in einer dreieckigen

Anordnung erkannt werden, von denen der auffälligste das 5^m helle Doppelsternsystem ζ Sculptoris im westlichen Randbereich des Sternhaufens ist. Bei dunklerem und sehr klarem Himmel erscheinen insgesamt bis zu etwa zehn Sterne östlich von ζ Sculptoris. Mehr wird der Offene Sternhaufen in Mitteleuropa nicht von sich preisgeben. Ein Besuch bei Blanco 1 lohnt dennoch, sei es auch nur, um den eigenen »Beobachtungshorizont« ein wenig in Richtung Süden zu erweitern.

■ Lambert Spix

Abb. 1: NGC 663 ist einer der helleren Offenen Sternhaufen im Sternbild Cassiopeia.



Benedict Hübner

Objekt der Saison NGC 663

Das inmitten der Herbstmilchstraße gelegene Sternbild Cassiopeia zeichnet sich durch einen beeindruckenden Reichtum an Offenen Sternhaufen aus. Eine besonders schöne Anhäufung derartiger Objekte findet sich dabei in der Umgebung des Sterns δ Cas: Immerhin 16 Sternhaufen listet die aktuellste Version des Katalogs von Dias et al. [1] um diesen Stern innerhalb eines Suchradius von nur 3°, darunter solche Vorzeigeobjekte wie die bereits im Rahmen dieser Kolumne vorgestellten NGC 457 [2] und M 103 [3].

Ein weiteres prominentes Exemplar stellt der knapp 2° östlich und 1° nördlich von δ Cas gelegene NGC 663 dar. Gemeinsam mit den beiden zuvor genannten Objekten und dem Doppelhaufen η und χ Per wird er der Cassiopeia-Perseus-Sternhaufenfamilie zugeordnet, einer räumlich etwas abgesetzten Agglomeration junger Sternhaufen, Assoziationen und Sternentstehungsgebiete [4]. Wie so oft geht die Entdeckung von NGC 663 auf Wilhelm Herschel zurück, dem die Erstsichtung in der Nacht von 3. auf 4. Oktober 1787 gelang; der gleichen Nacht übrigens, in der er auch die an anderer Stelle (vgl. S. 49) beschriebenen Objekte NGC 7510 und 7635 entdeckte [5].

NGC 663 ist ein Objekt des Perseus-Arms, des nächstäußeren Spiralarms unserer Galaxis. Der Sternhaufen ist ein von der professionellen Astronomie häufig aufgesuchtes Ziel: Immerhin 189 im Zeitraum zwischen 1919 und 2011 veröffentlichte Publikationen beschäftigen sich laut der astronomischen Datenbank SIMBAD [6] mit dem Objekt. Speziell in der Vergangenheit wurde die Bestimmung der Haufeneigenschaften durch die räumlich stark variierende, durch vorgelagerten interstellaren Staub verursachte Rötung des Sternlichts erschwert; nach Pandey et al. [7] schwankt diese im Haufenbereich zwischen 0,62 und

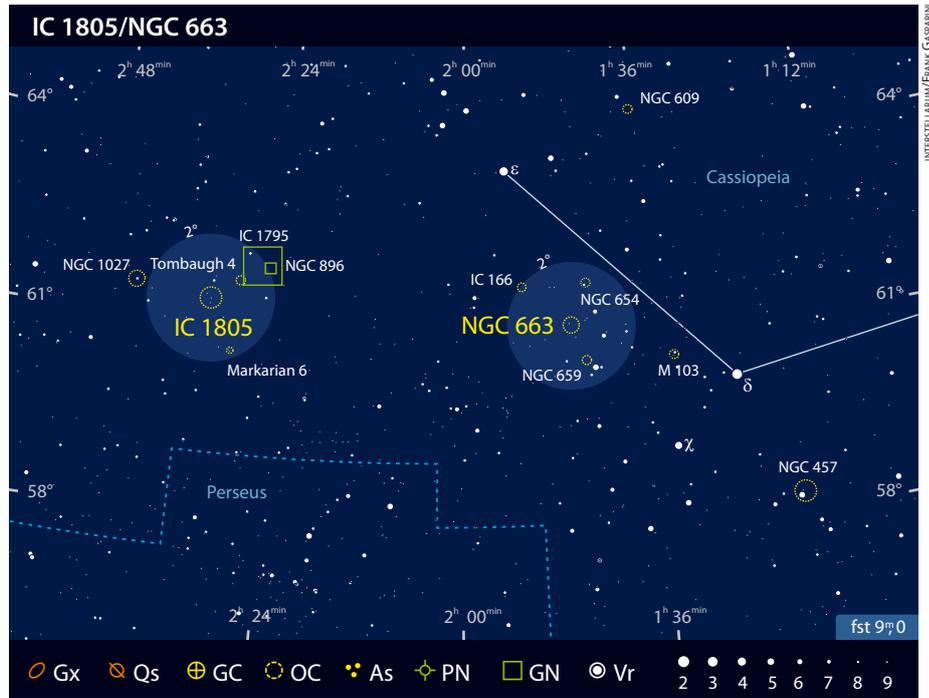
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



Abb. 2: NGC 663 enthält eine ganze Reihe interessanter Doppelsterne.

0,95, was einer Lichtschwächung im visuellen Spektralbereich von 2^m bis 3^m entspricht. Die in der Vergangenheit von verschiedenen Autoren publizierten Entfernungen des Haufens streuen entsprechend stark zwischen etwa 6000Lj und 9000Lj; mittlerweile erscheint ein Wert zwischen 6900Lj und 7800Lj als etabliert [7, 8]. Dem noch recht jungen Alter von knapp 20 Mio. Jahren entsprechend umfasst der Haufen einige Dutzend heiße Sterne vom Spektraltyp B. Eine Besonderheit ist dabei die hohe Dichte an B-Sternen mit Emissionslinien im Spektrum (so genannten Hüllen- oder Be-Sternen): Deren Linienemission rührt dabei von einer zirkumstellaren Scheibe aus ionisierter Sternmaterie her, die sich vermutlich als Folge der extrem hohen Rotationsgeschwindigkeit in der Äquatorebene dieser Sterne ausgebildet hat. Insgesamt mehr als 30 dieser Sterne sind im Haufengebiet bekannt; gleich dem bekanntesten Vertreter der Sternart, γ Cas, konnten bei einigen Exemplaren dabei mehr oder minder regelmäßige Helligkeitsvariationen im Bereich von ein paar Zehntel Größenklassen festgestellt werden [9].

NGC 663 ist beliebtes Beobachtungsziel herbsteilicher Touren in der Milchstraße und bereits mit kleinen Optiken ein sehr ansprechendes Objekt. Das Auffinden gestaltet sich dabei aufgrund der Nähe zu δ Cas ausgesprochen einfach. Eine freisichtige Beobachtung ist aufgrund der Gesamthelligkeit von 7^m,1 wohl nur unter hochalpinen Bedingungen in Reichweite, schon ein Opernglas reicht allerdings aus, um den Haufen auch unter nicht ganz optimalen Bedingungen als blassen Nebelfleck sichtbar werden zu lassen. Im 10×50-Fernglas präsentiert sich NGC 663 unter gutem Landhimmel als recht ausgedehnter Nebelfleck, aus dem bereits einige Sternchen hervorlugen. Mit 4,5" Teleskopöffnung entpuppt sich dieser Nebelfleck als hübscher, sternreicher Haufen, dessen mehrere Dutzend Mitglieder sich über etwas mehr als 10' verteilen.



Doppelsterne in NGC 663						
Name	R. A.	Dekl.	Komponenten	Helligkeiten	Abstand	PW
Struve 151	1 ^h 45,9 ^m min	+61° 12,7'	AB	10 ^m 59/10 ^m 98	7,1"	38°
Struve 152	1 ^h 46,1 ^m min	+61° 13,6'	AB	9 ^m 04/11 ^m 20	9,4"	106°
Stein 288	1 ^h 46,1 ^m min	+61° 11,8'	AB	10 ^m 56/12 ^m 43	13,8"	138°
Espin 1950	1 ^h 46,3 ^m min	+61° 15,4'	AB	8 ^m 60/12 ^m 39	28,2"	252°
			AD	8 ^m 60/13 ^m 40	18,6"	177°
			BC	12 ^m 40/12 ^m 80	2,2"	76°
Struve 153	1 ^h 46,5 ^m min	+61° 15,7'	AB	9 ^m 36/10 ^m 38	7,7"	69°

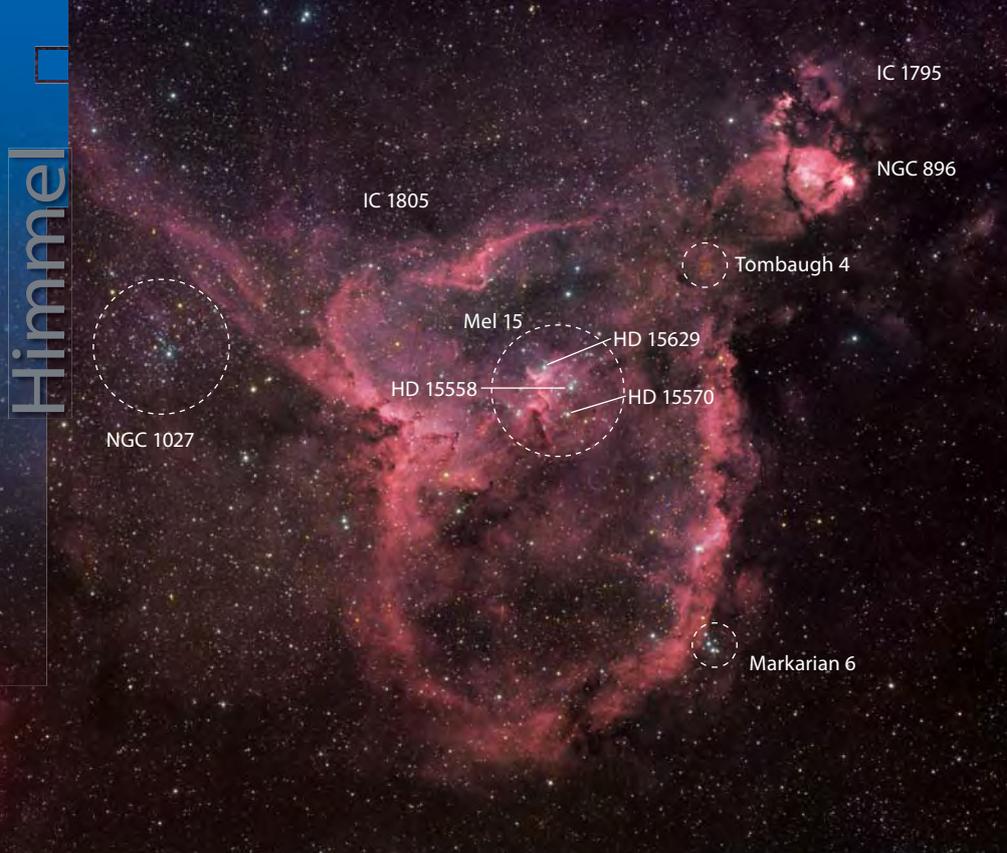
Mit 10" Öffnung schließlich gehört NGC 663 zu den imposantesten Deep-Sky-Objekten des Sternbilds und zeigt schon bei mittleren Vergrößerungen fast 100 Sterne von weißlichem Glanz. Aufmerksamen Beobachtern wird dabei die unregelmäßige Anordnung der Haufenmitglieder nicht entgehen: Schon mit 4,5" Öffnung sind zwei oder drei Untergruppen erkennbar, wobei deren sternreichste in Nord-Süd-Richtung elongiert erscheint. Auffällig ist zudem die recht breite Streuung der Helligkeiten der Haufenmitglieder, die dem jungen Alter des Sternhaufens und den damit verbundenen großen Massenunterschieden zwischen den Mitgliedssternen geschuldet ist.

Bei Beobachtungen von NGC 663 lohnt sich ein Abstecher zu den benachbarten Objekten NGC 654 und NGC 659, die beide bei niedrigen Vergrößerungen im gleichen Gesichtsfeld beobachtet werden können. Weitere für den visuellen Beobachter interessante Sternhaufen – darunter die schwachen, aber extrem sternreichen Vertreter NGC 609 und IC 166 – befinden sich in der erweiterten Umgebung dieses Trios. Doppelstern-Enthusiasten mögen hingegen an den zahlreichen geli-

steten Doppelsternen des Haufens Gefallen finden, deren prominenteste in der Tabelle aufgeführt sind.

■ Matthias Kronberger

- [1] Dias, W.S. et al.: New catalog of optically visible open clusters and candidates (V3.0), *Astron. Astrophys.* 389, 871 (2002), Daten unter: vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?source=B/od
- [2] Kronberger, M.: Objekte der Saison – NGC 457, *interstellarium* 54, 30 (2007)
- [3] Lamprecht, J.: Objekte der Saison – M 103 & Trümpler 1, *interstellarium* 1, 47 (1994)
- [4] de la Fuente-Marcos, R., de la Fuente-Marcos, C.: The Cassiopeia-Perseus open cluster family, *New Ast.* 14, 180 (2009)
- [5] Steinicke, W.: Historic IC, www.klima-luft.de/steinicke
- [6] SIMBAD Astronomical Database, simbad.u-strasbg.fr
- [7] Pandey, A. K. et al.: Stellar contents of two young open clusters: NGC 663 and 654, *MNRAS* 358, 1290 (2005)
- [8] Fabregat, J., Capilla, G.: CCD uvby β photometry of the young open cluster NGC 663, *MNRAS* 358, 66 (2005)
- [9] Pigulski, A., Kopacki, G., Kolaczowski, Z.: A CCD Search for Variable Stars of Spectral Type B in the Northern Hemisphere Open Clusters. IV. NGC 663, *Act. Ast.* 51, 159 (2001)



D. WIEL, M. HANAUER

Das Gebiet um IC 1805 in Cassiopeia enthält eine Vielzahl an Nebeln und Offenen Sternhaufen. Wegen seiner markanten Herz-Form ist IC 1805 ein beliebtes Objekt vieler Astrofotografen.

zeigt sich IC 1805 relativ leicht als Sternansammlung von etwa zehn Sternen zwischen 8. und 10. Größenklasse. Unter sehr guten Bedingungen sind auch schon die hellsten Bereiche des Nebels im Nordwesten erkennbar. Mit einem 3" – 4"-Teleskop und geringer Vergrößerung oder einem Großfernglas [7] ergibt sich ein guter Gesamteindruck. IC 1805 erscheint weniger kompakt, aber heller als der 1,25° östlich befindliche Sternhaufen NGC 1027. Knapp 1° südlich findet sich der kompakte Sternknoten Markarian 6, der erst mit höheren Vergrößerungen gut auflösbar ist. Mit einem Schmalbandfilter lassen sich auch weitere Strukturen des Nebels erkennen. Die hellsten Bereiche finden sich etwas abgesetzt um NGC 896 und IC 1795 sowie direkt um den zentralen Sternhaufen. Etwas östlich und westlich von IC 1805 sind schwächere Nebelfilamente erkennbar, die sich in Nord-Süd-Richtung ausdehnen. Eine Herausforderung für große Teleskope ist der sehr schwache Sternhaufen Tombaugh 4, der sich genau zwischen IC 1805 und NGC 896 befindet.

Astrofotografisch lässt sich der Nebel bereits mit einem Weitwinkelobjektiv auf einer Strichspuraufnahme festhalten und bietet sowohl für Teleobjektive als auch für Detailaufnahmen am Teleskop zahlreiche schöne Strukturen.

■ Matthias Juchert

- [1] Lamprecht, J.: Objekte der Saison – M 52, interstellarum 24, 74 (2002)
- [2] Lamprecht, J.: Objekte der Saison – M 103 & Trümpler 1, interstellarum 1, 47 (1994)
- [3] Stoyan, R.: Objekte der Saison – NGC 896 & IC 1795, interstellarum 1, 45 (1994)
- [4] Dreyer, J. L. E.: Second Index Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars Containing Objects found in the Years 1895 to 1907; Mem. RAS 59, 105 (1908)
- [5] De Becker, M. et al.: Early-type stars in the young open cluster IC 1805. II. The probably single stars HD 15570 and HD 15629, and the massive binary/triple system HD 15558, Astron. Astrophys. 456, 1121 (2006)
- [6] Lagrois, D.; Joncas, G.: On the Dynamical Evolution of H II Regions: An Investigation of the Ionized Component of W4, a Galactic Chimney Candidate. I. Kinematics and Dynamics in the Latitude Range $0^\circ \leq b \leq 3^\circ$, Astrophys. J. 691, 1109 (2009)
- [7] Glahn, U.: Die Region um den Nebelkomplex IC 1805/NGC 896, VdSJ 15, 67 (2004)

Objekt der Saison IC 1805

Der Perseusarm ist der unserem Sonnensystem nächstliegende äußere Spiralarm der Milchstraße. Er befindet sich in etwa 6000Lj – 8000Lj Entfernung. Die hellsten Milchstraßenwolken des Arms können wir im Sternbild Cassiopeia bewundern, wo sich auch etliche zugehörige Deep-Sky-Objekte wie etwa M 52 und M 103 finden, die ebenfalls in dieser Rubrik bereits vorgestellt wurden [1, 2]. Im östlichsten Teil des Sternbildes findet sich mit dem Offenen Sternhaufen IC 1805 und dem ihn umgebenden Sternentstehungsgebiet ein weiterer, besonders den Fotografien bekannter Vertreter dieses Milchstraßenarms.

Die Bezeichnung für Nebel und Sternhaufen scheint in vielen Publikationen sehr uneinheitlich. Neben der Benennung IC 1805 finden sich auch Melotte 15 (nur der Sternhaufen), NGC 896 (der hellste Teil des Nebels), IC 1795 (der nordöstliche Teil des Nebels) und Sharpless 190 (nur der Nebel). Aus historischer Sicht war W. Herschel der Erste, der einen Teil des Gesamtkomplexes bemerkte. Am 3. November 1787 entdeckte er den hellsten Nebelknoten im Nordwesten des Nebels, der die Bezeichnung NGC 896 trägt [3]. Der zentrale Sternhaufen wird heute als IC 1805 bezeichnet und wurde von E. E. Barnard entdeckt. Leider ist das genaue Entdeckungsdatum bislang unbekannt, denn Barnard publizierte diesen Teil seiner Entdeckungen nicht öffentlich, sondern übermittelte sie NGC/IC-Autor Dreyer direkt. Da das Objekt im zweiten Teil des Index Catalogue [4] publiziert wurde, dürfte der Entdeckungszeitraum in den späten 90er

Jahren des 19. Jahrhunderts liegen. Mit großer Wahrscheinlichkeit dürfte Barnard auch den umgebenden Nebel bemerkt haben, denn im IC findet sich der Vermerk »extremly large nebulosity extends following«. Zudem wurde mit IC 1795 ein weiterer heller Knoten direkt neben NGC 896 durch Barnard katalogisiert. Die im englischen Sprachraum gebräuchliche Bezeichnung »Heart nebula« mag auf den ersten Blick wenig plausibel erscheinen. Um das »Herz« erkennen zu können, muss man die Ansicht um 90° im Uhrzeigersinn drehen.

Aus astrophysikalischer Sicht handelt es sich bei IC 1805 um einen jungen, reichen Sternhaufen im Zentrum der Cassiopeia-OB6-Assoziation, der in die Molekülwolke W 4 eingebettet ist [5]. Die Entfernung von IC 1805 beträgt laut Lagrois und Joncas etwa 7665Lj [6]. Die Entstehung des Sternhaufens liegt gerade einmal 2,5 Millionen Jahre zurück. Man findet daher noch eine Vielzahl junger und leuchtkräftiger Sterne, die mit ihrer Strahlung die umgebenden Gasmassen ionisieren und als ausgedehnten Nebel erkennbar werden lassen. Einige Haufenmitglieder wie z.B. HD 15570, HD 15629 oder HD 15558 besitzen eine so hohe Leuchtkraft, dass sie trotz ihrer Lage im Nachbarspiralarm fast noch die 7. Größenklasse erreichen. Sie gehören durchwegs der Spektralklasse O an und zählen damit zu den »Leuchttürmen« der Milchstraße.

Für visuelle Beobachter und Astrofotografen ist die Region eine wahre Schatzgrube, die jedoch ihre Sehenswürdigkeiten erst nach und nach Preis gibt. Mit einem 10x50-Fernglas

Veränderlicher aktuell P Cygni

Der einzige Leuchtkräftige Blaue Veränderliche (LBV) nördlich des Himmelsäquators (vgl. Hauptartikel in interstellarum 76) ist P Cygni (34 Cygni) im Hals des Sternbilds Schwan [1]. Die Helligkeitsänderungen dieses Sterns wurden bereits im Jahr 1600 entdeckt, als der Stern 3^m hell wurde. Zuvor war er mit freiem Auge nicht sichtbar gewesen. Entdecker war der holländische Kartograf und Mathematiker Willem Janszoon Blaeu aus Amsterdam, auf dessen um das Jahr 1640 erstellten Himmelsglobus eine Inschrift den »... neuen Stern im Schwan, der am 18. August 1600 erstmals von mir mit 3. Größe beobachtet wurde...« beschreibt und damit den Helligkeitsausbruch dokumentiert. Deshalb taucht P Cygni in der Literatur manchmal als Nova Cygni 1600 auf.

P Cygni leuchtete einige Jahre in der Maximalhelligkeit, um danach wieder bis auf 6^m schwächer zu werden. Ein zweites Helligkeitsmaximum dürfte im Jahr 1655 eingetreten sein. In den folgenden Jahrhunderten variierte die Helligkeit um wenige Zehntel Größenklassen bei etwa 5^m. Die Lichtkurve der letzten Jahre zeigt geringe Helligkeitsschwankungen mit einer mittleren Helligkeit von 4^m,8 (Abb. 1). Genaue Analysen zeigen Helligkeitsänderungen auf unterschiedlichen Zeitskalen zwischen 15 und 100 Tagen sowie von mehreren Jahren. Während seiner großen Helligkeitsausbrüche leuchtete P Cygni mit einer absoluten Helligkeit von -10^M als einer der leuchtkräftigsten Sterne der Milchstraße. Die Entfernung liegt nach der neuesten Auswertung der Hipparcos-Daten bei 10000Lj mit einem Fehler von 50% [2]. Damit ist P Cygni einer der am weitesten entfernten Sterne, die mit freiem Auge sichtbar sind.

Besonderes Interesse fand P Cygni durch sein ungewöhnliches Spektrum. Es zeigt Emissionslinien mit einer Absorptionskomponente auf der kurzwelligen blauen Seite. Dieses so genannte »P Cygni-Profil« der Spektrallinien (Abb. 2) entsteht durch die vom Stern abströmende Gashölle. P Cygni ist einer der sehr seltenen extrem massereichen und hellen Überriesensterne, bei

Abb. 1: Lichtkurve von P Cygni 2006–2011. Um 1600 war dieser Leuchtkräftige Blaue Veränderliche bis zu 3^m hell. Er ist einer der am weitesten entfernten Sterne, die mit freiem Auge sichtbar sind.

Abb. 2: Schematische Darstellung der Entstehung eines P Cygni-Profiles. Die blau verschobene Absorptionslinie entsteht im auf den Beobachter zufliegenden Teil des Winds, während die Emissionslinie im gesamten abströmenden Gas entsteht.

denen Schwerkraft und Strahlungsdruck nicht mehr im Gleichgewicht sind und die instabil werden. Es entwickelt sich ein starker Sternwind, der den Stern als Nebel umhüllt. P Cygni verliert jährlich etwa 1/200000 seiner auf 50–60 Sonnenmassen geschätzten Masse, das entspricht etwa einer Erdmasse. Das Gas strömt von der 19000K heißen Sternoberfläche mit bis zu 300km/s ab und emittiert Licht bei den Wellenlängen, die charakteristisch u.a. für Wasserstoff und Helium sind. Da man Licht von allen Teilen des abströmenden Winds sieht, liegen die Emissionslinien bei der Ruhewellenlänge, durch den Dopplereffekt sind sie jedoch sowohl zu kürzeren wie längeren Wellenlängen verbreitert. Das Licht vom Stern muss erst das Gas des abströmenden Winds durchqueren, bis es den Beobachter erreicht. Das Gas, das in diesem Bereich auf den Beobachter zufliegt, absorbiert das Sternlicht, wodurch im Spektrum neben den Emissionslinien blau verschobene Absorptionslinien entstehen.

Die H α -Emissionslinie des Wasserstoffs ist im Spektrum relativ breit zu sehen (Abb. 3). Markova et al. [3] wollen eine Korrelation zwischen der Äquivalentbreite der H α -Linie und der Helligkeit während der S-Doradus-Phase von P Cygni entdeckt haben. Ernst Pollmann und Thilo Bauer [4] haben eine deutliche Antikorrelation zwischen der Äquivalentbreite der H α -Linie und der Helligkeit gefunden: Je heller der Stern ist, desto schwächer ist die H α -Emissionsstärke und umgekehrt. Ernst Pollmann hat 2008 eine internationale Beobachtungskampagne gestartet, bei der gleichzeitig erhaltene spektroskopische und fotometrische Daten es erlauben, die veränderliche Massenverlustrate und Dichte des Sternwinds zu untersuchen. Dazu leisten viele Amateurbeobachter weltweit einen sehr wichtigen Beitrag. Weitere spektroskopische und fotometrische Beobachter sind eingeladen, sich daran zu beteiligen.

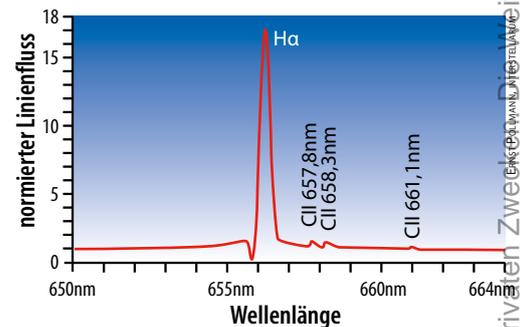
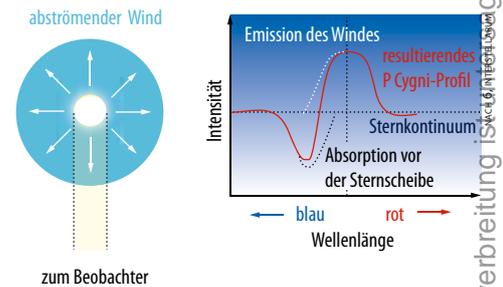
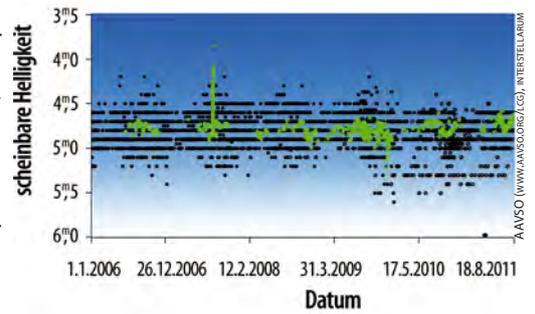


Abb. 3: H α -Linie vom 16.6.2011, aufgenommen mit dem französischen Littrow-Spektrographen LHIRES III mit einem 14"-SCT in der Arbeitssternwarte der VdS Köln e.V. Summenspektrum aus einer Serie von 20 Einzelspektren.

