

Titelbild: Ein finnischer Naturfotograf auf Nordlichtjagd in der Nähe von Tromsø. Nikon D3, 24mm bei f/2,8, 15s, ISO 1250. Thilo Bubek

INTERAKTIV



Folgen Sie uns auf Twitter!
Die gesamte Redaktion informiert Sie täglich über Neuigkeiten aus der (Amateur-)Astronomie.

www.twitter.com/interstellarum

BUCHTIPP



Polarlichter, 2. Auflage



Andreas Pfoser, Tom Eklund.

ISBN: 978-3-938469-67-5.

Oculum-Verlag, 39,90€

www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=80

BUCHTIPP



Komet ISON



Daniel Fischer, Frank Gasparini.

ISBN: 978-3-938469-69-9.

Oculum-Verlag, 7,90€

www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=82



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

haben Sie schon einmal ein Polarlicht gesehen? Wenn nicht, dann möchte ich Ihnen sehr ans Herz legen, eine Reise gen Norden zu unternehmen. Ich habe das im Februar dieses Jahres getan (siehe Bild oben). Temperaturen von bis zu -36°C waren eine Herausforderung, angesichts des gigantischen Spektakels am Himmel vergaß man jedoch die Kälte: gewaltige Bögen aus grünem Licht, die plötzlich in Bewegung geraten, immer wilder über den Himmel zucken und in einer Korona über den Köpfen explodieren – es gibt kaum etwas eindrucklicheres, das man am Himmel sehen kann. Pünktlich zur beginnenden Polarlichtsaison erfahren Sie in diesem Heft viel über die beeindruckenden Himmelslichter: Im Hauptartikel erklärt Michael Hunnekuhl Neues aus der Polarlichtforschung (Seite 12). Thilo Bubek, der sich als Fotograf ganz den Polarlichtern gewidmet hat, verrät Tipps und Tricks (Seite 46). Und im Erlebnisbericht warnt Dieter Seiwald vor dem Suchtfaktor der Nordlichter (Seite 60).

Wie wird Komet ISON? Die gesamte Astro-Szene wartet gespannt auf das Großereignis des Jahres. Noch ist nicht klar, ob wir nur einen hellen, oder doch sehr hellen Kometen erwarten dürfen. In diesem Heft geben wir eine Vorschau auf die im Oktober und November zu erwartenden Ereignisse (Seite 23). Im kommenden Heft wird der Komet dann Titelthema werden. Wer jetzt schon alles zu diesem Schweifstern wissen will, dem sei unser kleines Handbuch »Komet ISON« empfohlen. Die interstellarum-Redakteure Daniel Fischer und Frank Gasparini berichten darin über alle Aspekte des Schweifsternes. Der Clou sind genaue Aufsuchkarten und informative Grafiken zu den Sichtbarkeitsbedingungen des Kometen.

Der größte Fotowettbewerb, den es jemals um die Astrofotografie gab, hat alle Grenzen gesprengt: Mehr als 1500 Einsendungen gab es zum gemeinsam mit Astrosysteme Austria ausgerufenen Wettbewerb um den »Astrofotografen des Jahres 2013. Zwei mal zehn Bilder hatte unsere Jury im letzten Heft zur Endabstimmung per Online-Voting ausgewählt. An die 1500 Leser haben entschieden, wer die lukrativen Preise entgegennehmen darf. Die Siegerfotos finden Sie in der Galerie (Seite 64).

clear skies

Ronald Stoyan

Auf Nordlicht-Safari

Tipps und Tricks zur Fotografie von Polarlichtern

Hintergrund

Forschung aktuell

- 8 Die Sturzfluten des jungen Mars
- 9 Neuer Neptunmond auf alten Hubble-Bildern
- 9 Die Erde aus der Sicht des Saturn

Amateure & Wissenschaft

- 10 **Gesucht: Ihre ISON-Fotos**
Kampagne sammelt Amateur-Beiträge zur ISON-Forschung

Hauptartikel

- 12 **Faszination Polarlicht**
Aktivität und Dynamik des himmlischen Feuerwerks

interstellarum Newsletter

kostenlos!

Nummer	Erscheinungsdatum
196	13.9.2013
197	27.9.2013
198	11.10.2013
199	25.10.2013
200	8.11.2013

☞ www.interstellarum.de/newsletter.asp

Himmel

Ereignisse

- 18 **Komet & Kriegsgott besuchen Prinz**
Nahe Begegnung von Mars, ISON und Regulus am 15. Oktober
- 19 Blauer Riese am Nachthimmel
- 19 Schattiger Jupiter

Sonnensystem

- 22 **Sonne aktuell**
Absteigende Aktivität nach Doppelmaximum
- 23 **Kometen aktuell**
Komet ISON am Morgenhimmel
- 25 **Planeten aktuell**
Jupiter wird bunter

Sternhimmel

- 27 **Objekt der Saison für Einsteiger**
NGC 869 und 884
- 28 **Objekte der Saison für Stadtbeobachter**
NGC 752
- 29 **Objekte der Saison für Landbeobachter**
NGC 925

Praxis

Deep-Sky

- 32 **Billionen Sonnen hell**
Teil 1: Quasarjagd im Herbst und Winter
- 37 **Auf der Pirsch mit 30mm**
Deep-Sky-Beobachtung mit Kompakt-Ferngläsern im Herbst
- 39 **100 Quadratgrad Himmel**
Im Galaxienland zwischen Walfisch und Fischen

Know-how

- 44 **Schritt-für-Schritt**
Wie kann man Rillen auf dem Mond zeichnen?

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



Billionen
Sonne hell

32



Faszination Polarlicht

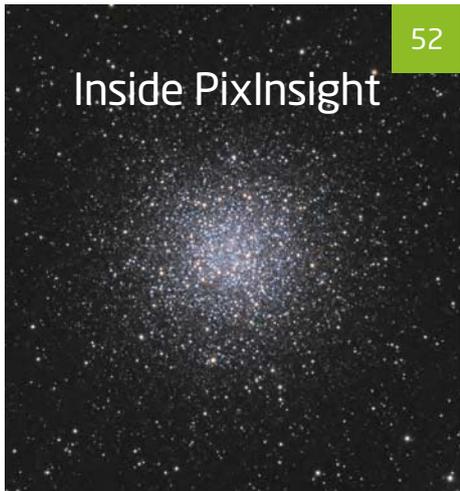
Aktivität und Dynamik
des himmlischen Feuerwerks

12



Auf der Pirsch
mit 30mm

37



Inside PixInsight

52



Fotowettbewerb

54

Technik

Astrofotografie

46 Auf Nordlicht-Safari

Tipps und Tricks zur
Fotografie von
Polarlichtern

52 Inside PixInsight

Teil 5: Deconvolution

Know-how

56 Schritt-für-Schritt

Wie entstehen
»strahlende« Sterne?

Beobachtungen

Erlebnis

60 Polarlichtfieber

Therapiemöglichkeiten
gegen Polarlichtsucht

Objekte der Saison

62 Leser beobachten

NGC 1245 und IC 1848

Galerie

64 Fotowettbewerb

Die Sieger des Fotowettbewerbs
von Astrosysteme Austria
(ASA) und interstellarum

Rückblick

68 Atmosphärisches

Szene

Bericht

70 Planetentagung auf Wanderschaft

AKM und FG-Kometen
auf Deutschlandtour

Termine

71 Termine für Sternfreunde

Rezensionen

72 Himmelsphänomene fotografieren

72 Android-App: SkEye Astronomy

Astro-Markt

73 Werden Sie Produkt-Botschafter für den Oculum-Verlag

73 Private Kleinanzeigen

73 Gewerbliche Anzeigen

interstellarum Sternstunde

Ausgabe 17 vom 6.9.2013:

www.interstellarum.de/video.asp

kostenlos!

- **Vorschau auf Komet ISON:**
Interview mit Daniel Fischer
- **interstellarum packt aus:**
Skywatcher All View

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

Die Sturzfluten des jungen Mars

von Daniel Fischer

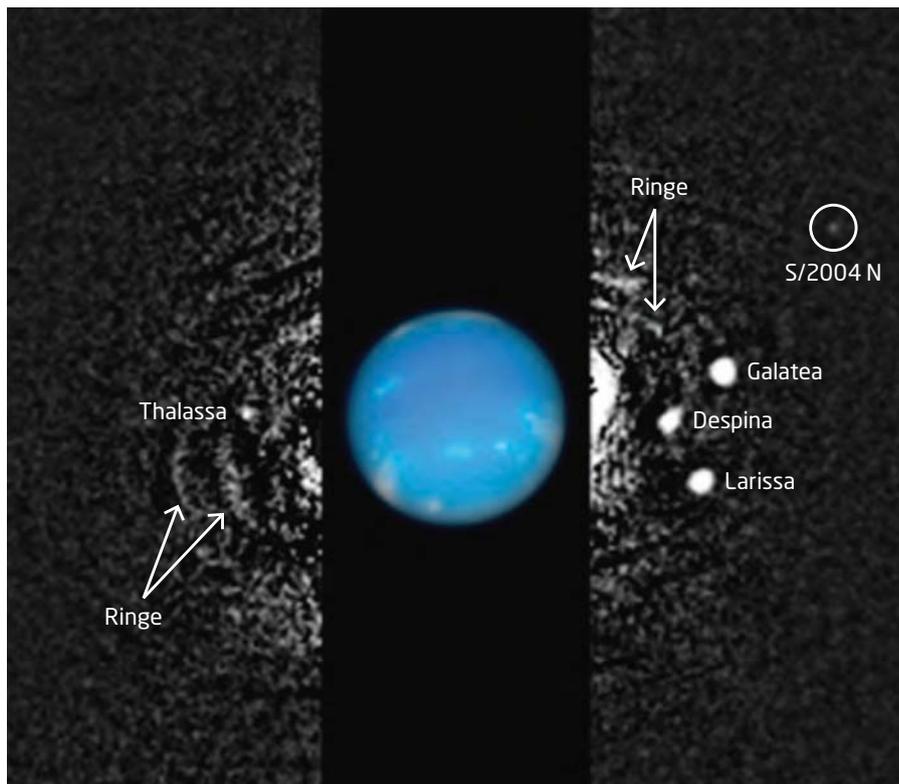
ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)



Anlässlich des 10. Jahrestages des Starts ihres »Mars Express« hat die ESA kürzlich dieses Mosaik aus 67 Aufnahmen seiner hochauflösenden Stereokamera – made in Germany – präsentiert: 1,5 Mio. km² überdeckt hier ein gewaltiges System natürlicher Gräben, über das einst enorme Mengen Wasser abflossen, bis zu 3000km weit und mit einem Gefälle von 3km. Diese Kasei Valles entstanden vor über 3 Mrd. Jahren in mehreren Episoden kleiner und großer Flutausbrüche bis hin zu sogenannten Megafluten, bei denen sich wahrscheinlich große Mengen Grundwasser schlagartig über den Planeten ergossen. Dieses Szenario passt jedenfalls am besten zur Morphologie der breiten Gräben wie auch ihrer Lage auf dem Mars: Tektonische Kräfte, die plötzlich den Boden aufrissen, kommen ebenso als Verursacher der Fluten in Betracht wie Eis zum Schmelzen bringende Vulkaneruptionen.

Neuer Neptunmond auf alten Hubble-Bildern

Das hat gedauert: Erst mit einer neuen trickreichen Stackingtechnik ist es gelungen, aus Aufnahmen des Welt- raumteleskops Hubble aus den Jahren 2004 bis 2009 einen bisher unbekanntem Neptunmond – nun S/2004 N 1 genannt – herauszukitzeln, der nur 26^m5 hell ist. Zu zehn verschiedenen Zeitpunkten war Neptun jeweils 50min lang – mehr gibt die erdnahe Umlaufbahn Hubbles nicht her – jeweils viele Male aufgenommen worden: Diese Bilder sind nun in einer Weise gegeneinander verdreht addiert worden, dass ein Objekt auf einer äquatorialen Kreisbahn immer auf derselben Stelle landen würde. Der dabei überraschend nachgewiesene Mond – eigentlich war es um die Untersuchung der schwachen Ringbögen Neptuns gegangen – hat eine Periode von 0,95 Tagen und einen mittleren Abstand vom Neptunzentrum von 105300km, d. h. zwischen den Bahnen der kleinen Monde Larissa und Proteus. Seine Albedo ist nicht bekannt, aber vermutlich ist S/2004 N1 keine 20km groß und damit der mit Abstand kleinste Neptunmond: Selbst die Raumsonde Voyager 2 hatte beim Neptunvorbeiflug 1989 keine Chance, ihn zu sehen.

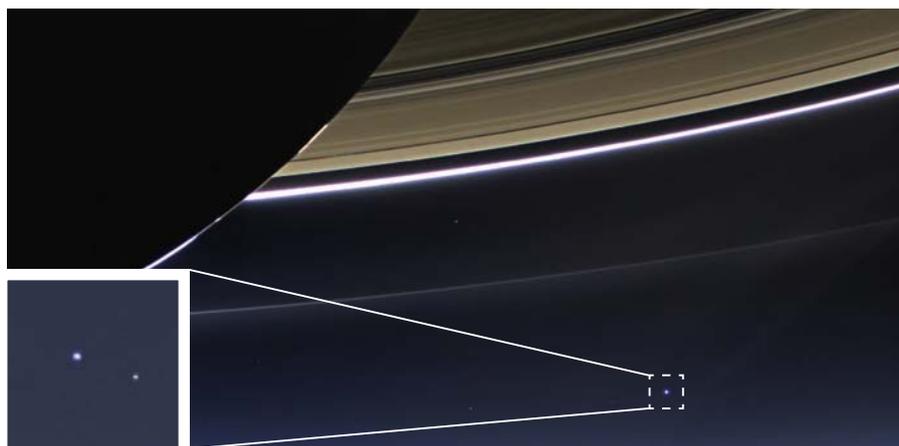


▲ Abb. 3: Die Ringbögen und einige bekannte Monde Neptuns – sowie der Neuzugang S/2004 N1. Ein kurz belichteter Neptun wurde in der korrekten relativen Größe ergänzt.

Die Erde aus der Sicht des Saturn

Immer wieder einmal gelangen Erde und Mond ins Visier von Raumsonden, die an ganz anderen Planeten arbeiten, aber am 19. Juli war etwas anders: Bereits einen Monat im Voraus hatte die NASA darauf hingewiesen, dass die Erde unfreiwillig Teil eines neuen großen Gegenlicht-Mosaiks der Saturnringe werden würde, während sich die Sonne für den Fotografen Cassini hinter dem Planeten versteckt. Und diesmal möge sich die Menschheit doch bitte dessen bewusst sein, dass sie 15 Minuten lang aus 1,44 Mrd. km Entfernung fotografiert werde: »Winkt dem Saturn«, hieß die Parole. Aus diesem kuriosen Aufruf entwickelten sich bald eine ganze Reihe von Aktionen, die Astrofotografen ebenso ansprachen wie vor allem die breite Öffentlichkeit, die insbesondere in Europa – wo Saturn just zur Aufnahmezeit perfekt am Abendhimmel stand – auch zu etlichen Starparties geladen wurde.

Schon 24 Stunden später trafen die ersten Aufnahmen Cassinis ein, die eindrucksvoll die Erde zeigten, freilich selbst mit der Teleskopoptik nur als verwaschener Fleck. Aber wer



▲ Abb. 2: So sah Cassini in der Nacht 19./20. Juli die Erde: Das große Bild ist eines der Mosaik-Teilbilder der Weitwinkelkamera, das die Erde als Punkt außerhalb der Hauptringe erfasst, das kleine stammt von der Telekamera, die neben der Erde auch den Mond zeigt.

an jenem Abend zum Saturn aufschaute, winkend oder nicht, darf sich nun als kleiner Teil davon fühlen.

SURFTIPPS

ESA Mars Express:

☞ sci.esa.int/mars-express

Wave at Saturn:

☞ saturn.jpl.nasa.gov/waveatsaturn

Neuer Neptunmond:

☞ hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2013/30

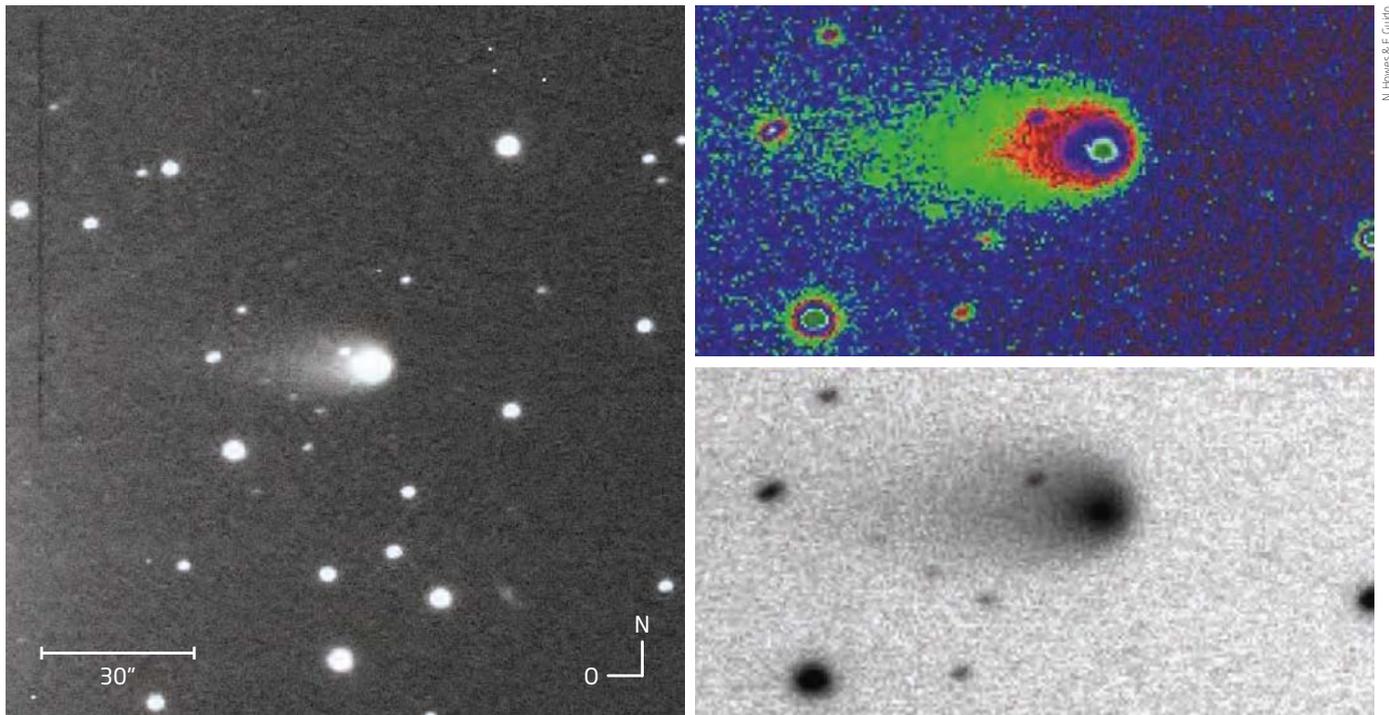
NASA, ESA, and M. Showalter (SETI Institute)

NASA/JPL/SSI

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

Gesucht: Ihre ISON-Fotos

Kampagne sammelt Amateur-Beiträge zur ISON-Forschung



▲ Komet ISON am 2. Mai – aufgenommen von Amateurastronomen mit einem ferngesteuerten 2m-Teleskop auf den Kanarischen Inseln – in unterschiedlicher Darstellung der Summe aus acht Bildern à 30s, erstellt im roten Spektralbereich.

Eine Beoberkungskampagne wie schon lange nicht mehr lässt die Fachastonomie dem Kometen ISON zuteil werden, dessen erstes gutes Beobachtungsfenster gerade beginnt: Messzeiten an zahlreichen Großteleskopen und Satelliten, selbst Sonden beim Mars oder auf dem Weg zum Jupiter sind reserviert, und es wird sogar eigens ein Ballon-Observatorium (BRRISON) gestartet. Allein ein IR-Teleskop der NASA wird ISON 170 Stunden widmen. Jedoch bleiben Bereiche der ISON-Forschung, in denen sich Amateurastronomen nützlich oder sogar unentbehrlich machen können: vor allem, weil es so viel mehr von ihnen gibt als Profi-Observatorien. Ein sehr konkreter Aufruf ist schon vor Monaten an erfahrene Kometenfotografen ergangen: Gesucht werden Aufnahmen mit Details in der Kometenkoma, egal ob im Kontinuum (hervorgerufen durch Staubjets aus dem Kern) oder in speziellen Spektrallinien einzelner Kometengase, etwa von Cyan (CN).

Wichtig ist dabei die schiere Anzahl auswertbarer Bilder – um die Details der Analyse kümmert sich die Projektleitung – und die Verteilung der Fotografen rund um den Globus: Weil die Sonnenelongation von Komet ISON in den beiden wichtigsten Zeitfenstern Mitte Oktober bis Anfang November und Mitte Dezember bis Mitte Januar nicht

groß ist, steht der Komet für jeden Standort nur kurz an dunklem Himmel. Eine dichte Zeitfolge der Komabilder insgesamt ist aber wesentlich für die eindeutige Identifikation einzelner Strukturen und ihrer Bewegungen – zu oft ist es bei früheren Kometenkampagnen weniger oder einzelner Sternwarten zu unauflösbarer Konfusion gekommen. Aus dichten Zeitfolgen guter Bilder sollte sich jedoch das Rotationsverhalten des Kometenkerns (Periode, Achsenlage, ggf. Schwankungen) ebenso zuverlässig ableiten lassen wie die Geschwindigkeit der ausströmenden Gas- und Staubkomponenten, ihre Beeinflussung durch die Sonne und weitere Fakten. Jeder, der brauchbare Bilder beisteuern kann, wird Koautor der resultierenden Veröffentlichungen!

Der für eine Teilnahme an dieser Koma-Morphologie-Kampagne nötige instrumentale Aufwand hängt letztlich von der Helligkeit und Aktivität des Kometen ISON ab. Eine italienisch-britische Arbeitsgruppe von Amateur-Kometenexperten hat sich bereits reichlich Beobachtungszeit an öffentlich zugänglichen ferngesteuerten 2m-Teleskopen (einer Uni in Liverpool und des LCGOT-Netzes) gesichert und ISON auch schon in der ersten Jahreshälfte überwacht: Im Mai wurden bereits die ersten Komadetails des noch schwachen und

winzigen Kometen nachgewiesen. Sollte ISON nach dem Perihel Anfang Dezember wirklich zu einer stattlichen Erscheinung werden, dann dürften sich Amateurastronomen auch ohne Zugang zu großen Instrumenten um seine Dokumentation verdient machen können: Der Komet wird dann so knapp über dem Horizont und in der Dämmerung stehen, dass er Profiteleskopen gar nicht zugänglich ist. Darüber hinaus könnten seine Schweife alle dort üblichen Bildfelder erheblich sprengen. Was immer welches Instrument über ISON herausfinden wird: Zeit für Vorträge darüber auf einer großen Planetenforscherntagung im Dezember in San Francisco ist schon reserviert.

► Daniel Fischer

SURFTIPPS

ISON-Kampagne:

☞ isoncampaign.org

Blog der Kometenspezialisten:

☞ remanzacco.blogspot.com

interstellarium-ISON-Seiten:

☞ www.kometison.de

Faszination Polarlicht

Aktivität und Dynamik des himmlischen Feuerwerks

von Michael Hunnekuhl

Die faszinierenden Lichtspiele des Polarlichts entfachten schon immer Neugierde und Staunen. Erst die moderne Wissenschaft lieferte befriedigende Erklärungen. Polarlichter können heute grundlegenden Aktivitätsmustern zugeordnet werden. Diese Zuordnung erleichtert das Verständnis und erklärt, warum verschiedene Formen von Polarlichtern an bestimmten geografischen Orten und Zeiten auftreten. Aktivität, Leuchtkraft und Dynamik werden durch eine Reihe bekannter Faktoren bestimmt.

Eine für die Polarlichtforschung entscheidende Entdeckung gelang im Jahre 1862 Hermann Fritz und unabhängig von ihm auch Elias Loomis. In ihren Studien verknüpften sie Polarlicht-Beobachtungsberichte mit Aufzeichnungen von Sonnenflecken. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Anzahl beobachteter Polarlichter mit Zunahme der Sonnenflecken ansteigt und umgekehrt und dem 11-jährigen Sonnenfleckenzyklus folgt. Damit wurde erstmals eine Verknüpfung zwischen Vorgängen auf der Sonne und dem Auftreten von Polarlicht belegt.

Sonnenaktivität und Polarlichter

Eine Vielzahl statistischer Studien belegt heute eine differenziertere Verknüpfung zwischen dem Sonnenfleckenzyklus und der Häufigkeit von Polarlichtern. Die Ergebnisse von Fritz und Loomis gelten streng nur für Gebiete äquatorwärts der mittleren Polarlichtzonen (Abb. 2). Betrachtet man die Polarlichthäufigkeit innerhalb der mittleren Polarlichtzonen in Summe, ohne dabei zwischen verschiedenen Polarlichtstrukturen und deren Leuchtstärke zu unterscheiden, so zeigt sich keine Korrelation zum Sonnenfleckenzyklus [1]. Erst nach einer Unterscheidung zwischen verschiedenen Polarlichtformen wird deutlich, dass die Häufigkeit von leuchtkräftigen und dynamischen Polarlichtformen in der Polarlichtzone mit der Sonnenfleckenzahl zu- bzw. abnimmt. Unstrukturiertes, diffuses Polarlicht ist in den Polarlichtzonen hingegen im Sonnenfleckenminimum am stärksten ausgeprägt.

Auch die jahreszeitlichen Schwankungen zeigen eine ausgeprägte Abhängigkeit vom Beobachtungsort. In den mittleren geomagnetischen Breiten tritt äquatorwärts der Polarlichtzone Polarlicht verstärkt um den Frühlings- und Herbstanfang auf. Noch weiter südlich bestimmen dann solare Extremereignisse (jahreszeitenunabhängig), wie häufig Polarlichter auftreten. Polwärts der Polarlichtzonen ist nur ein breites Maximum im Winter nachweisbar. Die Polarlichtzone selbst bildet eine Übergangszone zwischen diesen Extremen und zeigt, wie die Zonen

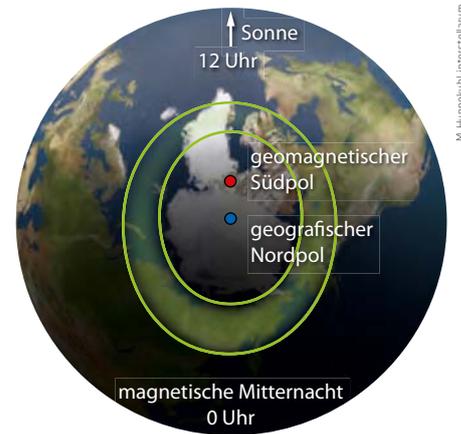
◀ Abb. 1: Ein leuchtkräftiges Polarlicht legt einen grünen Schleier auf eine tiefverschneite Winterlandschaft. Der Faszination des himmlischen Feuerwerks kann sich kaum jemand entziehen. Die Zeitpunkte seines Erscheinens unterliegen jedoch verschiedenen komplizierten Zyklen.

polwärts, ein ausgeprägtes jahreszeitliches Minimum im Sommer. Ursache ist in allen Fällen eine jahreszeitabhängige Verschiebung der Polarlichtzonen mit größter mittlerer Verschiebung in Richtung Äquator um den Frühlings- und Herbstanfang in Verbindung mit einer schlechten Sichtbarkeit während der hellen Sommermonate.

Zusätzlich besteht innerhalb der Polarlichtzonen mindestens zwischen spätem Frühling und frühem Herbst eine ausgeprägte Antikorrelation zwischen der Sonnenaktivität und der Häufigkeit intensiver Polarlichter, wenn die obere Atmosphäre im Sonnenlicht liegt. Die Wahrscheinlichkeit für intensives Polarlicht ist generell geringer, wenn Sonnenlicht auf den Teil der Ionosphäre fällt, in dem das Polarlicht entsteht.

Spektakuläre Polarlichter

Die Häufigkeit von Polarlichtbeobachtungen zeigte in den letzten 2000 Jahren ausgeprägte Schwankungen mit anhaltenden Phasen geringer Polarlichtsichtbarkeit auf mittleren und niedrigen geomagnetischen Breiten. Das Ende einer dieser Phasen, das Maunder-Minimum im 17. Jahrhundert, war der Initialzündler für die Polarlichtforschung. Die spektakulären Polarlichter, die in den Jahren 1709, 1716, 1721 und 1726 auch in Mitteleuropa beobachtet wurden, setzen den Startpunkt für die wissenschaftliche Erforschung dieses Naturphänomens. Eine anhaltend schwache Polarlichtaktivität ist für das 7., 13., 15. und 17. Jahrhundert belegt, während historische Quellen einen deutlichen Anstieg seiner Aktivität für das 6., 12. 16., und für den



▲ Abb. 2: Polarlichter treten überwiegend innerhalb zweier leicht deformierter, ringförmiger Zonen auf, die um wenige Grad in Richtung Nachtseite verschoben um die geomagnetischen Erdpole zentriert und nahezu fest zur Sonne ausgerichtet sind. Bei durchschnittlicher Aktivität erreichen sie ihre mit etwa 1000km größte Nord-Süd-Ausdehnung am Ort lokaler magnetischer Mitternacht. Zu diesem Zeitpunkt liegt der geomagnetische Pol der jeweiligen Erdhemisphäre genau in Richtung Sonne. Die im Mittel von den Polarlichtovalen überstrichene Region wird als mittlere Polarlichtzone bezeichnet.

Zeitraum ab dem beginnenden 18. Jahrhundert dokumentieren [2, 3].

Die kurzfristigen Schwankungen der Polarlichtaktivität auf Zeitskalen von Stunden, Tagen, Wochen und Monaten erscheinen auf den ersten Blick chaotisch und zufällig. Sie lassen sich – etwas vereinfacht – in drei Grundmuster einordnen, die bei genauer Betrachtung fließende Übergänge zeigen und ineinander eingebettet sind.

IM DETAIL

Das interplanetare Magnetfeld

Das interplanetare Magnetfeld ist das in den interplanetaren Raum hinaus reichende Magnetfeld der Sonne. Durch seine komplexe Wechselwirkung mit dem rotierenden Sonnenplasma und dem Sonnenwind kann es am Ort der Erde über einen längeren Zeitraum betrachtet jede beliebige Orientierung annehmen. Seine Ausrichtung hat einen entscheidenden Einfluss auf den Zustrom von Sonnenwindpartikeln in die Magnetosphäre der Erde und auch auf die Lage der Regionen, in denen es einströmt. Der Zustrom nimmt stark zu, wenn das interplanetare Magnetfeld in

Richtung Süden ausgerichtet ist. Bei südlicher Ausrichtung erfolgt der Zustrom in die Magnetosphäre auf niedrigen geografischen Breiten auf der sonnenzugewandten Seite der Erde. In Zeiten überwiegend westlicher- oder östlicher Ausrichtung gelangen die Teilchen auf mittleren Breiten in den Morgen- und Abendzonen in die Magnetosphäre. Bei nördlicher Ausrichtung strömen Sonnenwindteilchen etwa oberhalb der Pole und zusätzlich über Wirbelzonen auf niedriger geografischer Breite im Randbereich der Magnetosphäre, der Magnetopause, ins Innere.

M. Hummel/interstellarium

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



M. Hunnekuhl

a

b

▲ Abb. 3: Substorm-Polarlichter bilden hochdynamische Strukturen aus, deren Form in Bruchteilen einer Sekunde starke Veränderungen zeigen kann. Schnell bewegte, leuchtstarke Polarlichtvorhänge und pulsierende Strahlen gehören zu den spektakulärsten Polarlichtformen, insbesondere dann, wenn sie als Polarlichtkorona im Zenit auftreten (a). Markante magentafarbene Säume entstehen durch Farbmischung an der Unterseite hochdynamischer Vorhänge (b).

1. Aktivitätsmuster: ruhiger Sonnenwind

Das erste Aktivitätsmuster ist durch großflächig diffuses Polarlicht innerhalb der Polarlichtovale charakterisiert, in dem vereinzelte band- und strahlenförmige Strukturen eingebettet sind. Es dominiert eine einzelne gelbgrüne Emissionslinie des atomaren Sauerstoffs mit einer Wellenlänge von 557,7nm. Seine größte Leuchtstärke erreicht es in einer Höhe von ca. 100km bis 110km. Darüber erstreckt sich rotes Polarlicht, ebenfalls eine Emissionslinie des atomaren Sauerstoffs mit einer Wellenlänge von 630nm, bis in Höhen von über 300km. Aufgrund seiner geringen Intensität und der im roten Spektralbereich deutlich geringeren Lichtempfindlichkeit menschlicher Augen ist dieses rote Polarlicht oftmals nur auf lang belichteten Fotografien, nicht aber visuell sichtbar. Liegt die Hochatmosphäre im Sonnenlicht, so tritt oberhalb des roten Polarlichts bis in Höhen von über 500km blavioletttes Polarlicht auf, das von

ionisierten Stickstoffmolekülen im Wesentlichen bei einer Wellenlänge von 427,8nm abgestrahlt wird. Das Polarlichtspektrum weist noch weitere, jedoch schwächere oder für das menschliche Auge nicht sichtbare Farben auf.

Polarlicht leuchtet innerhalb der Polarlichtovale in jeder Nacht und ist, wenn die Wetterbedingungen einen freien Blick auf den Himmel erlauben, mindestens als schwache, diffuse Himmelsaufhellung sichtbar. Das erste Aktivitätsmuster tritt immer dann auf, wenn der Sonnenwind ruhig und mit nahezu konstantem Druck gegen das Erdmagnetfeld strömt, d.h. wenn keine ausgeprägten Dichte- oder Geschwindigkeits-sprünge im Sonnenwind auftreten und zusätzlich das interplanetare Magnetfeld über mehrere Stunden nicht in südliche Richtung ausgerichtet war (vgl. Im Detail).

Polarlichter des ersten Aktivitätsmusters zeigen zwischen den späten Nachmittagsstunden und etwa Mitternacht ihre größte Aktivität. In der zweiten Nachthälfte dominieren diffuse, fleckige Strukturen.

2. Aktivitätsmuster: Substorm

Wenn das interplanetare Magnetfeld für mindestens einige Stunden in eine südliche Richtung schwenkt, kann die Polarlichtintensität dramatisch ansteigen. Es ist durch leuchtkräftige, farbintensive und hochdynamische Polarlichter gekennzeichnet, die den Großteil aller intensiven Polarlichtereignisse in und in unmittelbarer Nähe der Polarlichtzonen ausmachen.

Weil das Erdmagnetfeld auf der sonnenzugewandten Erdseite nach Norden ausgerichtet ist, kommt es bei einer Südausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes zu einer effektiven Neuverknüpfung mit Feldlinien des Erdmagnetfeldes. Anschaulich gesprochen verschmilzt das interplanetare Magnetfeld auf der sonnenzugewandten Seite mit dem Erdmagnetfeld. Mit dem Sonnenwind driften die neu verknüpften Magnetfeldlinien in Richtung Nachtseite der Erde. Da sich die geladenen Teilchen des Sonnenwindes entlang magnetischer Feldlinien bewegen, können nun sehr viel mehr Teilchen direkt in das Innere des

Erdmagnetfeldes einströmen und große Energiemengen in die Magnetosphäre einspeisen.

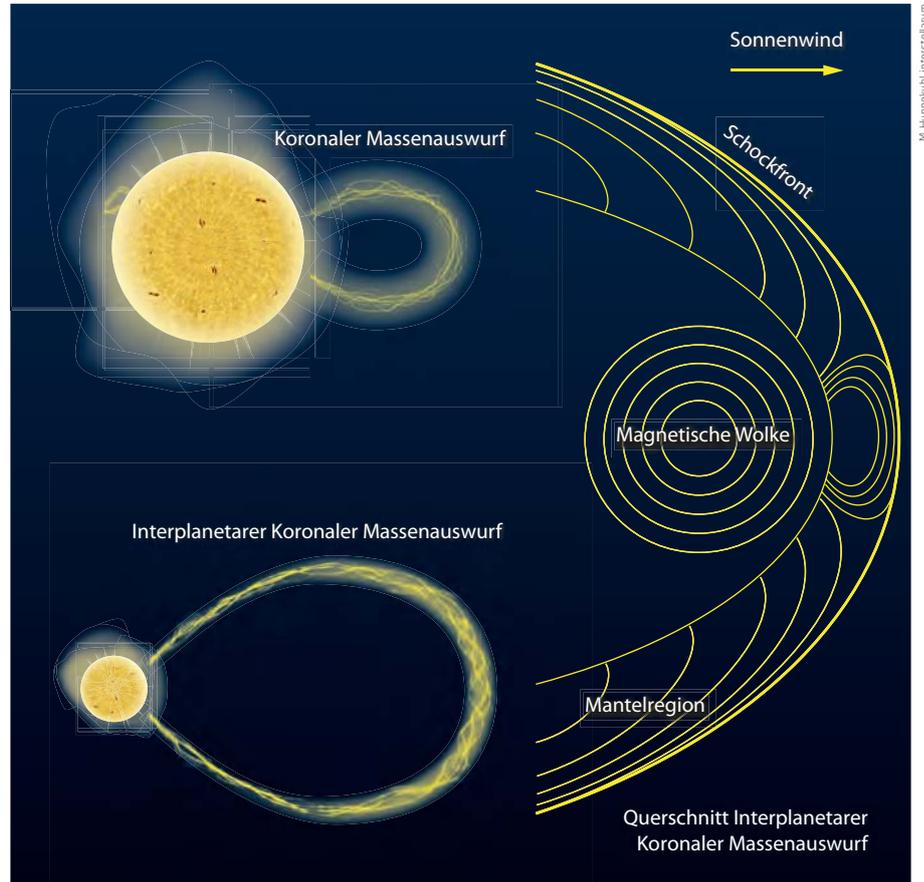
Dieser Energieanstieg ruft Instabilitäten in der Magnetosphäre hervor. Die detaillierten physikalischen Prozesse, die sich zu diesem Zeitpunkt im Erdmagnetfeld abspielen, sind Gegenstand aktueller Forschung und im Detail noch nicht abschließend verstanden. In Folge des Energieanstiegs wird eine Einschnürung der Magnetfeldlinien im sonnenabgewandten Teil des Feldes beobachtet, die zu einem magnetischen Kurzschluss führen kann. Hierbei werden große, im Magnetfeld gespeicherte Energiemengen schlagartig freigesetzt und mit einem Teil dieser Energie eingefangene Teilchen des Sonnenwindes beschleunigt. Inwieweit weitere externe Störfaktoren wie etwa Druckstöße im Sonnenwind einen Substorm einleiten, wird in der Fachliteratur kontrovers diskutiert. Allgemeiner Konsens besteht darin, dass das interplanetare Magnetfeld zuvor über Stunden in südlicher Richtung ausgerichtet sein muss.