- [1] Weis, K.: Vom Winde verweht, LBV-Sterne und ihre Nebel, interstellarum 76, 12 (2011)
- [2] van Leeuwen, F.: Validation of the new Hipparcos reduction, Astron. Astrophys. 474, 653 (2007)
- [3] Markova, N. et al.: P Cygni in a short S Doradus phase. Spectroscopic and photometric evidences, Astron. Astrophys. 376, 898 (2001)
- [4] Pollmann, E., Bauer, T.: Die internationale Beobachtungskampagne, »Photometrie und Spektroskopie an P Cygni«, BAV Rundbrief 4/2010, www.bav-astro.de/rb/rb2010-4/238.pdf
- [5] Hoffmeister, C., Richter, G., Wenzel, W.: Veränderliche Sterne, Springer-Verlag, Berlin (1984)
- [6] Scheffler, H., Elsässer, H.: Physik der Sterne und der Sonne, B.I. Wissenschaftsverlag, 2. Auflage, Mannheim, Wien, Zürich (1990)

Surftipps

Sternspektren: ned.ipac.caltech.edu/level5/ASS_Atlas/frames.html
P Cygni – AAVSO Variable Star of the Season: www.aavso.org/vsots_pcyg
Beschreibung von P Cygni von Jim Kaler: stars.astro.illinois.edu/sow/pcyg.html

■ Wolfgang Vollmann

LICHTER DES NORDENS

Polarlichtfotografie in der Praxis

VON MICHAEL HUNNEKUH



MICHAEL HUNNEKUH

Polarlichter können am häufigsten innerhalb zweier ringförmiger Zonen, die die Magnetpole der Erde umschließen und Polarlichtovale genannt werden, beobachtet werden. Ein kompliziertes Zusammenspiel von Sonnenwind, Magnetosphäre und Erdatmosphäre lässt sie aufleuchten. Mit zunehmender Sonnenaktivität steigt auch die Stärke des Sonnenwindes und damit die Häufigkeit und Intensität von Polarlichtern. Wie kann ein Amateur eine Polarlichtbeobachtung planen? Welche Hilfsmittel stehen zur Verfügung und wo können diese fantastischen Leuchterscheinungen in der Erdatmosphäre fotografisch festgehalten werden?

Abb. 1: Polarlichter sind faszinierende Himmelsschauspiele, insbesondere während eines geomagnetischen Sturms. Dabei kann die Helligkeit des Polarlichtes soweit ansteigen, dass es auch inmitten einer beleuchteten Stadt visuell farblich zu erkennen ist. Während der Aufnahme wurde ein Kp-Index von 6 gemessen. Fotografiert über Svalvær, Norwegen, 4.2.2011, 19:25 MEZ.

Erste Forschungen

Am 1. September 1859 beobachteten die britischen Amateurastronomen Richard Carrington und Richard Hodgson nahe dem Zentrum der Sonnenscheibe unabhängig voneinander zwei intensiv aufgehellte Flecken innerhalb einer großen Sonnenfleckengruppe (Abb. 3). Der Helligkeitsausbruch dauerte gerade einmal fünf Minuten. Am folgenden Tag wurden weltweit intensive Polarlichter bis in die Äquatorregion sichtbar. Messungen des Erdmagnetfeldes, die damals schon durchgeführt wurden, zeigten starke Fluktuationen in der Ausrichtung und Intensität des

Erdmagnetfeldes. Einige Forscher vermuteten damals schon einen Zusammenhang zwischen diesen Ereignissen, konnten die Beobachtungen aber nicht detailliert verstehen. Die Erforschung des Polarlichtes steckte noch in den Kinderschuhen. Erst zu Beginn des 20. Jahrhundert wurden die wesentlichen Grundlagen für das physikalische Verständnis gelegt. Und der technische Stand zur Mitte des 19. Jahrhundert machte die Fotografie von Polarlichtern gänzlich unmöglich. Farben und Formen wurden in Handzeichnungen und Berichten festgehalten. Das erste Polarlichtfoto wird Sopheus Tromholt zugeschrieben (1885), der es aber nicht veröffentlichte.

Die ersten veröffentlichten Fotos wurden von Martin Brendel im Winter 1891–1892 aufgenommen [1].

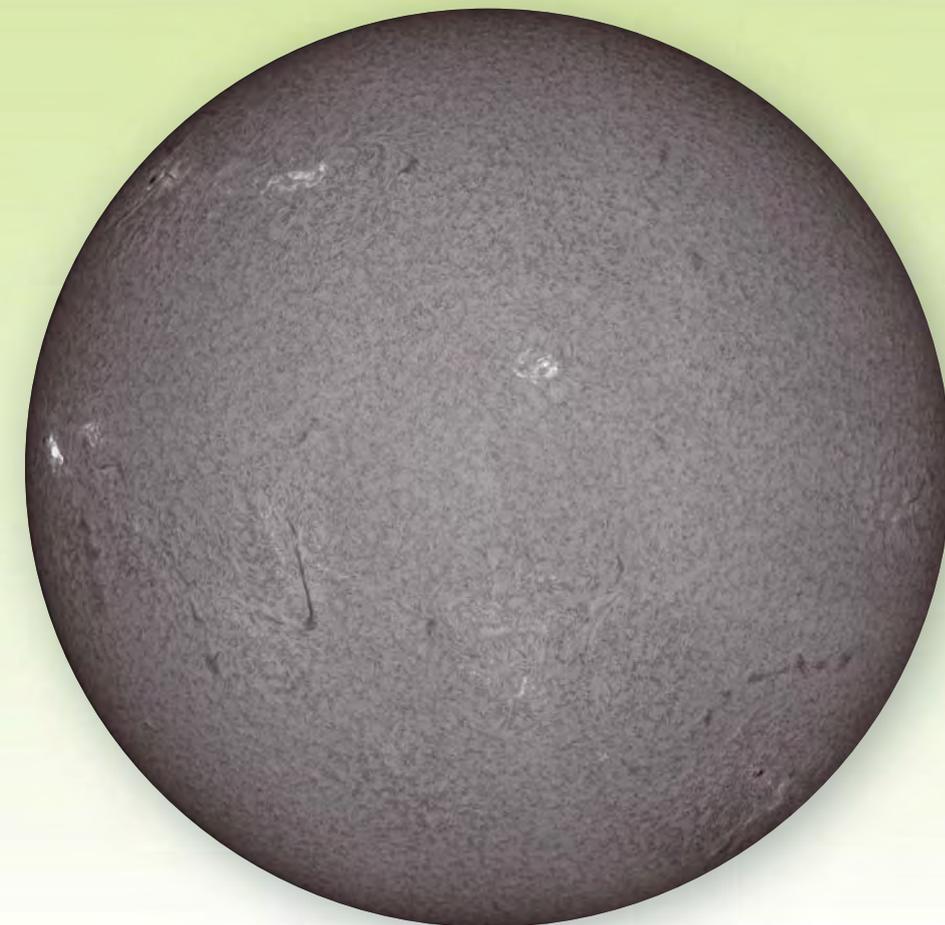
In der heutigen Interpretation der Beobachtung von Carrington und Hodgson sahen die beiden Astronomen einen hellen Flare innerhalb einer aktiven Sonnenregion, die häufig in Verbindung mit Sonnenflecken auftreten. Das Magnetfeld der Sonne zeigt ausgeprägt lokale Strukturen. Durch Kurzschlüsse und Neuausbildung dieser lokalen Felder innerhalb einer aktiven Region können enorme Energiemengen, die zuvor im Magnetfeld gespeichert waren, freigesetzt werden und das umgebene Plasma aufheizen und stark beschleunigen.

nigen. Dem Flare muss wenige Minuten später ein enormer Koronaler Massenauswurf oberhalb der Sonnenfleckengruppe gefolgt sein. Mit solch einem Koronalen Massenauswurf werden, wie man heute weiß, große Mengen an Röntgenstrahlung freigesetzt. Die Position der Fleckengruppe wurde von Richard Carrington in einer Zeichnung dokumentiert. Aufgrund ihrer Position war die ausgestoßene Wolke aus heißem und sehr schnellem Plasma in Richtung der Verbindungslinie Erde-Sonne ausgerichtet. Die Kollision der Plasmawolke mit dem Erdmagnetfeld führte dann zu einem geomagnetischen Sturm, einer starken Störung des Erdmagnetfeldes, in dessen Folge Elektronen aus der Magnetosphäre auch in niedrigen geographischen Breiten in die Atmosphäre eindringen konnten. Stöße mit den Bestandteilen der höheren Atmosphäre führten zu Anregungsprozessen, bei denen Elektronen der atomaren bzw. molekularen Stoßpartner in höhere aber instabile Energieniveaus gehoben wurden. Die Elektronen fielen in kürzester Zeit in den energetischen Grundzustand zurück. Dabei wurde Licht einer charakteristischen Farbe, das Polarlicht, abgestrahlt.

Das Polarlichtoval

Die Zone, in der das Polarlicht zu sehen ist, bildet im Tagesmittel einen ringförmigen Bereich, der die geomagnetischen Pole der Erde von ca. 65° bis 75° geomagnetischer Breite umgibt. Diese Zone wird Polarlichtoval genannt. Innerhalb Europas liegen Island, der Norden Skandinaviens und die nördlichen Regionen Russlands innerhalb dieser Zone. Die größte Wahrscheinlichkeit für eine Polarlichtsichtung liegt bei ca. 70° geomagnetischer Breite. Polarlicht tritt verstärkt in den Monaten um die Tag- und Nachtgleiche auf. Die geringste Polarlichtwahrscheinlichkeit besteht in der Zeit um die Sommersonnenwende und, etwas schwächer ausgeprägt, in der Zeit um die Wintersonnenwende [3, 4]. Wissenschaftler gehen heute davon aus, dass die permanente Sonneneinstrahlung oberhalb der sommerlichen Polregionen die Leitfähigkeit innerhalb der Ionosphäre erhöht und dadurch Polarlichtentstehung unterdrückt wird. In den Monaten März-April sowie September-Oktober ist auf 70° geomagnetischer Breite praktisch in jeder Nacht zumindest schwaches Polarlicht zu sehen, sofern es das Wetter erlaubt.

Gewöhnlich ist die aktive Polarlichtzone zu einem bestimmten Zeitpunkt asymme-



MICHAEL HUNNEKUH

Abb. 2: Flares können Auslöser von Polarlichtern sein. Der linke Bildteil zeigt einen Flare im H α -Licht am 30.4.2011. Ist eine solche Eruption in Richtung Erde ausgerichtet, können wenige Tage später intensive Polarlichtaktivitäten beobachtet werden.

trisch ausgeprägt. Bei senkrechtem Blick auf einen der geomagnetischen Pole zeigt sie ihre größte Ausdehnung auf dem sonnenabgewandten Teil der Linie, auf der der geomagnetische Pol und die Sonne liegen. An allen Punkten auf dem sonnenabgewandten Teil dieser Linie ist lokale magnetische Mitternacht. Zu diesem Zeitpunkt zeigt die aktive Polarlichtzone im Mittel auch ihre größte Aktivität. In der Regel

ist die Aktivität vor lokaler magnetischer Mitternacht stärker als danach. Auf der sonnenabgewandten Seite liegen die Ränder der Polarlichtzone etwas weiter vom geomagnetischen Pol entfernt, als auf der sonnenzugewandten. Für Beobachtungen in Nordeuropa bedeutet dies, dass die Polarlichtzone im Mittel kurz vor der lokalen Mitternacht ihre größte geomagnetische Südausbreitung und Aktivität zeigt.

Die 10 goldenen Regeln zur Polarlichtfotografie

1. Geduld und Vorbereitung sind mehr als der halbe Weg zum gelungenen Foto.
2. Aus einem frierenden wird schnell ein frustrierter Fotograf.
3. Die Bedienung aller notwendigen Kamerafunktionen bei Dunkelheit ggf. mit Handschuhen einüben.
4. viel probieren, viel fotografieren, viel selektieren – immer wieder neue Kameraeinstellungen testen
5. Ausrüstung und Experimentierfreude sind gleich wichtig.
6. immer die Kameraeinstellungen überprüfen und Testaufnahmen erstellen
7. nie ohne Ersatzbatterien für die Kamera
8. nie ohne Stativ und Stativadapter für die Kamera
9. nie ohne Ersatzspeicherkarte
10. Ein schönes Foto ist ein Erfolg, der Blick mit dem eigenen Auge ein unvergesslicher Genuss.

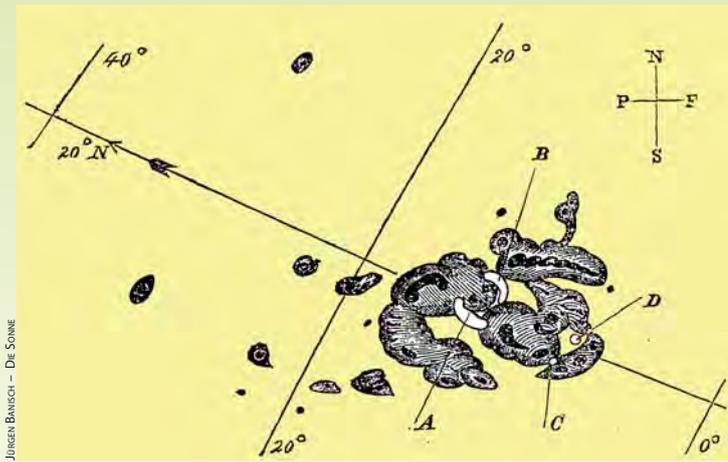


Abb. 3: Das von Carrington und Hodgson beobachtete Weißlichtflare vom 1.9.1859 löste intensive Polarlichter aus.

Magnetfelder, koronale Löcher und Massenauswürfe

Die Intensität des Polarlichtes in der Polarlichtzone wird im Wesentlichen von drei Faktoren beeinflusst: der Ausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes, koronalen Löchern auf der erd zugewandten Seite der Sonne und koronalen Massenauswürfen. Neben diesen Faktoren führen Neuverknüpfungen im sonnenabgewandten Teil des Erdmagnetfeldes zu kurzfristig stark erhöhter Polarlichtaktivität.

Bei einer Südausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes ist dieses dem Erdmagnetfeld entgegengesetzt ausgerichtet. In Folge dessen treten Teilchen aus dem Sonnenwind verstärkt über den Polregionen in die obere Erdatmosphäre ein und erhöhen die Polarlichtaktivität.

Koronale Löcher begünstigen den Abfluss großer Materiemenge aus der oberen Sonnenatmosphäre. Das lokale Magnetfeld ist in diesen Bereichen weit in den interplanetaren Raum ausgedehnt. Da die Driftbewegung geladener Teilchen der Ausrichtung von Magnetfeldern folgt, kommt es zu einem lokal enorm verstärkten Sonnenwind.

Koronale Massenauswürfe sind explosive Ereignisse in den interplanetaren Raum, die häufig im Zusammenhang mit Flares beobachtet werden. Wie im Falle eines Flares wird die Energiefreisetzung durch eine Neuverknüpfung magnetischer Feldlinien aus dem lokalen Magnetfeld gespeist. Teilchendichte und Geschwindigkeit innerhalb der ausgestoßenen Plasmawolke können deutlich höhere Werte als im ungestörten Sonnenwind annehmen und Schockfronten ausbilden. Im ungestörten Fall beträgt die Geschwindigkeit des Sonnenwindes etwa 400km/s. Bei einem koronalen Massenauswurf kann sie im Extremfall auf über 3000km/s ansteigen.

Ständige Sonnenüberwachung

Anders als im Zeitalter von Carrington und Hodgson wird die Sonne heute permanent von mehreren Satelliten beobachtet, so dass eine Vorhersage zur Aktivität und Ausdehnung der Polarlichtzone möglich ist. Die Ausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes, die Geschwindigkeit und Teilchendichte, sowie weitere Parameter des Sonnenwindes werden z.B. von den Satelliten Advanced Composition Explorer (ACE) und Solar And Heliospheric Observatory (SOHO) gemessen. Sie beobachten die Sonne in einer Entfernung von ca. 1,5 Millionen Kilometer zur Erde zwischen Erde und Sonne. Die für eine Polarlichtvorhersage relevanten Daten sind für jedermann frei verfügbar (vgl. Surftipps). Passiert die Plasmawolke eines koronalen Massenauswurfs diese Satelliten, so wird im Sonnenwind ein starker Anstieg der Teilchendichte sowie seiner Geschwindigkeit beobachtet. Aus der Geschwindigkeit lässt sich die ungefähre Ankunftszeit der Plasmawolke an der Erde bestimmen. Trifft sie auf das Erdmagnetfeld, so kann je nach Ausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes und Energieinhalt der Plasmawolke, also Teilchendichte und Geschwindigkeit, ein geomagnetischer Sturm ausgelöst werden. Elektronen und Protonen aus der Wolke treten in großer Anzahl über die Magnetosphäre in die Ionosphäre der Erde ein und führen zu einer verstärkten Aktivität und Ausdehnung der Polarlichtzone. Mit Hilfe der Satelliten Stereo A und B, die die Sonne aus verschiedenen Positionen beobachten, wird die Ausbreitung von koronalen Massenauswürfen nach ihrer Freisetzung dreidimensional verfolgt. Der Sonnenbeobachtungssatellit Solar Dynamic Observatory (SDO) kann koronale Löcher direkt durch eine Beobachtung im extremen ultravio-

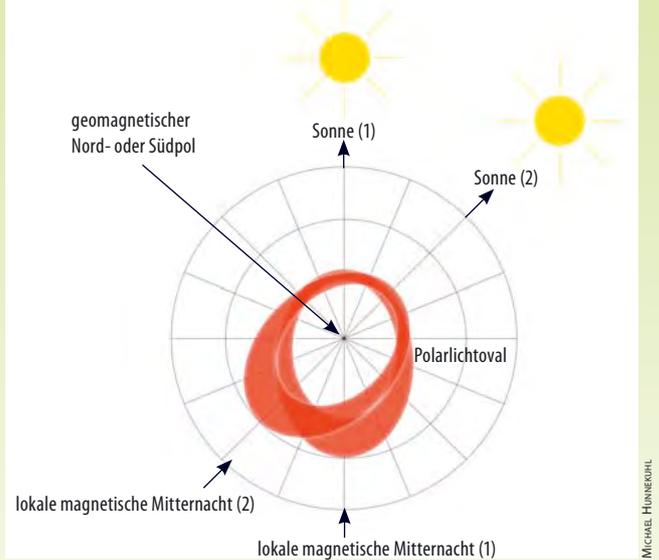


Abb. 4: Das Polarlichtoval. Liegen Beobachtungsort (Nachtseite), geomagnetischer Pol und Sonne auf einer Linie, so ist an diesem Ort lokale magnetische Mitternacht. Die polabgewandte Ausdehnung und Aktivität im Polarlichtoval ist maximal. Die Zone maximaler Ausdehnung und Aktivität wandert mit der Erdrotation.

letten Spektralbereich (9,4nm – 170nm) nachweisen. In den Aktivitätsminima des elfjährigen Sonnenzyklus sind diese Löcher auf die Polgebiete der Sonne beschränkt. Während aktiver Perioden können sie überall auf der Sonne auftreten. Ein weiteres Puzzelstück zur Polarlichtvorhersage liefert der amerikanische Wettersatellit GOES 15, der die Erde in einem geostationären Orbit umkreist. Dieser Satellit misst die von der Sonne abgestrahlte Röntgenstrahlung. Umso größer ein koronaler Massenauswurf ist, desto mehr Röntgenstrahlung wird freigesetzt. Die Werte der gemessenen Strahlungsintensität sind frei verfügbar und werden in Abständen von fünf Minuten aktualisiert (vgl. Surftipps).

Erdmagnetfeld und Kp-Index

Veränderungen in der Intensität des Sonnenwindes rufen Fluktuationen im Erdmagnetfeld hervor. Die horizontale Komponente der Magnetfeldänderung am Erdboden wird mit dem so genannten Kp-Index beschrieben. Aus den Messungen an mehreren Beobachtungsstationen weltweit, die im Abstand von drei Stunden veröffentlicht werden, wird ein planetarer Mittelwert, der Kp-Index, bestimmt. Dessen Wert steht in engem Zusammenhang mit der Polarlichtaktivität. Der Wert reicht von Kp=0, sehr schwache, bis Kp=9, sehr starke Polarlichtaktivität. Er gibt einen sehr wichtigen Hinweis auf die zu erwartende Aktivität und Ausdehnung des Polarlichtovals. Bis zu einem Kp-Index von 6 besteht, jeweils für eine bestimmte magnetische Lokalzeit, ein nahezu linearer Zusammenhang zwi-

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

Abb. 5: Blick auf ein strukturiertes Polarlichtband am Rande einer Polarlichtkorona. Als Polarlichtkorona wird Polarlicht im Zenit bezeichnet. 4.2.2011, 19:19 MEZ.

MICHAEL HUNNEKUH

schen Kp-Index und Ausdehnung [5]. Zur lokalen magnetischen Mitternacht reicht der Südrand des Ovals (nördliche Hemisphäre) etwa bis zum 56. geomagnetischen Breitengrad. Das entspricht in Nordeuropa etwa der Stadt Oslo in Norwegen. Ein Kp-Index von 4 führt zu einer Ausdehnung bis etwa zum 59., ein Kp-Index von 2 nur bis etwa zum 63. Breitengrad. Mit Hilfe einer interaktiven Internetseite der amerikanischen National Oceanic and Atmospheric Administration kann der geomagnetische Breitengrad für jede Position auf der Erde bestimmt werden (vgl. Surftipps). Erst sehr hohe Kp-Indexwerte führen zu einer Südausdehnung des Ovals bis über Deutschland.

Polarlichter treten in einer Höhe ab etwa 70km bis ca. 500km–700km, in seltenen Fällen auch darüber hinaus auf. Aufgrund ihres enormen Abstandes zum Erdboden sind sie bei entsprechend klaren Sichtverhältnissen daher schon aus sehr großer Entfernung zu beobachten. Die z.B. 100km hohe Unterkante eines Polarlichtes ist aus 700km Entfernung, je nach Temperaturverlauf in der unteren Atmosphäre, ca. 5° über dem Horizont zu sehen. D.h., ein solches Polarlicht über Oslo kann bei freier Horizontsicht und guten Sichtbe-

dingungen auch von der Nord- bzw. Ostseeküste Deutschlands fotografiert werden. Polarlichter können also bei einem Kp-Index von ungefähr 6 und höher im Norden und der Mitte Deutschlands fotografiert werden. Bei sehr starker Polarlichtaktivität ist es auch in der Schweiz, Österreich und weiter südlich zu beobachten.

Fotografie von Polarlichtern

Kameraauswahl

Die Fotografie von Polarlichtern ist mit einer Vielzahl von Kameramodellen möglich, sofern einige grundsätzliche Funktionen an dem gewählten Modell vorhanden sind. Vorteilhaft ist es, wenn alle Kamerafunktionen in einem manuellen Betriebsmodus individuell eingestellt werden können. Dies ist z.B. bei digitalen Spiegelreflexkameras (DSLR) der Fall. In der Regel erfordern Polarlichtaufnahmen Belichtungszeiten von mehreren Sekunden. Belichtungszeiten von mehr als 10s sollten daher in jedem Fall individuell einstellbar sein. Aufgrund der großen Höhe, in der Polarlicht auftritt, muss die Fokusposition am Objektiv immer fest auf unendlich eingestellt werden. In aller Regel kann die Autofokusfunktion einer Kamera für Po-

larlichtaufnahmen nicht verwendet werden, da Bildhelligkeit und Kontrast zu niedrig sind. Die optimale Fokusposition wird am besten am Tage an einem weit entfernten Objekt, z.B. einem Berg in mehreren Kilometern Entfernung, oder bei Nacht an einer sehr weit entfernten hellen Lichtquelle bzw. einem hellen Stern bestimmt. Die korrekte Fokuseinstellung sollte am Objektiv markiert werden. Häufig entspricht die Einstellmarkierung für sehr weit entfernte Objekte nicht der Position, die wirklich eingestellt werden muss, um eine scharfe Abbildung zu erzielen. Eine Kamera, bei der die Autofokusfunktion nicht deaktiviert werden kann, ist für Polarlichtaufnahmen ungeeignet. Auch die automatische Einstellung der Belichtungszeit versagt in aller Regel. Der Wert muss manuell vorgegeben werden. Im Falle einer Kompaktkamera muss auch die Blitzfunktion manuell ausgeschaltet werden.

Kameraeinstellungen

Es erfordert sehr viel Erfahrung anhand der visuellen Polarlichthelligkeit Kameraeinstellungen zu wählen, die sofort zu der gewünschten Aufnahmehelligkeit führen. Digitalkameras bieten hier gegenüber analogen Kameras den entscheidenden Vorteil,



MICHAEL HUNNEKUH

Checkliste zur Polarlichtfotografie

1. Welche Sicht- und Witterungsverhältnisse erwarte ich?
 - Polarlichtaktivität
 - Sichtbedingungen
 - Temperatur
 - Wind
2. Ist die Ausrüstung vollständig und passend gewählt?
 - Kamera + Objektiv
 - Stativ und Kamerastativadapter
 - Kamerabatterie und Ersatzbatterien
 - Speicherkarte und Ersatzspeicherkarte
3. Sind die Kameraeinstellungen richtig?
 - Kamera ist auf manuellen Modus (M) eingestellt
 - Objektivfokus ist manuell auf unendlich gestellt
 - Blitz ist aus
 - Bilder werden, wenn möglich, im RAW-Format gespeichert
 - Fernauslöser ist angeschlossen
 - Batterieladestand ist überprüft
 - Freies Speichervolumen der Speicherkarte ist überprüft
 - Objektivblende ist auf möglichst kleinen Wert eingestellt
 - Einstellung der ISO-Empfindlichkeit ist überprüft
 - Einstellung der Belichtungszeit ist überprüft

dass jede Aufnahme im Anschluss sofort auf korrekte Belichtung und auch SchärfEinstellung überprüft werden kann. Die Aufnahmehelligkeit wird durch die Blendeneinstellung, Belichtungszeit und der

Aufnahmeempfindlichkeit, dem ISO-Wert, bestimmt. Grundsätzlich sollte mit möglichst weit geöffneter Blende, also einer kleinen Blendenzahl fotografiert werden, da so das meiste Licht pro Zeit aufgefan-

gen wird. Je nach verwendetem Objektiv ist hier jedoch ein Kompromiss zwischen Bildschärfe und notwendiger Belichtungszeit zu finden. Einerseits nimmt die Bildschärfe bei einer Vielzahl von Objektiven, insbesondere in den Randbereichen des Bildes, mit abnehmender Blendenzahl ab. Andererseits sinkt die notwendige Belichtungszeit mit dem Quadrat der Blendenzahl. Wird also die Blendenzahl bei konstanter Brennweite um den Faktor 2, z.B. von 4 auf 2 reduziert, so sinkt die notwendige Belichtungszeit um den Faktor 4. Sofern die Abbildungsqualität den persönlichen Anforderungen genügt und das Objektiv es gestattet, sollten Blendenwerte von 3,5 oder geringer eingestellt werden. Mit größeren Blendenwerten kann selbstverständlich auch fotografiert werden. Diese erfordern lediglich etwas längere Belichtungszeiten.

Objektivbrennweiten

Die Aufnahmebrennweite sollte nicht zu groß gewählt werden. Brennweiten von 10mm bis 20mm führen bei Belichtungszeiten von 20s noch zu nahezu punktförmigen Sternabbildungen im Hintergrund des Polarlichtes. Je kleiner die Brennweite, desto größer ist der abgebildete Himmelsausschnitt. Andererseits nehmen die

Abb. 6: Dynamisches Polarlicht. Details innerhalb schnell bewegter Polarlichter sind nur mit Belichtungszeiten von weniger als 3s zu erfassen. 4.2.2011, 19:20 MEZ und 19:27 MEZ.



MICHAEL HÜNNEKUH

Bildfeldverzerrungen in der Regel mit abnehmender Brennweite zu. Weitwinkelobjektive in diesem Brennweitenbereich erlauben einen guten Kompromiss zwischen Bildfeldgröße und Bildverzerrung. Für eine Vielzahl von Objektiven gilt, dass die Abbildungsqualität mit steigendem Zoombereich abnimmt, oder, je nach eingestellter Brennweite, stark variiert. Objektive mit fester Brennweite oder kleinem Zoombereich zeigen meist – aber nicht grundsätzlich – bessere Abbildungsqualitäten als Objektive mit großem Zoombereich. Vor dem Kauf eines teuren Objektivs sollten verschiedene Testberichte verglichen werden. So genannte Fish-Eye-Objektive mit Brennweiten unter 10mm ermöglichen es fast den gesamten Himmel abzubilden. Nur mit diesen Objektiven lässt sich weit ausgedehntes Polarlicht in seiner Gesamtheit abbilden. Aufnahmen in diesem Brennweitenbereich zeigen aber sehr starke Bildfeldverzerrungen.

Belichtungszeiten

Es ist verlockend mit größtmöglicher Empfindlichkeit, also großem ISO-Wert, zu fotografieren. Der ISO-Wert bestimmt die kamerainterne Verstärkung der Bildhelligkeit. Große Werte führen zu einer starken Bildaufhellung und damit zu kurzen Belichtungszeiten. Gleichzei-

tig wird jedoch auch das Bildrauschen erhöht. Auch hier ist ein Kompromiss zwischen Belichtungszeit und ISO-Wert zu wählen, der durch die Rauschcharakteristik des verwendeten Kameramodells bestimmt wird. Manuell einstellbare, digitale Kompaktkameras erlauben ISO-Werte zwischen 400 und 800. Bei modernen DSLRs können ISO-Werte von 1600 und mehr bei Belichtungszeiten von über 10s verwendet werden. Das verbleibende Bildrauschen ist so gering, dass es durch einfache Bildbearbeitungsschritte fast vollständig eliminiert werden kann. Hierzu wird die Bildgröße reduziert und das Bildrauschen mit einer geeigneten Bildbearbeitungssoftware gefiltert. Hervorragende Ergebnisse liefert hier z.B. das Programm Neat Image. Dieses Programm ist mit reduziertem Funktionsumfang frei verfügbar.

Stativ

Die Kamera sollte zur Polarlichtaufnahme auf einem Stativ befestigt sein, dessen Tragfähigkeit dem Kameragewicht angepasst ist. Es empfiehlt sich ein Stativ zu wählen, dessen vom Hersteller angegebene Tragfähigkeit deutlich über dem Gewicht von Kamera plus Objektiv liegt. Sofern für das verwendete Kame-

ramodell verfügbar, sollte zusätzlich ein Funk- oder Drahtfernauslöser verwendet werden. Hierdurch werden Verwacklungen, die durch das Betätigen des Auslösers hervorgerufen werden, vermieden. Ist ein solcher Auslöser nicht verfügbar, so sollte der Selbstauslöser der Kamera zur Aufnahme verwendet werden. Dieser ist bei den allermeisten Kameramodellen vorhanden. Das Hochklappen des Spiegels beim Auslösen kann bei einer DSLR zu leichten Verwackelungen führen. Durch eine Spiegelvorauslösung wird dieser Effekt stark reduziert. Das Öffnen des mechanischen Verschlusses führt jedoch auch in diesem Fall zu einer leichten Vibration. Optimale Bildschärfe erzielt man, wenn im Live-View-Modus ausgelöst wird, da der Spiegel vor der Auslösung bereits hochgeklappt und der Verschluss auch schon geöffnet ist (vgl. Technikwissen, interstellarum 75).

Bei der Aufnahme schwacher Polarlichter mit Belichtungszeiten von deutlich über 10s kann dagegen direkt an der Kamera ausgelöst werden, sofern keine hellen Lichtquellen (Häuser oder Straßenbeleuchtungen) im Bildfeld erscheinen. Die Dauer der Auslöseerschütterung ist klein gegen die Gesamtbelichtungsdauer und die verursachte Unschärfe kaum sichtbar.

Abb. 7: Blick in südlicher Richtung auf das durch den Zenit laufende Polarlichtband. Links neben dem Polarlicht ist eine Aufhellung durch das Licht der Stadt Tromsø zu sehen, 15.2.2007, 1:07 MEZ.



MICHAEL HUNNEKÜHL

UV-Sperrfilter

Objektive werden vielfach mit aufgeschraubten UV-Sperrfiltern verwendet. In der Tageslichtfotografie sind diese Filter überaus sinnvolle Hilfsmittel, da sie ultraviolette Licht reflektieren, das ansonsten die Bildschärfe reduzieren könnte. Darüber hinaus schützen sie möglicherweise sehr teure Objektive vor Kratzern auf der Frontlinse. Für den sichtbaren Spektralbereich sind diese Filter hoch transparent und entspiegelt. Bei unzureichender Qualität der Filterentspiegelung oder aber der Entsiegelung auf der Frontlinse im Objektiv tritt bei langbelichteten Polarlichtaufnahmen ein deutlich sichtbares Artefakt in der Bildmitte auf. Wird z.B. grünes Polarlicht fotografiert, so zeigt die Bildmitte eine Reihe grüner konzentrischer Ringe. Es handelt sich hierbei um so genannte Newton'sche Ringe, die aus einer Interferenz des zwischen Filter und Objektivlinse reflektierten Lichts entstehen. Treten diese Ringe in einer langbelichteten Aufnahme auf, so sollte der Filter für die Dauer der Polarlichtaufnahme entfernt werden.

Polarlichtfotografie in Deutschland

Bei einer Polarlichtbeobachtung aus Deutschland sollte der Beobachtungsort eine freie Nordsicht gewährleisten. Gerade bei schwachem Polarlicht, das visuell nur als farblose Aufhellung oder in Form von

strahlenförmigen Strukturen am Horizont erscheint – auf lang belichteten Fotografien aber farbig –, ist es sehr wichtig, störende Lichtquellen in der Umgebung zu meiden. Mit einem 20s bis 30s belichteten Testfoto bei hoher Aufnahmeempfindlichkeit kann eine ungewohnte Aufhellung am Nordhorizont schnell als Polarlicht identifiziert werden. Zeigt die Aufhellung auf dem Foto eine grünliche oder tiefrote Färbung, so handelt es sich in aller Regel um Polarlicht. Orange-rote oder weißliche Färbungen entstammen künstlichen Lichtquellen.

Polarlichtfotografie in Skandinavien

In den Phasen schwacher Sonnenaktivität ist Polarlicht in Deutschland, der Schweiz und Österreich nur selten und dann meist schwach zu sehen. Eine mehr tägige Polarlichtsichtbarkeit ist auch in den Zeiten starker Sonnenaktivität selten im deutschen Sprachraum. Für eine gezielte Polarlichtbeobachtung bietet sich daher eine Reise in den Norden Skandinaviens an. Neben der geographischen Lage begünstigt die dünne Besiedlungsdichte in dieser Region Europas die Polarlichtfotografie. Die Himmelsaufhellung durch künstliche Lichtquellen ist außerhalb geschlossener Ortschaften sehr gering und die Dunkelphasen von Herbst bis in den Spätwinter hinein sehr lang. Während mehrerer Fahrten auf den Schiffen der Hurtigruten

konnte der Autor Polarlichter an der Küste Norwegens beobachten und fotografieren.

Himmelsfotografie auf einem fahrenden Schiff ist, im Falle der Polarlichtbeobachtung, kein Widerspruch. Wenn Polarlicht bei kleinen Wellenbewegungen von einem großen und stabilisierten Schiff mit wenigen Sekunden Belichtungszeit und kurzbrennweitigem Objektiv fotografiert wird, sind die Sterne im Hintergrund nahezu scharf. Dem Autor gelangen viele solcher Aufnahmen, in einigen Fällen mit Belichtungszeiten von über 15s. Diese Bedingungen sind, je nach Windverhältnissen und Polarlichtaktivität, hinter vorgelagerten Inseln und in Sunden gegeben. Nur ein Teil der Route der Hurtigruten führt über das offene Meer. Belichtungszeiten von über 15s führen jedoch auch bei günstigen Bedingungen meist zu unscharfen Sternabbildungen und einer leicht verwaschenen Struktur des Polarlichts. Allerdings führt die Eigendynamik des Polarlichtes bei so langen Belichtungszeiten ebenso zu einem Verschwimmen feinerer Strukturen darin, unabhängig von der Schiffsbewegung. Dieser Effekt ist oftmals größer als die durch die Schiffsbewegung hervorgerufene Unschärfe. Eine Aufnahme vom Schiff unterscheidet sich dann von derjenigen, die von Land aufgenommen wurde, im Wesentlichen nur in den etwas unscharfen Sternabbildungen im Hintergrund des Polarlichtes und der in Schiffsnähe vorbeiziehenden Landschaft.

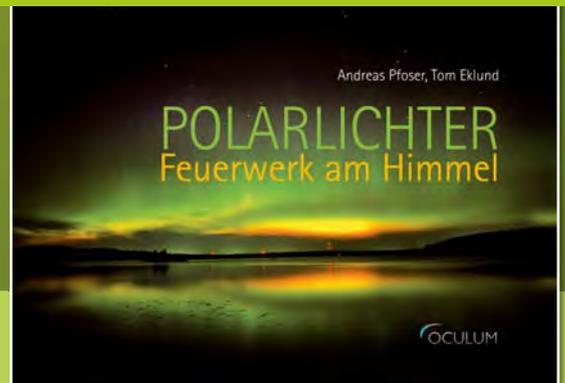
Abb. 8: Intensive Polarlichter zeigen an der Unterkante eine violette Färbung. Die Farbe entsteht durch Anregung von ionisiertem, molekularem Stickstoff. 27.11.2008, 22:11 MEZ.

MICHAEL HÜNNEKUHLE

Buchtipps

POLARLICHTER – FEUERWERK AM HIMMEL

Der großformatige Bildband mit ausführlicher Erklärung der Entstehung. 168 Seiten, Hardcover, 21cm x 30cm, durchgehend farbig, ISBN 978-3-938469-46-0, 39,90€



Grün ist in hohen geographischen Breiten die dominierende Farbe des Polarlichtes. Mit zunehmender Intensität ist eine gelblich-grüne Färbung zu beobachten. Obwohl die Wellenlänge dieser Polarlichtfarbe schon in den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts bekannt war, wurde ihre physikalische Natur erst im Jahre 1925 entschlüsselt [6]. Auf einer geographischen Breite von etwa 70° ist auch bei schwacher Sonnenaktivität das Wetter der wesentliche Faktor, der darüber entscheidet ob innerhalb einer Nacht Polarlicht zu sehen ist oder nicht. Auf dem Breitengrad von Tromsø in Nordnorwegen lassen sich nahezu alle Formen des Polarlichtes fotografieren. Polarlicht kann in jeder Himmelsrichtung und im Zenit auftreten. An die Grenzen des technisch Machbaren stößt der Fotograf bei der Aufnahme schnell bewegter Polarlichtvorhänge innerhalb des aktiven Polarlichtovals. Diese zum Teil hochdynamischen Strukturen können im Sekundentakt pulsieren. Räumlich eng begrenzte Strahlen wandern durch die bewegten Polarlichtschleier. Um diese Strukturen fotografisch in ihrem ganzen Detailreichtum zu erfassen, wären Belichtungszeiten von weniger als einer Sekunde nötig. Dies ist eine enorme technische Herausforderung, die auch mit bester Kamertechnik nur in Ausnahmefällen bei

extrem hellen Polarlichtereignissen zu realisieren ist.

Fazit

Noch vor wenigen Jahrzehnten war Polarlichtfotografie nur durch die Wahl eines Beobachtungsortes innerhalb der zentralen Polarlichtzone einigermaßen sicher planbar. Die technische Ausrüstung war teuer und gute Bildqualität konnte nur durch große, sehr zeitintensive Erfahrung erzielt werden. Heutige Digitalkameras, insbesondere digitale Spiegelreflexkameras, haben einen so hohen Qualitätsstandard erreicht, dass es jedem Amateur möglich ist, die Formen und Farben des Polarlichts festzuhalten, das Bildergebnis sofort zu kontrollieren und durch neue Aufnahmen schnell zu verbessern. Zufriedenstellende Ergebnisse können so in sehr kurzer Zeit erreicht werden. Über das Internet hat der Amateur darüber hinaus Zugang zu aktuellen Daten der Sonnen- und Erdmagnetfeldbeobachtung. Aus diesen Daten lassen sich mit einer Vorwarnzeit von wenigen Stunden oder Tagen Prognosen zur Polarlichtaktivität und Ausdehnung ableiten, ein ganz entscheidender Gewinn bei der Beobachtungsplanung in Regionen, in denen das Polarlicht nicht zu den tagtäglichen Naturschauspielen gehört.

- [1] Chernouss, S.A., Starkov, G. V., Yevlashin, L. S.: World first complex optical instrumental observations of aurora in the Arctic in 1899–1900, *Annales Geophysicae* 23, 1523 (2005)
- [2] Pfoser, A., Eklund, T.: *Polarlichter – Feuerwerk am Himmel*, Oculum-Verlag, Erlangen (2011)
- [3] Newell, P. T. et al.: OVATION: Oval variation, assessment, tracking, intensity, and online nowcasting, *Annales Geophysicae* 20, 1039 (2002)
- [4] Barth, C. A., Baker, D. N., Bailey, S. M.: Seasonal variation of auroral electron precipitation, *Geophysical Research Letters* 31, L04809 (2004)
- [5] Carbary, J. F.: A Kp-based model of auroral boundaries, *Space Weather* 3, S10001 (2005)
- [6] Kragh, H.: The green line: A chapter in the history of auroral physics, *Astronomy & Geophysics* 50, 5.25 (2009)

Surftipps

Solar Dynamic Observatory SDO:
sdo.gsfc.nasa.gov
 Solar And Heliospheric Observatory SOHO:
sohowww.nascom.nasa.gov
 Polarlichtvorhersage: www.meteoros.de/polar/polwarn.htm
 Polarlichtvorhersage:
www.spaceweather.com
 Geomagnetische Koordinaten:
www.swpc.noaa.gov/Aurora/index.html#kpmaps

GRENZ- beobachtungen

Seltene Konstellationen der kleinen Monde im Sonnensystem

VON BERND GÄHRKEN

Unser eigener Mond ist sicher das Objekt, das jeder Anfänger mit seinem neu erworbenen Teleskop als erstes einstellt. Die Kraterlandschaften bieten selbst mit dem kleinsten Gerät einen beeindruckenden Anblick. Auch die vier großen Monde des Jupiters und die hellsten Monde des Saturn werden gerne aufgesucht. Für die meisten Amateurastronomen ist damit das Thema »Monde im Sonnensystem« abgehakt und man wendet sich den Deep-Sky-Objekten zu, deren Zahl in die Tausende geht. Doch die Monde des Sonnensystems sind für den Amateur ein vielfältigeres und reichhaltigeres Ziel, als oft vermutet wird. Die in den letzten Jahren zunehmende Verbreitung der Video- und CCD-Technik in der Astronomie sowie die immer erschwinglicheren größer werdenden Optiken erlauben heute Beobachtungen die noch vor einem Jahrzehnt undenkbar gewesen sind.

Phobos und Deimos

Auch wenn sich technisch in den letzten Jahren viel verändert hat, manche Dinge ändern sich nie. So sind Nächte mit ruhiger Luft für Grenzbeobachtungen bei kleinen Monden im Sonnensystem immer noch wichtig. Hier hilft nur Geduld oder Reisen. Ein schönes Beispiel dafür sind die Marsmonde **Phobos** und **Deimos**. Während Phobos bei der Perihel-Opposition 2003 knapp 10^m überschritt und Deimos 11^m erreichte, wird die Helligkeit der Minimonde während der nächsten Opposition am 3.3.2012 nur bei 11^m:6 und 12^m:7 liegen. Leider hat Mars während einer Perihel-Opposition stets eine negative Deklination und kommt in unseren Breiten kaum 30° über den Horizont. Anders ist das in den Ländern auf der Südhalbkugel. In Namibia steht er zu dieser Zeit fast im

Zenit. Von dort gibt es glaubhafte Sichtungen der Marsmonde mit Geräten unter sechs Zoll Öffnung. Mit größeren Geräten sind die beiden Monde bei guten Seeing geradezu einfach. Mit einem 14"-SCT war es 2003 möglich Phobos noch bei einem Planetenabstand von weniger als 10" visuell zu erkennen. Fotografisch konnte er 2003, mit einer einfachen unmodifizierten Webcam aufgenommen werden (Abb. 1). Auffällig ist dabei der Lichtwechsel des Minimondes. Er besitzt die Form einer Kartoffel, deren Spitze bei gebundener Rotation immer auf den Planeten zeigt. In größter Elongation blickt man also auf die Breitseite von Phobos, während man bei abnehmender Elongation immer mehr auf seine schmale Seite schaut und er an Helligkeit verliert.

Deimos ist zwar eine Magnitude schwächer als Phobos, hat aber einen dreimal

Abb. 1: Dank moderner CCD-Technik lassen sich kleine Monde im Planetensystem auch mit Amateurmitteln ablichten. Gutes Seeing und gute Transparenz bei streulichtarmer Optik sind die Grundvoraussetzungen dafür. Die Marsmonde Deimos (links) und Phobos (rechts) am 28./29.8.2003. Mehrere Aufnahmen in einem Zeitraum von 64 Minuten wurden kombiniert und der überbelichtete Planet im Zentrum durch ein maßstabgerechtes Inset ersetzt. 14"-SCT, ToUCam 740 (Namibia).



BERND GÄHRKEN

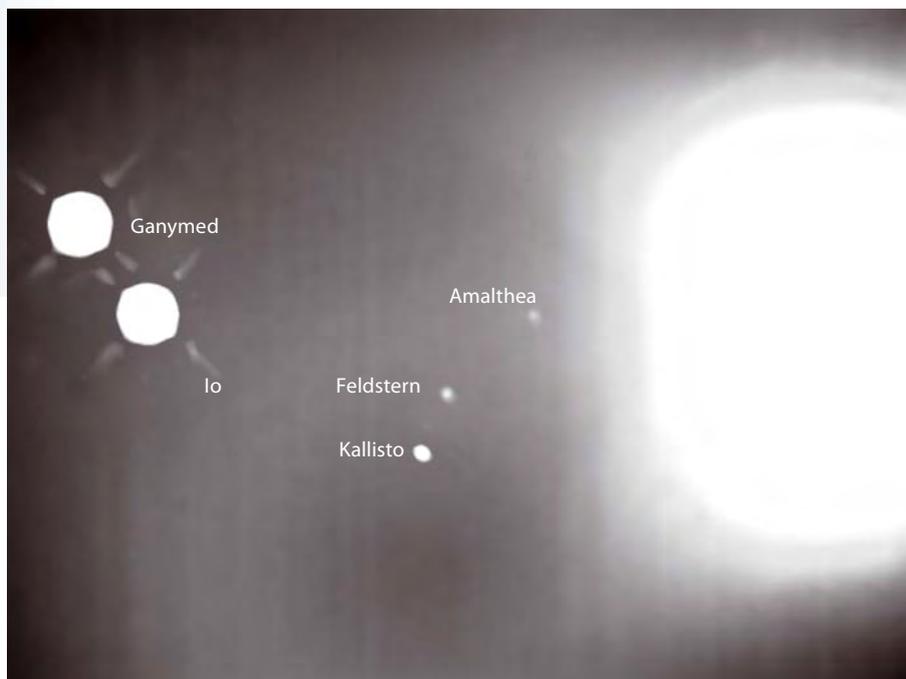
Abb. 2: Vier Jupitermonde am 21.8.2010 um 3:36 UT. Links Ganymed und Io, rechts davon bilden von unten nach oben Kallisto im Kernschatten, ein Feldstern und Amalthea eine Dreierkette. Ganz rechts ist Jupiter als überbelichtete weiße Fläche zu erkennen. 31,5"-Teleskop der VSW München bei 8000mm, ToUCam 740.

mit einer CCD-Kamera. Dabei kann man sich durchaus noch innovative Ziele setzen. So sind z.B. Verfinsterungen von Deimos von Amateuren kaum dokumentiert, obwohl sie geometrisch gut nachweisbar sein sollten. Ephemeriden dazu sind in den normalen Jahrbüchern nicht zu finden, so dass man sich auf Simulationen mit Planetariumsprogrammen verlassen muss, die aber oft eine große Ungenauigkeit besitzen. Nützlich ist manchmal der Abgleich mit den Positionsdaten des Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides (IMCCE) oder des HORIZONS Web-Interface des Jet Propulsion Laboratory (vgl. Surfipps). Damit kann man zumindest den Zeitfehler in den Planetariumsprogrammen gut abschätzen.

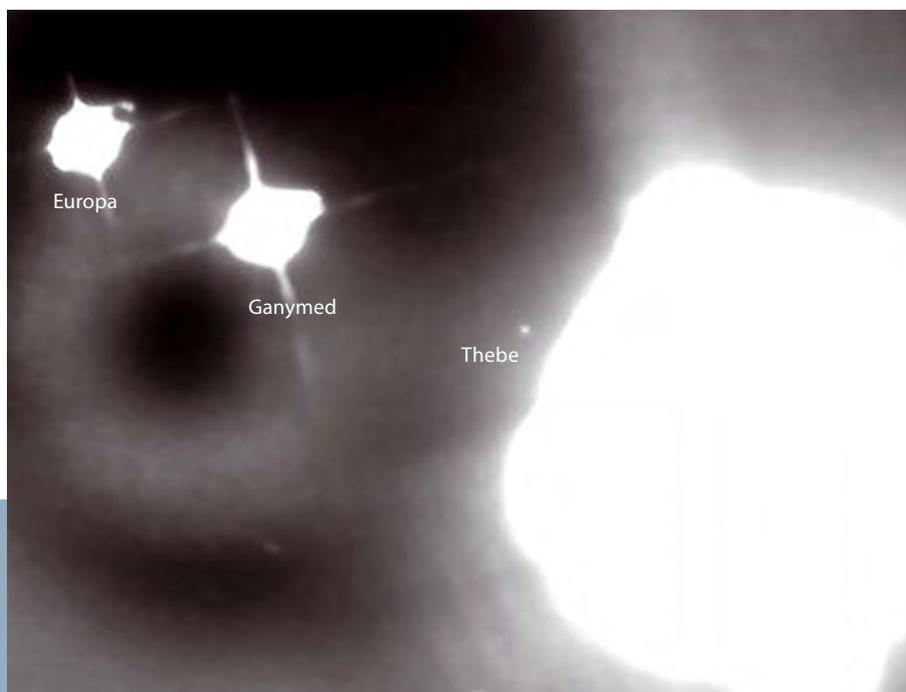
Jenseits der Galileischen Monde

Probleme bei der Datenbeschaffung hat man auch bei den Minimonden des Planeten Jupiter. Hier sind das HORIZONS Web-Interface und die Seite des IMCCE ebenfalls eine gute Anlaufstelle. Die vier hellen Monde und ihr interessantes Schattenspiel sind wohl jedem Amateur bekannt. Jupiter V ist der nur 14^m helle Mond **Amalthea**. Amalthea läuft innerhalb der Io-Bahn und entfernt sich nie weit von seinem Mutterplaneten. Er wurde 1892 von Emerson Barnard visuell entdeckt. Angesichts des Helligkeitsunterschiedes zum Gasriesen von 17 Größenklassen ist die visuelle Entdeckung heute eine fast unglaubliche Meisterleistung. Barnard verwendete einen 36"-Refraktor. Entsprechend sind visuelle Sichtungen von Amateuren kaum bekannt. Auch fotografisch ist Amalthea schwer zu knacken. Ohne Filter ist bestes Seeing und beste Transparenz eine zwingende Voraussetzung. Dass es möglich ist, zeigt Abb. 2. Diese Webcamaufnahme vom 21.8.2010 zeigt zugleich Kallisto im Kernschatten des Jupiters und die 14^m helle Amalthea.

Neben Amalthea sind noch drei weitere kleine Monde innerhalb der Io-Bahn bekannt. Sie wurden allesamt erst durch die Voyager-Raumsonden entdeckt. Nach Amalthea ist Thebe mit 16^m der hellste Vertreter. **Thebe** ist auch als Jupiter XIV regis-



BERND GÄHRKEN



BERND GÄHRKEN

Abb. 3: Jupitermond Thebe am 29.7.2009. 31,5"-Spiegel der VSW München bei 8000mm, DSI-3, 10x2min, 50nm-Methanbandfilter.

triert und umrundet den Riesenplaneten in nur 16,2 Stunden. Es gibt von professioneller Seite nur eine handvoll terrestrischer Bilder zur Bahnbestimmung. Dabei wurden große Teleskope, IR-Sensoren und aufwändige Blendkonstruktionen verwendet [1, 2]. Doch es gibt einen Trick, mit dem inzwischen auch ein erstmaliger Nachweis mit Amateur-Ausrüstung möglich war: Man beobachtet mit einem Methanbandfilter mit 50nm Halbwertsbreite. Dieser Filter schwächt Thebe zwar um etwa 4^m , doch Jupiter verliert wegen der Methan-Absorptionsbanden deutlich mehr an Helligkeit, was den Kontrast zum Mond ver-

bessert. Ein Pluspunkt ist, dass Thebe durch Schwefelübertrag von Io sehr rot ist [3]. Dadurch gewinnt der Mond etwas im infraroten Spektralbereich. Am 29.7.2009 passten Seeing, Transparenz und Position des Mondes und es gelang tatsächlich, den nur 99km großen Brocken mit dem 32-Zöller der Volkssternwarte München nachzuweisen (Abb. 3). Die Position und die Bewegung des Mondes stimmten exakt mit den Daten des IMCCE überein.

Neben den Minimonden innerhalb der Io-Bahn gibt es auf weit außen liegenden Bahnen auch noch einige kleine Asteroidenmonde, die sich in mehrere Gruppen



Abb. 4: Strichspur des Jupitermondes VII Elara innerhalb von 23 Minuten am 2.9.2010. 31,5"-Teleskop der VSW München bei 8000mm, DSI-3.

aufspalten. Die bekannteste Gruppe ist die Himaliagruppe, die schon vor 100 Jahren entdeckt wurde und Jupiter in 11 Mio. (!) Kilometer Abstand umrundet.

Der Namen gebende Mond **Himalia** erreicht eine Helligkeit von 14^m6 und ist auch als Jupiter VI bekannt. Wegen seiner großen Entfernung zum Jupiter ist Himalia unter gutem Himmel schon in Geräten ab 12" Öffnung visuell zu erkennen und relativ einfach zu fotografieren (Abb. 4). Letzteres gilt auch für das zweithellste Mitglied der Himalia-Gruppe, den Mond **Elara**, der als Jupiter VII gelistet ist. Der Mond hat nur 86km Durchmesser und 16^m3 Helligkeit. Dieser Mond dürfte visuell nur in Großgeräten beobachtbar sein. Jupiter besitzt weit draußen noch sechs weitere Asteroidenmonde, die heller sind als 20^m und im Vor-Raumsondenzeitalter von der Erde aus entdeckt wurden. Sie alle dürften heute für erfahrene CCD-Fotografen erreichbar sein.

Durchgänge und Schattenwürfe im Saturnsystem

Momentan hat Jupiter 50 offiziell benannte Monde und wird nur knapp von Saturn mit 54 Monden überrundet. Beide Planeten haben jedoch weitere Kandidaten in Reserve, die allerdings bislang nur einen Zifferncode als Namen besitzen. Saturn hat sicher das komplexeste Mondsystem mit der ausgefallensten Bahndynamik. Die fünf hellen Monde **Titan**, **Rhea**, **Japetus**, **Tethys** und **Dione** sind schon mit kleinen Teleskopen zu erkennen. Enceladus ist schon etwas anspruchsvoller, da er mit 11^m5 häufig vom hellen Saturnring überstrahlt wird. Darunter hat auch der 12^m8 helle **Mimas** zu leiden. Dass diese beiden Monde nicht ganz leicht zu beobachten sind, zeigt sich auch daran, dass **William Herschel** sie erst zwei Jahre nach den Uranusmonden **Titania** und **Oberon** entdeckt hat.