Ausbruch in vier Phasen

In der Polarlichtaktivität treten hierbei vier charakteristische Phasen auf: Ausdehnung, Ausbruch, Expansion und Erholung. In der ersten Phase ist eine äquatorwärts gerichtete Ausdehnung des Polarlichtovals zu beobachten, die zweite Phase beginnt mit einem abrupten Aktivitätsanstieg und der Bildung von wirbelartigen Strukturen in einem Polarlichtbogen am äquatorseitigen Rand des Ovals. Der geografische Startpunkt des Ausbruchs liegt im Mittel im Polarlichtoval nahe der Zone magnetischer Mitternacht (Abb. 2) und variiert leicht mit der Jahreszeit und Ausrichtung des interplanetaren Magnetfelds.

Dem Ausbruch folgt die Expansionsphase, in der sich das aktive Polarlichtoval stark in Richtung Pol ausdehnt. Hochdynamische Strukturen breiten sich im Oval mit mehreren Kilometern pro Sekunde überwiegend in westlicher, aber auch östlicher Richtung aus. Teilstürme können als einzelne Ereignisse, oder nach einer Regeneration des Erdmagnetfeldes wiederholt auftreten. Der Expansionsphase schließt sich eine Erholungsphase an, in der diffuse und langsam pulsierende Polarlichtstrukturen dominieren.

Wie sich ein Substorm-Polarlicht entwickelt, hängt entscheidend davon ab, zu welchem Zeitpunkt ein Beobachter es sieht. Beobachtet er es in den frühen Abendstunden, so befindet sich die aktivste Zone östlich von ihm. Einzelne Polarlichtstrukturen werden mit Beginn des Substroms heller und zeigen



▲ Abb. 4: Aus Koronalen Massenauswürfen gehen Plasmastrukturen hervor, die als Interplanetarer Koronaler Massenauswurf in den Weltraum expandieren. Der zentrale Bereich dieser schlaufenförmigen Strukturen wird als Magnetische Wolke bezeichnet und weist spiralförmig verdrehte Magnetfeldlinien auf. Sie sind die Hauptursache für starke und sehr starke geomagnetische Stürme und damit auch für Polarlicht, das weit äquatorwärts der mittleren Polarlichtzone beobachtet werden kann.

strahlenförmige Strukturen. Bänder und Bögen zeigen Verformungen bis hin zu spiralförmigen Strukturen. Mit dem Ausbruch setzen schnelle Bewegungen ein, die oftmals von einer westlichen Verlagerung der Polarlichtstrukturen begleitet werden.

Eine Beobachtung nahe Mitternacht zeigt zunächst die südwärts (Nordhemisphäre) gerichtete Verlagerung von Polarlichtstrukturen. Die sichtbaren Polarlichtformen zeigen gewöhnlich zunehmend strahlenförmige Strukturen. Der Ausbruch erfolgt mit einem sehr schnellen Helligkeitsanstieg innerhalb weniger Sekunden bis Minuten und wird von schnell bewegten, leuchtkräftigen Polarlichtern geprägt. Spiralförmige Strukturen bewegen sich vom Startpunkt des Ausbruchs überwiegend in westlicher (60%), aber auch östlicher (40%) Richtung, während sich die gesamte aktive Zone auch polwärts ausbreitet. Nach dem Ende der hochaktiven Phase dominieren diffuse, langsam pulsierende Strukturen.

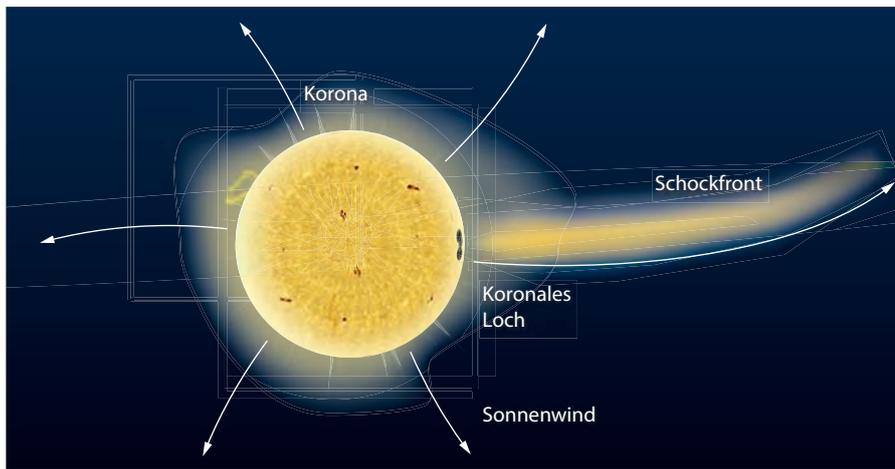
Bei einer Beobachtung deutlich nach Mitternacht ist zunächst eine Aufhellung von

bereits vorhandenen Strukturen erkennbar. Aufhellungen und Formänderungen sind deutlich schwächer ausgeprägt und zeigen oftmals eine Drift in östlicher Richtung.

In seltenen Fällen zeigt der Himmel vor einem Substorm ein ungewöhnlich helles, in Ost-West-Richtung orientiertes diffuses Polarlichtband. Dieses Band kann für einen Beobachter den Großteil des Himmels bedecken. Es ist signifikant heller als das diffuse Polarlicht des ersten Aktivitätsmusters und sieht wie eine großflächig von unten beleuchtete Cirruswolkendecke aus, die schwache Sterne verdeckt. Den in diesem Artikel abgebildeten Substorm-Polarlichtern ging eine solche leuchtkräftige, diffuse Aufhellung voraus. Vor dem Ausbruch entwickelten sich zunächst sehr dunkel abgegrenzte Polarlichtflecken im diffusen Polarlicht, aus denen bandförmige Strukturen hervorgingen, deren Form unmittelbar vor dem Ausbruch in wirbelartige Strukturen übergang. In der aktivsten Phase dominierten strahlendurchsetzte, hochdynamische Polarlichtschleier.

M. Hummel/interstellarium

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



◀ Abb. 5: Aus Koronalen Löchern entweicht der Sonnenwind mit hoher Geschwindigkeit, wobei er aufgrund der Sonnenrotation eine spiralförmige Bahn beschreibt. Die hohe Sonnenwindgeschwindigkeit sowie Dichtesprünge an der Grenze zu langsam strömendem Sonnenwind können intensives Polarlicht auslösen, wenn er auf das Erdmagnetfeld trifft.

Aktivitätsmuster

Substorms treten während des gesamten Sonnenzyklus sehr oft mehrmals pro Tag auf. Eine statische Analyse des 22. und 23. Sonnenzyklus von 1993 – 2008 konnte folgende Trends belegen:

- die Häufigkeit von Substorms schwankte pro Jahr zwischen 452 (im Jahr 2001) und 699 (im Jahr 2003).
- die Häufigkeit war im Winter etwa zweimal höher als im Sommer, die Dauer eines Substorms im Sommer dagegen mit im Mittel 3,5h etwa 1h länger als im Winter.
- während der abklingenden Sonnenaktivität des 22. Zyklus wurde eine ausgeprägte Häufung in den Frühlings- und Herbstmonaten beobachtet. Dieser Trend war im 23. Zyklus nur schwach ausgeprägt.
- die stärksten Substorms traten in den Frühlings- und Herbstmonaten auf.
- Substorms traten gehäuft in den Jahren nach dem Sonnenaktivitätsmaximum auf [4].

Eine Grenzform des Substorms ist der Pseudo-Ausbruch, oder auch »pseudo-breakup«, der sich ähnlich wie ein Substorm-Polarlicht entwickelt. Pseudo-Ausbrüche sind jedoch lokalisierter, nicht global und die großräumige Neuverknüpfung von Feldlinien im sonnenabgewandten Teil des Erdmagnetfeldes tritt nicht ein. Es fehlt die für einen Substorm charakteristische Expansions- und Erholungsphase. Seine Dauer beträgt typischerweise weniger als zehn Minuten. Die Gesamtdauer eines Substorms variiert dagegen zwischen 1 und 3 Stunden. Pseudo-Ausbrüche können auch scheinbar spontan ohne vorherige, langanhaltende Südausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes durch chaotische Instabilitäten in der Magnetosphäre auftreten.

3. Aktivitätsmuster: Sturm

Spektakuläre Polarlichtereignisse werden entweder durch Pseudo-Ausbrüche, Substorms oder geomagnetische Stürme ausgelöst, die ihren Ursprung in einem stark gestörten Sonnenwind haben. Die Effektivität dieser Störungen und damit verbunden die Intensität und Ausbreitung von Polarlichtern hängt ganz entscheidend davon ab, wie das interplanetare Magnetfeld ausgerichtet ist. Ein südwärts orientiertes interplanetares Magnetfeld bei gleichzeitig großer Magnetfeldstärke (etwa $> 10\text{nT}$) maximiert die Intensität geomagnetischer Stürme. Der solare Ursprung dieser Störungen kann auf Koronale Löcher und Koronale Massenauswürfe zurückgeführt werden. In den Jahren nach dem Sonnenfleckenmaximum werden geomagnetische Stürme überwiegend auf Koronale Löcher und in zeitlicher Nähe zum Fleckenmaximum hauptsächlich auf Koronale Massenauswürfe zurückgeführt.

Während eines geomagnetischen Sturmes verlagern sich die Polarlichtovale in Richtung Äquator und dehnen sich gleichzeitig in

Nord-Süd-Richtung aus. Im Extremfall ist das für die Polarlichtovale typische Polarlicht dann bis in den Mittelmeerraum oder noch weiter südlich sichtbar. Die Polarlichtaktivität ist durch eine Abfolge von intensiven Substorms gekennzeichnet, die mitunter in so kurzen Zeitabständen aufeinander folgen, dass sie überlappen.

Eine Klassifizierung geomagnetischer Stürme erfolgt mit dem Dst-Index. Er beschreibt die über vier Messstationen auf niedriger geografischer Breite gemittelten Änderungen der horizontalen Erdmagnetfeldkomponente. Je negativer der minimale Dst-Index während des Sturms, desto stärker der Sturm. Von einem geomagnetischen Sturm spricht man dann, wenn der Dst-Index Werte kleiner als -50nT annimmt. Hervorgerufen werden die Magnetfeldänderungen durch einen Anstieg des Ringstroms in der Magnetosphäre der Erde. Dieser Strom aus Ionen, Protonen und Elektronen bewegt sich in einem Abstand von 2,5 bis 6 Erdradien um die Erde und erzeugt ein dem Erdmagnetfeld entgegengesetztes Magnetfeld. Starke Störungen im Sonnenwind bei gleichzeitiger Südausrichtung des interplanetaren Magnetfeldes führen zu einer massiven Injektion von Sonnenwindpartikeln und Energie in die Ringstromzone und erhöhen damit die Stärke des Magnetfeldes, das der Ringstrom generiert.

Dynamisches Polarlicht

Im Verlauf geomagnetischer Stürme, Substorms oder Pseudo-Ausbrüche treten hochdynamische, gelbgrüne Polarlichtvorhänge und -koronen auf, deren Ränder im unteren Bereich Magenta gefärbt sind. Gelegentlich sind auch orange- bis blutrote Säume zu beobachten. Polarlichter mit dieser Färbung werden als Typ-B-Polarlichter bezeichnet. Die gefärbten Ränder dieser Polarlichter leuchten in einer Höhe von $70\text{km} - 100\text{km}$. Grundvoraussetzung für den markanten Farbwechsel ist eine Verschiebung des Energiespektrums der einfallenden Elektronen zu höheren Energien. Während das gewöhnliche gelbgrüne Polar-

BUCHTIPP



Polarlichter, 2. Auflage



Andreas Pfoser, Tom Eklund.

ISBN: 978-3-938469-67-5.

Oculum-Verlag. 39,90€

☞ www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=80

licht von Elektronen ausgelöst wird, die mit einer Energie von bis zu wenigen keV in die Ionosphäre einströmen, treten bei Typ-B-Polarlichtern Energien von $>30\text{keV}$ auf. Hierdurch gelangen die Elektronen in tiefere Regionen der Ionosphäre mit einer höheren Dichte an Stickstoffmolekülen. Diese können zu tiefrotem Leuchten angeregt werden. Überlagerungen mit anderen Polarlichtfarben rufen orangefarbene Töne hervor. Leuchtstärke, intensiv rot-orange gesäumte Typ-B-Polarlichter reichen im Extremfall bis auf eine Höhe von ca. 70km hinab.

Unterhalb von etwa 100km fällt die Leuchtkraft der gelbgrünen Emissionslinie atomaren Sauerstoffs rapide ab. Dieser ist eine Folge der mit 0,7s sehr langen Lebensdauer des hier angeregten O11S-Energieniveaus (dem Übergang vom zweiten angeregten in den ersten angeregten Zustand) im Sauerstoff, des Druckanstiegs in der tiefen Atmosphäre [5] und der stark abfallenden Dichte von atomarem Sauerstoff unterhalb von 100km. Die Lebensdauer beschreibt die durchschnittliche Verweildauer eines Atoms bzw. Moleküls im angeregten Zustand.

Stöße erfolgen zwischen den Atomen und Molekülen der unteren dichteren Ionosphäre so schnell, dass einem angeregten Sauerstoffatom im Mittel zu wenig Zeit bleibt, um seine überschüssige Energie in Form von Strahlung abzugeben. Bevor es sie als Polarlicht abstrahlt, stößt es mit anderen Atomen und Molekülen zusammen und gibt sie dabei ohne Abgabe von Licht an den Stoßpartner ab.

Farbmischung in 80km Höhe

Magenta eingefärbte Polarlichter treten nur in etwa 80km – 90km Höhe auf. Es sind Mischfarben, die sich aus rotem (Stickstoffmoleküle: mehrere Emissionslinien zwischen 660nm – 690nm), violett-blauem (ionisierte Stickstoffmoleküle: 391,4nm, 427,8nm und 470,9nm) sowie gelbgrünem (atomarer Sauerstoff: 557,7nm) Polarlicht geringer Intensität zusammensetzen. Die Magentafärbung wird durch die deutlich unterschiedliche Lebensdauer der angeregten Energieniveaus hervorgerufen. Im neutralen und ionisierten Stickstoff liegt sie im Nano- bzw. Mikrosekundenbereich und ist somit um Größenordnungen kürzer als die Lebensdauer des O11S-Energieniveaus im atomaren Sauerstoff.

Anschaulich kann man sich die Entstehung so vorstellen, dass der Einfall hochenergetischer Elektronen Dimmer für un-

terschiedlich gefärbte Lichtquellen betätigt: eine violett-blaue, eine rote und eine gelbgrüne. Der Dimmer des gelbgrünen Lichts ist sehr träge, während die anderen Dimmer fast einfachen An/Aus-Schaltern gleichen. Steigt nun der Zufluss hochenergetischer Elektronen lokal mit einer Zeitkonstante kleiner 0,7s stark an, leuchten zunächst nur die violett-blaue und rote Lichtquelle. In Summe leuchtet das Polarlicht kurzzeitig Magenta. Variiert der Elektronenzufluss dagegen lokal nur langsam bei anhaltend hoher Flussrate und Energie der Elektronen, nimmt die Unterkante eine weißliche Färbung an, da nun auch die gelbgrüne Lichtquelle leuchtet. Erst bei sehr hohen Elektronenenergien ist deren Eindringtiefe so groß, dass an der Unterkante rot-orangefarbenes Polarlicht dominiert, das im Wesentlichen von neutralen Stickstoffmolekülen abgestrahlt wird.

Mit modernen DSLR-Kameras und lichtstarken Objektiven können heute auch von Amateuren hochaufgelöste und rauscharme Echtzeitfilme von Polarlichtern aufgenommen werden (vgl. Surftipps). Diese Filme zeigen sehr eindrucksvoll, wie sich die Unterkanten schnell bewegter Polarlichtstrukturen hoher Leuchtstärke Magenta verfärben. Sie belegen darüber hinaus, dass im unteren Grenzbereich der gelbgrünen Polarlichtemission nicht nur die unterste Kante gefärbt ist. Bei schneller seitlicher Bewegung eines Polarlichtvorhangs oder einer Polarlichtkorona ist auch die Front auf Höhen von 80km – 90km Magenta eingefärbt. Nach dem Durchzug der Front ist lokal ein gelbgrünes Nachleuchten zu beobachten.

Ausblick

Die Erforschung des Polarlichtes ist auch nach 300 Jahren intensiver Forschung nicht abgeschlossen. Die grundlegenden Aktivitätsmuster und Entstehungsprozesse sind inzwischen bekannt, aber es verbleiben noch viele spannende Detailfragen. So herrscht etwa trotz unzähliger wissenschaftlicher Publikationen noch immer kein allgemeiner Konsens darüber, durch welche Mechanismen die Anregung des atomaren Sauerstoffs im Detail stattfindet, insbesondere in großer Höhe.

Für den Höhenbereich zwischen 97km – 125km ist heute bekannt, welcher Prozess dominiert: Die zur Anregung notwendige Energie wird nicht direkt von Elektronen, die mit bis zu einigen keV Energie aus der Plasmaschicht in die Ionosphäre einfallen, auf Sauerstoffatome übertragen. Stattdessen übertragen die Elektronen die Energie, die zum Leuchten

des atomaren Sauerstoffs führt, erst auf molekularen Stickstoff. In Stoßprozessen wird deren Anregungsenergie dann auf Sauerstoffatome übertragen. Hierbei wird ein Elektron im Sauerstoff in das O11S-Energieniveau angehoben, aus dem die Emission von gelbgrünem Polarlicht erfolgt [6].

- [1] Nevanlinna, H., Pulkkinen, T. I.: Auroral observations in Finland: Results from all-sky cameras, 1973-1997, *Journal of Geophysical Research* 106, 8109 (2001)
- [2] Siscoe, G. L.: Evidence in the Auroral Record for Secular Solar Variability, *Review of Geophysics and Space Physics* 18, 647, (1980)
- [3] Silverman, S. M.: Secular Variation of the Aurora for the past 500 years, *Review of Geophysics* 30, 333, (1992)
- [4] Tanskanen, E. I. et al.: From space weather toward space climate time scales: Substorm analysis from 1993 – 2008, *Journal of Geophysical Research* 116, A00134 (2011)
- [5] Ebihara, Y. et al.: Optical and particle observations of type B red aurora, *Geophysical Research Letters* 36, L20105 (2009)
- [6] Shepherd, G.G. et al.: Identification of the auroral O(1S) precursor in photometric time sequences of pulsating aurora, *Geophysical Research Letters* 18, 1939 (1991)

SURFTIPPS

Polarlichtvorhersage, deutsch:

www.meteoros.de

Polarlichtvorhersage, englisch:

www.swpc.noaa.gov/index.html

Vorhersage Sonnenwind:

www.swpc.noaa.gov/wsa-enll/

Sonnenwinddaten:

www.swpc.noaa.gov/ace/ace_rtsw_data.html

Polarlichtoval – aktuell und Archiv:

sd-www.jhuapl.edu/Aurora/ovation/ovation_display.html

Geomagnetische Stürme -

Dst-Index Archiv:

wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dstdir/index.html

Sonnenbeobachtungssatellit – Solar Dynamic Observatory (SDO):

www.nasa.gov/mission_pages/sdo/main/index.html

Echtzeitpolarlichtvideo von

Michael Theusner:

vimeo.com/user2946020

Komet & Kriegsgott besuchen Prinz

Nahe Begegnung von Mars, ISON und Regulus am 15. Oktober

Komet ISON

Mars

Regulus

P. Wienerroither, interstellarium

Am 15.10. zieht unser Nachbarplanet Mars am Hauptstern des Sternbildes Löwe, Regulus (lat. Bezeichnung für »Prinz«), in knapp 1° Abstand vorbei. Dabei sind die Helligkeiten beider Objekte nahezu gleich: Mars besitzt eine scheinbare Helligkeit von $1^m,6$ und Regulus von $1^m,4$. Allerdings wird ein interessanter Farbkontrast sichtbar werden: Zeigt sich Mars in bekannter rötlicher Färbung, so erscheint Regulus mit der Spektralklasse B7 deutlich bläulich-weiß.