Die Sichtbarkeit der Saturnmonde ist stark von der Stellung des Saturnringes abhängig. Während des fast 30-jährigen Umlaufs des Planeten um die Sonne blickt man von der Erde aus zweimal auf die Kante des Ringsystems. Für wenige Wochen verschwindet der Ring fast vollständig und es können die schwachen planetennahen Monde leichter fotografiert werden. Das letzte Mal war dies im August 2009 der Fall, zu einer Zeit als der Planet von uns aus gesehen fast genau hinter der Sonne stand. In den zwei Jahren zuvor und danach kann-

Schwache Monde im Sonnensystem¹

Mond	Planet	Durchmesser	Helligkeit	Umlaufperiode	max. Abstand	Kommentar
Phobos	Mars	18,6km × 22,2km × 26,6km	11 ^m 6	7 ^h 39,2 ^{min}	33"	visuell für Amateure erreichbar
Deimos	Mars	10,9km × 12,4km × 15,0km	12 ^m 7	1,2624d	80"	visuell für Amateure erreichbar
Amalthea	Jupiter	262km × 146km × 134km	14 ^m 1	11 ^h 57,4 ^{min}	59,4"	–
Thebe	Jupiter	55km × 55km × 45km	15 ^m 7	16 ^h 11,3 ^{min}	72,8"	Methanbandfilter
Himalia	Jupiter	170km	14 ^m 8	250,1d	1,11°	Himalia-Gruppe
Elara	Jupiter	80km	16 ^m 8	259,1d	1,13°	Himalia-Gruppe
Titan	Saturn	5150km	8 ^m 3	15,945446d	3' 29"	Verfinsterungen, Schattenwürfe, Durchgänge
Rhea	Saturn	1528km	9 ^m 7	4,517503d	1' 30"	Verfinsterungen, Schattenwürfe, Durchgänge
Dione	Saturn	1120km	10 ^m 4	2,74d	65"	Verfinsterungen, Schattenwürfe, (Durchgänge)
Tethys	Saturn	1071,2km × 1056,4km × 1051,6km	10 ^m 3	1,8878d	51"	Verfinsterungen, Schattenwürfe und Durchgänge
Helene	Saturn	32km	17 ^m	2,74d	65"	Trojanermond, im selben Orbit wie Dione
Calypso	Saturn	30km × 16km × 16km	18 ^m 5	1,8878d	50"	Trojanermond, im selben Orbit wie Thetis
Telesto	Saturn	30km × 25km × 15km	18 ^m	1,8878d	50"	Trojanermond, im selben Orbit wie Thetis
Miranda	Uranus	480,8km × 468,4km × 465,8km	16 ^m 5	1,413479d	10"	Methanbandfilter
Nereid	Neptun	340km	18 ^m 7	360,135d	4' 24"	–
Charon	Pluto	1186km	16 ^m 8	6,387d	0,9"	Mond eines Zwergplaneten

¹ Daten vom IMCCE

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



Abb. 5: Titan-Durchgang in Yulara, Australien, am 1.5.2010 um 10:11, 10:44 und 11:41 UT. 5"-Newton, 5x-Barlowlinse, ToUCam 740.

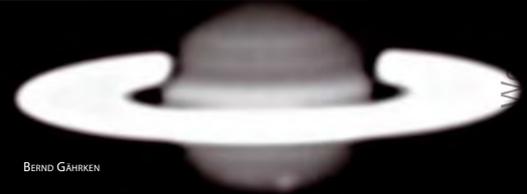


Abb. 6: Der Schatten Rheas vor Saturn am 7.5.2010. 5"-Newton, 5x-Barlowlinse, ToUCam 740.



Abb. 7: Doppelschattenwurf von Tethys und Dione am 24.4.2010 um 22:06 und 22:22 UT. 31,5"-Spiegel der VSW München bei 8000mm, ToUCam 740, IR-Pass-Filter.

Abb. 8: Tethys-Durchgang vor Saturn am 12.4.2007 um 21:15 UT. 31,5"-Spiegel der VSW München bei 8000mm, Mintronkamera, 7nm-Methanbandfilter.



BERND GAHRKEN

Abb. 9: Saturnmonde Calypso und Helene sowie der E-Ring am 4.2.2009 um 4:30 UT. Das Inset des Saturn ist maßstabsgerecht. 31,5"-Spiegel der VSW München bei 8000mm, DSI-3.



Helene

E-Ring

Calypso

te man bei den Saturnmonden Verfinsterungen, Schattenwürfe und Durchgänge beobachten. Ähnliche Effekte kennt man von den Jupitermonden, doch beim Saturn sind sie ungleich schwerer nachzuweisen. Am einfachsten wäre dies beim Riesenmond Titan, doch leider waren Verfinsterungen, Schattenwürfe und Durchgänge bei Titan in den Jahren 2009 und 2010 von Europa aus komplett unbeobachtbar. Der Grund liegt in einem kuriosen Zufall: Die Umlaufzeit des Titans steht fast exakt in einem ganzzahligen Verhältnis zu einem irdischen Sterntag. Dadurch waren alle Bedeckungen, Verfinsterungen und Schattenwürfe nur von Ostasien und Australien aus zu sehen. Die Schattenspiele des

Titans sind selten. Zuletzt waren sie 1995 zu beobachten.

Die nächste Möglichkeit, Saturnmondereignisse zu beobachten, ergibt sich erst wieder 2024. Um die seltene Chance nicht zu verpassen, wurde 2010 eine Reise nach Australien organisiert. Abbildung 5 zeigt den Durchgang des Titan vor der Saturnscheibe, Abb. 6 zeigt einen Schattenwurf des Mondes Rhea. Der Nachweis des Rheaschattens erfolgte mit nur 130mm Öffnung und war eine echte Überraschung! Hier kann man gut erkennen, dass Kontrast und Seeing oft entscheidender sind als eine große Öffnung. Nach Titan und Rhea sind Dione und Tethys die nächstgrößeren Saturnmonde. Auch hier

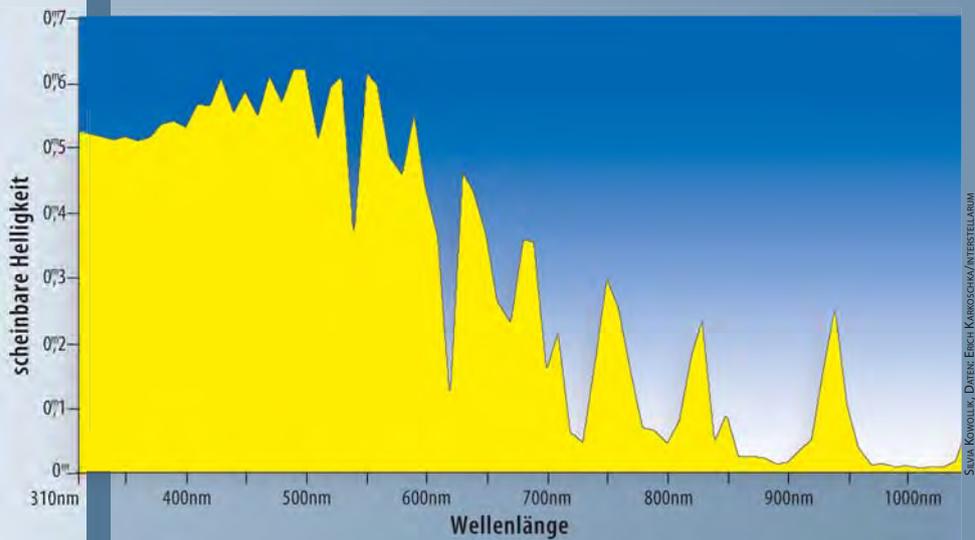
war es möglich Schattenwürfe nachzuweisen (Abb. 7), Durchgänge sind jedoch eine echte Herausforderung.

Das Problem beim Durchgang ist der geringe Kontrastunterschied des Mondes zur Planetenkugel. Der Riesenmond Titan ist im Vergleich zur Saturnoberfläche noch relativ dunkel. Er war mit einem 130mm-Newton als kleines oranges Pünktchen vor der Planetenscheibe zu erkennen. Die kleineren Eismonde sind visuell nicht fassbar. Fotografisch ist ihr Nachweis vor der Planetenscheibe aber mit einem Methanbandfilter möglich (Abb. 8). Bei einer Wellenlänge von 890nm wird die Saturnscheibe so dunkel, dass sich die Eismonde als helle Punkte vor ihr abheben.

Kontrastoptimierung im Methanband

Die vier Gasriesen besitzen in ihrer Atmosphäre einen Methananteil zwischen 0,3% und 2,3%. Methan besitzt starke Absorptionsbanden bei einer Wellenlänge von 889nm. Daher sind die Planeten hier dunkler als in anderen Spektralbereichen. Das Auge ist im Methanband unempfindlich, doch die handelsüblichen CCD-Sensoren können noch ein Signal nachweisen. Weitere Banden bei kürzeren Wellenlängen wie 727nm sind bekannt, werden aber wegen der geringen Breite und Tiefe astronomisch nicht genutzt. Von den Profiastronomen verwendete IR-Methanbanden liegen bei 1135nm, 1187nm, 1330nm und 1734nm. Diese Linien sind für Amateure jedoch nicht erreichbar, weil die marktüblichen Chips jenseits von 1000nm unempfindlich sind.

Einen Methanfilter kann man nutzen, um den Kontrast der Monde relativ zum Planeten zu verbessern. Die Belichtungszeiten können dabei sehr lang werden. Man sollte daher nicht zu schmale Filter verwenden. Gut bewährt haben sich Filter mit etwa 50nm Halbwertsbreite. Schmalere Filter sind für den Nachweis schwacher Monde weniger geeignet, bieten aber interessante Optionen bei der Analyse atmosphärischer Strukturen.



Das Reflexionsspektrum des Uranus zeigt eine ausgeprägte Methanabsorption mit einem charakteristischen Strahlungsminimum bei 890nm.

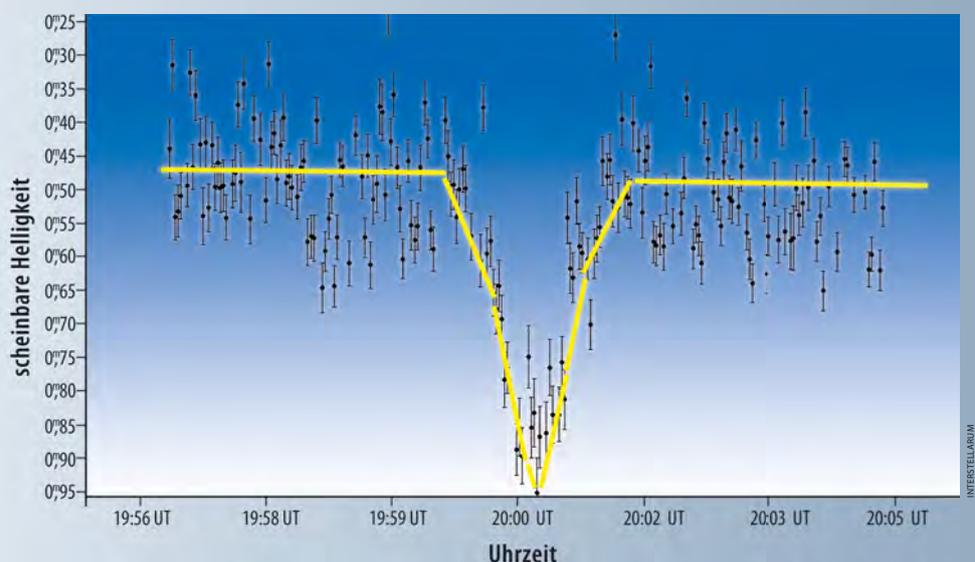


Abb. 10: Lichtkurve der Verfinsternis des Saturnmondes Tethys durch Dione am 16.7.2009 zwischen 19:59:43 und 20:01:58 UT. Auswertung mit der Software Muniwin.

Trojanermonde

Genau wie Jupiter hat auch Saturn viele schwache Monde, die schwierig zu beobachten sind. Das Saturnmondsystem ist dabei extrem komplex. Ein Phänomen, das bisher nur von Saturn bekannt ist, sind die Trojanermonde. Die 32km große Helene teilt sich die Bahn mit dem großen Mond Dione. Calypso und Telesto mit 24km und 19km Durchmesser haben den gleichen Planetenabstand wie der große Mond Thethis. Die drei Minimonde haben lediglich eine Helligkeit von 18^m und wurden erst 1980 entdeckt. Ihr Nachweis war eines der Hauptziele bei der Saturn-Ringkantenstellung 2009. Dazu wurde viel mit Filtern und großer Öffnung experimentiert, doch die eigentliche Lösung ist gutes Seeing und eine streulichtarme Optik!

Die schwachen Objekte sind nur nahe ihrer maximalen Elongation fotografierbar und andere helle Monde dürfen nicht in der Nähe sein, sonst hat man keine Chance! Die Rohbilder wurden auf langsame, saturnferne Hauptmonde zentriert, die zufällig ebenfalls nahe Ihrer maximalen Elongation standen. Um zufällige Feldsterne sicher ausschließen zu können, ist ein Abgleich mit den Simulationen des IMCCE und dem POSS ratsam. Abbildung 9 zeigt neben Calypso und Helene zusätzlich noch den E-Ring des Saturns, der durch den Cryovulkanismus auf Enceladus entstanden ist.

Bedeckungen und Verfinsterungen der Saturnmonde

Da die planetennahen Minimonde des Saturn nur während der Kantenstellung gut fotografierbar sind, sind Positionsmessungen auch heute noch von wissenschaftlichem Interesse. Auch die Positionen der großen Monde lassen sich während der Ringkantenstellung besonders exakt vermessen. In den Monaten unmittelbar vor und nach der Kantenstellung kann es zu gegenseitigen Verfinsterungen und Bedeckungen kommen. Der Zeitpunkt des Minimums liefert sehr genaue Bahnpositionen der beteiligten Monde. Der Idealfall einer vollständigen gegenseitigen Bedeckung zweier gleich großer Monde führt zu einer Halbierung der Intensität bzw. eines Helligkeitsabfalls von etwa 0^m7. Der Idealfall ist leider die Amplitude wesentlich kleiner. Einen größeren

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

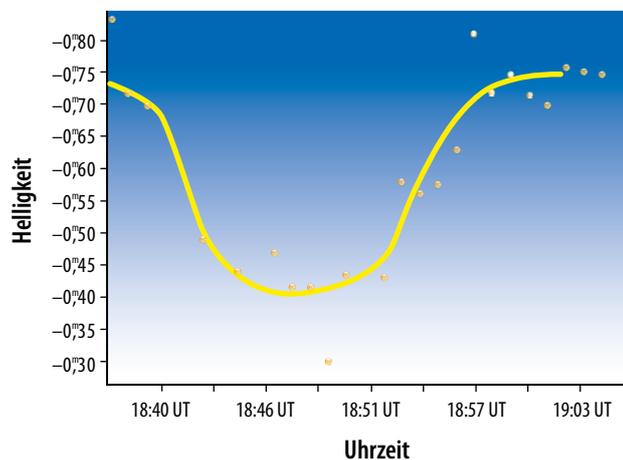


Abb. 11: Lichtkurve der Verfinsterung des Uranusmondes Oberon durch Titania am 30.11.2007. Jeder Punkt entspricht einer Messung mit der Dauer von einer Minute.

Helligkeitsabfall kann es bei einer gegenseitigen Verfinsterung geben.

Von den 17 Verfinsterungen, die 2009 von Deutschland aus beobachtbar waren, hatten nur zwei eine Amplitude von knapp über 1^m . Bei 14 der 17 Verfinsterungen waren die Monde Mimas und Enceladus Täter oder Opfer. Da diese beiden Monde nur kleine Schatten werfen und selbst nah am Planeten stehen, waren nur die restlichen drei Verfinsterungen wirklich gut zu sehen. Abbildung 10 zeigt einen glücklichen Treffer vom 16.7.2009, als der Schatten von Dione während einer partiellen Verfinsterung die Helligkeit von Thetis um $0^m,6$ reduzierte.

Die Monde von Uranus und Neptun

Noch seltener als gegenseitige Verfinsterungen der Saturnmonde sind gegenseitige Verfinsterungen der Uranusmonde. Dies war zuletzt 2007 zu beobachten. Und auch hier ist eine erfolgreiche Messung gelungen (Abb. 11). Die vier hellsten Monde des Uranus sind etwa 500-mal schwächer als der Mutterplanet. Der Winkelabstand der beiden äußeren Monde liegt nur bei etwa zehn Planetendurchmessern also etwa $40''$. Dennoch gibt es erfolgreiche visuelle Sichtungen der beiden äußeren Monde Titania und Oberon in Teleskopen mit etwa $10''$ Öffnung. Ab etwa $12''$ kann man sich auch an die beiden inneren Monde Ariel und Umbriel heranwagen. Die vier großen Monde I bis IV haben alle Durchmesser über 1000km. Uranus V heißt **Miranda** und ist mit 472km wesentlich kleiner. Zugleich steht der Mond Miranda sehr nah am Planeten. Deshalb gibt es weltweit nur eine handvoll erfolgreicher Amateuraufnahmen. Da Uranus eine starke Methanabsorption besitzt, ist auch hier der Einsatz eines Methanbandfilters hilfreich, um den Kontrast zu verbessern. Mit dem Methanbandtrick ist Miranda bei gutem Seeing und maximaler Elongation foto-

vergleichbar. Der nächsthellere Mond ist Nereid mit lediglich $19^m,7$. Nereid umkreist Neptun auf einer hochelliptischen Bahn und kann sich sehr weit von seinem Mutterplaneten entfernen. Selbst auf langbelichteten CCD-Aufnahmen besteht keine Gefahr der Überstrahlung.

Charon

Neben den Planeten haben auch einige Zwergplaneten und viele Kleinplaneten ein Mondsystem. Sie sind bislang mit Amateurmitteln nicht abzubilden.

Eine Ausnahme stellt vielleicht der Plutomond **Charon** dar. Charon ist etwa halb so groß wie Pluto und lediglich eine Größenklasse schwächer. Das große Problem ist sein geringer Abstand von gerade einmal einer Bogensekunde. Da man an einem Amateurgerät i.d.R. mehrere Sekunden belichten muss, um eine Grenzgröße von 15^m zu erreichen, braucht man über lange Zeit ein stabiles Subbogenssekundenseeing, was in Mitteleuropa selten vorkommt. Die wenigen erfolgreichen Amateurfotos stammen meist von der Südhalbkugel. In Australien und Namibia steht der Zwergplanet fast im Zenit. Wer während seines Astrourlaubs auf der südlichen Hemisphäre das Glück hat, ein großes Gerät nutzen zu dürfen, sollte in einer perfekten Nacht auch einmal versuchen Pluto und Charon visuell zu trennen. Das wäre eine der letzten ultimativen Herausforderungen der Planetenbeobachtung.

- [1] Kulyk, I. et al.: Astrometric CCD observations of the inner Jovian satellites in 1999–2000, *Astron. Astrophys.* 383, 724 (2002)
- [2] Veiga, C. H., Vieira Martins, R.: CCD astrometric observations of Amalthea and Thebe, *Astron. Astrophys.* 437, 1147 (2005)
- [3] Pascu, D. et al: B, V photometry of Thebe (JXIV), *Icarus* 98, 38 (1992)

grafisch schon erreichbar (Abb. 12).

Der letzte Planet auf der Liste ist Neptun. Sein Riesenmond Triton ist immerhin 13^m hell und ist vom visuellen Schwierigkeitsgrad mit den äußeren Uranusmonden



Abb. 12: Uranusmond Miranda am 16.8.2009 um 1:30 UT. $31,5''$ -Spiegel der VSW München bei 8000mm, DSI-3, 19×4 min, 50nm Methanbandfilter.

Surftipps

Hallo Northern Sky:
www.hnsky.org/software.htm
 Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides (IMCCE):
www.imcce.fr/hosted_sites/saimirror/nssephe.php
 HORIZONS Web-Interface (JPL):
ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi
 Animation zum Nachweis von Thebe:
www.astrode.de/thebe09.htm
 Animationen zur gegenseitigen Uranusmondverfinsterung am 30.11.2007:
www.astrode.de/11ur30leo.htm
 Fotometrie Software Muniwin:
c-munipack.sourceforge.net
 Bezugsquelle für Methanbandfilter:
www.asahi-spectra.com
 Methanbandaufnahmen von Silvia Kowollik:
www.silvia-kowollik.de/astro/Firewirecam/methanbandfilter.htm

100 Quadratgrad Himmel

Im Reich von Cepheus und Cassiopeia

VON MATTHIAS KRONBERGER

Abb. 1: Rund um M 52, an der Grenze der Sternbilder Cassiopeia und Cepheus liegen zahlreiche interessante Deep-Sky-Objekte in der Milchstraße.

OLAF FILZINGER

Abb. 2: Im Großfernnglas sind nahe M 52 der Offene Sternhaufen Czernik 43 sowie der Blasennebel zu erkennen. Zeichnung, 20x125-Fernnglas.

Das Band der Milchstraße erreicht seine nördlichste Position im Bereich der Sternbilder Cepheus und Cassiopeia, den mythologischen Eltern der gleichfalls am Sternhimmel verewigten Andromeda. Da hier unser Sichtstrahl bereits die Außenbezirke unserer Heimatgalaxie durchstreift, ist die Helligkeit der Milchstraße deutlich geringer als in den sommerlichen Gefilden zwischen Schütze und Schwan; dennoch lockt die Region mit einer Vielzahl hochklassiger Beobachtungsziele, die teils zu den besten ihrer Art am gesamten Nordhimmel gehören.

Ein ungleiches Paar

Unser Streifzug durch die herbstliche Milchstraße beginnt knapp 6° westnordwestlich von β Cas beim offenen Sternhaufen M 52, einem Paradebeispiel seiner Objektklasse am Herbsthimmel. Der Haufen befindet sich in einem schlanken, helleren Milchstraßenzipfel unmittelbar nördlich einer recht markanten, annähernd dreieckig geformten Dunkelwolke, die sich auch schon unter nicht ganz optimalen Bedingungen gut im Milchstraßenband abzeichnet und als Aufsuchhilfe dienen kann. Eine freiäugige Sichtung ist angesichts der Gesamthelligkeit von 6^m9 und aufgrund des dichten Milchstraßenumfelds zwar wohl nur unter bestmöglichen Bedingungen in Reichweite, selbst bei nicht ganz optimalen Bedingungen reicht aber schon eine kleine Optik

aus, um das Objekt sichten zu können. In einem 10x50-Fernnglas etwa zeigt sich M 52 unter gutem Landhimmel als heller, körniger, kompakter Nebelfleck südlich eines sehr flachen Sterntrapezes. Ein kleiner 4,5"-Newton zeigt den knapp 4600Lj entfernten Haufen bereits bei geringen Vergrößerungen in mehrere Dutzend Sterne aufgelöst, wobei ein am nordwestlichen Rand positionierter 8^m heller Stern den Anblick dominiert. Ab 10" Öffnung schließlich bietet M 52 vor allem bei mittleren Vergrößerungen einen schlichtweg phantastischen Anblick: Er erscheint dann als runder, sternreicher Haufen mit stark verdichtetem Zentrum und zwei etwas abgesetzten Sterngruppen an der nördlichen und östlichen Peripherie. Achten sollte man aber auch auf den unmittelbar benachbarten lockeren Haufen Czernik 43: Dieser macht sich bereits im 10x50-Fernnglas als schwacher

Nebelfleck unmittelbar südöstlich von M 52 bemerkbar und bildet mit letzterem im Fernrohr bei niedrigen Vergrößerungen ein schönes, gegensätzliches Paar. Allerdings handelt es sich bei der scheinbaren Nachbarschaft der beiden Objekte um eine perspektivische Täuschung: Immerhin um knapp 3500Lj ist Czernik 43 weiter von der Sonne entfernt als sein prominenter Nachbar.

Vom Winde verweht

Schwenkt man das Fernrohr von M 52 etwa ¾° Richtung Südwesten, landet man bei einem wesentlich schwächeren, jedoch nicht minder bekannten Himmelsobjekt: dem Blasennebel NGC 7635. Mit einem 10x50-Fernnglas hat man hier noch keine Chance, mit einem 4,5"-Newton kann man die etwa 10000Lj entfernte HII-Region je-



Uwe GLAHN

Sternhaufen und Nebel im Grenzgebiet von Cassiopeia und Cepheus								
Name	Sternbild	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	DSRA/Uran.
M 52	Cassiopeia	OC	23 ^h 24,8 ^{min}	+61° 35'	6 ^m 9	13'	Feldstecherobjekt	2,7/15,34,58
Czernik 43	Cassiopeia	OC	23 ^h 25,8 ^{min}	+61° 19'	–	5'	Teleskop nötig	–/15,34,58
NGC 7635	Cassiopeia	GN	23 ^h 20,7 ^{min}	+61° 11'	–	4'×13'	Teleskop nötig	2,7/15,34,58
NGC 7510	Cepheus	OC	23 ^h 11,1 ^{min}	+60° 34'	7 ^m 9	4'	klein	2,7/34,58
Markarian 50	Cepheus	OC	23 ^h 15,3 ^{min}	+60° 28'	8 ^m 5	2'	–	–/34,58
Sharpless 157	Cepheus	GN	23 ^h 14,8 ^{min}	+60° 11'	–	45'×53'	angeregt von Mrk 50	–/58
Cassiopeia A	Cassiopeia	SNR	23 ^h 23,4 ^{min}	+58° 49'	–	4'	jüngerer SN-Überrest	–/58
NGC 7789	Cassiopeia	OC	23 ^h 57,4 ^{min}	+56° 43'	6 ^m 7	16'	sterreich	2,7/35
Abell 82	Cassiopeia	PN	23 ^h 45,8 ^{min}	+57° 4'	12 ^m 7	1,6'	schwierig	–/35
IC 10	Cassiopeia	Gx	0 ^h 20,4 ^{min}	+59° 18'	10 ^m 8	5'×6'	schwierig	–/35

doch bereits problemlos als runden Schimmer um den 8^m hellen Of-Stern BD +60°2522 erkennen, dessen ionisierender Strahlung der Nebel seine Sichtbarkeit verdankt. Aufgrund des hohen Anregungsgrades des Nebels lässt sich der Kontrast zum Himmelshintergrund mit einem [OIII]- oder UHC-Filter entscheidend verbessern, wobei der Nebel im UHC etwas heller und ausgedehnter erscheint. Mit 10" Öffnung ist bei mittleren Vergrößerungen eine recht helle, ausgedehnte Nebelzone zu erkennen, die ihre maximale Helligkeit unmittelbar nördlich von BD +60°2522 zeigt und gut auf Schmalbandfiltereinsatz reagiert. Besitzer noch größerer Teleskope mögen hingegen versuchen, einen Blick auf die blasenförmige, durch die Sternwinde von BD +60°2522 verursachte Höhlung am Südpol des Emissionsnebels zu erhaschen, der der Blasen Nebel seinen Eigennamen verdankt. Die Erkennbarkeit der Blase ist dabei wie so oft stark von der Himmelsgüte abhängig: Mein 15-Zöller etwa zeigt unter gutem Landhimmel bei 250-facher Vergrößerung und UHC-Filtereinsatz ein kleines, aber helles dreieckiges Gebiet nordwestlich des anregenden Sterns, sowie den hellen Ostteil der Blase sehr deutlich als dünnen, hin zu einem Stern gekrümmten Nebelstreifen, die kontrastarmen südlichen und westlichen Teile der Blase konnte ich jedoch nicht wahrnehmen.

Ein Sternhaufen in Pfeilspitzenform

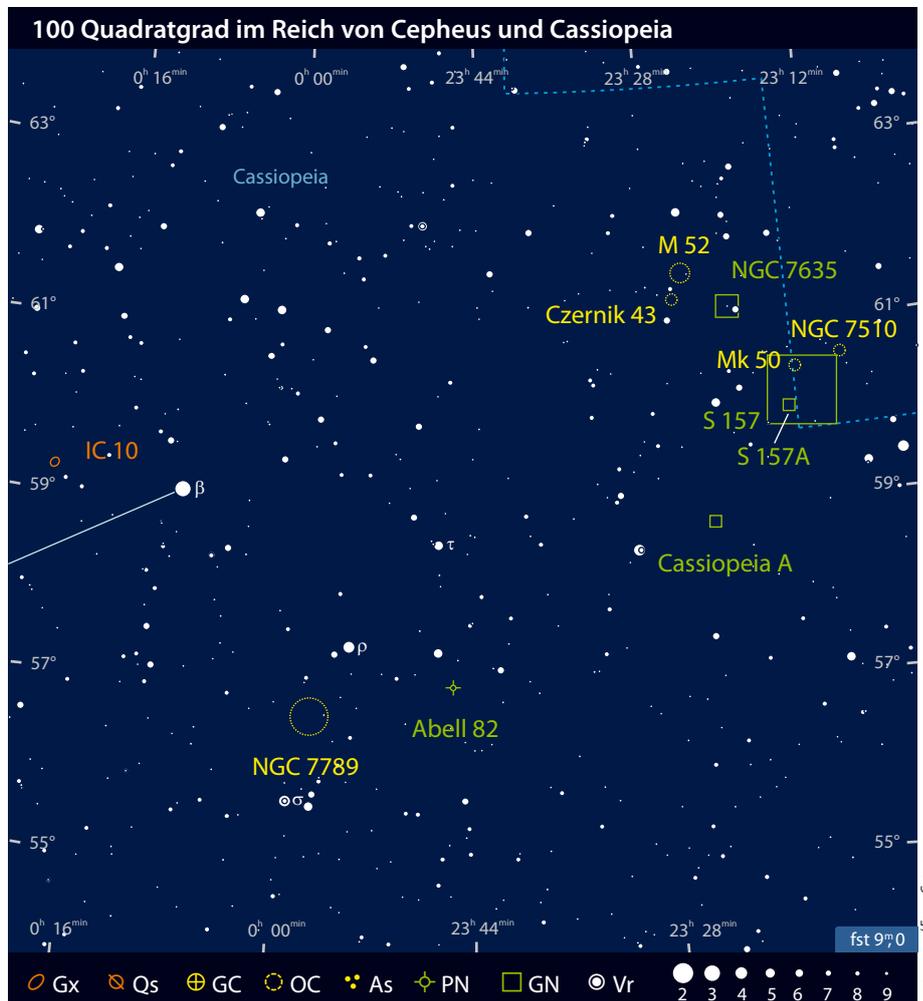
Verlängert man die Verbindungslinie zwischen M 52 und NGC 7635 noch einmal um etwa das Doppelte über den Blasen Nebel hinaus, stößt man auf einen weiteren interessanten Vertreter aus der Gattung der Offenen Sternhaufen. Im 10×50-Glas ist NGC 7510 aufgrund seiner kompakten Ausmaße (der Haufen ist bei einer Gesamthelligkeit von 7^m9 nur ganze 3' groß) nicht einfach im Sternfeld zu identifizieren, bei genauer Kenntnis der Lage aber dennoch problemlos als länglicher, sehr kleiner Knoten zu sehen. Schon ein

kleiner 63mm-Refraktor löst diesen Knoten bei Vergrößerungen um 100× in mehr als ein Dutzend, ein 4,5-Zöller bei 150× hingegen bereits in knapp zwei Dutzend Sterne in pfeilförmiger Anordnung auf, wobei ein diffuser Schimmer auf die Anwesenheit weiterer, unaufgelöster Mitglieder hinweist. Interessanterweise fädelt sich das Gros der Haufenmitglieder dabei entlang zweier paralleler Sternketten auf, deren südlichere wie mit einem Lineal gezogen scheint. Zudem scheinen sich die helleren Sterne eher in der Südwest-, die schwächeren hingegen bevorzugt in der Nordosthälfte des Haufens zu tum-

meln – ein Umstand, der mit jedem Zoll freier Öffnung mehr und mehr ins Auge sticht.

Im Grenzgebiet des Königspaars

Schwenkt man das Teleskop von NGC 7510 wieder ein kleines Stück Richtung Osten, stolpert man in etwa 30' Entfernung über eine kleine, trapezförmige Gruppe aus Sternen zwischen 9^m und 12^m, die fast genau auf der von der IAU festgelegten Grenzlinie zwischen den Sternbildern Cepheus und Cassiopeia liegt. Visuell ist dieser auch als Markarian 50 (Mrk 50) bekannte junge Sternhaufen





JOSEF POPPEL, STEFAN BINNEMES, CAPELLA OBSERVATORY

Abb.3: Beim Blasennebel NGC 7635 hilft der Einsatz eines [OIII]- oder UHC-Filters bei der visuellen Beobachtung.

nun kein besonders aufregendes Ziel. Allerdings enthält er einige sehr heiße Sterne der Spektraltypen O und B, die das interstellare Gas in der Umgebung des Sternhaufens mit ihrer ultravioletten Strahlung zum Leuchten anregen. Tatsächlich ist dieser auch als Sharpless 157 bekannte Emissionsnebel eine der am leichtesten beobachtbaren HII-Regionen des berühmten gleichnamigen Katalogs und bereits mit 4,5" im Ansatz erkennbar. Generell anzuraten ist hier der Einsatz eher geringerer Vergrößerungen, um die insgesamt knapp 1° große HII-Region in ihrer Gesamtheit erfassen zu können. Vergleichsbeobachtungen mittels [OIII]- bzw. H β -Filter erlauben dabei, den unterschiedlichen Anregungsgrad der einzelnen Nebelregionen unmittelbar am Okular zu erfassen: Mit 10" Öffnung etwa sind bei 45 \times und Einsatz eines [OIII]-Filters im Nordteil der HII-Region mehrere Nebelfinger gut auszumachen, wobei der hellste und am besten definierte Finger östlich von Markarian 50 zu finden ist. Ein gänzlich anderer Anblick bietet sich allerdings, wenn statt des [OIII]-Filters ein H β -Filter zum Einsatz kommt: Dann treten nämlich die Nebelfinger im Norden zugunsten einer recht gut definierten, diffus-länglichen, im [OIII]-Filter nur ansatzweise erkennbaren Nebelzone weiter südlich in den Hintergrund. Dominiert wird der An-

blick im H β -Filter von der kompakten, knapp 30' südlich von Markarian 50 gelegenen Region Sharpless 157A, die bei 175 \times bereits ohne Filter als schwache Aufhellung um eine kleine Sterngruppe nachweisbar ist.

Der jüngste bekannte Supernovarest

Gänzlich anderer Natur als Sharpless 157 ist ein kleines, eher unscheinbares, von Markarian 50 knapp 2° in Richtung Süd-Südost gelegenes Nebelgebiet. Anders als zuvor werden die Nebelmassen von Cassiopeia A nicht durch junge, heiße Sterne zum Leuchten angeregt; vielmehr handelt es sich hierbei um den knapp 11000Lj entfernten Überrest einer Sternexplosion, die sich vermutlich um das Jahr 1680 ereignet hat. Lange Zeit als lediglich fotografisch nachweisbar gehandelt, sind die Filamente jedoch zum Teil auch für visuelle Beobachter erreichbar: Unter einem guten Landhimmel konnte ich den hellsten Nebelbogen bereits mit meinem 10-Zöller bei 125 \times und Einsatz eines UHC-Filters als schemenhaftes Leuchten erkennen. Im 15-Zöller unter Alpenhimmel stellte sich hingegen bereits ohne Filter der Eindruck einer leichten Aufhellung ein. Mit UHC-Filter konnte der hellste Teil des Supernoväüberrests dann sowohl bei 114 \times als auch



JAVANG SALORANTA

Abb. 4: Der Offene Sternhaufen NGC 7510 fällt durch seine Pfeilspitzenform auf. Zeichnung, 8"-Newton, 200 \times .

Abb. 5: Schmalbandaufnahme von Sharpless 157, der nahe der Offenen Sternhaufen Markarian 50 und NGC 7510 liegt. Der hellste Teil der HII-Region hat die Bezeichnung Sharpless 157A. Falschfarbenaufnahme, den Farbkanälen RGB wurden Schmalbandaufnahmen mit [SII]-, H α - und [OIII]-Filtern zugeordnet.

Abb. 6: Für eine erfolgreiche Beobachtung des Supernoväüberrests Cassiopeia A benötigt man ein mittleres Teleskop ab 10" Öffnung. Zeichnung, 16"-Newton, 180 \times .



RICHARD CRISP



UWE GLANN

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

Abb. 7: NGC 7789 ▶

ist ein reicher Offener Sternhaufen. Zeichnung, 8"-Newton, 134x.



JAARKO SALORANTA

Abb. 8: Der Planetarische Nebel Abell 82 ▶▶

ist eine Herausforderung für mittlere bis große Teleskope. Zeichnung, 16"-Newton, 150x.



UWE GLAHLN

bei 228x problemlos als kurzer, diffuser Bogen wahrgenommen werden. Speziell bei höheren Vergrößerungen sollte man bei der Beobachtung übrigens auf mehrere, zum Teil stellar wirkende Aufhellungen achten, die bei indirektem Sehen innerhalb dieses Nebelbogens aufblitzen: Wie ein Vergleich mit schmalbandgefilterten Aufnahmen zeigt, handelt es sich dabei nämlich nicht um eingebettete Sterne, sondern vielmehr um Kondensationen der Nebelmaterie!

Ein Sternenmeer und ein Planetarischer Nebel

Ist schon der eingangs erwähnte Sternhaufen M 52 ein absolutes Schmuckstück seiner Zunft, lassen sich beim nächsten Objekt wohl nur noch Superlative finden, um dem Anblick des Objekts im Teleskop gerecht zu werden. Tatsächlich ist der etwa mittig zwischen ρ und σ Cas gelegene NGC 7789 wohl der spektakulärste Offene Haufen in der herbstlichen Milchstraße und eines der schönsten Kleinodien seiner Art am gesamten Himmel überhaupt. Eine freizügige Sichtung dieses insgesamt wohl mehrere tausend Mitglieder umfassenden Sternenmeers ist mir bislang noch nicht gelungen, könnte angesichts von 6^m7 Gesamthelligkeit von sehr dunklen Standorten aus aber durchaus machbar sein. Im 10x50-Glas ist der Haufen als großer Nebelfleck etwa 2,5° südöstlich von β Cas leicht aufzufinden und zu beobachten, Haufensterne sind jedoch noch keine sichtbar. Mit 4,5" sind bei mittleren Vergrößerungen und indirektem Sehen bereits mehrere Dutzend etwa gleichhelle Mitglieder zu sehen, die sich zum Teil zu auffälligen Schleifen und Mustern gruppieren. Mit einem 10"-Teleskop ist NGC 7789 unter gutem Landhimmel schließlich schlichtweg grandios zu nennen: eine großartig anzusehende Wolke aus zahllosen Lichtpunkchen ab 11^m, unterlegt von einem zarten, von den unaufgelösten Haufenmitgliedern herrührenden Schimmer.

Weitaus herausfordernder ist da schon die Beobachtung der etwa 1½° westlich und ein klein wenig nördlich von NGC 7789 gelegenen Nebelblase des planetarischen Nebels Abell 82. Geübte Beobachter mit Alpenhimmel vor der Haustür mögen sich an diesem Objekt mit Geräten der 6"-Klasse versuchen. Ein 10-Zöller zeigt die Nebelblase unter kleinstädtischem Himmel als etwa 1' große, sehr blasse Scheibe bei 75x und 175x und Einsatz eines [OIII]-Filters. Mit noch größeren Öffnungen sind der Nebel sowie der knapp 15^m helle Zentralstern etwas besser zu erkennen; aufmerksamen Beobachtern wird dabei der knapp 15^m helle Zentralstern sowie die ungleichmäßige Ausleuchtung der Nebelblase nicht entgehen, die an der Nordwestseite etwas heller erscheint.

Hinaus in die Weiten des Universums

Während alle bisher genannten Objekte mit Entfernungen von weniger als knapp 12000Lj noch zur erweiterten galaktischen Nachbarschaft unserer Sonne gehören, ist das beim letzten Ziel IC 10 nicht mehr der Fall. Immerhin 2,2 Mio. Lichtjahre und damit etwa gleich viel wie vom Andromedanebel trennen uns von dieser etwa 1¼° östlich von β Cas gelegenen irregulären Galaxie. Dass man das 1887 von Swift entdeckte Objekt trotz seiner Nähe zum Galaktischen Äquator überhaupt sehen kann, verdanken wir einer Lücke in den allgegenwärtigen Molekülwolken unserer Galaxis, die uns einen relativ freien Blick hinaus in die Weiten des Alls erlaubt. Dennoch macht sich die geringe galaktische Breite durch eine recht hohe interstellare Absorption von knapp 2^m bemerkbar, was die Galaxie – übrigens das einzige als Starburstgalaxie klassifizierte System unserer

Lokalen Gruppe – trotz einer Gesamthelligkeit von 11^m3 zu einem recht schwierigen visuellen Ziel macht. Erste Anzeichen einer Aufhellung im Zielgebiet lassen sich mit 8", möglicherweise sogar mit 6" feststellen. In einem 10"-Newton ist IC 10 unter guten Bedingungen als äußerst schwaches, amorphes Glühen vor allem um und östlich eines 13^m hellen Sterns zu erahnen, wobei sich der beste Anblick bei Vergrößerungen um 75x ergibt. Besitzer großzügig dimensionierter Dobsons können dagegen bereits versuchen, einige der gewaltigen HII-Regionen der an die Kleine Magellansche Wolke erinnernden Galaxie zu identifizieren: Deren hellste ist in der südöstlichen Ecke der Galaxie zu finden und erscheint mit 15" Öffnung und 228-facher Vergrößerung als kleiner, diffuser Fleck. Zwei weitere nordwestlich davon gelegene Regionen könnten mit größeren Öffnungen ebenfalls machbar sein. Wagen Sie einen Versuch!

Abb. 9: Die Galaxie IC 10 gehört zur Lokalen Galaxiengruppe.

PHIL MASSEY (LOWELL), KNUT OLSEN (NOAO), KPNO 4M, NOAO, NSF



Welche vorübergehenden Monderscheinungen kann man beobachten?

Unser Mond hat keine Plattentektonik und keine aktiven Vulkane. Auf den ersten Blick ist er ein starrer, unveränderlicher Körper. Mondbeobachter berichten jedoch immer wieder von vorübergehenden Erscheinungen, die »Lunar Transient Phenomena« oder kurz LTP genannt werden. Wer sich dem Mond intensiv widmet, wird früher oder später auf eine solche Erscheinung treffen. Die beobachteten Zeitdauern reichen von Bruchteilen einer Sekunde bis zu mehreren Stunden. Im Mittel dauert ein LTP etwa eine halbe Stunde. Winifred Cameron hat Berichte darüber zusammengestellt und ausführlich analysiert (vgl. Surftipps).

Da solche Beobachtungen mit unserem Bild vom Mond nicht zusammenpassen, werden sie von vielen Astronomen als Fehlbeobachtungen gewertet. Es gibt aber einige hundert Ergebnisse, die von mehreren erfahrenen Beobachtern unabhängig gesehen oder durch Messergebnisse und Fotos belegt wurden. Es scheint sich also um ein tatsächlich ablaufendes Geschehen zu handeln.

Lichtblitze

Wie die Erde, so wird auch der Mond von Meteoriten getroffen. Da der Mond nicht über eine Lufthülle mit bremsender Wirkung verfügt, schlagen alle Körper mit einer Geschwindigkeit von 20km/s bis 70km/s auf der Mondoberfläche ein. Größere Meteorite erzeugen Lichtblitze, die auf dem unbeleuchteten Teil des Mondes nachgewiesen werden können [1].

Helle Erscheinungen

Knapp die Hälfte der vertrauenswürdigen Berichte erfasst helle weiße Erscheinungen. Dies können einzelne helle Flecken oder Fleckengruppen sein oder es können sogar eine ganze Formation oder große Teile von ihr betroffen sein. Öfter wird über nebelhafte Erscheinungen berichtet. Es wird vermutet, dass ein Teil auf Beleuchtungseffekte, insbesondere Reflexionen an glatten Flächen, zurückzuführen ist. Die nebelartigen Veränderungen lassen sich hierdurch nicht erklären. Es wird vermutet, dass Ausgasungen des Mondes die darunterliegende Formation verhüllen.

Farbige Erscheinungen

Über gefärbte Erscheinungen wird ebenso häufig berichtet wie über helle weiße. Neben reinen Einfärbungen wird über ein helles Leuchten oder über farbige Nebel berichtet. Überwiegend ist die veränderte Mondoberfläche rötlich gefärbt, vor allem im Inneren von Kratern. Außerhalb der Krater werden gelegentlich blaue z.T. nebelartige Veränderungen beschrieben. Diese farbigen Erscheinungen geben mehr Rätsel auf. Nur wenige der vertrauenswürdigen Berichte könnten von durchziehenden rötlichen Wolken oder einer Lichtbrechung in einer inhomogenen Atmosphäre hervorgerufen worden sein. In den meisten Fällen muss man die Ursache auf dem Mond selbst suchen. Möglicherweise beobachtet man auch hier einen Gasaustritt. Wenn diese Gase angeregt werden, z.B. durch Radioaktivität oder den Sonnenwind, dann kann es zu einem Leuchten in Folge von Gasentladungen kommen. Allgemein akzeptiert ist diese Erklärung nicht.

Der kleine Krater Ptolemaeus R war am 12. März 2011 um 20:20 MEZ ungewöhnlich hell. 6"-Maksutov, 140x.

Sonstige Phänomene

Seltener wird von Verdunkelungen berichtet oder davon, dass flächenweise die Einzelheiten der Oberfläche verhüllt waren. Auch dies kann durch einen Gasaustritt begründet sein. Einige glaubwürdige Beobachter haben einen schwer erklärbaren Anstieg der Gesamthelligkeit des Mondes gemessen.

Mitwirkung der Amateure

Die meisten Erscheinungen wurden von Amateuren gesehen, da diese den Mond intensiv beobachten. Die Gasaustrittstheorie ist noch lange nicht allgemein akzeptiert. Um diese von Beleuchtungseffekten unterscheiden zu können, ist die wiederholte Beobachtung unter vergleichbaren Bedingungen hilfreich. Wenn eine Erscheinung bei identischer Beleuchtung und vergleichbarer Libration wieder auftritt, dann ist ein Beleuchtungseffekt wahrscheinlich. Solche Beobachtungen können dann von der Liste der zeitweisen Mondveränderungen im physischen Sinn gestrichen werden.

Tony Cook von der Universität Aberystwyth in Wales hat sich dieser Aufklärung verschrieben und bittet die Amateure um Mithilfe. Er bietet einen Vorhersageservice an (vgl. Surftipps). Die zugrunde liegende Datenbasis umfasst über 1000 Erscheinungen, von denen knapp die Hälfte eine hohe oder sehr hohe Vertrauenswürdigkeit hat. Der deutsche Sprachraum ist für die Vorhersage mit Berlin und Zürich vertreten. Es ist ein lohnendes Vorhaben für Mondbeobachter, die Initiative zu unterstützen.

[1] Tost, W.: Lichtblitze vom Mond, interstellarum Thema Entdeckungen 1/2011, 52 (2011).

Surftipps

Winifred S. Cameron, Lunar Transient Phenomena:
www.thelivingmoon.com/43ancients/03PDF/LTP_extention_catalog.pdf

Winifred S. Cameron, Analyse der LTP der Jahre 557 – 1994:
users.aber.ac.uk/atc/tlp/cameron.pdf

Tony Cook, Überprüfung vergangener LTP:
users.aber.ac.uk/atc/tlp/tlp.htm



Uwe Pilz

Technik **B**equeme Beobachtung mit dem Fernglas

Eine Parallelogramm-Montierung im Selbstbau

VON FRANK GASPARINI

Abb. 1: Eine selbstgebaute Parallelogramm-Montierung garantiert eine entspannte und ermüdungsfreie Fernglasbeobachtung auch während langer Beobachtungsnächte – und das zu geringen Kosten.



An einem dunklen Standort mit einem hochwertigen Fernglas die Milchstraße zu durchwandern, ist ein unvergleichliches Erlebnis. Das große Gesichtsfeld und das beidäugige Sehen lassen Sternfelder und großflächige Deep-Sky-Objekte besonders plastisch hervortreten. Damit auf Dauer Beobachtungsfreude aufkommt, ist besonders bei größeren Gläsern eine angemessene Montierung der Optik unablässig.

Motivation

Ausgangssituation war die nachlassende Nutzung eines vorhandenen 16×70-Fernglases, obwohl dies hinsichtlich seiner optischen Leistung voll überzeugt und mit der schnellen Verfügbarkeit gerade für die spontane Beobachtung zwischendurch prädestiniert ist. Überlegungen nach der Ursache führten rasch zu der Erkenntnis, dass die bisherige Montierung des Glases auf einem Fotostativ den gestellten Anforderungen bei der Himmelsbeobachtung nicht wirklich gerecht wird. Aufgrund des geradsichtigen Einblicks am Glas ist bei Objekten mit mehr als 40° Horizontabstand eine geradezu akrobatisch anmutende Körperhaltung erforderlich, die zudem durch den begrenzten Freiraum vor dem Stativ eingeschränkt und auf Dauer schlichtweg ermüdend, wenn nicht gar schmerzhaft ist.

Parallelogramm-Montierung

Auf der Suche nach einer Lösung fiel nach einiger Recherche und den positiven Berichten eines befreundeten Hobbyastronomen die Wahl auf eine so genannte Parallelogramm-Montierung. Diese Konstruktion erlaubt über einen langen Schwenkarm in Form eines beweglichen Parallelogramms und ein daran angebrachtes Gelenk zur Höhenverstellung eine völlig freie Beweglichkeit des Fernglases in Azimut und

FRANK GASPARINI

Material und Kosten

Benötigtes Material	Preis
Vermessungsstativ, gebraucht	20€
2 Stück Alu-Rohr 19,5mm × 11,5mm, Länge 750mm	10€
2 Stück Alu-Rohr 19,5mm × 11,5mm, Länge 580mm	
1 Stück Alu-Rundrohr 30mm, Länge 370mm	
1 Stück Alu-Montageprofil 30mm × 30mm, 180mm lang	17€
1 Stück Alu-Montageprofil 30mm × 30mm, 140mm lang	
3 Abdeckkappen Plastik für Montageprofil 30×30	
4 Montagewinkel für Montageprofil 30×30	
Hantelgewichte mit 30mm Bohrung 3×1,25kg und 1×0,5kg	10€
1 Reststück Schichtholz Multiplex ca. 20cm × 30cm, 19mm dick, einseitig mit Resopal beschichtet	3€
Kleinteile:	10€
4 Stück Inbusschrauben M5×70mm	
2 Stück Inbusschrauben M5×60mm	
8 Stück Unterlegscheiben M5, Polyamid	
6 Stück Sicherungsmuttern M5	
4 Stück Senkkopfschrauben M5×30 mit Muttern und Unterlegscheiben	
1 Stück Senkkopfschraube M8×80mm Teflon	
Summe	70€

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

Abb. 2: Ein Adapter aus Holz ist zur Aufnahme der Montierung in die Stativöffnung eingepasst.

Höhe bei gleichzeitig variabler Einblickhöhe. Damit der lange Schwenkarm in der Balance bleibt, ist auf der Gegenseite des Glases ein entsprechendes Ausgleichsgewicht erforderlich. Damit kann das Glas im Stehen, Sitzen oder Liegen stets bequem über dem Körper positioniert werden, ohne dass Bestandteile der Montierung hinderlich sind. Auch ist ein Wechsel der Beobachtungshöhe binnen Sekunden möglich, ohne dabei die Ausrichtung am Himmel zu verändern, womit gewährleistet ist, dass stets die bequemste Beobachtungshaltung eingenommen werden kann.

Selbstbau

Das Vorhaben sollte in einem überschaubaren finanziellen Rahmen verbleiben, womit eine kommerzielle Lösung ausschied, da für eine derartige Montierung mit geeignetem Stativ rasch Kosten von 400€ und mehr anfallen. Es sollte daher eine Selbstbaulösung realisiert werden, unter der Vorgabe nur bereits vorhandene Bauteile bzw. handelsüblich leicht erhältliches Material zu verwenden. Auf die (Neu)Anfertigung aufwendiger Spezialteile sollte verzichtet werden, damit die Montierung auch mit einer einfachen Werkstattausrüstung hergestellt werden kann.

Erste Versuche mit einer behelfsmäßigen Holzkonstruktion zeigten, dass das bisher verwendete Fotostativ derartigen Belastungen nicht mehr gewachsen ist. Während die direkte Montage des 16x70-Glases auf dem Videoneiger eine gute Stabilität erreicht, wird das Stativ mit einer Parallelogramm-Montierung durch das erforderliche Gegengewicht und den langen Hebelarm deutlich mehr belastet. Insbesondere bei Bewegungen in Azimut treten am Stativkopf erhebliche Torsionsbelastungen auf, die bei leichten Stativen zu einem nicht akzeptablen Ausschlagverhalten führen, wenn man das Glas nach der Bewegung loslässt. Ein günstig erworbenes gebrauchtes Vermessungsstativ aus Holz erwies sich diesbezüglich als wesentlich besser geeignet. Die bei Nivellier- und Vermessungsstativen übliche 5/8"-Anschluss-Schraube wurde entfernt und in die Öffnung des Stativkopfes ein Adapter aus Multiplex-Schichtholz mit zentraler Führungsbuchse aus Teflon eingepasst (Abb. 2). Dabei ist die sechseckige Oberseite in Form und Größe dem Stativkopf angepasst und mit grob strukturiertem Resopal (Oberfläche von Küchenarbeitsflächen) belegt (Abb. 3). Dieses gewährleistet in Verbindung mit

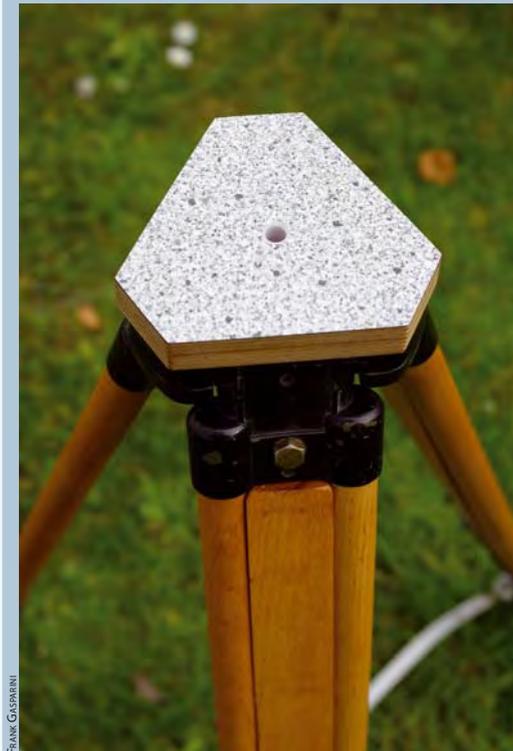


Abb. 3: Die Oberfläche von Küchenarbeitsplatten gewährleistet zusammen mit Teflon eine ruckfreie Bewegung der Azimutachse.