Beide Objekte gehen kurz vor 3:00 MESZ am Osthimmel auf und erreichen bis zum Beginn der bürgerlichen Dämmerung eine Höhe von rund 45° über dem Horizont. Verlängert man die Strecke Regulus – Mars etwa um dieselbe Entfernung weiter nach Norden, zeigt sich mit einem Fernrohr ein weiterer Gast: der Komet C/2012 S1 (ISON) mit ca. 9^m . Seine Helligkeit wird in den Folgetagen langsam zunehmen und Anfang November 8^m erreichen. Dabei bewegt er sich im Sternbild Jungfrau weiter auf die Sonne zu. Im weiteren Verlauf des Monats verschiebt sich die Aufgangszeit des Kometen immer weiter in die Morgenstunden. Mitte November wird seine Helligkeit bei etwa 5^m angenommen und soll in der letzten Dekade rasant steigen, wobei der Komet dann zunehmend in der Dämmerung verschwindet (vgl. S. 23).

Am 28.11. erreicht der Komet mit 0,01AE den sonnennächsten Punkt auf seiner Bahn. Sehr optimistische Prognosen erwarten dann eine Helligkeit, bei der der Komet bereits am Tageshimmel sichtbar sein soll. Dabei steht er jedoch knapp neben der Sonne, so dass unbedingt auf ausreichenden Augenschutz geachtet werden muss. Sollte der Komet die Sonnenpassage überstehen und nicht dabei zerstört werden, könnte kurz danach Ende November der Kometenschweif nach Sonnenuntergang am Abendhimmel gesichtet werden, da er von der Sonne weg steil nach Norden gerichtet sein wird.

► André Knöfel

INTERAKTIV



Bleiben Sie bei der Beobachtung am Ball! Die Redaktion informiert Sie per Twitter über aktuelle Ereignisse am Himmel:

🐦 www.twitter.com/interstellarium

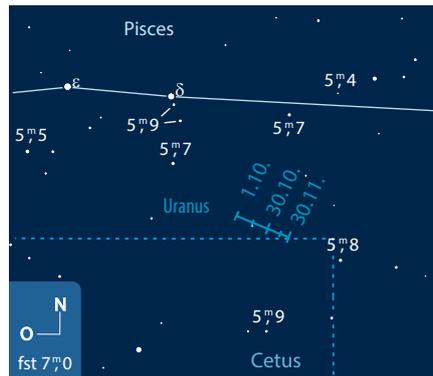
▲ Abb. 1: Am 15. Oktober ziehen Mars und der Komet ISON nahe Regulus vorbei. Dies könnte aussehen wie auf dieser Fotomontage, die den Kopf des Löwen und seine Besucher zeigt.

Blauer Riese am Nachthimmel

Uranus in Opposition am 3. Oktober

Am 3.10. erreicht Uranus seine Oppositionsstellung im Sternbild Fische. Mit einer Helligkeit von 5^m7 ist er dabei schon mit kleinen Instrumenten oder dem Fernglas ein leichtes Beobachtungsobjekt. Beobachter mit guter Sehkraft und unter dunklem ländlichen Himmel können sich der Herausforderung stellen, ihn mit bloßem Auge aufzufinden, zumal er sich derzeit in einer Himmelsregion befindet, in der nicht allzu viele Sterne bis zur 6. Größe versammelt sind. Die Entfernung zu Uranus beträgt rund 19AE, d. h. sein Licht benötigt rund 2,6 Stunden, bevor es die Erde erreicht. Aus dieser Entfernung erscheint der rund 50000km große Gasriese erst in größeren Teleskopen ab etwa 100mm Öffnung als kleines blaugrünes Scheibchen von $3,7''$ Winkeldurchmesser.

Trotz seiner Helligkeit wurde der drittgrößte Planet unseres Sonnensystems erst 1781 von Wilhelm Herschel entdeckt, wobei er ihn erst für einen Kometen hielt. Bereits 1690 hat-



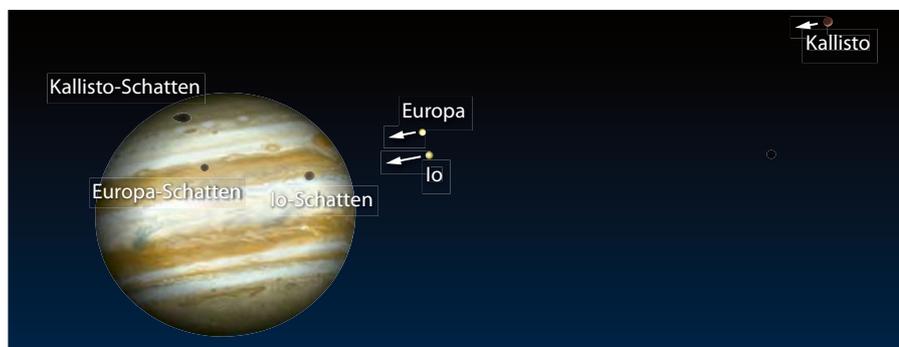
▲ Abb. 2: Bahn des Uranus im Oktober/November 2013 im Sternbild Fische. Für Beobachtungsversuche mit bloßem Auge sind visuelle Sternhelligkeiten angegeben.

te John Flamsteed Uranus im Sternbild Stier gesichtet, ihn allerdings nicht als Planet identifiziert, sondern als Stern 34 Tau in seinen Sternkatalog aufgenommen.

► André Knöfel

Schattiger Jupiter

Dreifacher Mondschatten auf Jupiter am 12. Oktober



▲ Abb. 3: Dreifacher Mondschatten auf Jupiter um 7:00 MESZ am 12. Oktober.

Die drei inneren Galileischen Monde des Jupiter, Io, Europa und Ganymed, umlaufen Jupiter auf stabilen Bahnen im Zeitverhältnis 1:2:4, der sogenannten Laplace-Resonanz. Ein Ganymed-Umlauf entspricht dabei zwei Europa-Umläufen und vier Io-Umläufen. Dadurch bedingt kann es immer nur zwei Mondschatten gleichzeitig auf Jupiter geben, da sich ein Mond auf seiner Bahn immer etwas vor oder hinter den beiden anderen Monden befindet. Trotzdem kann man, wenngleich auch relativ selten, auch drei Mondschatten auf Jupiter sehen, nämlich dann, wenn der Schatten des vierten Galileischen Mondes, Kallisto, ebenfalls auf die Jupiteroberfläche fällt.

Dies wird am 12. Oktober wieder der Fall sein. Bereits um 5:10 MESZ erscheint der Schatten von Kallisto in der Region des Jupiter-Südpols. Zwölf Minuten später folgt dann der Schatten von Europa in mittleren südlichen Jupiterbreiten, um dann um 6:30 MESZ mit dem Schatten des Io nahe dem Jupiteräquator das Trio zu komplettieren. Um 7:37 MESZ, kurz nach dem Aufgang der Sonne, verlässt dann der Kallisto-Schatten die Jupiteroberfläche und beendet dieses Ereignis. Im mitteleuropäischen Raum steht Jupiter während des Geschehens in rund 60° Höhe über dem Südhorizont.

► André Knöfel

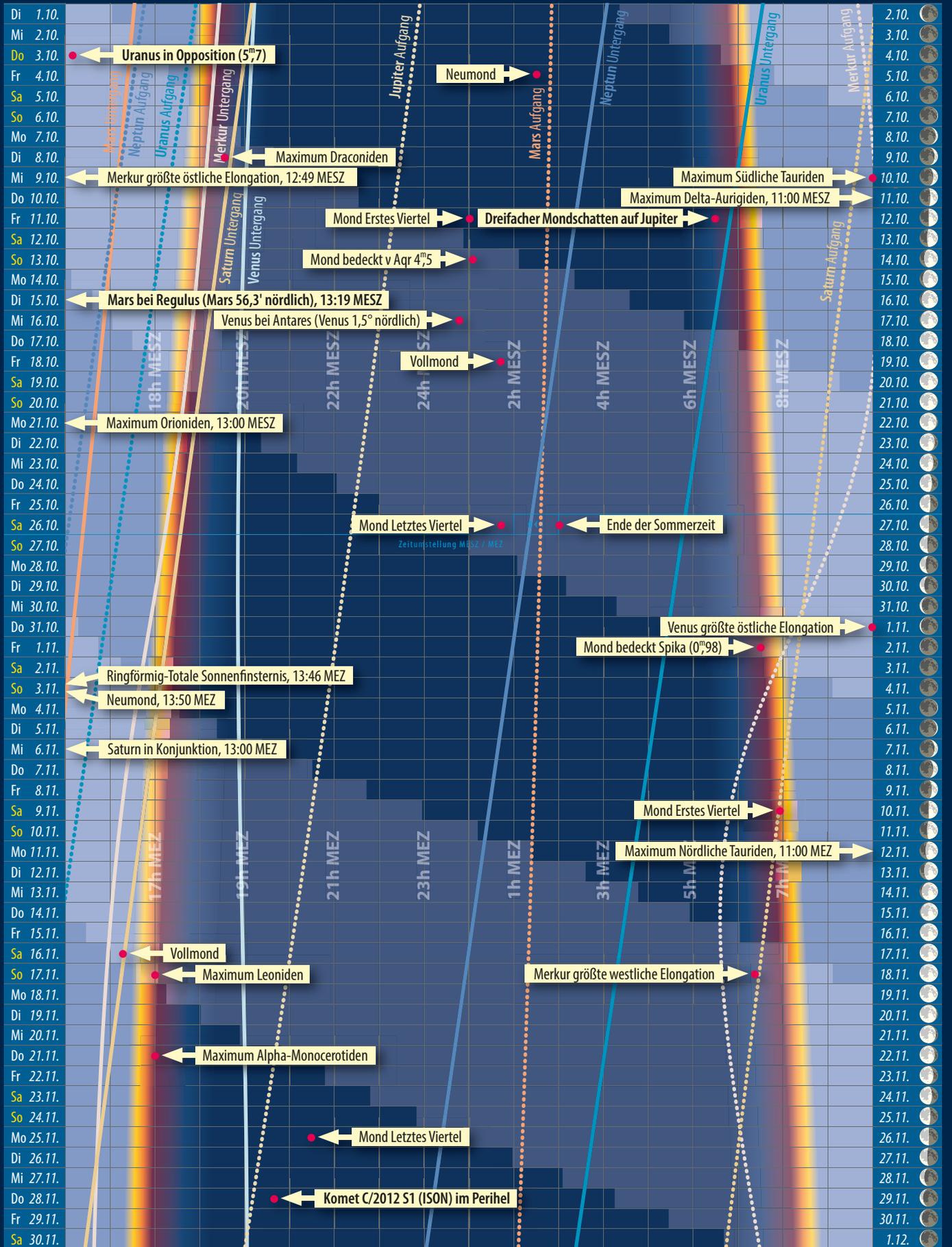
Astronomische Ereignisse im Oktober/November		
3.10.	16:09 MESZ	Uranus in Opposition (5^m7)
5.10.	2:35 MESZ	Neumond
8.10.	19:30 MESZ	Maximum Draconiden, Dauer: 6. – 10.10., ZHR=variabel
9.10.	12:49 MESZ	Merkur größte östliche Elongation (keine Abendsichtbarkeit)
10.10.	10:00 MESZ	Maximum Südliche Tauriden, Dauer: 10.9. – 20.11., ZHR=5
11.10.	11:00 MESZ	Maximum Delta-Aurigiden, Dauer: 10. – 18.10., ZHR=2
12.10.	1:02 MESZ	Mond Erstes Viertel
12.10.	6:30 MESZ	Dreifacher Mondschatten auf Jupiter (Dauer: 67 min)
14.10.	1:07 MESZ	Mond bedeckt v Aqr 4^m5
15.10.	13:19 MESZ	Mars bei Regulus (Mars $56,3'$ nördlich)
17.10.	0:41 MESZ	Venus bei Antares (Venus $1,5^\circ$ nördlich)
19.10.	1:38 MESZ	Vollmond
21.10.	13:00 MESZ	Maximum Orioniden, Dauer: 2.10. – 7.11., ZHR=20
27.10.	1:41 MESZ	Mond Letztes Viertel
27.10.	3:00 MESZ	Ende der Sommerzeit
1.11.	9:00 MEZ	Venus größte östliche Elongation (Abendsichtbarkeit, -4^m4)
2.11.	6:30 MEZ	Mond bedeckt Spika (0^m98)
3.11.	13:46 MEZ	Ringförmig-Totale Sonnenfinsternis (sichtbar im Mittelatlantik-Zentralafrika)
3.11.	13:50 MEZ	Neumond
6.11.	13:00 MEZ	Saturn in Konjunktion
10.11.	6:57 MEZ	Mond Erstes Viertel
12.11.	11:00 MEZ	Maximum Nördliche Tauriden, Dauer: 20.10. – 10.12., ZHR=5
17.11.	16:16 MEZ	Vollmond
17.11.	17:00 MEZ	Maximum Leoniden, Dauer: 6. – 30.11., ZHR=15
18.11.	6:24 MEZ	Merkur größte westliche Elongation (Morgensichtbarkeit, -0^m5)
21.11.	17:00 MEZ	Maximum Alpha-Monocerotiden, Dauer: 15. – 25.11., ZHR: variabel
25.11.	20:28 MEZ	Mond Letztes Viertel
28.11.	19:37 MEZ	Komet C/2012 S1 (ISON) im Perihel

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

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

Dämmerungsdiagramm für Oktober/November 2013

Himmel



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

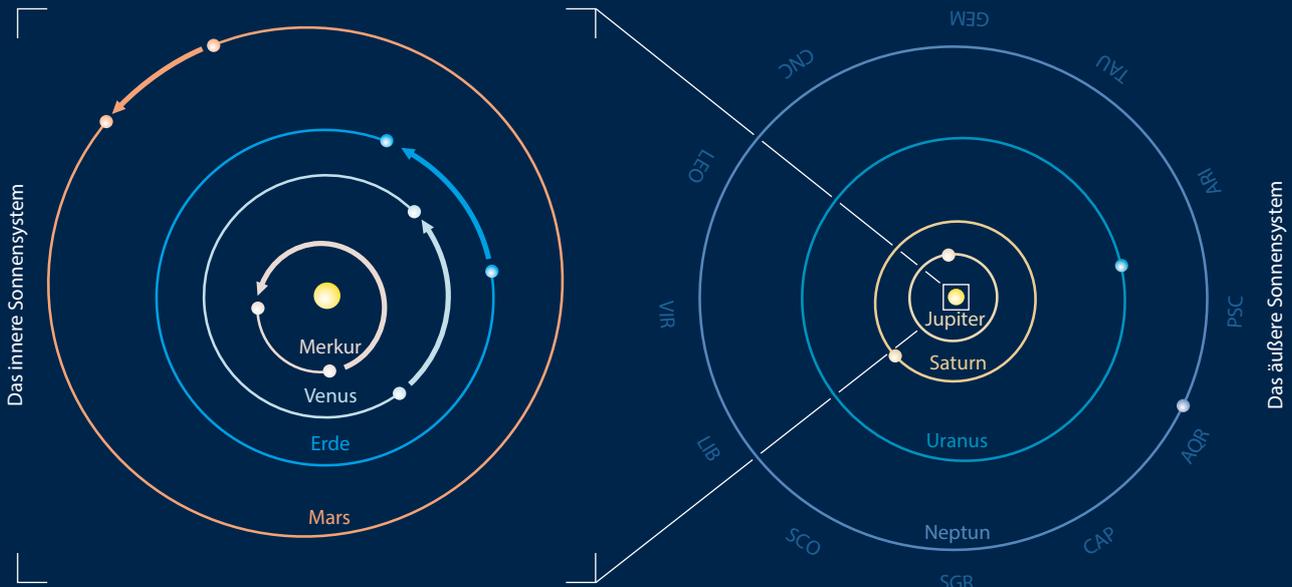
Der Lauf der Planeten im Oktober 2013



Der Lauf der Planeten im November 2013



Die Planeten auf ihren Bahnen im Oktober/November 2013



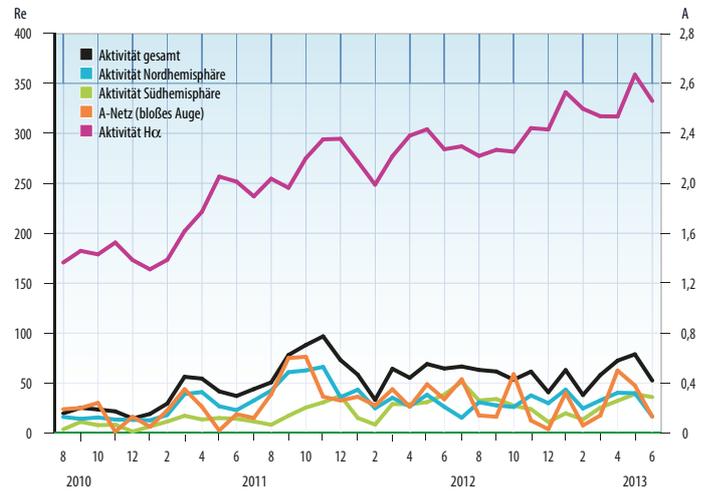
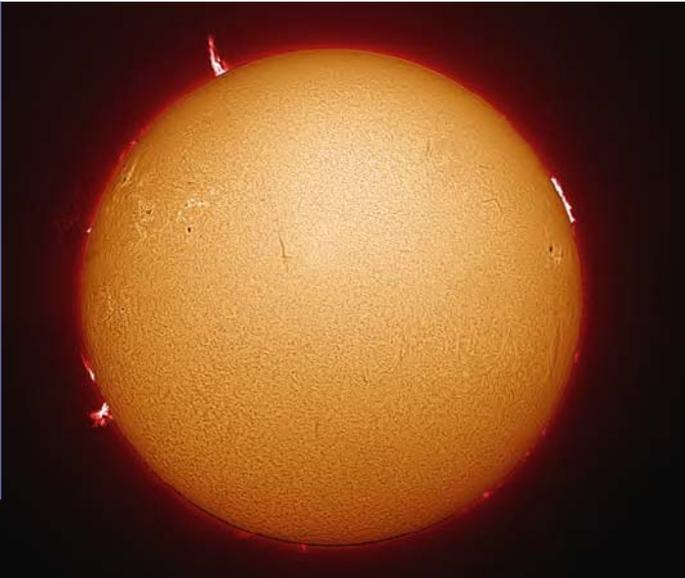
Die Planeten im Fernrohr im Oktober/November 2013

Zeitraum 1.10.–30.11.

Planet	Datum	Recht. Aufw.	Entfernung	Sehweite	Vergrößerung	Beobachtung
Merkur	1.10.	0 ^m 0	73,6%	5,9"		
	20.10.	0 ^m 5	35,2%	8,3"		
	10.11.	0 ^m 7	23,1%	8,5"		
Venus	1.10.	4 ^m 2	63,2%	18,4"		
	30.11.	4 ^m 6	31,5%	36,7"		
Mars	1.10.	1 ^m 6	94,7%	4,4"		
	30.11.	1 ^m 3	91,3%	5,6"		
Jupiter	10.11.	0 ^m 7	23,1%	8,5"		
	30.11.	0 ^m 7	87,4%	5,4"		
Saturn	1.10.	4 ^m 2	63,2%	18,4"		
	1.11.	0 ^m 5	100,0%	15,2"		Titan
Uranus	1.11.	5 ^m 7	100,0%	3,7"		
	1.11.	7 ^m 9	100,0%	2,3"		



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



◀ Abb. 1: Sonne mit Protuberanzen am 16.6.2013 (H α). CCD-Aufnahme, 2,8"-Refraktor bei 355mm, TIS DMK41, Coronado H α -Filter, 50 von 250 Bildern in Avistack und Photoshop bearbeitet. Ullrich Dittler

Sonne aktuell Absteigende Aktivität nach Doppelmaximum?

In den letzten Monaten folgte die Sonnenaktivität dem schon altbekannten Muster: nach einem Aktivitätsschub gab es jedes Mal einen kräftigen Abschwung. Konnte noch in der letzten Ausgabe von einem stabilen Anstieg gesprochen werden, so hielt dieser nur bis zur letzten Dekade des Mai an, um danach erst ein wenig und nach einem weiteren kleinen Anstieg im Juni erneut fast völlig einzubrechen. Bereits Mitte Mai wurde der Höchststand der letzten beiden Monate erreicht, danach ging die Aktivität permanent zurück. Dazu passt, dass im Mai 26 neue Fleckengruppen registriert wurden, die fast gleichmäßig über die Nord- und Südhalbkugel der Sonne verteilt waren, im Juni aber nur 20, die überwiegend über die Südhalbkugel liefen. Um den 10. Juni herum war die Aktivität dann wieder so niedrig, dass an mehreren Tagen nur eine einzige Fleckengruppe zu beobachten war. Im Mai wurden noch drei E- und zwei F-Gruppen erfasst und im Juni nur noch eine der Klasse E. Auffallend dabei war, dass die größten Gruppen immer pulkweise über

die Sonne wanderten und dabei schon mehrere Rotationen überlebt haben, während der Rest der Oberfläche nahezu fleckenfrei blieb.

Die schon im Weißlicht überraschend schwache Aktivität war auch im H α -Bereich unübersehbar. Einzig die Aktive Region 11748 trat hier ein wenig hervor. Ab dem 13. Mai entstieg ihr binnen 48 Stunden insgesamt vier X-Flares, danach fiel ihre Aktivität in sich zusammen und es wurden nur ein paar schwache M-Flares beobachtet; die Fleckengruppe blieb bei der Passage des Sonnenmeridians fast völlig inaktiv. Dies konnte man schon des Öfteren in diesem Zyklus beobachten, was auf relativ schwache lokale Magnetfelder auf der Sonne schließen lässt. Dies war insbesondere bei der AR 11785 im Juli zu beobachten, die trotz ihrer Größe nicht einmal M-Flares hervorbrachte.

Blickt man auf die Statistiken und Kurven des 24. Fleckenzyklus seit dessen Beginn im Dezember 2008 und vergleicht diese Werte mit dem 23. Zyklus, fallen sofort einige Parallelen auf. Im 23. Zyklus trat das Maximum im März 2000 ein, Ende 2001 folgte darauf die weitere Spitze des Nebenmaximums, weswegen man hier auch von einem Doppelmaximum spricht.

◀ Abb. 2: Aktuelle Grafik der NASA zur Sonnenaktivität, die schön die beiden Doppelspitzen im 23. und bisherigen 24. Fleckenzyklus zeigt.

Ähnliches zeichnet sich im laufenden Zyklus ab. Hier findet sich ein erstes Maximum Ende 2011, gefolgt von einem weiteren Höhepunkt Anfang 2013. Beide Höchstwerte wurden danach nicht wieder erreicht oder überschritten, sondern sanken allmählich ab. Dass derzeit mehr Fleckengruppen über die Südhalbkugel wandern sowie Koronale Löcher (Bereiche der Korona mit niedrigerer Dichte und Temperatur, die bevorzugt in der Nachmaximumszeit auftreten) gehäuft in Erscheinung treten, das alles sind starke Indizien dafür, dass das Maximum längst vorbei ist.

► Manfred Holl

SURFTIPPS

Aktuelle Hinweise zur Sonnenaktivität:

☞ www.solarham.net

Website von Bob van Slooten:

☞ home.worldonline.nl/~slooten

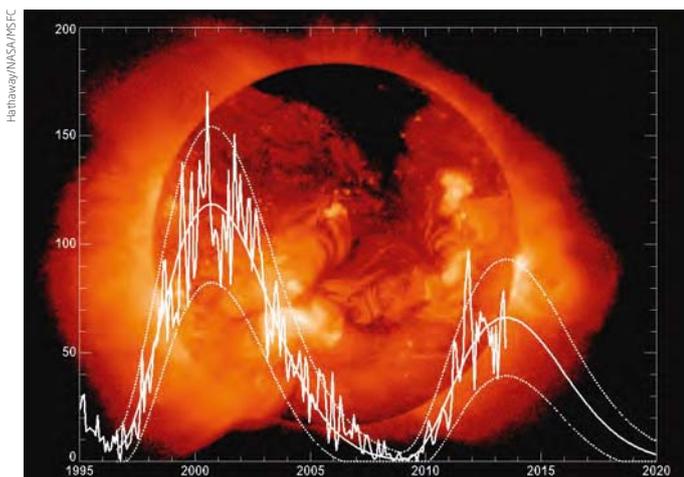
INTERAKTIV

- Senden Sie uns Ihre Beobachtungen! Sämtliche Ergebnisse werden auf sonneaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl davon im Heft!

☞ www.interstellarium.de/aktuelleereignisse.asp

- Bestimmen Sie die H-alpha-Relativzahl durch eigene Beobachtungen:

☞ www.interstellarium.de/halpha-ergebnisse.asp



Kometen aktuell

Komet ISON am Morgen- himmel

Die kommenden Monate stehen ganz im Zeichen des bereits als »Jahrhundertkometen« angekündigten Kometen ISON. Ob er die hoch angesetzten Erwartungen tatsächlich erfüllen kann, hängt einerseits von der Helligkeitsentwicklung und andererseits davon ab, ob der Schweifstern seine knappe Begegnung mit der Sonne Ende November überstehen wird. Wenn dies der Fall ist, gibt es besonders in der Zeit nach der Sonnennähe Anfang Dezember gute Chancen auf eine spektakuläre Himmelserscheinung. Nicht unbedingt die große Helligkeit, sondern vielmehr ein Schweif mit einer Länge von 30° bis 40° könnte dazu beitragen.

Wie schon im Vormonat wird sich C/2012 S1 (ISON) auch im Oktober am Morgenhimmel in unmittelbarer Nähe des Planeten Mars aufhalten. Der Rote Planet kann dabei sehr gut als Aufsuchhilfe für den Kometen benutzt werden. Ab etwa 4:00 MESZ kann man mit der Beobachtung beginnen, nach 6:00 MESZ beginnt die Dämmerung. Nach der erwarteten Helligkeit von etwa 10^m5 benötigt man zu Monatsbeginn noch ein kleines Teleskop, um den Schweifstern beobachten zu können. Der Komet bewegt sich nahezu parallel mit dem Planeten durch das Sternbild Löwe, zur Monatsmitte wandern die beiden Himmelskörper wenige Grad nördlich an Regulus, dem –0^m1 hellen Hauptstern im Löwen, vorbei (vgl. S. 18). Die Helligkeit des Kometen sollte nun bei etwa 9^m liegen, in der zweiten Monathälfte kommt er damit langsam in Fernglasreichweite. Gegen Monatsende stört noch einmal der abnehmende Mond die Beobachtung, ab Anfang November beginnt dann die erste interessante Phase dieser Kometenerscheinung. ISON ist nun weniger als 1AE von der Sonne und etwa 1,2AE von der Erde entfernt und die scheinbare Bewegung am Himmel nimmt schnell zu. Ebenso sollte die Helligkeit in der ersten Novemberhälfte von rund 7^m5 auf 5^m5 ansteigen. Damit wird der Schweifstern zu einem leichten Fernglasobjekt, spätestens zur Monatsmitte sollte er auch mit bloßem Auge zu sehen sein. Schwierigkeiten bereitet nun langsam die Morgendämmerung – der Ko-



met ist nur noch zwischen ca. 5:00 und 6:00 MEZ morgens beobachtbar. Am 6. November erreicht er das Sternbild Jungfrau, am 7. passiert er β Virginis. Bei einer Sonnenentfernung von 0,5AE ist zur Monatsmitte mit einer Helligkeit von ca. 5^m zu rechnen. Auch ein langer Schweif sollte sich mittlerweile gebildet haben. Am Morgen des 18. begegnet der Komet auf seinem Weg am Himmel Spika, dem hellen Hauptstern in der Jungfrau. Für Astrofotografen sollte sich ein reizvolles Motiv in der Morgendämmerung ergeben. Nun sinkt aber der Sonnenabstand zusehends und je nach Entwicklung der Helligkeit kann man ISON noch bis zum Perihel oder knapp vor diesen Zeitpunkt verfolgen. Im letzten Novemberdrittel ist der Winkelabstand zur Sonne auf unter 30° geschrumpft. Zwischen 22. und 24. November wird der Schweifstern auf seinem Weg entlang der Ekliptik zwei weiteren Planeten begegnen. Zunächst wandert er ca. 5° südlich an Merkur und anschließend in ähnlicher Distanz an Saturn vorbei. Für eine Beobachtung dieser sonnennahen Rendezvous wird man perfekte

▲ Abb. 1: Wird Komet ISON eine ähnlich spektakuläre Erscheinung wie der legendäre Komet Ikeya-Seki im November 1965? Die Voraussetzungen sind durchaus ähnlich.

▼ Abb. 2: Aufnahme von Komet ISON am 10. April 2013 mit dem Hubble Space Telescope. Er war zu diesem Zeitpunkt etwa in Jupiterentfernung und zeigte überraschend starke Aktivität.



IM DETAIL

Fakten zu Komet ISON

Entdeckung:

- Am 21. September 2012 durch Vitaly Nevsky und Artyom Novichonok am ISON-Kislovodsk-Observatorium, Russland mit 400mm-Spiegelteleskop. Zunächst keine kometare Natur.
- Vorentdeckungsaufnahmen durch den Mount Lemmon Survey (28. Dezember 2011) und Pan-STARRS (28. Januar 2012). Entfernung zur Zeit der Entdeckung: 6,2AE.

Vollständige Bezeichnung:

- C/2012 S1 (ISON)

Periheltermin:

- 8. November 2013 (0,012AE)

Erdnähe:

- 27. Dezember 2013 (0,429AE)

Kerndurchmesser:

- ca. 5km

Besonderheiten:

- Annäherung an den Planeten Mars Anfang Oktober 2013 bis auf 0,07AE. Mögliche Beobachtungen mit NASA- und ESA-Mars-Sonden.
- Die Bahnelemente weisen Parallelen zum Großen Kometen von 1680 (Kirch) auf.

◀ Abb. 3: C/2012 S1 (ISON) im Oktober am Morgenhimmel.

Sicht und einen freien Südost-Horizont benötigen. Ob der Komet – oder sein inzwischen wahrscheinlich mehrere Grad langer Schweif – sich gegen die helle Dämmerung durchsetzen werden, ist unsicher. Die prognostizierte Helligkeit des Kometen liegt nun zwischen 3^m und 2^m 5, die Sonnendistanz eine Woche vor dem Perihel bei 0,3AE. Am 23. November erreicht ISON das Sternbild Waage, nun endet wahrscheinlich die Morgensichtbarkeit bei einem Winkelabstand unter 20°. Vielleicht ragt auch der Kometenschweif noch einige Tage über den morgendlichen Horizont. Sollte der Schweifstern rund um das Perihel negative Helligkeiten erreichen, kann zum Monatsende auch eine Taghimmelbeobachtung versucht werden. Ansonsten müssen wir bis zur Beginn der Abendsichtbarkeit an den ersten Dezembertagen warten.

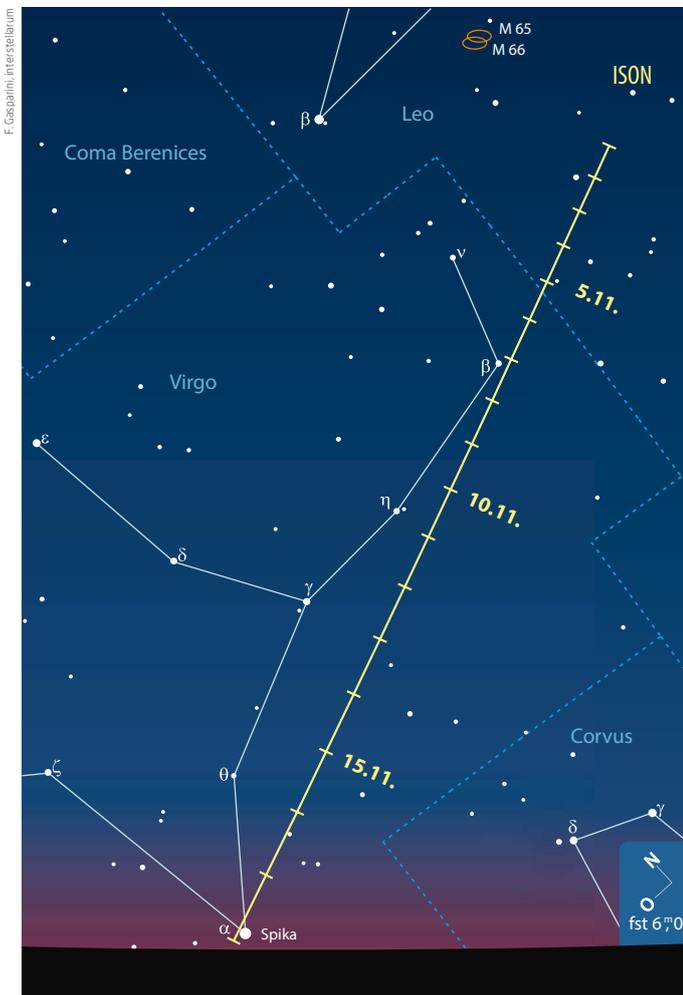
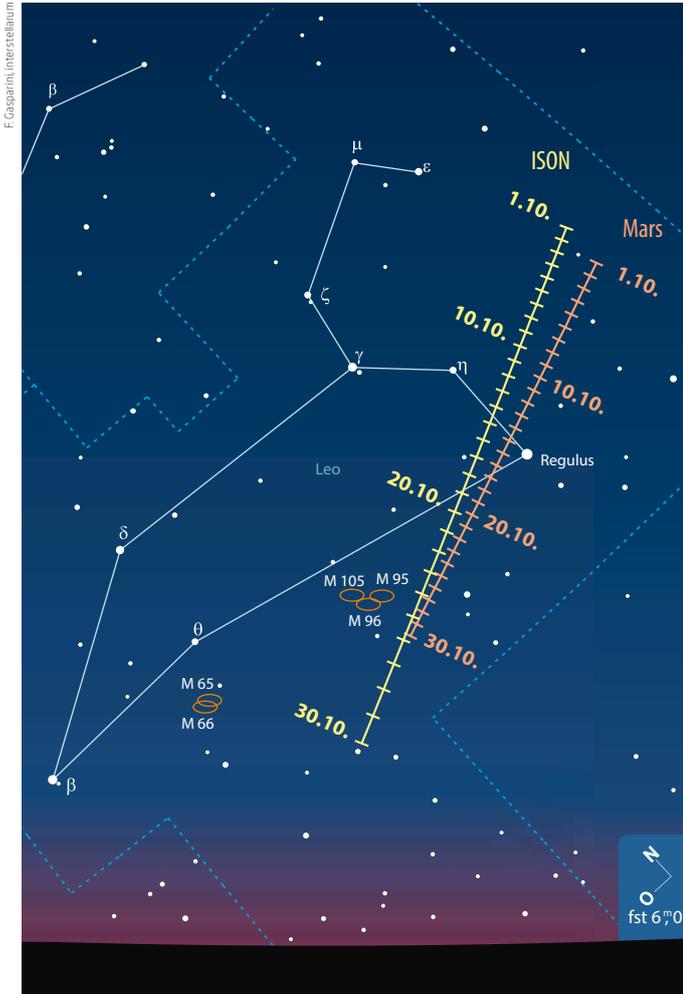
Bequem über das Internet kann die Perihelpassage auf den Bildern der SOHO-Sonde verfolgt werden. Komet ISON wird zwischen

27. und 30. November im Bildfeld des Koronographen sein. In Summe sollen rund 15 Raumsonden und zahlreiche Großteleskope den Kometen im Zuge seiner Sonnennäherung untersuchen.

Für den 28. November, den Tag des Perihels, kann mit einem Helligkeitsanstieg auf bis etwa –8^m gerechnet werden. Durch Vorwärtsstreuung innerhalb der Koma-Staubteilchen könnte die Helligkeit (ähnlich wie bei McNaught 2007) sogar noch weiter ansteigen. Die visuelle oder fotografische Beobachtung nur wenige Grad von der Sonnenscheibe entfernt ist dann möglich, erfordert allerdings äußerste Vorsicht und einiges an Beobachtungserfahrung (Tipps dazu in interstellarium 91).

Ganz im Schatten des viel Publicity erfahrenden ISON sind diesen Herbst zwei weitere Kometen beobachtbar: 2P/Encke und 154P/Brewington. Komet Encke steht bei seiner 62. Wiederkehr zunächst unter guten Bedingungen am Nachthimmel, im No-

◀ Abb. 4: C/2012 S1 (ISON) im November am Morgenhimmel.



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

Kometen im Oktober/November

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
2P/Encke	17.1.1786	21.11.2013 (0,33AE)	17.10.2013 (0,47AE)	September bis November 2013	11 ^m bis 7 ^m
C/2012 S1 (ISON)	21.9.2012	28.11.2013 (0,01AE)	27.12.2013 (0,43AE)	September 2013 bis April 2014	10 ^m bis 4 ^m
154/Brewington	28.8.1992	12.12.2013 (1,61AE)	24.9.2013 (0,89AE)	September 2013 bis Januar 2014	10 ^m bis 9 ^m

Der Komet wechselt er an den Morgenhimmel. Dabei wandert er rasch durch die Sternbilder Fuhrmann, Luchs und Kleiner Löwe. Zur Erdnähe Mitte Oktober dürfte der Komet eine Helligkeit von 9^m0 erreicht haben und auch in größeren Ferngläsern zu sehen sein. Ende Oktober und Anfang November durchquert er das an Galaxien reiche Grenzgebiet der Sternbilder Löwe, Haar der Berenike und Jungfrau. Die Helligkeit wird auf ca. 7^m5 ansteigen und Encke befindet sich jetzt nur wenige Grad nordöstlich von Komet ISON. 2P erreicht sein Perihel bereits eine Woche vor ISON und wird rund um den 10. November mit einer Maximalhelligkeit von ca. 6^m0 in der Morgendämmerung verschwinden. Eine Nachperihel-Be-

obachtung ist bei uns nicht möglich, da der Komet sich in den folgenden Wochen südlich der Sonne aufhalten wird.

Der erst im Jahr 1992 entdeckte **154P/Brewington** wird bei seiner diesjährigen Wiederkehr ebenfalls sehr günstig zu beobachten sein. Im Oktober findet man den Schweifstern ausgezeichnet platziert am Abendhimmel im Sternbild Wassermann. Die Helligkeit sollte im Lauf des Monats von 10^m0 auf 9^m5 ansteigen. Anfang November wechselt der Komet ins Sternbild Pegasus und wird seine maximale Helligkeit mit voraussichtlich 9^m0 zur Monatsmitte erreichen.