Teflon sehr gute Gleiteigenschaften und dient als Lagerfläche für die Azimutachse der Montierung. Das Gegenstück der azimutalen Stativ-Lagerfläche ist eine ebenfalls aus Multiplex-Schichtholz (19mm) hergestellte, an der Unterseite vollflächig mit Teflon beklebte Platte. Einseitig geätztes Teflon ist im Handel erhältlich und kann problemlos verklebt werden. Eine ausreichend lange M8-Senkkopfgewindeschraube ist von oben in eine zentrale 6,5mm Bohrung dieser Platte eingeschraubt – die Schraube schneidet sich beim Eindrehen dann ein Gewinde in das Holz – und mit 2-Komponenten-Klebstoff dauerhaft verklebt. Die Lagerplatte wird mit der Schraube bei Benutzung der Montierung einfach in die Teflonbuchse am Stativadapter eingesteckt und von unten mit einer Rändelmutter gesichert, die zugleich auch das Maß der Gängigkeit der Azimutlagerung festlegt.



Abb. 4: Das Azimutlager mit montiertem Parallelogramm-Schwenkarm, die Filzstopper dienen als Endanschlag.

Mit einer zweiten Rändel- oder Flügelmutter wird die gewählte Einstellung durch Kontierung gesichert.

Konstruktion der Montierung

Der eigentliche Schwenkarm ist mit einem 30mm-Aluminium-Konstruktionsprofil mittels vier Winkelverbindern auf der Lagerplatte verschraubt (Abb. 4). Diese Dimensionierung und Verbindungsart erweist sich nach der bisherigen Erfahrung als ausreichend stabil. Ein 30mm-Konstruktionsprofil wird auch für das Gegenstück zur Aufnahme des Fernglashalters verwendet. Die langen Arme des Parallelogramms bestehen aus vier Aluminium-Rechteckrohren im Querschnitt 19,5mm x 11,5mm, die an Durchgangslöchern mit den Konstruktionsprofilen so verschraubt sind, dass eine gewisse Beweglich-

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

Abb. 5: Hantelscheiben als Gegengewichte halten die Montage mit dem Fernglas in jeder Position in der Balance.



Abb. 6: Der Montierungskopf nimmt außer dem Fernglas auch einen Leuchtpunktsucher auf und ermöglicht die Bewegung in Höhe.



Abb. 7: Für eine klemmungsfreie Höhenbewegung muss das Fernglas im Schwerpunkt montiert sein. Dies wird mittels einer Distanzhülse realisiert.

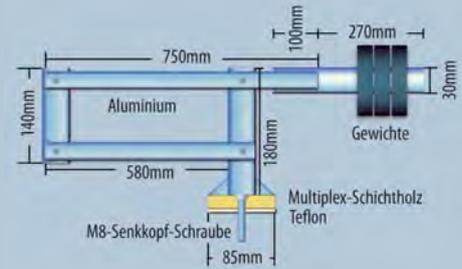


Abb. 8: Die Konstruktionskizze verdeutlicht die Abmessungen der Montage.

keit erhalten bleibt. Es empfiehlt sich die Verwendung von Sicherungsmuttern, die sich auch bei gegenseitiger Bewegung der Bauteile nicht lösen können. Unterlegscheiben aus Polyamid zwischen Konstruktionsprofilen und Rechteckrohren garantieren einen ruckfreien Lauf, wobei über das Anzugsmoment der Schrauben die Beweglichkeit des Parallelogramms den eigenen Bedürfnissen angepasst werden kann.

Als Gegengewichtsstange findet ein 30mm-Rundrohr eines handelsüblichen Möbelfußes Verwendung, dessen Montageplatte abgeschnitten ist. Auf diesem, zwischen dem oberen verlängerten Parallelogrammschenkel verschraubten Rundrohr, können die Gegengewichte, bestehend aus Hantelscheiben, mit dazugehörigen Klemmfedern fixiert werden. In der beschriebenen Konfiguration sind 3×1,25kg und 1×0,5kg (gesamt 4,25kg) erforderlich. In den Gewindeinsatz des Möbelfußes, der normalerweise eine Stellschraube aufnimmt, ist eine zusätzliche Sicherungsscheibe eingeschraubt, die beim möglichen Abrutschen der Hantelgewichte deren Herunterfallen verhindern soll. Nach bisheriger Erfahrung gewährleisten die Klemmfedern aber eine ausreichende Sicherung der Gewichte auch außerhalb der Horizontalen (Abb. 5).

Am anderen Ende des Schwenkarms befindet sich die Aufnahme zur Montage des Fernglases, die zugleich über ein Teflon-Resopal-Gleitlager die Höheneinstellung ermöglicht. Diese kreisförmige Halterung besteht aus 12mm dickem Aluminium. Der Außendurchmesser beträgt 150mm, die Öffnung innen ist mit 100mm so groß, dass der Objektivtubus des 16×70-Glases durchgeführt werden kann. Diese Halterung mit jeweils einem unten und seitlich abgefrästen Segment (Abb. 6) war bereits für die ehemalige Montage des Fernglases auf dem Fotostativ vorhanden und konnte ohne Modifikation einfach wiederverwendet werden. Als einfache Lösung würde sich hier aber auch die Verwendung eines ausreichend stabilen Metallwinkels und einer daran befestigten Stativhalterung für Ferngläser anbieten. Damit die Höheneinstellung über das Gleitlager klemmungsfrei realisiert werden kann, ist es erforderlich das verwendete Fernglas am Mittelsteg mit einer Distanzhülse im Schwerpunkt zu montieren (Abb. 7). Ohne dieses Distanzstück ist das Glas frontlastig und sinkt stets nach unten. Die Befestigungsschraube am Mittelsteg

INTERSTELLARIUM

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

wird nur handfest angezogen, so dass hier ein weiterer Freiheitsgrad verbleibt und das Glas um die Längsachse gedreht und damit das Okularpaar waagrecht gestellt werden kann. Ein einfacher Leuchtpunktssucher an der Oberseite der Fernglashalterung ist bei 4° Gesichtsfeld zwar nicht wirklich erforderlich, erleichtert dennoch die Orientierung am Nachthimmel.

Bei der Dimensionierung des Schwenkarms gilt es, einen gelungenen Kompromiss zu finden: Ein langer Arm erlaubt eine große Amplitude zwischen minimaler und maximaler Einblickhöhe, während ein kurzer Arm mit geringer Ausschwingzeit und kleinem Transportmaß auftrumpft. Die gewählten Abmessungen können Abb. 8 entnommen werden. Die aufgewendeten Kosten lassen sich nur ungefähr beziffern, da größtenteils auf vorhandenes Material im Bastelkeller zurückgegriffen werden konnte. Konkrete Kosten fielen an für das Stativ

Abb. 9: Bei einer maximalen Höhe von 2,04m können auch große Menschen im Stehen beobachten, die minimale Höhe beträgt 1,14m.



FRANK GASPARINI

(20€), Konstruktionsprofil und Alu-Rohre (27€) und Hantelscheiben (10€). Mit Kleinteilen wie Schrauben, Muttern, Holzresten und Teflon dürrten in Summe aber kaum mehr als 70€ angefallen sein, womit das Ziel einer kostengünstigen Lösung vollständig erreicht wurde.

Erfahrungen und Verbesserungsmöglichkeiten

Die Parallelogramm-Montierung hat sich in der beschriebenen Ausführung als ideale Aufnahme für das vorhandene 16×70-Fernglas erwiesen. Die Bewegung der Achsen geschieht geschmeidig und ruckfrei. Nach einer Bewegung in Azimut bleibt das Glas ohne Nachschwingen sofort stehen. Sicherlich könnten auch noch größere Gläser montiert werden, vermutlich ist dann mit einer etwas längeren Schwingungsdämpfung in Azimut zu rechnen. Bei voll ausgezogenen Stativbeinen überbrückt die Montierung zwischen 1,14m minimaler Einblickhöhe und 2,04m maximaler Einblickhöhe (bei jeweils waagerechter Fernglasposition) eine Differenz von 0,9m. Damit erweist sich dieser Montierungstyp geradezu ideal, wenn Menschen unterschiedlicher Körpergröße gemeinsam beobachten, z.B. bei einer geführten Tour für Jugendliche oder Kinder am Nachthimmel. Ebenso kann rasch zwischen Beobachten im Stehen oder Sitzen gewechselt werden. Bei eingeschobenen Stativbeinen ist auch das Beobachten von einer Gartenliege möglich und damit besonders bequem bei zenitnahen Objekten. Zur weiteren Steigerung des Beobachtungsgenusses im Sitzen/Liegen ist zukünftig noch der Einbau eines Azimutge-

Abb. 10: Fernglas, Kartenmaterial, Leuchtpunktssucher finden im Transportkoffer Platz, Montierung und Stativ sind schnell griffbereit

FRANK GASPARINI, INTERSTELLARUM H.-G. PURUCKER



lenks am Montierungskopf vorgesehen, damit ein größeres Himmelsareal erreichbar ist, ohne dass hierfür jedes Mal der Stuhl oder die Liege umgestellt werden müssen. Selbst mit Beobachtungskoffer, Stativ und Montierung ist diese Ausrüstung immer noch schnell einsatzbereit und kann für spontane Beobachtungen genutzt werden. Die freie Zugänglichkeit des Glases bei jeder Orientierung am Himmel ist geradewegs ideal und das Fernglas erfreut sich seither wieder einer regelmäßigen Nutzung.

Buchtipp

FERN-SEHER



Der »Fern-Seher« erklärt nicht nur Bauarten und Ausstattungsmerkmale von Ferngläsern, sondern liefert auch Tipps für verschiedene Anwendungsgebiete und eine Einführung zur Beobachtung. Ein Muss für alle astronomischen und nicht-astronomischen Fernglas-Freunde!

192 Seiten, Spiralbindung, 21cm × 14,8cm, durchgehend farbig, ISBN 978-3-938469-28-6, 14,90€

Farbstich ade!

Das richtige Kalibrieren von digitalen Rohbildern

VON MANFRED WASSHUBER

Um das Optimum aus den unbearbeiteten Rohbildern einer CCD- oder DSLR-Kamera zu gewinnen, ist eine entsprechend genaue Kalibrierung dieser Daten unerlässlich. Dies ist gerade bei Farb-CCD-Kameras und DSLR nicht immer einfach. Leicht kann man durch die Kalibrierung viel an Information verlieren oder zusätzliche Störungen in das Bild hinein bekommen. Die folgenden Überlegungen sollen helfen, dies zu vermeiden.

Wer sich mit der CCD-Fotografie beschäftigt, weiß, dass es nicht reicht, bloß Rohbilder aufzunehmen und zu bearbeiten. Ohne die entsprechenden Bias-, Dunkel- und Hellbilder wird man nicht alle Information aus den Rohdaten gewinnen können. Dazu müssen zuvor die Rohdaten kalibriert, das heißt von allen störenden Bildinhalten befreit werden. Diese sind kurz zusammengefasst:

- **Bias:** beinhaltet das Ausleserauschen des Chips. Wird bei abgedeckter Optik mit einer sehr kurzen Belichtungszeit von 0,1s oder kürzer aufgenommen.

- **Dunkelbild (Dark):** beinhaltet das thermische Rauschen des Chips. Es ist zeit- und temperaturabhängig und wird bei abgedeckter Optik gleich lange wie die eigentliche Objektaufnahme belichtet.
- **Flat:** beinhaltet die Vignettierung der Optik und die durch Staub auf Linsen und Filter verursachten dunklen Abschattungen im Bild.

Es gibt zahlreiche Literatur im Internet oder in Buchform, in der die Anwendung von Bias, Darks und Flats ausführlich erklärt wird. So gut wie immer wird die Kalibrierung aber anhand von Aufnahmen mit

einer SW-CCD-Kamera erklärt. Bei Aufnahmen mittels einer Farb-CCD- oder einer DSLR-Kamera sind spezielle Probleme zu berücksichtigen. Dabei ist es egal, ob man eine Farb-CCD- oder eine DSLR-Kamera hat. Die Kalibrierung ist in beiden Fällen dieselbe.

CFA versus RGB

Beide Kameras haben als Detektor einen Schwarz-Weiß-Chip mit einer so genannten Bayer-Matrix. Dabei handelt es sich um eine bestimmte Anordnung von Farbfiltern, die



Abb. 1: Der schwache Reflexionsnebel vdB 152, am Rande einer Dunkelwolke gelegen, zeigt eindrucksvoll die Möglichkeiten moderner Kameras. Um in einem solchen Bild keine Farbverschiebungen einzuführen, sind korrekt ausgeführte Bildoperationen vor der weiteren Bearbeitung erforderlich. 3,5"-Refraktor bei 400mm, Alccd6c, 56x15min.

MANFRED WASSHUBER

direkt vor den Pixel des Chips aufgebracht sind. Jedes Pixel sieht somit nur jenes Licht, das durch den jeweiligen Filter durchgelassen wird. Die Filter sind so aufgesetzt, dass in einer 2x2-Anordnung je ein Pixel einen roten, ein weiteres Pixel einen blauen und zwei Pixel einen grünen Farbfilter vorge-setzt haben. Diese Anordnung nennt man auch Color Filter Array (CFA). Beim Auslesen des Bildes wird aber nur ein Schwarz-Weiß-Bild ausgelesen. Im Bild selbst ist die Farbinformation nur indirekt über die Intensitätsverteilung der einzelnen Pixel enthalten. Erst im Bildbearbeitungsprogramm erfolgt die Farbzuordnung zu jedem einzelnen Pixel (Abb. 2). Durch eine Matrizierung wird daraus das RGB-Farbbild errechnet. Bei dieser Berechnung tauschen alle benachbarten Pixel miteinander Daten aus, um für jedes Pixel einen vollen RGB-Wert zu erhalten. Da jedes Pixel acht direkte Nachbarn hat, fließt also die Information jedes Pixels in acht Nachbarpixel ein. Nach der Matri-

Theoretische Betrachtungen zur Flatfieldkorrektur

Wenn die Lichtquelle für die Flats nicht neutral ist, d.h. über den gesamten relevanten Spektralbereich eine einheitliche Intensitätsverteilung zeigt, sondern eine dominierende Farbe hat, dann werden die Farben im Bild verändert. Die ideale neutrale Lichtquelle steht jedoch kaum einem Amateur zur Verfügung. Auch die oft gepriesenen Leuchtfolien haben einen Farbstich. Da in der Regel auch der spektrale Verlauf der verwendeten Lichtquelle nicht bekannt ist, können keine Faktoren berechnet werden, mit denen ein Flat auf einheitliche Helligkeit über den Spektralbereich normalisiert wird. Erschwerend kommt hinzu, dass man eine Lichtquelle nicht mit einer Kamera eichen kann, deren spektrale Eigenschaften ebenfalls unbekannt sind.

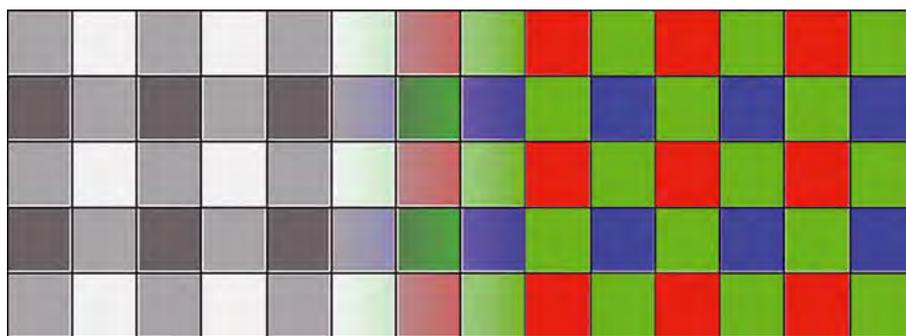
Möchte man die Farben eines Objektes, wie sie mit der verwendeten Kamera aussehen, erhalten, dann verzichtet man auf die Flatfieldkorrektur – Staubflecken und Vignettierung bleiben dann allerdings ebenfalls erhalten. Letztere kann man jedoch mit einem Gradientenentferner wegrechnen. Solch ein Bild zeigt die Farben des Objekts ohne Einfluss des Hellbildes. Es dient auch als Referenz zur Beurteilung der Farbveränderung durch das Flat.

Solange die Lichtquelle für das Flat nicht wirklich neutral ist, sind die Verhältnisse der Farben zueinander nicht gleichmäßig. Das erkennt man schön im Histogramm, das drei getrennte »Höcker« aufweist. Und darin liegt das Problem bei der Korrektur: Eigentlich müsste die Bildbearbeitungssoftware drei unterschiedliche Korrekturen im Bild vornehmen, es wird jedoch nur die Verteilung der Helligkeit aller Pixel im Bild bewertet. Bei einer rötlichen Lichtquelle zum Beispiel sind die blaugefilterten Pixel alle sehr dunkel, die grünen schon etwas heller und nur die roten Pixel richtig hell. Durch die Flatfieldkorrektur werden nun nicht nur die unterschiedlichen Helligkeiten aller blauen Pixel zueinander korrigiert, sondern alle blauen Pixel werden aufgehellt. Die roten Pixel werden dementsprechend alle abgedunkelt. Damit wird das Blau in der Aufnahme verstärkt und das Rot abgeschwächt. Mangels idealer Lichtquellen, gibt es prinzipiell zwei Arten mit dem Problem umzugehen:

1. Man trennt die gestackten Summenbilder in Rot, 2x Grün und Blau und setzt sie mit neuen Koeffizienten, die das Farbungleichgewicht ausgleichen, wieder zusammen. Die Koeffizienten erhält man, indem man die Mittelwerte der Helligkeit der einzelnen Bilder angleicht.

Bevor Bildbearbeitungsprogramme die Funktion »Normalisieren« anboten, wurden die Flats mit einem Median- oder Boxcar-Filter bearbeitet. Damit kommt man der Normalisierung schon recht nahe, verliert aber die unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Pixel und verschmiert Staubflecken ein wenig.

2. Man versucht das aufgenommene Flat neutraler zu machen. Das wird durch die Normalisierung erreicht, indem die Einzelbilder der Farben Rot, 2x Grün und Blau auf gleiche durchschnittliche Helligkeit gebracht werden. Dabei bleibt der Empfindlichkeitsunterschied der Pixel erhalten und das korrigierte Bild hat dieselbe Farbe wie ein Bild ohne Flatfieldkorrektur. Aber die Vignettierung ist korrigiert und Staubflecken sind perfekt entfernt.



MANFRED WASSHUBER

Abb. 2: Auch die Rohbilder von Farb-Kameras existieren zunächst als Schwarz-Weiß-Bild. Erst im Bildbearbeitungsprogramm wird jedem einzelnen Pixel des Schwarz-Weiß-CFA-Bilds eine Farbe zugeordnet.

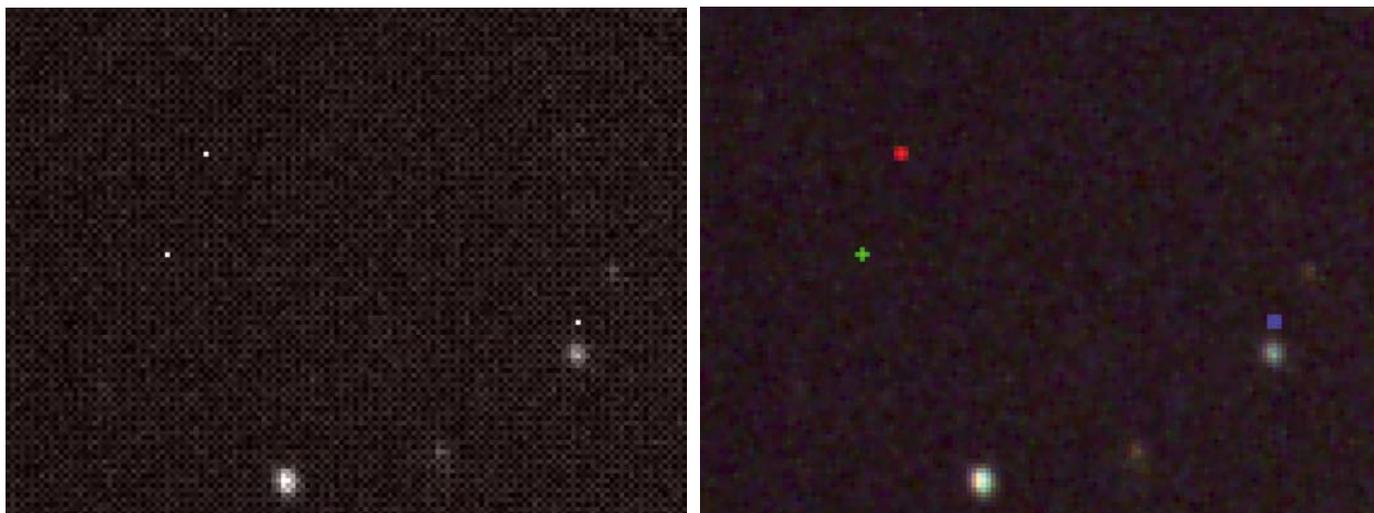


Abb. 3: Drei Hotpixel sind im CFA-Bild (links) zu sehen. Es ist noch nicht zu erkennen, um welche Farbe es sich handelt. Nach der Umwandlung in ein Farbbild sind dieselben Hotpixel farbig zu sehen (rechts). Dabei sieht man aber auch, wie das ursprünglich eine Pixel im CFA-Bild in die Nachbarpixel mit eingerechnet wird.

zierung sind die Daten »verschmiert« und lassen sich nicht mehr sinnvoll durch eine Kalibrierung korrigieren. Sämtliche Kalibrierungsschritte müssen daher am CFA-Bild durchgeführt werden, da nur dort die eigentlichen Rohdaten vorliegen.

Dazu braucht man ein Bildbearbeitungsprogramm, das direkt das CFA-Bild eines Farb-CCD lesen kann bzw. aus dem Rohbild einer DLSR-Kamera nur die CFA-Daten ausliest, ohne dabei gleich die Umrechnung in ein Farbbild durchzuführen. Alle gängigen Programme zum Auswerten von FITS-Daten wie z.B. MaximDL, Astroart, CCD-Stack, Fitswork oder Iris können dies. Ein Öffnen der Rohbilder in Photoshop macht somit keinen Sinn, da dabei die Bilder als fertiges Farbbild geöffnet werden.

Bias

Wie schon erwähnt, wird dabei das Ausleserauschen der Kamera aufgenommen. Dieses Rauschen ist von der Belichtungszeit unabhängig, nicht aber von der Umgebungstemperatur. Um kein zusätzliches thermisches Rauschen mit aufzunehmen, sollte der Bias möglichst kurz aufgenommen werden. Manche Hersteller oder Fotografen empfehlen die kürzeste einstellbare Zeit. In der Praxis reicht eine Belichtungszeit von unter einer Sekunde. Da dieses Rauschen nicht bei jedem Auslesen exakt gleich ist, sondern statistischen Schwankungen unterliegt, sollten viele Bias-Bilder aufgenommen und gemittelt werden. Ich nehme

Abb. 4: Beim Histogramm des Rohbildes des Hellbildes der Flatfieldbox sind deutlich drei einzelne Verteilungen für Rot, Grün und Blau zu sehen.

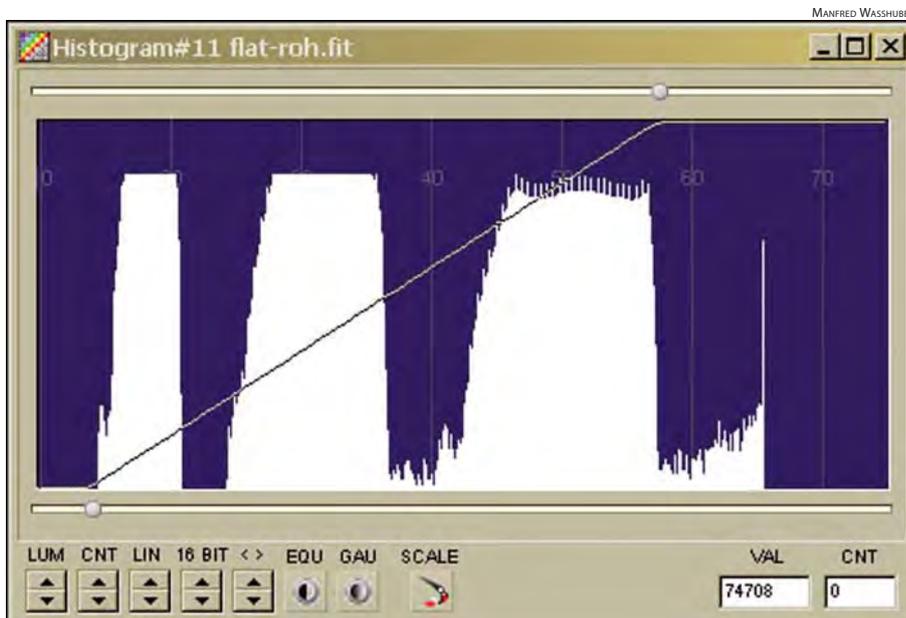
immer 30 Bias-Frames auf und verwende den Mittelwert als Bias-Master. Dieser Bias-Master wird dann von jedem Rohbild abgezogen. Bias-Master und Rohbild sind in beiden Fällen CFA-Bilder.

Dunkelbilder

Nicht bei jeder Kamera ist der Abzug eines Dunkelbildes nötig. Bei manchen Ka-

meras ist der thermische Anteil des Rauschens über die Zeit vernachlässigbar klein, so dass man keine Dunkelbilder aufnehmen muss. Selbst bei Aufnahmen im Sommer sind nur wenige Hotpixel im Rohbild zu erkennen. Diese mitteln sich beim Stacken meist weg bzw. lassen sie sich mit dem Hotpixel-Filter bei der Bildbearbeitung leicht entfernen. Wenn die Kamera aber einen hohen thermischen Rauschanteil aufweist und

Farbstiche verschiedener Flats		
Methode	Farbstich des Flats	Farbstich im Bild nach Flatkorrektur
Flatfieldbox (Glimmlämpchen)	rot	blau
Flatfieldbox (LEDs)	bläulich	rötlich
Skyflat	blau	rot
Leuchtfolie	fast neutral, aber immer noch bläulich	leicht rötlich



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



Abb. 5: Ins Blaue verschobenes Rohbild nach Anwendung des Flatfieldbox-Master-Flats ohne Normierung.

das Bild mit Hotpixeln übersät ist, wie z.B. bei allen ungekühlten DSLR-Kameras, dann müssen Dunkelbilder aufgenommen werden. Dazu werden wie beim Bias-Bild mit abgedeckter Optik Aufnahmen gemacht, diesmal jedoch mit gleich langen Belichtungszeiten wie beim Objektbild. Auch hier benötigt man wieder viele Dunkelbilder, um die statistischen Schwankungen zu mitteln, und ein sog. Master-Dark zu erstellen.

Gerade bei den Hotpixeln ist es sehr wichtig, dass der Abzug des Master-Darks vom Rohbild auf der CFA-Ebene geschieht. Nur im CFA-Bild ist das Hotpixel auch wirklich nur ein Pixel groß. Umgerechnet in Farbe wird aus dem Hotpixel eine flächige Ausdehnung, und die Kalibrierung wäre nicht mehr zielführend (Abb. 3).

Flats

Um zu sehen, welche Farben direkt aus der Kamera kommen, lohnt es sich, die Rohbilder einmal ohne Kalibrierung in ein Farbbild umzuwandeln. Man sieht zwar eine mehr oder weniger starke Vignettierung und die üblichen Staubflecken, eventuell viele Hotpixel, aber dieses Bild dient als Referenz für eine spätere Kalibrierung. Nach der Kalibrierung sollten die Vignettierung, die Staubflecken und bei Verwendung von Dunkelbildern auch die Hotpixel verschwunden sein, aber der Farbeindruck darf sich durch die Kalibrierung nicht verändern.