► Burkhard Leitner

SURFTIPPS

interstellarum-Kometengalerie:

☞ www.kometenaktuell.de

Komet ISON bei Cometography:

☞ www.cometography.com/lcomets/2012s1.html

Komet ISON bei Kometeninfo:

☞ www.kometen.info/2012s1.htm

Aufsuchkarte mit Live-Position des Kometen:

☞ theskylive.com/ison-tracker

INTERAKTIV

Senden Sie uns Ihre Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen! Alle Ergebnisse werden auf kometenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl davon im Heft!

☞ www.interstellarum.de/aktuelleereignisse.asp

Planeten aktuell
Jupiter wird bunter

Der Riesenplanet hat seine Rekordsaison mit einer Überraschung begonnen: Jupiters zwei markanteste Sturmgebilde haben deutlich an Farbe gewonnen. Der Große Rote Fleck zeigte sich im August deutlich kräftiger als zuvor. Die leuchtend orange Farbe ist auch in mittelgroßen Teleskopen gut auszumachen. Der Fleck liegt derzeit bei etwa 200° Länge im System II.

Eine Wandlung hat auch das Oval BA im Südlichen Gemäßigten Band (STB) durchgemacht: Durch die Kollision mit dem dunklen Bandsegment des STB ist das Oval nun dunkel umrandet und damit sehr viel einfacher sichtbar als zur letzten Saison. Gleichzeitig hat sich die orange Färbung intensiviert, so dass der Spitzname »Red Junior« wieder zutrifft. Das Oval ist bei 55° im System II zu finden und bewegt sich stetig Richtung kleinerer Längen.

Wie erwartet hat sich gleichzeitig das Nördliche Äquatorband (NEB) verschmälert. An seinem Nordrand befinden sich ver-



▲ Abb. 1: Jupiter mit orange leuchtendem Großen Roten Fleck am 23.7.2013. 20"-Newton bei 8700mm, TISDMK21AU618, RGB-Aufnahme. Thomas Winterer

einzelt die für diese Strömungszone typischen dunklen Barren. Somit hat Jupiter im Vergleich zum Vorjahr wieder seinen »normalen« Anblick zurückerhalten. Es bleibt jedoch spannend, wie sich die Entwicklung in den nächsten Monaten fortsetzt.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 2: Auch das Oval BA leuchtet nun deutlicher hervor. 11.8.2013, 12"-Newton, DBK21AF04. Hideo Einaga

INTERAKTIV

Senden Sie uns Ihre Beobachtungen! Alle Ergebnisse werden auf planetenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl davon im Heft!

☞ www.interstellarum.de/aktuelleereignisse.asp

Objekte der Saison

Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November 2013

Himmel



für Einsteiger
NGC 869 und 884 (OC)



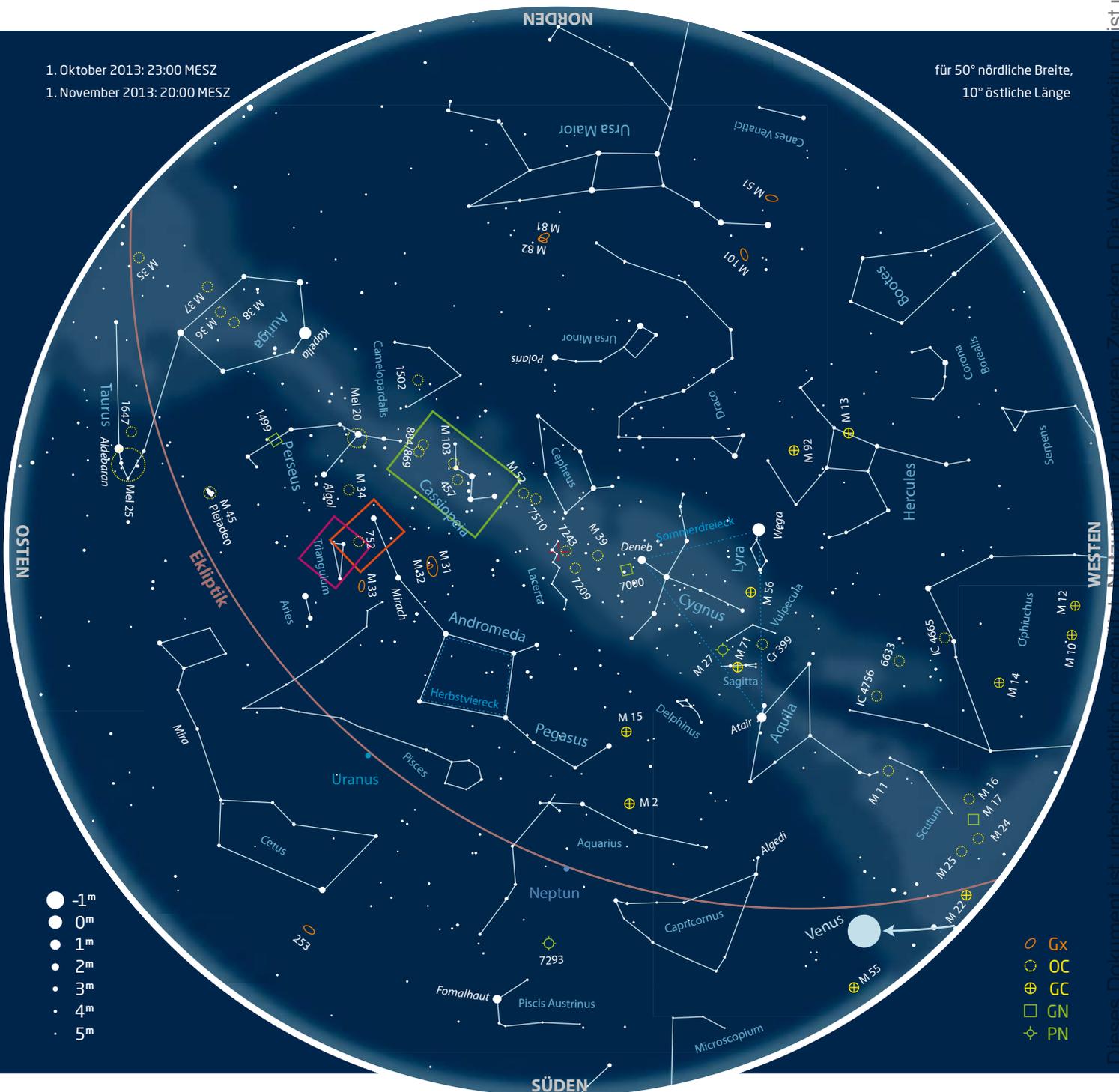
für Stadtbeobachter
NGC 752 (OC)



für Landbeobachter
NGC 925 (Gx)

1. Oktober 2013: 23:00 MESZ
1. November 2013: 20:00 MESZ

für 50° nördliche Breite,
10° östliche Länge



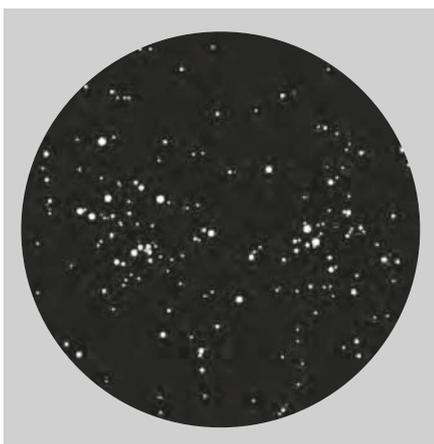
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck ist zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Objekt der Saison für Einsteiger: NGC 869 und 884

Eigentlich ist das Frühjahr die klassische Zeit zum Verlieben, doch auch der oftmals trübe Herbst bietet die Möglichkeit sein Herz zu verlieren – wenn der Himmel klar ist. Denn dann zeigt sich einer der großen Hingucker des Nachthimmels: Der Doppelsternhaufen NGC 869/NGC 884, den meisten besser bekannt als h und χ (h und chi) im Sternbild Perseus. Das Deep-Sky-Objekt ist schon seit über 2000 Jahren bekannt, wie Aufzeichnungen des griechischen Astronomen Hipparchus belegen. Seine Natur als Sternhaufen erkannte aber erst der englische Astronom John Flamsteed während seiner Beobachtungen im 18. Jahrhundert. Die beiden 6800Lj und 7600Lj entfernten Offenen Sternhaufen sind Teil der sog. Perseus-OBI-Assoziation, einer Ansammlung von meist noch jungen und blauen Sternen der Spektralklassen O und B. Das Alter wird auf – kosmisch gesehen – junge 12–14 Millionen Jahre geschätzt [1].

Aufgrund der Größe von 20' bzw. 25' und einer Helligkeit von 5^m3 und 6^m1 kann h und χ bereits mit dem bloßem Auge erkannt werden (vgl. Praxistipp). Aus dem verschwommenen Fleck wird aber erst im Teleskop der unwiderstehliche Anblick von zwei leuchtenden Sternensinseln, dicht besetzt mit jungen blauweißen Sternen und einigen orangefarbenen Sonnen im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium als Einsprengsel – ein wunderbarer Farbkontrast, der auch auf Fotografien fesselt. Eine erste Annäherung an h und χ sollte mit einer niedrigen Vergrößerung von etwa 30×

▼ Abb. 2: NGC 869 und 884 im Teleskop mit 70mm Öffnung, Vergrößerung 50×, Gesichtsfeld 1°. Lambert Spix



▲ Abb. 1: h und χ Persei: Zwei leuchtende Sternensinseln, dicht besetzt mit blauweißen Sternen und einigen orangefarbenen Sonnen als Einsprengsel. Siegfried Kohlert

50× geschehen. Denn nur dann behält man den vollen Überblick und kann beide Sternhaufen gemeinsam im gleichen Sehfeld bewundern. Die Randbereiche fließen dabei sanft in den hellen Hintergrund der Milchstraße. Aber auch der genauere Blick mit höheren Vergrößerungen von z. B. 100× lohnt sich. Hierbei geht zwar die Übersicht verloren, doch dafür zeigen sich weitere schöne Details wie Doppel- oder Mehrfachsterne in den beiden Deep-Sky-Objekten. Ein herausragender Blickfang wird in NGC 869 sichtbar: Bei genauem Hinsehen erkennt man eine winzige halbkreisförmige Kette aus mehreren Sternen mit einer einzelnen helleren Sonne gegenüber diesem geschwungenen Bogen. Zum Auffinden des Doppelsternhaufens verlängert man einfach die Linie γ und δ Cas um etwa das Doppelte in Richtung Südosten und peilt das Areal mit dem Sucher an. Darin ist h und χ bereits leicht als zweifacher Sternknoten erkennbar. Gönnen Sie sich im Herbst eine kleine Liebhaberei und machen h und χ eine Aufwartung.

► Lambert Spix

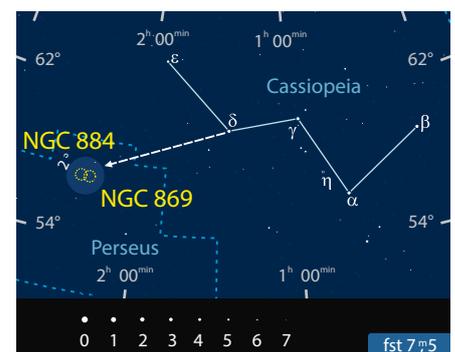
[1] Slesnick C.L., Hillenbrand L.A., Massey P.: The star formation history and mass function of the double cluster h and χ Persei, *Astrophys. J.* 576, 880 (2002)

PRAXISTIPP

Tipp für das bloße Auge: h und χ Persei

Der Doppelsternhaufen ist auch ohne optische Hilfsmittel einfach zu sehen: Von α Per über η Per in Richtung Cassiopeia findet man selbst unter mäßigem Landhimmel einen nebligen Fleck. Schaut man genauer hin, erkennt man, dass dieser länglich bzw. zweigeteilt ist. In unseren Breiten kommt vorteilhaft hinzu, dass dieses Objekt an Herbstabenden in Zenitnähe steht, wo die Himmelsqualität am besten ist.

► Kay Hempel





▲ NGC 752 gehört mit einer Ausdehnung von ca. 1° zu den scheinbar größten Offenen Sternhaufen am Himmel und ist ein schönes Fernglasobjekt. Klaus-Jürgen Otto

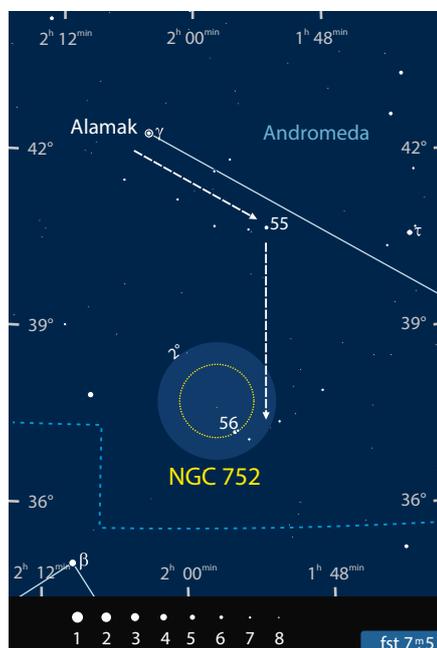
Objekte der Saison für Stadtbeobachter: NGC 752

Der Offene Sternhaufen NGC 752 im Sternbild Andromeda gehört mit einer Ausdehnung von ca. 1° zu den scheinbar größten Objekten seiner Art. Für den Stadtbeobachter ist er ein durchaus lohnendes Herbstobjekt, da die rund 25 Sterne neunter Größe, die sich bei 15-facher Vergrößerung über das Sichtfeld verteilen, recht interessante Formationen bilden. Auch das Auffinden des Haufens gestaltet sich verhältnismäßig einfach: Von γ And (Alamak) aus schwenkt man das Teleskop zunächst in süd-

westliche Richtung und trifft nach rund $2,5^\circ$ auf 55 And, einen 5^m4 hellen Doppelstern, der mit zwei östlich gelegenen schwächeren Sternen ein Dreieck bildet. Von 55 And geht es dann ca. $3,5^\circ$ südlich bis zu 56 And, einem weiteren markanten Mehrfachsystem, dessen zwei hellste Komponenten ein enormer Abstand von $200''$ trennt. NGC 752 erstreckt sich von 56 And in nordwestliche Richtung und zeigt sich als eine zwar sehr stark gelockerte Sternansammlung, die aber gleichwohl schon Haufencharakter hat.

Viele der Mitgliedersterne sind kettenförmig angeordnet. Auffällig und schön anzusehen sind darüber hinaus ein kleines Sterndreieck im Zentrum des Haufens sowie nordwestlich davon ein Sternquadrat mit einem fünften Stern, das fast wie eine »Miniaturausgabe« des Großen Wagens mit verkürztem Griff erscheint. Physikalisch interessant ist NGC 752 vor allem wegen seines hohen Alters, das mit rund 2 Milliarden Jahren angegeben wird [1]; er gehört damit zu den ältesten Sternhaufen. Die Entfernung beträgt ca. 1400Lj, die Zahl seiner nachgewiesenen Mitglieder ca. 100 Sterne [2].

Die Entdeckungsgeschichte von NGC 752 ist nicht vollständig geklärt. Wahrscheinlich hatte bereits um 1654 Giovanni Hodierna die Sternansammlung gesichtet. Als eigentliches Entdeckungsdatum wird jedoch der 29. September 1783 geführt, als Karo-



PRAXISTIPP

Fernglastipp: NGC 752

Ein gutes Instrument zum Aufsuchen des Offenen Sternhaufens am aufgehellten Himmel ist z. B. ein 10×50 -Fernglas. Knapp 5° südsüdwestlich von Alamak (γ And) entfernt zeigt sich NGC 752 als lockere Ansammlung von etwa 20 Sternen, verteilt auf einer Fläche von fast zwei Vollmonddurchmessern. Einen schönen Kontrast bildet der 6^m helle Doppelstern 56 Andromedae, der im gleichen Gesichtsfeld direkt südwestlich an den Haufen angrenzend zu finden ist.

► Lambert Spix

line Herschel den Haufen mit ihrem neuen $4,5''$ -Reflektor sichtete, einem Geschenk ihres Bruders Wilhelm, mit dem sie einige Nächte zuvor bereits drei andere Offene Sternhaufen entdeckte: NGC 189, 225 und 659 im Sternbild Kassiopeia [3].

► Karl-Peter Julius

- [1] Finlay, W.H.: Concise Catalogue of Deep-sky-Objects, Springer, London (2003)
- [2] Daniel S.A. et al.: A Radial Velocity and Photometric Analysis of NGC 752, Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. 13, 275 (1991)
- [3] Steinicke, W.: Nebel und Sternhaufen, Books on Demand, Norderstedt (2009)

INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Beobachtungen – Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen zu den drei Objekten der Saison! Alle Ergebnisse werden auf interstellarum.de veröffentlicht, eine Auswahl davon im Heft! Nutzen Sie den direkten Upload:

🔗 www.interstellarum.de/ods.asp

Objekte der Saison für Landbeobachter: NGC 925

Das Dreieck (lat.: Triangulum) ist ein kleines aber markantes Sternbild des nördlichen Sternhimmels. Mit einer Fläche von 132 Quadratgrad bedeckt es nur 0,32% des Himmels. Trotz dieser geringen Fläche verzeichnen allein die NGC/IC-Kataloge 120 Deep-Sky-Objekte in den Grenzen des Sternbilds. Das berühmteste ist zweifellos die »Triangulum-Galaxie« M 33. In ihrem Schatten stehen einige für visuelle Beobachter und Fotografen interessante Objekte wie die Balkenspirale NGC 925.

Die Galaxie wurde am 13. September 1784 von Wilhelm Herschel mit einem 18,7"-Reflektor entdeckt. Sie war eine von insgesamt 16 Entdeckungen dieser Nacht [1]. Der prominenteste Fund war wohl die Galaxie NGC 404, die aufgrund ihrer Lage bei β And auch als »Geist von Mirach« bekannt ist. Herschel beschrieb NGC 925 als ziemlich schwach, ziemlich groß und elongiert mit schwacher zentraler Aufhellung. Er erwähnt auch die beiden 13^m-Sterne nordwestlich des Zentrums. Am 14. September 1850 beobachtete Lord Rosse das Objekt mit seinem riesigen 72"-Spiegel. Doch auch er konnte die Spiralstruktur nicht erkennen und vermerkte nur ein 3' x 50" großes, recht schwaches Objekt mit einem auffälligen Stern nordöstlich des Zentrums.

Aus astrophysikalischer Sicht handelt es sich bei NGC 925 um eine etwas asymmetrische Balkenspirale vom Typ SBcd. Die Galaxie ist Bestandteil der NGC-1023-Gruppe – einer nahen und somit gut beobachtbaren Ansammlung von Galaxien. Zu dieser Gruppe gehören zudem die bekannte Edge-On-Galaxie NGC 891, NGC 949, NGC 959, NGC 1003, die Hauptgalaxie NGC 1023, NGC 1058 sowie zahlreiche schwächere Galaxien. Mit Hilfe des Hubble Space Telescope konnte die Galaxie Mitte der 1990er-Jahre in Einzelsterne aufgelöst werden. Hierbei konnten 80 Veränderliche Sterne vom Cepheiden-Typ identifiziert werden. Mit Hilfe von Cepheiden lässt sich bei nahe gelegenen Galaxien aus der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung die Entfernung ableiten. Für NGC 925 konnte so ein Wert von 30,3 Mio. Lj ermittelt werden [2]. Aus morphologischer Sicht zeigt sich die Galaxie vielschichtig. Der Balken ist recht gasreich und enthält viele HII-Regionen. Der südliche Spiralarm ist deutlich dominan-



▲ NGC 925 ist eine asymmetrische Balkenspirale mit eingelagerten HII-Regionen.

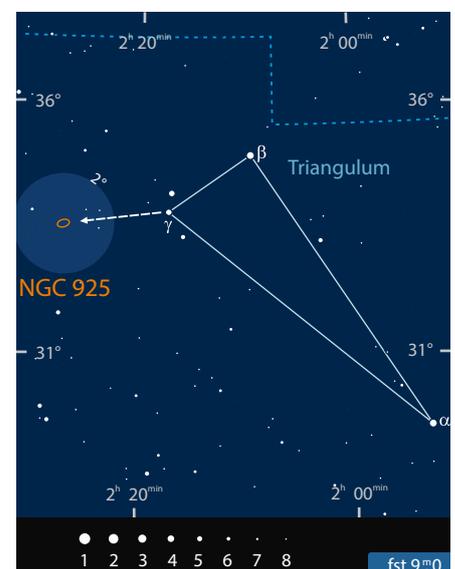
ter als sein nördlicher Gegenpart. Die größten Sternentstehungsgebiete finden sich am Ende des südlichen Arms, während im nördlichen Arm kaum Sternentstehung zu verzeichnen ist. Die genaue Ursache für diese Asymmetrie ist noch Gegenstand der Forschung. Pisano et al. [3] vermuten entweder eine Interaktion mit einer nahe gelegenen HI-Wolke oder der Galaxie UGC 2023 (13^m 3 hell, ca. 1° östlich von NGC 925) als Ursache.

NGC 925 findet sich im östlichen Teil des Sternbildes Dreieck. Die Galaxie liegt nur etwa 2° östlich des 4^m-Sterns γ Trianguli und lässt sich so rasch auffinden. NGC 925 besitzt zwar eine visuelle Helligkeit von 9^m9 jedoch beträgt die Flächenhelligkeit nur 23^m0/□". Somit ist die wichtigste Voraussetzung für eine Beobachtung eine dunkle und transparente Nacht. Jegliche Störfaktoren wie Mondlicht oder Lichtverschmutzung können die Beobachtung erschweren oder gar unmöglich machen. Erste Beobachtungen sind bereits mit 2,5" Öffnung möglich, jedoch ist der schwache Nebel nur indirekt erkennbar. Für einen besseren Eindruck sind mindestens 8" – 10" Öffnung zu empfehlen. Dann zeigt sich eine gestreckte Ellipse ohne deutliche zentrale Aufhellung. Zudem sind einige Sterne in den Nebel eingebettet. Wer sich mit mittleren Vergrößerungen voranarbeitet, kann vielleicht schon die ersten Strukturen erkennen. Für die klare Erkennbarkeit der Spiralstruktur benötigt man Teleskope ab 16" Öffnung. Mit etwas Geduld lassen sich so auch einige vorgelagerte HII-Regionen entdecken. Astrofotografen bietet sich ein sehr reizvolles Objekt mit filigranen Strukturen und schön-

nem farblichen Kontrast der von jungen Sternen dominierten Spiralarme mit der älteren Population des zentralen Balkens. Zu beachten sind jedoch die relativ geringe Ausdehnung des Objekts und die Lichtschwäche.

► Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Historic NGC/IC: www.klima-luft.de/steinicke/ngcic/Expl_Hist_NGCIC.htm (2013)
- [2] Silbermann, N.A. et al.: The Hubble Space Telescope Key Project on the Extragalactic Distance Scale. VI. The Cepheids in NGC 925, *Astrophys. J.* 470, 1 (1996)
- [3] Pisano, D.J. et al.: The HI Distribution and Dynamics in Two Late-Type Barred Spiral Galaxies: NGC 925 and NGC 1744, *Astron. J.* 115, 975 (1998)



Milliarden Sonne hell

Quasare auf der Spur

Teil 1: Quasarjagd im
Herbst und Winter

von Nico Schmidt

Vor 50 Jahren hielt man noch Galaxien für die entferntesten Objekte im Universum, doch 1963 entdeckten Astronomen plötzlich Lichtpunkte, die noch weiter, nämlich viele Milliarden Lichtjahre entfernt sind. Auf den Aufnahmen sahen sie eigentlich nur wie Sterne aus, doch es handelte sich dabei um eine völlig neue Objektklasse: die Quasare. Anlässlich der Entdeckung der »fernsten Sterne« vor 50 Jahren soll dieser Artikel in zwei Teilen einige der interessantesten Quasare vorstellen.

Quasare sind die extremsten, leuchtkräftigsten und fernsten Objekte, die ein Hobbyastronom mit eigenen Augen beobachten kann. Als im Frühjahr 1963 das Spektrum eines vermeintlichen Sterns untersucht wurde, führte das zur Entdeckung der leuchtkräftigsten Objekte im Universum. Was 3C 273 und die anderen punktförmigen Quellen eigentlich sind, deutete sich zunächst nur an und erst in den folgenden Jahrzehnten wurde immer mehr ihre extreme Natur entschlüsselt. Mit dem Auge mag es nur ein lichtschwacher Punkt im Okular sein, wenn man sich jedoch die Extreme vergegenwärtigt, dann wird daraus ein Milliarden Lichtjahre entfernter Quasar und man kann Astrophysik live am Okular erleben. Während eines Helligkeitsausbruchs eines sog. Blazars erhält ein visueller Beobachter sogar Einblicke in die Astroteilchenphysik eines Jets und kann sich regelrecht vorstellen, wie die »indirekt sichtbaren« Elektronen im Magnetfeld »tanzen«. So wird eine Himmelstour zum 50. Geburtstag zu einem besonderen Erlebnis.

Die Entdeckung ...

»Ja, an den Tag erinnere ich mich sehr gut, sogar nach 50 Jahren«, schreibt Maarten Schmidt (Abb. 2) in einer E-Mail im Jahr 2013. Der heute 83-Jährige meint die Entdeckung der Quasare [1] in seinem Büro im Februar 1963, doch die ganze Geschichte beginnt noch früher. Ende der 1940er-Jahre entdeckten die Astronomen mit Radioteleskopen eine neue Klasse von diskreten Radioquellen, weshalb sie auch Radiosterne genannt wurden. Man vermutete, dass es sich dabei wirklich um nahe Sterne handeln würde, doch zu keinem Radioobjekt schien sich ein optisches Gegenstück zu finden. So wurde vermutet, dass die Radiostrahlung doch eher extragalaktischen Ursprungs sein muss.

Im Jahr 1962 wurde es noch merkwürdiger, als der britische Astronom Cyril Hazard am 64m-Parkes-Radioteleskop mittels Mondbedeckungen die Position des Radioobjekts 3C 273 dingfest machen konnte und feststellte, dass die Quelle tatsächlich mit einem 13m hellen Stern übereinstimmt [2]. Diese Nachricht erhielt auch Maarten Schmidt. Wenige Stunden vor der Morgendämmerung des

◀ Abb. 1: Aus weiter Ferne erscheinen sie »quasi stellar«: Quasare. Doch von nahem betrachtet handelt es sich um eine gewaltige Gasscheibe mit einem zentralen supermassiven Schwarzen Loch und zwei polwärts ausgestoßenen Jets.

28. Dezember 1962, seinem 33. Geburtstag, saß der Astronom in der Primärfokuskabine des Hale-Teleskops (Abb. 3) und peilte nach der neunstündigen Belichtung einer Radiogalaxie das stellare Objekt 3C 273 im Sternbild Jungfrau an. Stundenlang saß Schmidt in der Kabine gut 20m über dem 5m-Hauptspiegel auf einem Traktorsitz und musste die Instrumente bei völliger Dunkelheit bedienen; in dieser langen und frostigen Winternacht trug er wie üblich seinen mit 24V beheizbaren Fliegeranzug [3].

... mit dem Mikroskop

In den Wintermonaten 1963 nahm Maarten Schmidt mehrere Spektren am Hale-Teleskop auf, doch interpretieren konnte er sie nicht. In seinem Büro untersuchte er sie mit einem Mikroskop, jedoch konnte er sich keinen Reim auf die eigenartige Anordnung der Spektrallinien im Licht von 3C 273 machen. Am 5. Februar 1963 kam ihm schließlich die zündende Idee: Es handelte sich um bekannte Spektrallinien, allerdings waren sie um 16% in den roten Bereich des Spektrums verschoben. Sein Kollege Jesse Greenstein erinnerte sich so an diesen Nachmittag: »Diese Anekdote wurde viel zu oft gedruckt, aber sie ist wahr. Er sagte: Jesse, was sagst du dazu? Ich sah hinein und es war die Wasserstoffserie, nur an der falschen Stelle, und ein paar andere Linien. Er sagte: Also, was denkst du? Ich sagte: Mann, das ist fantastisch. Er sagte: 16%.« Das Licht wies eine Rotverschiebung von 16% auf, was in der heutigen Schreibweise als $z=0,16$ ausgedrückt wird.

Schnell wurde den Astronomen klar – Schmidt war sich zu 80% und Greenstein zu 90% sicher –, dass die Rotverschiebung kosmologischen Ursprungs war und dass diese stellar erscheinenden Radioquellen deshalb sehr weit entfernt sein müssen (je größer die Rotverschiebung, desto weiter ist das Objekt entfernt), was zugleich eine ungeheure Energiefreisetzung in vielen Milliarden Lichtjahren Entfernung bedeuten musste. Am ehesten ist die kosmologische Rotverschiebung mit dem Doppler-Effekt vergleichbar, bei dem sich eine entfernende Geräuschquelle wie etwa eine Sirene mit tieferem Ton (die größere Wellenlänge entspricht der Rotverschiebung) von uns weg bewegt. Mit den Quasaren, wie sie schon bald genannt wurden (der Begriff entstand im Dezember 1963 durch den Astrophysiker Hong-Yee Chiu), hatten Schmidt und seine Kollegen vor 50 Jahren die leuchtkräftigsten Objekte im Universum entdeckt. So stellte sich die 13^m helle Radio-



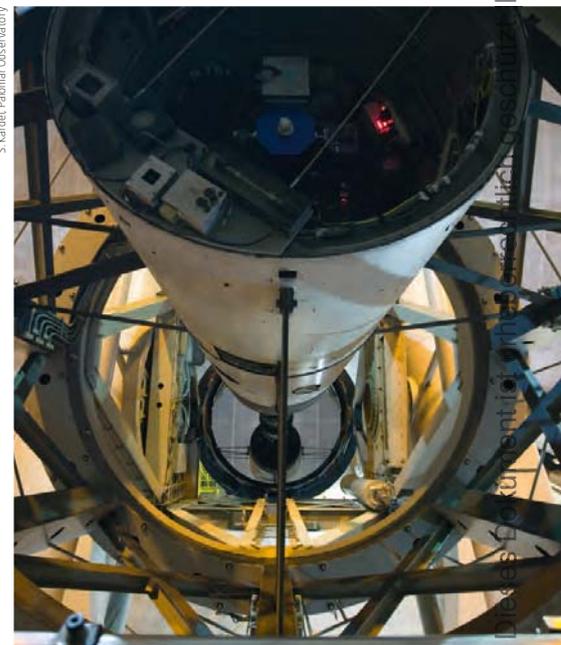
▲ Abb. 2: Das 2009 aufgenommene Foto zeigt Maarten Schmidt, der 1963 mit den Quasaren eine völlig neue Objektklasse entdeckte.

quelle 3C 273 nicht als naher Stern heraus, sondern als eine sternartige Zentralregion eines Objekts in fast 2 Milliarden Lichtjahren Entfernung, die Billionen Mal heller strahlt als unsere Sonne [4].

Quasar-Physik im Okular

Schon die Entdeckung großer Rotverschiebungen war gewaltig, doch die Frage zur

▼ Abb. 3: Eine moderne Aufnahme des ehemaligen Arbeitsplatzes der Astronomen am Hale-Teleskop – gut 20m über dem 5m großen Hauptspiegel in der Primärfokuskabine.



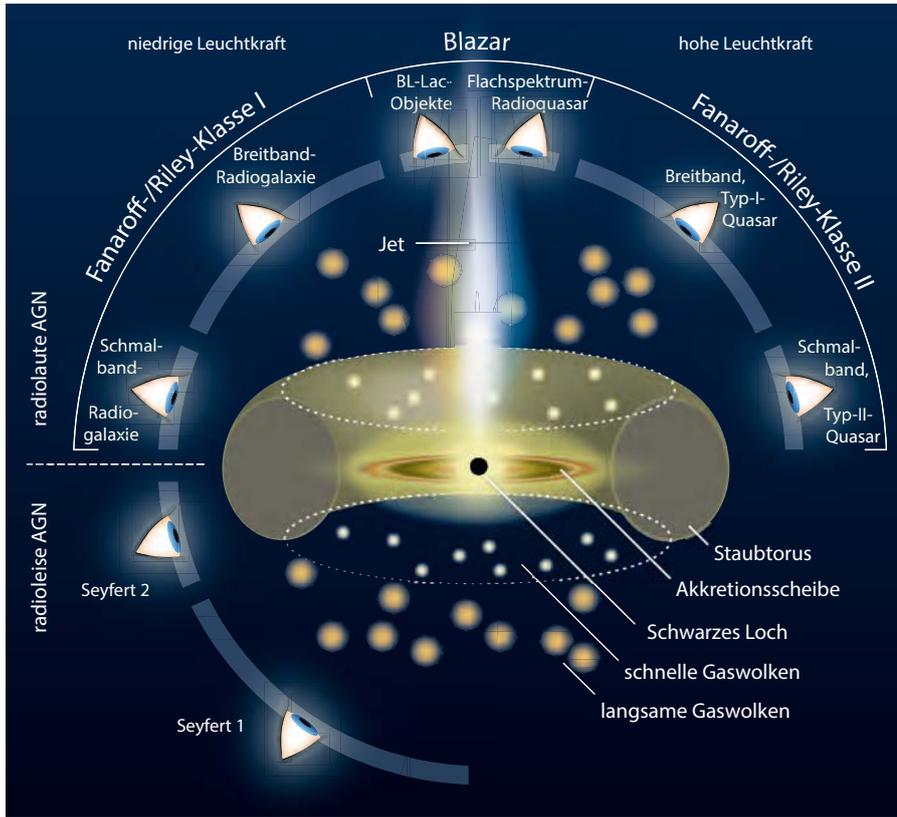


Abb. 4: Aktive Galaxienkerne werden anhand ihrer Leuchtkraft im Radiobereich klassifiziert: Anders als radiolauter Objekte haben radiolautlose AGN (Seyfert- und LINER-Klassen) kaum Jetaktivität. Verschiedene Blickwinkel spielen ebenfalls eine große Rolle in der Vielfalt der AGN-Typen.

Abb. 5: M 77 ist schon im Fernglas auffindbar, zählt zu den sogenannten Seyfert-Galaxien, und ist eine Art Mini-Quasar



Freisetzung ungeheuerlicher Energiemengen sprengte alle Vorstellungskraft. Was spielt sich in dem scheinbar sternförmigen Punkt ab? Dachte man 1963 noch an gleichzeitige Supernova-Kettenreaktionen, unvorstellbar viele Weiße Zwerge auf einem Fleck oder die Kollision einer Galaxie mit einer Anti-Galaxie (aus Antimaterie), entstand schließlich in den zurückliegenden Jahrzehnten das heute allgemein anerkannte Modell eines sog. aktiven Galaxienkerns (engl. Active Galactic Nucleus, abgekürzt AGN) [5].

Die Aktivität aller aktiven Galaxienkerne entsteht durch Gas, das sich in einer riesigen Akkretionsscheibe ansammelt und auf ein zentrales supermassives Schwarzes Loch von Millionen bis zu einigen Milliarden Sonnenmassen zuströmt. Die Umwandlung von Gravitationsenergie in Strahlungsenergie ist dabei viel effizienter als die Energieerzeugung in Sternen durch Kernfusion und die hauptsächliche Ursache für die extreme Leuchtkraft der Quasare. Emissionsprozesse wie die Akkretion lassen die aktive Zentralregion einer Galaxie in allen Spektralbereichen strahlen, und oft bilden sich bei besonders energiereichen Objekten mit hohen Akkretionsraten zusätzlich bipolare Jets, wobei das zuströmende Plasma durch gebündelte Magnetfelder an den Polen des Schwarzen Lochs mit hochrelativistischer Geschwindigkeit wieder hinausgeschossen wird.

Auch im visuellen Licht dominiert die Strahlung der gewaltigen Akkretionsscheibe des Quasars. Was im Okular wie ein bloßer Sternpunkt aussieht, ist eigentlich eine leuchtkräftige und mächtige Scheibe mit einem äußeren Radius in der Größenordnung von 1000AE (grob 0,01Lj). Man kann hier auch von wenigen Lichttagen sprechen, so klein sind die Abmessungen des im Fernrohr sichtbaren Quasars. Betrachtet man den aktiven Galaxienkern aus einigen Milliarden Lichtjahren Entfernung, hat man schließlich den Eindruck, als ob alle milliarden- und billionenfach freigesetzten Sonnenleuchtkräfte scheinbar aus einem Punkt im Raum stammen.

Ein besonderer Extremfall ergibt sich, wenn die Jetachse eines Quasars ziemlich genau in Richtung Erde orientiert ist, wobei man dann von einem Blazar spricht. Mit dem Auge am Okular wirft man hier einen Blick direkt in den Plasmastrahl, der auf nahe Lichtgeschwindigkeit beschleunigt aus dem fernen Leuchtfeuer schießt.

Mini-Quasar im Fernglas

Quasare werden ab einer Strahlungsleistung bzw. absoluten Helligkeit von -23^m0 (100 Millionen Sonnenleuchtkräfte) definiert und sind die energiereichsten aktiven Galaxienkerne; leuchtkräftige Galaxienkerne unter dieser Grenze sind z.B. die sog. Seyfert-Galaxien (Abb. 4). M 77 (Abb. 5) ist ein solcher Galaxientyp und aufgrund seiner Helligkeit ein für Astrophysiker und Deep-Sky-Beobachter herausragendes Objekt. Von einem dunklen Standort aus ist der 8^m9 helle Seyfert-Kern bereits mit einem normalen 10x50-Fernglas sichtbar. Bei einem Blick in das stellare Zentrum schaut man tatsächlich direkt in das aktive und leuchtkräftige Herz eines Mini-Quasars. In einer Entfernung von fast 50 Mio. Lj strahlt der Galaxienkern immerhin mit einigen 10 Millionen Sonnenleuchtkräften, was M 77 zum energiereichsten Objekt und gleichzeitig leuchtkräftigsten »Star« der Messier-Liste macht. Was im Okular punktförmig erscheint, ist in diesem Fall ein vom zentralen Schwarzen Loch ausgehendes rund 1000Lj

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

► Abb. 6: Aufsuchkarten von PHL 1811 (a), BL Lac (b) und OJ 287 (c).