Die größten Überraschungen und Probleme ergaben sich zu Beginn mit den Flats. Mit meiner früheren SW-CCD-Ka-

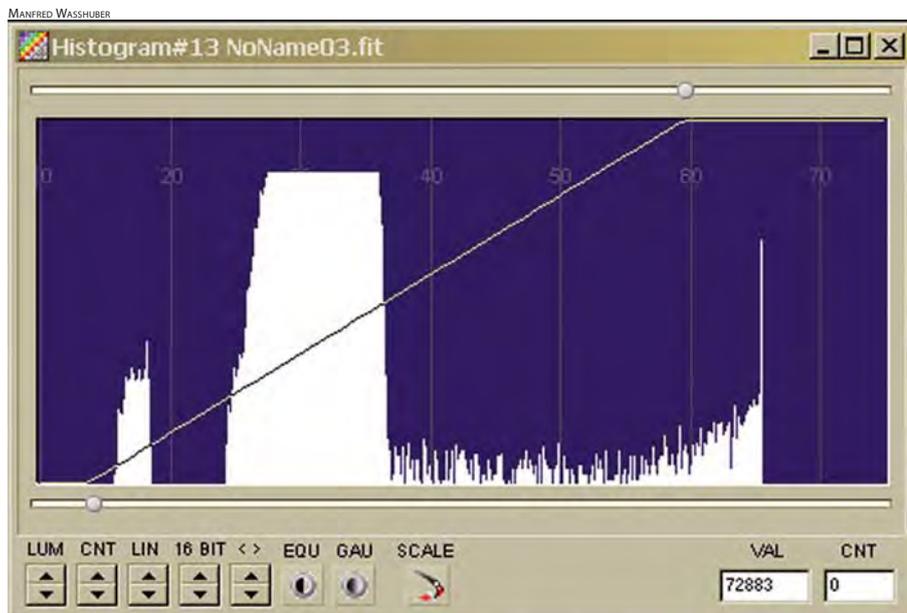
mera nahm ich die Hellbilder mithilfe einer selbstgebauten Flatfieldbox auf. Eine würfelförmige Box mit vier Glimmlämpchen, deren Licht intern reflektiert durch eine weiße Kunststoffscheibe leuchtet. Das Licht dieser Glimmlämpchen ist sehr rot-dominiert, dementsprechend inhomogen sieht das Histogramm eines Hellbildes mit dieser Box aus. Im Histogramm sieht man drei einzelne Verteilungen, wobei die hellste und am weitesten rechts stehende Verteilung den Rotanteil zeigt, die mittlere die Verteilung für Grün und die ganz links die Verteilung für Blau (Abb. 4). Wenn man sich das CFA-Bild dieses Hellbildes genauer ansieht, sieht man ein deutliches schachbrettartiges Muster aus dunklen, mittelhellen und hellen Pixeln. Rechnet man dieses Bild in ein Farbbild um, so sieht man den Farbstich sofort: Das Bild ist sehr rot.

Verwendet man ein derartiges Flat zum Kalibrieren, so ändert sich die Farbe der Rohbilder ins Blaue (Abb. 5). Die Farbgebung wird dramatisch verändert. Im Bild vorkommende H α -Nebel werden stark unterdrückt und abgedunkelt. Einen ähnlichen Effekt erhält man, wenn man statt der Flatfieldbox den Himmel in der Dämmerung zur Aufnahme von Sky-Flats heranzieht. Das Histogramm sieht fast gleich aus, nur ist jetzt ganz rechts die Verteilung für Blau als hellster Anteil, in der Mitte wieder Grün und ganz links Rot zu sehen. Werden solche Hellbilder zur Kalibrierung herangezogen, werden die Bilder sehr rotstichig.

Damit ist klar, dass man für die Hellbilder entweder eine sehr neutrale Lichtquelle

braucht, oder eine Software, welche die unterschiedliche Helligkeit der Farben nachträglich ausgleichen kann. Ein Teil der Lösung besteht darin, dass in die Flatfieldbox zusätzlich ein paar weiße LEDs eingebaut werden, die bekanntlich ein eher bläuliches Licht abgeben. Die Helligkeit der LEDs lässt sich steuern, so dass man gemeinsam mit den Glimmlämpchen ein recht neutrales Licht einstellen kann. Zur Kontrolle des Licht-Mixes werden Flats aufgenommen und deren Histogramm kontrolliert. Ist nur noch eine einzige Verteilung zu sehen, so ist das Licht ziemlich neutral. Auch wenn man es im Histogramm nicht mehr erkennt, bleibt doch ein kleiner Farbstich übrig. Diesen kann man nun mittels Software entfernen. In einigen Programmen, z.B. im Freeware-Programm Fitswork 4.10, gibt es eine Funktion zum Normalisieren von Flats. Hier teilt das Programm das CFA-Bild in vier Einzelbilder entsprechend der Bayer-Matrix auf, gleicht deren mittlere Helligkeit zueinander an und erstellt aus den vier Einzelbildern wieder ein komplettes CFA-Bild. Der Effekt ist, dass nun die mittlere Helligkeit aller Farben gleich groß ist. Das Histogramm des normierten Flats zeigt nur noch eine Verteilung (Abb. 6). Wenn man nun das normierte Flat zum Kalibrieren der Rohbilder verwendet, dann bleibt die Farbgebung des Bildes erhalten (Abb. 7).

Theoretisch kann man diese Methode auch an Flats anwenden, deren Farbanteile weit auseinanderliegen. Qualitativ bessere Ergebnisse erzielt man aber bei Flats mit bereits (fast) neutralem Licht. Dazu wurden



zum Beispiel auch Experimente gemacht, in denen blaue Sky-Flats und rote Flats der Flatfieldbox gemittelt wurden. Dies ergab ebenfalls recht neutrale Flats, jedoch ist man dabei immer auf die Dämmerung angewie-

sen. Daher wurde quasi die Dämmerung mittels der LEDs in die Flatfieldbox geholt.

Wie schon zuvor bei Bias- und Dunkelbildern sind auch bei den Flats viele Aufnahmen aufzunehmen und zu einem Master-

Abb. 6: Nach der Normierung des Master-Flats ist im Histogramm nur noch eine Verteilung zu sehen. Alle Farben haben dieselbe Helligkeit.

Flat zu mitteln. Die Normierung erfolgt dann an diesem Master-Flat.

Fazit

Mit einer Farb-CCD- und einer DSLR-Kamera lassen sich hervorragende Ergebnisse erzielen. Voraussetzung dafür ist eine optimale Kalibrierung der Daten, um noch die feinsten Details im Bild herausarbeiten zu können.

Surftipps

Homepage des Autors:

www.astroimages.at

Homepage von Fitswork:

www.fitswork.de

Warum gibt es die AF-Feinabstimmung?

Manche digitale Spiegelreflexkameras der Canon-EOS-Modellreihe erlauben es, dass der Fotograf selbst eine Feinjustage des Autofokus-Systems vornimmt. Aus der aktuellen Modellreihe trifft das zu auf die EOS 1Ds Mark III, EOS 1D Mark IV, EOS 5D Mark II und die EOS 7D. Alle anderen und vor allem ältere Modelle müssen ohne dieses »Feature« auskommen. In diesem Beitrag soll erläutert werden, wofür sich die AF-Feinabstimmung eignet und wie sie eingestellt wird.

Die Arbeit mit der automatischen Scharfeinstellung (AF, Autofokus) in Verbindung mit Fotoobjektiven spielt auch in der Astrofotografie eine Rolle. Gerade, wenn es schnell gehen muss, etwa in der Dämmerung eine stimmungsvolle Szenerie abgelichtet werden soll, ist man froh, wenn das Autofokussystem zuverlässig funktioniert und zumindest der Mond eine rasche und präzise Fokussierung auf »Unendlich« ermöglicht. Die Treffsicherheit ist dabei von großer Bedeutung, denn oftmals müssen diese Aufnahmen mit voll geöffneter Blende entstehen, um die Belichtungszeit, den ISO-Wert und das Bildrauschen in Grenzen zu halten. Bei Offenblende jedoch ist die Schärfentiefe minimal und jeder Fokusfehler resultiert unweigerlich in einem unscharfen Foto.

Wäre der Autofokus ein »geschlossener Regelkreis«, würde die Kamera durch Auswertung der Daten der AF-Sensoren den Fokus des Objektivs so lange verstellen, bis

der bestmögliche Schärfepunkt erreicht ist. Dann müsste nur die Kamera korrekt »justiert« sein und jedes Objektiv mit Autofokus würde daran einwandfrei funktionieren. Dem ist aber nicht so. Wahrscheinlich deshalb, um ein »Schwingen« des AF zu vermeiden, bei dem die Kamera ständig um den optimalen Wert herum hin- und herfokussiert. Um diesem Problem vorzubeugen, sendet die Kamera nach Messung des verbleibenden Fehlfokus ein Signal an das Objektiv, den Fokus um einen fixen Wert zu verändern, der dann das finale Schärfepunkt darstellen soll. Dieser Mechanismus kann nur funktionieren, wenn das Objektiv diesen Steuerbefehl in exakt korrespondierende Fokusbewegungen umsetzt.

Um diese Funktionsweise sicherzustellen, kann jedes Objektiv in einer Fachwerkstatt »kalibriert« werden. Bei älteren Exemplaren geschieht das über Lötbrücken, bei neuen durch Programmierung eines im Objektiv enthaltenen Speichers. Das wird in dem Moment eine Notwendigkeit, wenn das Objektiv

Abb. 1: Das mittlere Autofokus-Feld wird für die AF-Feinjustage manuell gewählt.



grundsätzlich eine Schärfenebene einstellt, die in Richtung der Kamera (Frontfokus) oder in der Gegenrichtung (Backfokus) verschoben ist. Beim Frontfokus werden Objekte scharf, die näher sind als das an fokussierte Objekt, beim Backfokus ist es umgekehrt.

Wird ein solcher systematischer Fokusfehler diagnostiziert, kann versucht werden für genau dieses Objektiv eine AF-Feinabstimmung vorzunehmen, um das Einschicken und einen Werkstattaufenthalt zu umgehen. Die AF-Feinabstimmung ist ein definierbarer »Offset« für den Autofokus, der sich in vierzig Schritten für maximal zwanzig verschiedene Objektive einstellen lässt. Immer, wenn das jeweilige Objektiv wieder verwendet wird, wird die einmal eingestellte AF-Feinabstimmung automatisch abgerufen.

Um ein Objektiv zu prüfen und gegebenenfalls zu justieren, sollte ein kontrastreiches Motiv in einer Entfernung anvisiert werden, die um mindestens den Faktor 50 größer ist als die Brennweite. Die Kamera wird auf

Abb. 2: In den benutzerdefinierten Funktionen des Kameramenüs findet sich in der Rubrik »Autofokus/Transport« die AF-Feinabstimmung.

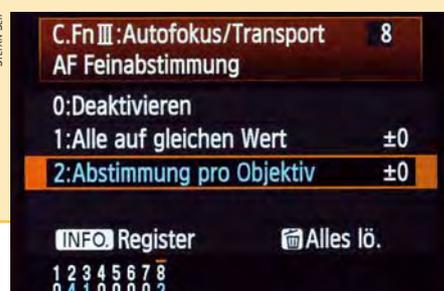




Abb. 7: Farbneutrales Rohbild nach Anwendung des normierten Flatfield-box-Master-Flats.

MANFRED WASSHUBER

von Stefan Seip

TECHNIKWISSEN

ein stabiles Stativ montiert und der mittlere Autofokus-Sensor manuell aktiviert (Abb. 1). Dann wird mittels Autofokus (Modus: »ONE SHOT«) scharfgestellt und eine Aufnahme bei maximaler Blendenöffnung angefertigt. Eine zweite Aufnahme entsteht durch manuelle Fokussierung (es ist nicht bei allen Objektiven nötig, aber empfehlenswert, sie auf MF zu schalten) mittels der »Live-View-Funktion«, idealerweise mit einem auf einen Computermonitor übertragenen Livebild bei maximaler Vergrößerung. So kann durch mehrmaliges Hin- und Herdrehen der beste Schärfepunkt zweifelsfrei gefunden werden. Beide Aufnahmen werden in der »100%-Darstellung« kritisch miteinander verglichen. Zeigen beide eine identische Schärfe, erübrigt sich eine AF-Feinabstimmung. Ist das mit dem Autofokus scharfgestellte Foto nicht so scharf wie das manuell fokussierte, wird im Kameramenü in den »benutzerdefinierten Funktionen« (Custom Functions) die Option »AF Feinabstimmung« aufgerufen (Abb.

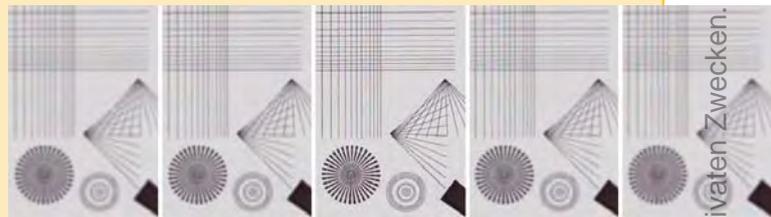
Abb. 3: Hier wird der Fokus eines 35mm-Objektivs auf Stufe +7 nach »Rückwärts« verlagert.



STEFAN SEIP

2). Nach dem Drücken der »INFO-Taste« erscheint der nächste Bildschirm mit einer Skala von -20 bis +20 (Abb. 3), auf der für das aktuell verwendete Objektiv die Abstimmung erfolgen kann. Durch eine Reihe von Aufnahmen mit verschiedenen Einstellungen kann die mit der bestmöglichen Schärfe leicht herausgefiltert werden (Abb. 4), wobei eine Dokumentation Pflicht ist, welche Aufnahme mit welcher Einstellung gemacht wurde, um Verwechslungen auszuschließen. Folgende Punkte sind zu bedenken:

1. Zur Sicherheit sollten verschiedenartige Motive als Testmotive verwendet werden, denn kein Autofokus-System liefert unter allen Umständen perfekte Ergebnisse.
2. Die im Sucher sichtbaren Autofokus-Messfelder sind nicht zwingend exakt die Orte der wahren AF-Sensoren. Mit geringen Abweichungen ist zu rechnen, das ist bei der Motivwahl zu bedenken.
3. Die AF-Feinabstimmung stellt immer nur einen einzigen Wert pro Objektiv dar. Unterscheidungen nach Entfernungsbereichen oder eingestellten Brennweiten (bei Zooms) können nicht abgebildet werden. Objektive, die sich in verschiedenen Entfernung- und/oder Brennweitenbereichen unterschiedlich verhalten, müssen zum Service in die Werkstatt.



STEFAN SEIP

Abb. 4: Die Fokusergebnisse dieses Objektivs in den Stufen +5, +6, +7, +8 und +9 (von links nach rechts) zeigen, dass die Einstellung +7 optimal ist. Ein besseres Ergebnis war auch mit der manuellen Fokussierung nicht zu erzielen.

4. Die Kombination eines Objektivs mit einem bestimmten Telekonverter wird wie ein zusätzliches Objektiv behandelt und kann separat abgestimmt werden.
5. Bei Fremdobjektiven wird oft nur die Brennweite erkannt. Es ist für jeden Einzelfall zu prüfen, ob die Kamera solche Objektive hinsichtlich der AF-Feinabstimmung eindeutig identifizieren kann.
6. Reicht die Skala von -20 bis +20 bei der Feinabstimmung nicht aus, muss das Objektiv in einer Service-Werkstatt justiert werden.
7. Erkennt werden nur Objektivtypen, keine Einzel Exemplare. Verwendet man zwei identische Objektive parallel, können nicht beide individuell feinjustiert werden.

AUFLEUCHTEN – fern und nah

In der bekannten Strudelgalaxie M 51 ereignete sich am 31. Mai eine Supernova, die auch schon mit kleineren Optiken für Amateure zu sehen war (s. S. 8). Visuell erreichte die Supernova eine scheinbare Maximalhelligkeit von ca. $12^m,5$ (um den 20. Juni) und wurde von vielen Amateuren beobachtet.



Abb. 2: Zur Zeit der Sommersonnenwende kann man, besonders im Norden Deutschlands, nachleuchtende Wolken am Himmel sehen. Digitalfoto, 9.7.2011, 23:45 MESZ, 33mm-Objektiv bei f/5,6, Canon EOS 350D, ISO 800, 1,6s, Panorama aus 3 Aufnahmen. *Marco Ludwig, Silvia Pohl*

First Light

Finsternismond, Sterne und rätselhafte Punkte

VON STEFAN SEIP

Abb. 1: Zu sehen ist der blutrot im Erdschatten befindliche Vollmond links und der helle Stern Antares rechts sowie weitere Sterne des Sternbildes Skorpion. Das Bildergebnis kann durchaus als stimmungsvoll und sehenswert gelten. Die geringe Höhe des Finsternismondes über dem Horizont hätte es allerdings ermöglicht, auch die Landschaft im Vordergrund ins Bild einzubeziehen.



ANITA WIEDNER

Die totale Mondfinsternis Mitte Juni 2011 rief viele Astrofotografen auf den Plan, weil man hierzulande bis September 2015 warten muss, bis man wieder einen vollständig vom Kernschatten der Erde getroffenen Vollmond vor die Linse bekommt. Das dachte sich auch Frau Anita Wiedner, die das Himmelsschauspiel für »Probeaufnahmen« nutzte, wie sie selbst schrieb, bei denen sie verschiedene Kameraeinstellungen ausprobierte, um sie miteinander zu vergleichen. Sie wollte herausfinden, was mit ihrer Kamera, einer digitalen Spiegelreflexkamera vom Typ Canon EOS 20D mit angesetztem Objektiv EF-S 18mm – 55mm / 3,5–5,6 machbar ist, ohne auf ein kostspieliges Teleobjektiv oder ein Fernrohr zurückzugreifen. Drei ihrer Resultate liegen mir für diesen Beitrag vor.

Die ersten beiden Motive sind sehr ähnlich und unterscheiden sich nur hinsichtlich ihrer Belichtungszeit und ISO-Einstellung. Das erste ist 4s lang bei ISO 800, das zweite 2s lang bei ISO 1600 belichtet worden,

was eine identische Netto-Belichtung beider Aufnahmen bedeutet. Beide entstanden in Telestellung des Zoom-Objektivs (55mm Brennweite) und der bei dieser Brennweite maximalen Blendenöffnung (1:5,6). Das erste der beiden Fotos, das in Abb. 1 zu sehen ist, wurde um 23:09 MESZ belichtet, also nach Ende der Totalität. So zumindest steht es in den EXIF-Daten, den in den Digitalfotos gespeicherten Bildinformationen. Diese beruhen auf den Kameraeinstellungen und vor einem wichtigen Himmelsereignis ist es sicher eine gute Sache, die exakte Einstellung der Uhrzeit innerhalb der Kamera zu überprüfen, damit die EXIF-Informationen auch stimmen.

Zu sehen ist der orangerot verfinsterte Mond im Sternbild Schlangenträger, der sternreichsten Region innerhalb der Milchstraße. Daher enthält die Aufnahme auch viele Sterne, allen voran Antares, den hellen Hauptstern im Skorpion. Insbesondere interessierte mich, was außer dem Mond und den Sternen noch auf den Bildern

zu sehen ist. Dazu wende ich generell zunächst ein simples Verfahren an und steigere die Helligkeit des Bildes in Photoshop um ein Vielfaches. Ich wähle den Befehl »Bild/Korrekturen/Gradationskurven...« (Tastenschlüssel Strg+M) und verbiege die Kurve dann so, wie es in Abb. 2 zu sehen ist. Wer Photoshop Elements verwendet, muss auf die Gradationskurven verzichten und als Ersatz mit dem Kommando »Überarbeiten/Beleuchtung anpassen/Tonwertkorrektur...« (Tastenschlüssel Strg+L) arbeiten, wobei das mittlere, graue Dreieck um einen großen Betrag nach links gezogen wird (Abb. 3), bis in dem dazugehörigen Eingabefeld in etwa der Wert 4 erscheint. Möchte man die gleiche Manipulation auf ein zweites Bild anwenden, gibt es einen Trick: Man aktiviert das zweite Bild und ruft den Befehl mit der zusätzlich gedrückten »Alt«-Taste auf, also in Photoshop Strg+Alt+M, dann öffnet sich das Dialogfeld mit der zuletzt gewählten Einstellung. Genau das tat ich bei der zweiten Aufnahme und ver-

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

◀◀ **Abb. 2:** Mit der Maus werden zwei Punkte der Gradationskurve nach oben geschoben, bis die Kurve einen steil ansteigenden Verlauf nimmt. Eine extreme Bildaufhellung ist die Konsequenz.

◀ **Abb. 3:** In Photoshop Elements kann im Rahmen der Tonwertkorrektur ein ähnliches Resultat wie in Abb. 2 durch Verschieben des mittleren, grauen Dreiecks (linker Pfeil) nach links erreicht werden, bis das dazu gehörige Eingabefeld etwa den Wert 4 annimmt (rechter Pfeil).

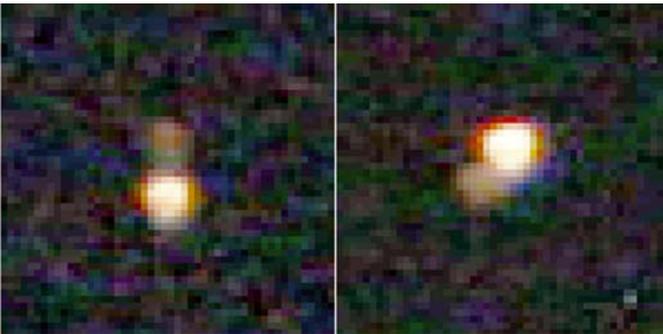
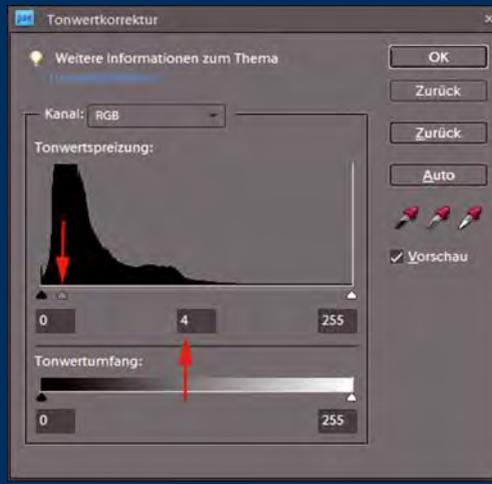
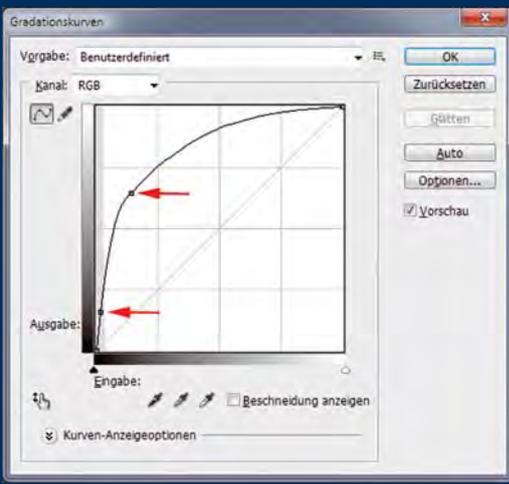
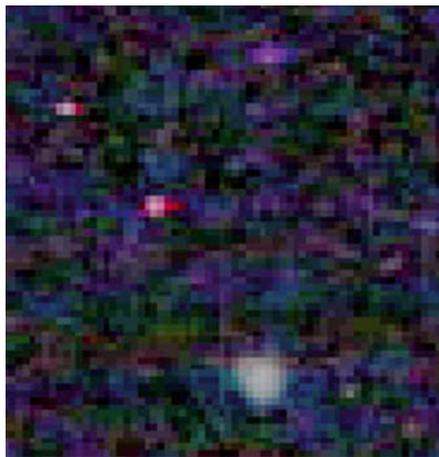


Abb. 4: Die beiden stark vergrößerten Ausschnitte von zwei Fotos zeigen jeweils den Stern Antares sowie seinen durch Verwackeln entstandenen »Doppelgänger«. Dass er einen unterschiedlichen »Positionswinkel« aufweist, lässt auf einen eher zufälligen Verlauf bei der Entstehung schließen.

Lichtpünktchen zu sehen sind, die wie auf einer Perlenschnur aufgereiht erscheinen (Abb. 6). Es erhebt sich die Frage, ob hier ein meteorologisches oder gar kosmisches Phänomen eingefangen wurde oder ob lediglich Artefakte innerhalb der Kamera die Ursache sind. Der Vergleich mit den anderen Fotos bestätigt, dass die Perlenschnur nur auf dieser Aufnahme auftaucht, daher scheiden kamerainduzierte Ursachen weitgehend aus. Durch Anwendung der massiven Bildaufhellung, wie sie oben beschrieben ist, konnte eine schnelle Antwort gefunden werden – es handelt sich um das Positionslicht eines Flugzeugs. Nach der Aufhellung ist neben den Leuchtpunkten nämlich auch der Kondensstreifen deutlich zu erkennen (Abb. 7).

Abb. 7: Die Punktreihe entpuppt sich nach der Aufhellung des Bildes als Spur eines Flugzeugs, das von Nordwesten nach Südosten flog. Der sichtbare Kondensstreifen macht auch die Bewegungsrichtung deutlich. Auf dem 8s lang belichteten Foto sind sieben Lichtpunkte zu erkennen, demnach beträgt die Blinkfrequenz des Positionslichtes etwa ein Hertz. Im Gegensatz zu den kürzer belichteten Fotos führte die achtsekündige Belichtung bei unbewegter Kamera bereits zu einer deutlich strichförmigen Abbildung der Sterne. ▼

ANITA WIEDNER, STEFAN SEIP



ANITA WIEDNER, STEFAN SEIP

▲ **Abb. 5:** Dieser stark vergrößerte Ausschnitt einer Aufnahme zeigt nur einen einzigen Stern, nämlich den größeren Punkt am unteren Bildrand. Die drei anderen hellen Objekte sind fehlerhafte Pixel.

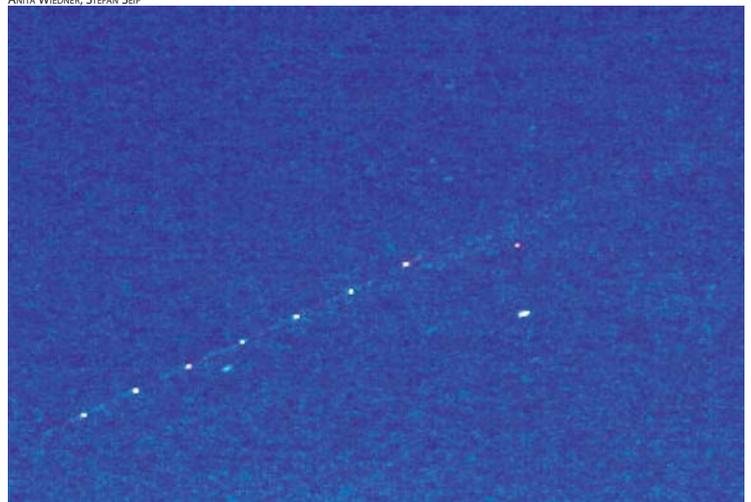
größerte die Darstellung. Auf allen zwei Bildern zeigte sich, dass helle Sterne – und der Mond – ein Geisterbild aufweisen, allerdings in unterschiedlichen Richtungen (Abb. 4). Das deutet darauf hin, dass das verwendete Stativ nicht stabil genug ist, selbst wenn mit Spiegelvorauslösung und Kabelauslöser gearbeitet wurde. Auch ein nicht ausgeschalteter Bildstabilisator kann die Ursache gewesen sein. Weiterhin auffällig sind nicht wenige, farbige, sternähnliche Punkte (Abb. 5), die sich bei beiden Aufnahmen an identischer Stelle befinden, während der Himmelsausschnitt ein etwas anderer ist. Demnach handelt es sich bei diesen Punkten nicht um Sterne, sondern um Pixelfehler, die durch Subtraktion eines Dunkelbildes hätten eliminiert werden können.

Rätselhaft erschien der Fotografin aber das dritte Foto der Serie, auf dem sieben

ANITA WIEDNER

Abb. 6: Die zunächst ominös erscheinende Punktreihe auf der Originalaufnahme.

ANITA WIEDNER, STEFAN SEIP



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

Leser beobachten

NEU

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

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

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Vorstellung: Nr. 73	NGC 1977	Ori	5 ^h 35,4 ^{min}	-4° 48'	20.9.2011
Ergebnisse: Nr. 79	Sharpless 276	Ori	5 ^h 31 ^{min}	-4° 54'	
Vorstellung: Nr. 74	IC 2177	Mon	7 ^h 5,5 ^{min}	-11° 0'	20.11.2011
Ergebnisse: Nr. 80	M 41	CMa	6 ^h 46,0 ^{min}	-20° 45'	
Vorstellung: Nr. 75	NGC 4485/4490	CVn	12 ^h 30,5 ^{min}	+41° 42'/+41° 39'	20.1.2012
Ergebnisse: Nr. 81	NGC 4725	Com	12 ^h 50,4 ^{min}	+25° 30'	
Vorstellung: Nr. 76	M 80	Sco	16 ^h 17,0 ^{min}	-22° 59'	20.3.2012
Ergebnisse: Nr. 82	M 62	Oph	17 ^h 1,2 ^{min}	-30° 7'	
Vorstellung: S. 75	NGC 6819	Cyg	19 ^h 41,3 ^{min}	+40° 11'	20.5.2012
Ergebnisse: Nr. 83	NGC 6791	Lyr	19 ^h 20,9 ^{min}	+37° 46'	
Vorstellung: S. 28	NGC 663	Cas	1 ^h 46,0 ^{min}	+61° 15'	20.7.2011
Ergebnisse: Nr. 84	IC 1805	Cas	2 ^h 33,4 ^{min}	+61° 26'	

NGC 7331



NGC 7331 und Hickson 92 (Stephans Quintett). CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 700mm, ALccd 6c, 7x15min, Werner Pribil



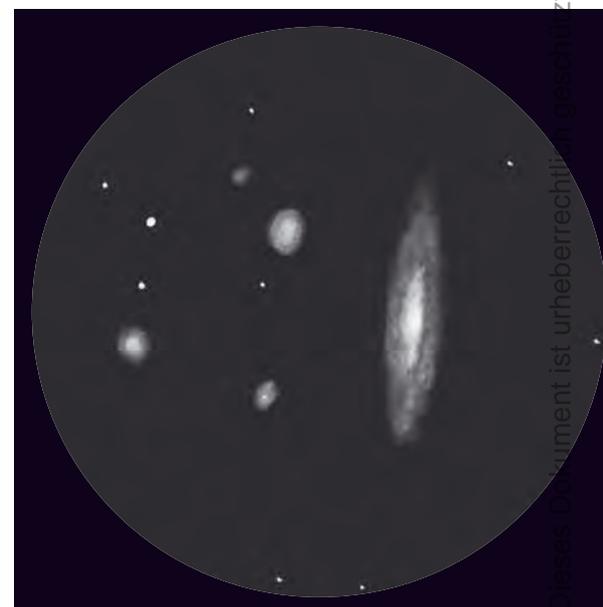
▲ **CCD-Aufnahme**, 24"-Hypergraph bei 4940mm, SBIG STL-11000M, 17×15min (L), 5×15min (je RG), 4×15min (B), Remote-Belichtung am Skinakas Observatorium, Kreta. *Stefan Binnewies, Volker Wendel, Josef Pöpsel*



◀ **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 64×10min. *Siegfried Kohlert*

CCD-Aufnahme + Digitalfoto, 16"-Cassegrain bei 3600mm, STL-11000M, 6×10min (L), 10"-Schmidt-Newton bei 1016mm, Canon EOS 20Da, ISO 800 – ISO 1600, 58,5min. *Eduard von Bergen*

Zeichnung, 17,9"-Newton, fst 6^m1; 230x. *Hubert Schupke*



NGC 7331

7x50-Fernglas: fst 5^m8; ein dunkler Himmel war der Grund spontan zum 7x50-Feldstecher zu greifen. Die Galaxie war an der erwarteten Stelle gut zu sehen. Ein heller Kern und ein elliptischer Halo, welcher klar abgegrenzt vom Himmel ist. Bei 7x sind aber keine Einzelheiten in der Galaxie zu erkennen. *Stefan Deichsel*

25x100-Fernglas: fst 4^m6; im Fernglas, auch bei Stadtrandhimmel, ein direkt sichtbares Objekt. Die längliche Ellipsenform ist auch bei schwacher Vergrößerung schon deutlich zu erkennen. *Jörg Meyer*

70/700-Refraktor: fst 4^m5; bei dunstigem und durch Horizontnähe schon sehr aufgehelltem Himmel war von NGC 7331 zuerst nichts zu sehen. Deshalb immer wieder von η Peg aus neu aufgesucht und per Field Sweeping gesucht. Mit 28x war nach einiger Zeit ein schwacher Fleck sichtbar, der bei 56x deutlicher wurde und als kleiner länglicher Nebel erschien, wobei es sich hier nur um den hellen und sehr breiten Kernbereich handelte. *Frank Lange*

110/660-Refraktor: fst 5^m5; die Galaxie ist leicht erkennbar. Sie ist ziemlich hell und deutlich als schmaler Streifen sichtbar. Das Zentrum von NGC 7331 ist heller als die Randbereiche. 53x. *Stefan Westphal*

127/1500-Cassegrain: fst 6^m0; die Galaxie ist auf Anhieb gut sichtbar. Sie bildet ein langgestrecktes Oval, das in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet ist. Der Kern der Galaxie ist recht auffällig und zeigt sich ebenfalls deutlich oval. Die schwachen Randpartien laufen diffus aus – zur Mitte hin werden sie jedoch heller. Konzentriert man sich nicht auf die Randpartien sondern die helleren Gebiete, verleiht dies der Galaxie ab und zu den Anblick einer dünnen Spindel. 100x. *Christian Lutz*

200/1200-Newton: fst 6^m2; SQM-L: 21^m3/□". Galaxie ist direkt als langgestreckter Nebel sichtbar. Rand östlich ist diffus auslaufend, Rand westlich wirkt etwas schärfer begrenzt. Helles, kompaktes Zentrum. 120x. *Michael Zschech*

254/1016-Newton: fst 6^m5; oft übersehen gehört NGC 7331 einfach zu den Paradeobjekten im Pegasus und erscheint etwa so wie die Andromedagalaxie mit bloßem Auge. Die Galaxie ist in Nord-Süd-Richtung ungefähr 1:3 elongiert und erscheint spindelförmig. Der innere Kern ist hell und sternförmig. Der äußere Kern ist etwas lang gestreckt und ebenfalls ziemlich hell. Im Außenbereich der Galaxie sind indirekt leichte filamentartige Strukturen zu erahnen. Des Weiteren ist die Galaxie von einem hübschen Sternfeld umgeben. 105x. *Andreas Schnabel*

254/1250-Newton: fst 6^m5; die Galaxie steht südlich von drei etwa gleich hellen Sternen, die mit gleichem Abstand in einer Reihe stehen. Die Galaxie ist von Nord nach Süd elongiert etwa 3–4:1, ebenso der Kern. Der Kern ist deutlich heller als der Halo. Der Halo wirkt ganz leicht unregelmäßig strukturiert. Nach den nahebei stehenden Galaxien wurde nicht gesucht. Der nördlichste der drei »Sterne« müsste NGC 7340 gewesen sein, wurde aber nicht als unscharf erkannt (Ausdehnung 0,9' × 0,6'). 125x. *Michael Schumann*

254/1270-Newton: Bortle 3–4; die Galaxie ist relativ hell, sehr ausgedehnt und deutlich (3:1) elongiert. Die Nachbargalaxien NGC 7335 und NGC 7337 konnten anhand eines Fotos identifiziert werden, nicht aber NGC 7336 und NGC 7340. *Hans-Georg Purucker*

320/1440-Newton: Bortle 3; längliches, Nord-Süd-ausgerichtetes Nebeloval von 10' × 3' Größe. Kleiner heller und länglicher Kern. Indirekt ist eine Staubkante im Westen auszumachen. Die nahen Galaxien NGC 7337, 7335 und 7340 sind mit Mühe erkennbar. 144x. *Uwe Pilz*

Hickson 92 (Stephans Quintett)



CCD-Aufnahme, 12"-Refraktor bei 3000mm, SBIG ST-2000XM, 60x4min (L), 10x4min (je RGB), sowie 12"-SCT, 10x4min (L), SBIG LRGB-Filter. *Michael Deger*



Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 64x10min. *Siegfried Kohlert*



Hickson 92 (Stephans Quintett)

25x100-Fernglas: fst 6^m0; Stelle sicher gefunden, aber nichts gesehen. *Jörg Meyer*

120/1020-Refraktor: schon bei 61x deutlich, aber trotzdem schwierig, die Nebelflecken direkt zu trennen. Drei Flecken wurden gesehen; NGC 7319 nicht erkannt, zwei Kerne von NGC 7318 nicht getrennt; Stern bei NGC 7320 und 7317 gesehen; 102x. *Ronald Stoyan*

200/1200-Newton: fst 6^m2; SQM-L: 21^m3/□". Sichtung blickweise, sehr unsicher. Objekte können nicht klar erfasst werden. 120x. *Michael Zschech*

200/1200-Newton: fst 6^m7; drei der hellsten Galaxien von Stephans Quintett, nördlich von NGC 7331 gelegen, sind als schwache Lichtflecken auf engstem Raum bereits im Achtzöller indirekt zu sehen. Ansonsten sind keine weiteren Details erkennbar. 133x. *Andreas Schnabel*

254/1270-Newton: Bortle 3–4; vier Komponenten von

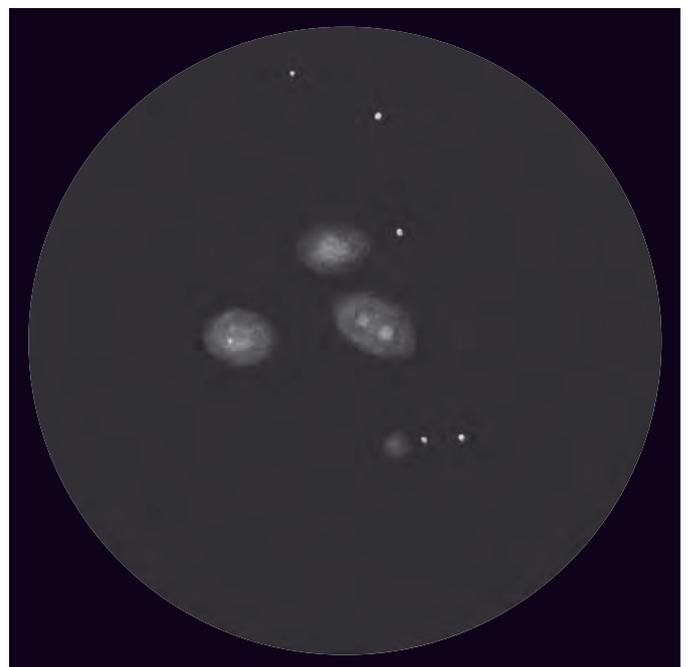
Stephans Quintett sind sicher zu erkennen. Die Trennung von NGC 7318 A und NGC 7318 B ist nicht eindeutig gelungen. Die charakteristische Gesamtform der Galaxiengruppe ist gut erkennbar. 127x. *Hans-Georg Purucker*

320/1440-Newton: Bortle 2; NGC 7318A/B: In einem nur indirekt sichtbaren Halo befinden sich zwei Helligkeitszentren (schwierig zu beobachten). NGC 7320: leicht sichtbar, aber strukturlos länglich. NGC 7317: Beobachtung wegen des nahen 13^m-Sterns schwierig. NGC 7319 bleibt unsichtbar bei mehreren Vergrößerungen. 144x. *Uwe Pilz*

360/1780-Newton: alle fünf Galaxien plus NGC 7320C einfach und deutlich, vor allem NGC 7319 aber nicht unbedingt hell; NGC 7318A+B als zwei Kerne in gemeinsamem Halo, NGC 7317 elongierter Kern südlich eines deutlichen Sterns. *Ronald Stoyan*

CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 4940mm, SBIG STL-11000M, 18x10min (L), 2x10min (je RB), 3x10min (G), Remote-Belichtung am Skinakas Observatorium, Kreta. *Stefan Binnewies, Josef Pöpsel, Rainer Sparenberg*

Zeichnung, 17,9"-Newton, fst 6^m1; 295x. *Hubert Schupke*



Astrofotos unserer Leser



◀ **Ringgalaxie ESO 138-IG29/30 in Ara** (Sacred Mushroom-Galaxie). CCD-Aufnahme, 20"-Astrograph bei 1888mm, QSI583ws, 175×30s (je LRGB), Astronomie LRGB-Filter. *Sighard Schröbler, Walter Huchtmeier*

Strichspuren über dem Südwesthorizont. Digitalfoto, 18mm-Objektiv, Canon EOS 350D, ISO 1600, ca. 90×30s. *Dirk Panczyk*





M 3 in Canes Venatici. CCD-Aufnahme, 8"-Refraktor bei 1400mm, QHY8pro, 14x180s. *Andreas Eisele*



IC 1848, Galaktischer Nebel in Cassiopeia. Digitalfoto, 3"-Refraktor bei 600mm, Canon EOS 1000Da, ISO 800, 35x10min (je RGB). *Patrick Hochleitner*

Astrobecks Sternzeiten

40 Jahre arbeitete er bei Zeiss in Jena: Hans G. Beck, vielen bekannt als »Astrobeck«, blickt in seinem 300 Seiten starken Werk auf menschliche und berufliche Erlebnisse als Leiter der Entwicklungsabteilung für Planetarien und Teleskope zurück. Einen Großteil des Buches nehmen Reiseberichte aus den 1950er Jahren ein, als Beck in verschiedene, damals für DDR-Bürger sehr exotische Länder wie Indien und Japan reisen konnte und dort Planetarien und Sternwarten erstellte. Später, nun ohne die »Lizenz zum Reisen«, berichtet er über die Zusammenarbeit mit Alfred Jensch und manch skurrile Be-

gegnung, etwa mit Erich Honecker, dessen Empfehlung, japanische Kaufhausfernrohre zum Vorbild zu nehmen, Beck bei den Amateurteleskopen ignorierte.

Becks Buch hat keinen Lektor gesehen, das wird insbesondere an zahlreichen Wiederholungen und Überschneidungen und fehlenden Abbildungen deutlich. Gerade diese ungefilterte Authentizität verleiht dem Buch



Hans G. Beck: Astrobecks Sternzeiten, Eigenverlag, Jena 2011, keine ISBN, 301 S., 15€

jedoch seinen Charakter, der es für Interessenten der Astro-Zeitgeschichte lesenswert macht. Vom Verkaufspreis des nur direkt beim Autor erhältlichen Buchs (astrobeck.jena@t-online.de) gehen 5€ als Spende an die Krebsstation der Universitätsklinik Jena und weitere Einrichtungen.

■ Ronald Stoyan

Exoplaneten



Nach der Entdeckung des ersten Exoplaneten in den 1990er-Jahren suchen mittlerweile auch Raumsonden wie die Kepler-Mission intensiv nach neuen Planeten außerhalb unseres Sonnensystems. Von der Geschichte der Astronomie über die Entdeckung der ersten extrasolaren Planeten bis zur Suche nach außerirdischen Intelligenzen berichtet dieses Buch. Dabei wird anschaulich, fast ohne mathematische Formeln der

Sven Piper: Exoplaneten, die Suche nach der zweiten Erde, Springer-Verlag,

Berlin, Heidelberg 2011, ISBN 978-3-642-16469-9, 216 S., 24,95€

Bogen von damals noch oft belächelten Wissenschaftlern, denen zunächst der Zufall zu Hilfe kam, bis zu geplanten zukünftigen Weltraummissionen gespannt. Der Autor klärt über die verwendeten Techniken, Teleskope und Missionen auf, mit denen mittlerweile intensiv eines der spannendsten und vielversprechendsten Forschungsgebiete der Naturwissenschaften betrieben wird.

Wissenschaftliche Ansprüche sollte man allerdings nicht an das Buch stellen. Es fehlen sowohl ein Glossar als auch ein Literaturverzeichnis und die angegebenen Quellen sind meist keine Originalarbeiten. Das Layout des Buchs ist eher einfach gehalten, mit vergleichsweise wenigen Bildern, was aber wegen des interessanten und aktuellen Inhalts nicht weiter stört. Ein Ausblick auf das Leben im Universum und die Suche nach erdähnlichen Planeten und Zivilisationen runden das Buch ab.

■ Hans-Georg Purucker

iPhone-App: Solar Eclipses

Sonnenfinsternisse sind herausragende Ereignisse für Amateurastronomen. Allein in den letzten drei Jahren gab es alle Typen davon zu sehen: eine totale Finsternis 2009 über China, eine ringförmige Sonnenfinsternis 2010 über Indien und eine partielle Sonnenfinsternis Anfang 2011 über Europa. Die neue kostenfreie iPhone-App Solar Eclipses dokumentiert diese Ereignisse in drei 7- bis 15-minütigen Filmen, wobei allerdings nicht nur die Sonne allein im Vordergrund steht, sondern z.B. auch meteorologische Erscheinungen während der Finsternisse untersucht und erläutert werden – das Ganze unterlegt mit jeweils landestypischer Musik.

Zudem bietet die App Zugriff auf die aktuellen Sonnenbilder des Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) der NASA, so dass der Nutzer Bilder der Sonne in verschiedenen Spektralbereichen abru-



fen kann, natürlich auch ganz aktuelle. Eine erweiterte Version für das iPad unter dem Titel Solar Eclipses HD ist mit hochauflösenden Filmen und aktuellen Bildern weiterer Sonnen-Satelliten verfügbar.

■ Hans-Georg Purucker

iPhone-App: Solar Eclipses, 91MB, 1,0, iOS4.2 oder höher für iPhone/iPad/iPod touch, kostenlos

Termine für Sternfreunde Oktober–November 2011

Messe

- 15 26.11.: 16. Hattinger astronomischer Trödeltag (HATT), 45525 Hattingen-Mitte
 ① Ingo B. Schmidt, Schonfeldstr. 23, 45326 Essen, 0201/8336082,
 ingo.schmidt@sternwarte-hattingen.de, www.sternwarte-hattingen.de/hatt.htm

Fachtagung/Workshop

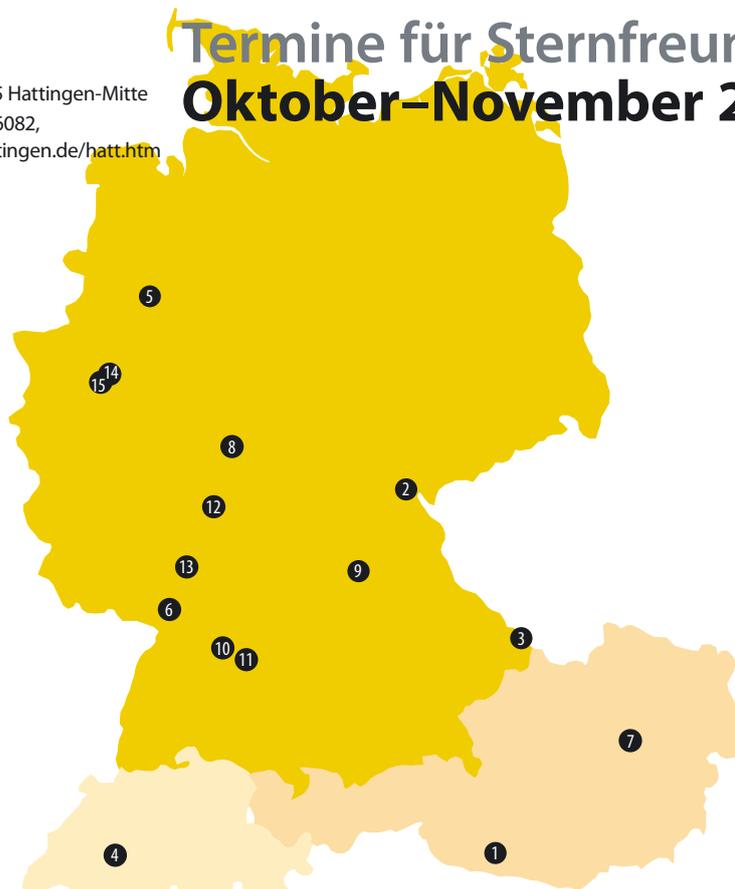
- 5 6.–8.10.: 11th European Symposium for the Protection of the Night Sky, 49082 Osnabrück
 ① Museum am Schölerberg,
 www.lichtverschmutzung.de/symposium_2011
- 7 21.–23.10.: 19. Österreichischer CCD-Workshop, A-8630 Mariazell
 ① Günther Eder, 0043/676/5233070,
 astroteam.mariazell@gmx.net, www.astroteam.at
- 9 28.–30.10.: 8. Fachtagung Geschichte der Astronomie, Regiomontanus-Sternwarte, 90491 Nürnberg
 ① VdS-Fachgruppe Geschichte der Astronomie, Wolfgang Steinicke, 07665/51863, steinicke-zehnle@t-online.de, geschichte.fg-vds.de
- 10 28.–30.10.: 8. Stuttgarter CCD-Workshop, Sternwarte Uhlandshöhe, 70188 Stuttgart
 ① Geschäftsstelle Schwäbische Sternwarte e.V., Seestr. 59 A, 70174 Stuttgart, 0711/2260893,
 www.sternwarte.de/verein/ccd-ws
- 12 29.10.: Spektroskopie-Workshop 2011, 63505 Langenselbold
 ① Dieter Goretzki, d.goretzki@t-online.de,
 www.spektroskopie.fg-vds.de/langenselbold2011_d.htm
- 13 4.–6.11.: 5. Spektroskopie-Praxisworkshop der VdS-Fachgruppe Spektroskopie, Starckenburg Sternwarte, 64646 Heppenheim
 ① Lothar Schanne, 06898/43864, l.schanne@arcor.de,
 spektroskopie.fg-vds.de/anfaenger2011_d.htm
- 14 12.11.: 30. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa), 44801 Bochum
 ① Peter Riepe, Lortzingstr. 5, 44789 Bochum,
 fg-astrofotografie@vds-astro.de,
 www.boheta.de/fset_tagung.htm

Beobachtungstreffen

- 1 29.9.–2.10: 27. Internationales Teleskoptreffen (ITT), Emberger Alm, A-9761 Greifenburg, Österreich, Kärnten
 ① Museum am Schölerberg, www.lichtverschmutzung.de/symposium_2011

- 2 30.9.–1.10.: Hofer Sternfreunde- und Teleskoptreffen, 95032 Hof
 ① Sternwarte Hof, Egerländer Weg 25, 95032 Hof, 09281/84220,
 Andreas.S.Schmidt@physik.uni-muenchen.de, vhs.hof@bnhof.de,
 www.sternwarte-hof.de,
 www.astro-foerderverein.de
- 3 11. Almburg-Teleskoptreffen (ATM) in Mitterfirmiansreuth (94158 Philippsreuth)
 ① Andreas Hattinger, Passauer Str. 10b, 94161 Ruderting, 0171/8802039, andreas.hattinger@gmx.net, www.almburg-treffen.de
- 4 1.10.: 20. Zumstein-Teleskoptreffen, Gurnigel Passhöhe, CH-3099 Rütli b. Riggisberg
 ① Michel Figi, Foto Video Zumstein AG, Casinoplatz 8, CH-3011 Bern,
 Tel. 0041/31/3109080, astro@foto-zumstein.ch,
 www.foto-zumstein.ch/astro_november_events.php?shownews=23
- 6 8.10.: Regionaltagung der Sternwarten, Vereine und Privatpersonen, Sternwarte 76756 Bellheim
 ① www.sternwarte-bellheim.de/index.php/termine.html
- 8 21.–23.10.: Herbst-Teleskoptreffen Vogelsberg (TTV), Sternenwelt Vogelsberg e.V., 36325 Feldatal
 ① Walter Gröning, astrophysik@t-online.de, ttv@sternenwelt-vogelsberg.de, sternenwelt-vogelsberg.de/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=51&Itemid=37
- 11 29.10.: Astronomie-Live, Beobachtertreffen am Breitenstein, 73230 Kirchheim/Teck
 ① B.Augustin@t-online.de, tecksky.de/beob.htm

Sonstiges



Demnächst in interstellarum

Themenheft Teleskope 2011

Astrofotografie im Fokus

Kameras und Teleskope, durch die gute Bilder gelingen – beides steht im Fokus des nächsten Heftes. Zwei Produktvergleiche widmen sich den Arbeitspferden von Canon und der Frage, ob man zu mehr oder weniger Pixeln greifen sollte, sowie den Fotomaschinen Takahashi FSQ 106 und Televue NP101is, die sich einem Vergleich stellen müssen. Außerdem verraten uns über 700 fotografierende Leser von interstellarum, welche Ausrüstung und Software sie benutzen, was sie am liebsten fotografieren und welche Bildmanipulationen ihrer Meinung nach noch erlaubt sind.



BERND LIBSCHNER

NEU: Praxis-Check

Neuheiten einfach nur nach Informationen der Hersteller vorstellen – das ist der interstellarum-Redaktion zu wenig. Deshalb gibt es nun die neuen Praxis-Checks: Zu insgesamt 12 neuen Produkten haben sich interstellarum-Experten selbst ein Urteil gebildet. Diese umfassen u.a. den TS Quadruplet Astrograph, den Quattro-f/4-Newton von Skywatcher, die Delos-Okulare von Televue, die 100°-Okulare von Omegon, die Companion CL-Ferngläser von Swarovski und das Lens2Scope, das aus Teleobjektiven Teleskope macht.



THOMAS RATTEL

65 Neuheiten vom Refraktor bis zum Fernglas

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

interstellarum **THEMA Teleskope** ist ab 21.10.2011 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

aktuell auf www.interstellarum.de

Aktuelle Aufnahmen unserer Leser

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

NEU: Online-Ods

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



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

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

Inserenten dieser Ausgabe

Alpine Astrovillege	78	Beyersdörfer GmbH	4	Oculum-Verlag	79/103
APM Telescopes	33	Friedrich Moess Beleuchtungssysteme	78	Optical Vision	7/25
Artemis CCD Ltd/		Farm Tivoli	77	Sattleggers Alpenhof	77
ATIK Cameras	53	Gerd Neumann jr.	64	Sahara Sky	78
AstroInfo	32	Hofheim Instruments	64	Teleskop-Service	66
Astrocom	32	Intercon Spacetec	5	Teleskop & Sternwarten	
Astroleuchten.de	77	Kiripotib Astrofarm	78	Zentrum	65
Astronomie.de	10	Kosmos-Verlag	66	teleskop-shop-ost	78
Astro-Shop	U2	Meade Instruments U4/6/33/78	66	William Optics	64
Astrotreff	33	nimax GmbH	65	Wissenschaft Online	11
Berlebach Stativtechnik	32			Wolfgang Lille	78

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

Verlag: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

Abo-Service: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2011 inkl. Zustellung frei Haus: 54,90 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Jan., Mär., Mai, Juli., Sept., Nov., zusätzlich 2 Hefte interstellarum »Thema«



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

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

Grafik und Layout: Frank Haller, Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

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

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

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

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

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

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

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

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern, sowie orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinntestend 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. 12 vom 1.11.2010

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

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