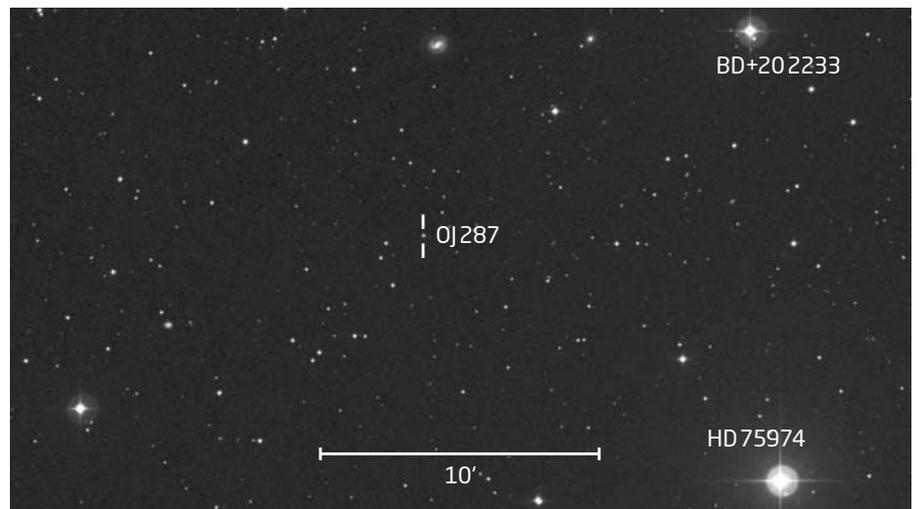
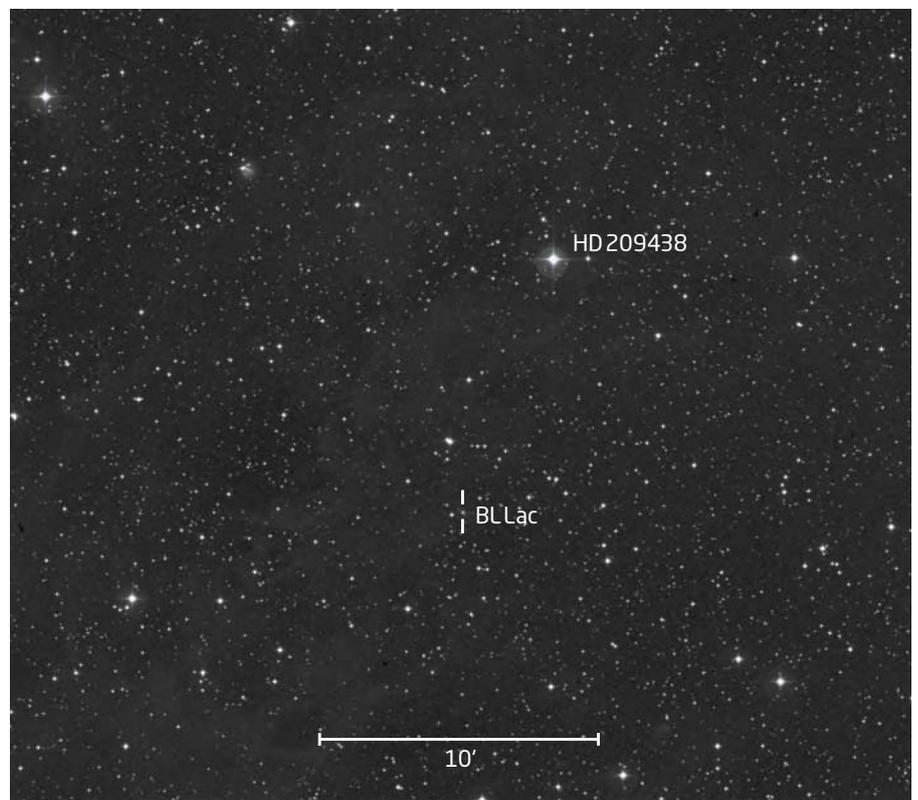
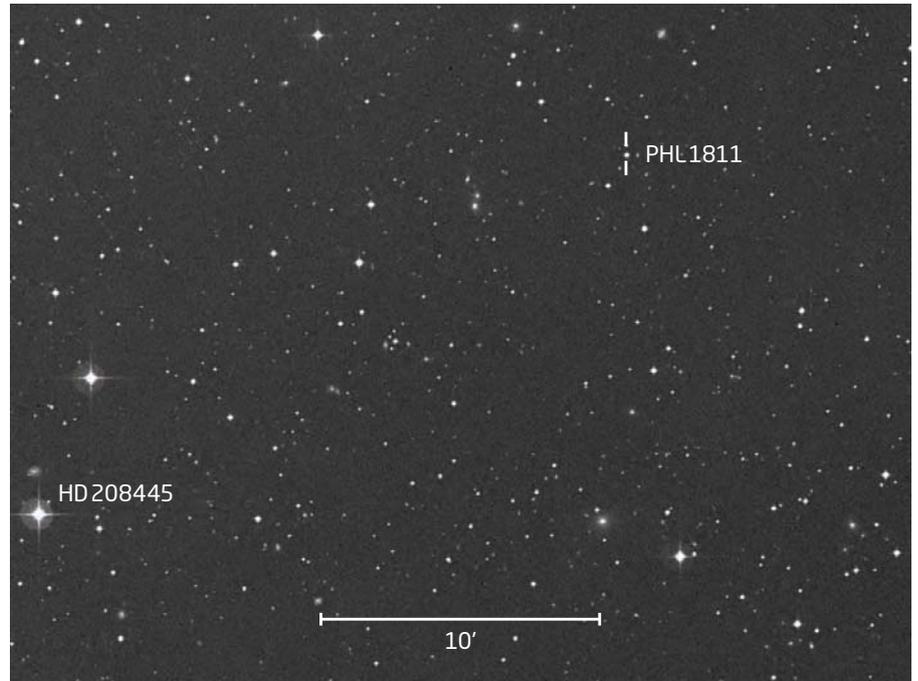
großes Nebelgebiet, das von der energiereichen Strahlung aus dem AGN-Motor zum Leuchten angeregt wird.

M 77 ist zwar leicht aufzufinden, bei geringer Vergrößerung aber kaum als Galaxie zu erkennen. Stattdessen fällt zuerst ihre stellare Kernregion auf. Ausgangspunkt für die Studie ist δ Cet; ein Fernglas zeigt $0,5^\circ$ östlich davon den $6^m,7$ hellen Stern HD 16786. Wenn man dann den Abstand zwischen beiden Sternen im rechten Winkel weiter nach Süden verlängert, gelangt man auf direktem Weg zum punktförmigen Zentrum von M 77. Erst in Teleskopen mit mittlerer Öffnung rückt der eigentliche Galaxienkörper als leicht ovaler Nebelfleck von $2'$ Durchmesser in den Vordergrund. In großen Teleskopen ist schließlich die beeindruckende Spiralstruktur zu sehen – es bleibt jedoch ein heller stellarer Kern, der den aktiven Seyfert-Galaxienkern darstellt.

Veränderlicher Quasar

Während M 77 mit einer absoluten Helligkeit von $-21,8^m$ ein Quasar in Miniaturausgabe ist, steht im Sternbild Steinbock dicht an der Grenze zum Wassermann der $-25,9^m$ helle Quasar **PHL 1811**. Mit einer scheinbaren Helligkeit von $13,9^m$ war er bei seiner Entdeckung der zweithellste Quasar, weshalb man ihn sogar als 3C 273 des Herbsthimmels bezeichnen könnte. Dennoch wurde er erst Ende der 1990er-Jahre als solcher identifiziert. Die Entdeckung begann mit der FIRST genannten Durchmusterung mit den Radioteleskopen des Very Large Array (VLA), wobei bei der Datenauswertung die Position einer neuen Radioquelle mit einer im Visuellen sichtbaren Punktquelle übereinstimmte. Die Veröffentlichung zur Entdeckung des Quasars PHL 1811 erschien im Jahr 2001 [6]. Weitere Untersuchungen ergaben, dass seine Helligkeit unregelmäßig variabel ist. Dies macht eine Überwachung mit dem eigenen Teleskop sehr interessant, denn der Lichtwechsel mit $13,5^m$ bis 14^m im Maximum und 15^m im Minimum deutet auf Veränderungen in der Leuchtkraft hin, was seine Ursache in veränderlichen Akkretionsraten hat – der Quasar lebt!

Das Auffinden beginnt im Feld zwischen den 4^m -Sternen ξ und θ Aqr; das Zielgebiet liegt hier genau $2,5^\circ$ östlich des Paares aus 46 und 47 Cap. Der Quasar steht etwas oberhalb einer Linie zwischen den Feldstecher-



DSS/POSS 2/UKST/Blue/California Institute of Technology

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

Sternen HD 207889 und HD 208445. Ab hier sollte man sich schließlich mit einem Fernrohr an das Objekt herantasten und mit der abgebildeten Aufsuchkarte die genaue Position des rund 14^m hellen PHL 1811 auffindig machen. Hat man den Quasar-Punkt im Okular, schaut man auf einen AGN in gewaltigen 2,3 Mrd. Lj Entfernung und zugleich tief in ein relativistisches Leuchtfeuer, das billionenfach heller strahlt als unsere Sonne. Als zentrale Maschine sitzt in seinem Mittelpunkt ein supermassives Schwarzes Loch in der Größenordnung von 100 Millionen Sonnenmassen.

Prototyp der Blazare

Auch **BL Lac** im Sternbild Eidechse ist ein sehr variables und darum spannendes Objekt, und doch handelt es sich um einen völlig anderen AGN-Typ. Es ist ein Quasar, dessen Jet zufällig in Richtung Erde orientiert ist, so dass man hier von einem Blazar spricht, und noch dazu ist BL Lac der Prototyp der Blazar-Klasse der sog. BL-Lac-Objekte. Bei Blazaren stammt die optische Strahlung nicht von einer wenige 1000AE messenden Akkretionsscheibe um das Schwarze Loch, sondern entsteht in einem anderen Emissionsprozess im auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigten Plasmastrahl. Die darin enthaltenen Elektronen (und Positronen) spiralisieren um die Magnetfeldlinien des Jets und geben bei jeder Ablenkung Strahlung ab; bei diesem sog. Synchrotron-Mechanismus wird auch optisches Licht emittiert.

Die oft für Blazare typischen Helligkeitswechsel sind ebenfalls Unregelmäßigkeiten im Jet. Ungleichmäßig ausgestoßene Plasmaknoten verursachen stehende Schockfronten, was einen Anstieg der Leuchtkraft zur Folge hat und einen sichtbaren Flare (auch Synchrotron-Flare genannt) erzeugt. In den vergangenen 20 Jahren hatte BL Lac (im Mittel etwa um 14^m5 hell) acht sehr starke Hel-

ligkeitsausbrüche, bei denen die 13^m-Grenze erreicht wurde. Beim letzten Flare Ende Juli 2012 wurde der 900 Millionen Lichtjahre entfernte Blazar sogar heller als 13^m. Die Position von BL Lac ist am Einfachsten etwa auf 1/3 der Verbindungslinie von α Cyg zu α And zu finden. Als weitere Orientierung dienen die Sterne 2 Lac und 77 Cyg, zwischen denen sich ungefähr mittig das Ziel befindet. Der 8^m4 helle HD 209438 ist ein besonders guter Leitstern, denn er steht nur 11' von BL Lac entfernt.

Das schwerste Schwarze Loch

Mit 18 Milliarden Sonnenmassen befindet sich im Lichtpunkt **OJ 287** nicht nur das schwerste bekannte Schwarze Loch, womit es zu den extremsten Objekten der Astrophysik zählt, sondern ist wegen seiner Helligkeitswechsel auch für den visuellen Beobachter ein sehr interessantes Ziel. Dieser fast 3,5 Milliarden Lichtjahre entfernte leuchtkräftige Galaxienkern ist ebenfalls ein Blazar und stellt somit einen Quasar in der Draufsicht dar. OJ 287 befindet sich im Wintersternbild Krebs. Beim Aufsuchen dient M 44 als erste grobe Orientierung, denn das Zielobjekt steht nur 3,5° östlich des bekannten Sternhaufens. Von δ Cnc aus gelangt man über zwei hellere Sterne der 6. Größenklasse bereits bis auf 15' an den lichtschwachen Blazar heran. Um ihn jedoch sicher von anderen 15^m0-Sternen in unmittelbarer Nähe unterscheiden zu können, empfiehlt sich auch hier die Verwendung einer detaillierten Aufsuchkarte.

Meist ist OJ 287 ein Objekt der 15. Größenklasse, so dass ein 12"-Teleskop für die Beobachtung nötig ist, allerdings zeigen sich von Zeit zu Zeit unregelmäßige Helligkeitsausbrüche, die ihre Ursache in dramatischen Vorgängen in direkter Nähe des zentralen supermassereichen Schwarzen Lochs haben. Eine aktive Phase war zuletzt im Frühjahr 2012 zu beobachten, als ein über 14^m helles Maximum erreicht wurde.

In größeren Zeitabständen von ungefähr 12 Jahren treten solche Ausbrüche sogar paarweise auf, wobei mit dem nächsten Flare im Winter 2015/2016 gerechnet wird – je nach Rotation des Schwarzen Lochs [7]. Vor 25 Jahren entstand das derzeit führende Modell zur Erklärung dieser periodischen Lichtwechsel, nach dem der Blazar aus zwei sich umkreisenden Schwarzen Löchern bestehen soll: Immer wenn der 140 Millionen Sonnenmassen schwere Begleiter durch die riesige Gasscheibe des mit 18 Milliarden Sonnenmassen massereichen Schwarzen Lochs stößt, findet ein neuer Helligkeitsanstieg statt.

- [1] Kellermann, K.: The Discovery of Quasars, arXiv 1304.3627 (2013)
- [2] Hazard, C. et al.: Investigation of the Radio Source 3C 273 by the Method of Lunar Occultations, Nature 197, 1037 (1963)
- [3] Preston, R.: Das erste Licht, Knauer Taschenbuch, München (2000)
- [4] Schmidt, M.: 3C 273: A Star-like Object with Large Red-Shift, Nature 197, 1040 (1963)
- [5] Beckmann, V., Shrader, C.: Active Galactic Nuclei, Wiley-VCH, Weinheim/Berlin (2012)
- [6] Leighly, K. et al.: The First Observations of the Second Brightest Quasar, Astrophys. J. 365, 400 (2001)
- [7] Valtonen, M.: Measuring Black Hole Spin in OJ 287, Celest. Mech. Dyn. Astr. 106, 235 (2010)

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

Aktive Galaxien und Quasare des Herbst- und Winterhimmels

Objekt	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Rotverschiebung	Entfernung	(visuelle) Leuchtkraft (Sonne = 1)	Bemerkung	isDSA
M 77	Cet	2 ^h 42 ^m 40,77 ^s	-0° 0' 47,84"	8 ^m 9	z=0,0038	50 Mio. Lj	ca. 10 Millionen Mal	ein Mini-Quasar für das Fernglas	62
PHL 1811	Cap	21 ^h 55 ^m 1,51 ^s	-9° 22' 24,69"	13 ^m 5-15 ^m	z=0,192	2,3 Mrd. Lj	ca. 1 Billion Mal	heller, erst 2001 entdeckter Quasar	65
BL Lac	Lac	22 ^h 2 ^m 43,29 ^s	+42° 16' 39,98"	12 ^m 7-16 ^m	z=0,069	900 Mio. Lj	ca. 1 Billion Mal	stark veränderlicher Blazar	16
vOJ 287	Cnc	8 ^h 54 ^m 48,87 ^s	+20° 6' 30,64"	14 ^m -15 ^m 5	z=0,306	3,4 Mrd. Lj	ca. 1 Billion Mal	Blazar mit schwerstem Schwarzen Loch	47

Auf der Pirsch mit 30mm

Deep-Sky-Beobachtung mit Kompakt-Ferngläsern im Herbst

von Lambert Spix

▲ Abb. 1: Der Herbsthimmel bietet viele reizvolle Ziele auch für kleine Ferngläser. *Thomas Jäger*

Nach dem Sommer (vgl. interstellarum 89) wendet sich der zweite Teil der Serie der Deep-Sky-Beobachtung mit Kompakt-Ferngläsern dem Herbst zu. Auch diese Jahreszeit bietet dem Beobachter einige spannende Deep-Sky-Objekte, die sich bereits mit einem Fernglas der 30mm-Klasse »erlegen« lassen.

B 168, Dunkelzigarre

Für die Beobachtung von Dunkelwolken ist ein guter Landhimmel erforderlich, der die Milchstraße so brillant leuchten lässt, dass die durch interstellaren Staub verdunkelten sternarmen Areale der Dunkelnebel vor dem hellen Milchstraßenhintergrund kontrastreich hervortreten können. Ein besonders schönes Exemplar eines solchen Deep-Sky-Objektes zeichnet einen langen dunklen Finger in das Band der Milchstraße: Barnard 168 (kurz B 168) – wegen dieser Form auch Dunkelzigarre genannt. Aufgrund seiner Lage am Übergang von der Sommermilchstraße zur Herbstmilchstraße, ist der Dunkelnebel gut im Frühherbst am zeitigen Abend zu beobachten. Im 8×30-Fernglas erscheint B 168 als 2°

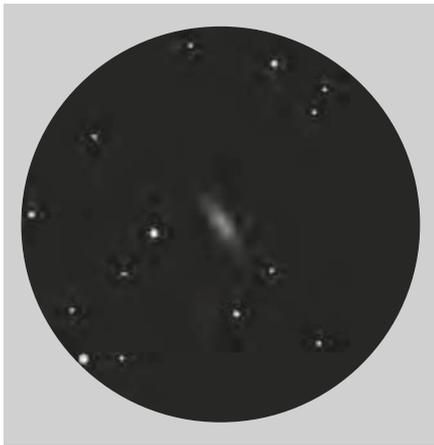
× 0,3° schmaler Streifen ohne Sterne in dem ansonsten sternübersäten Gebiet.

h + χ Per , NGC 869/884

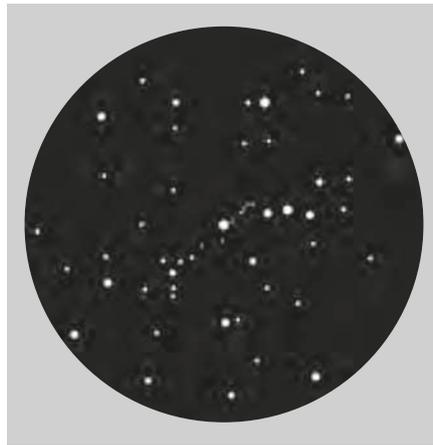
Ein Objekt zu dem man immer wieder gerne aufschaut, sind die beiden Offenen Sternhaufen NGC 869 und NGC 884, kurz h + χ (sprich ha und chi) genannt. Sie stellen ein echtes Paar dar, das in etwa 7000 Lichtjahren Entfernung mit einem Abstand von 800 Lichtjahren zueinander steht. Die Sternansammlungen mit je über 300 Sonnen sind der einzige bis heute bekannte Doppelsternhaufen der Milchstraße. Bereits unter aufgehelltem Vororthim-

► Abb. 2: Der Offene Sternhaufen h + χ ist der einzige bekannte Doppelsternhaufen in unserer Milchstraße. *Mario Weigand*

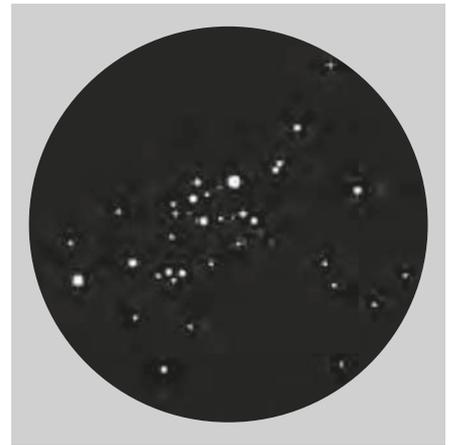




▲ Abb. 3: M 31 im 8×30-Fernglas: Unter dunklem Landhimmel zeigt sich die Andromedagalaxie als langgestrecktes Oval. *Lambert Spix*



▲ Abb. 4: Kembles Kaskade im 8×30-Fernglas: Die etwa 2,5° lange Formation wird auch als »himmlischer Wasserfall« bezeichnet. *Lambert Spix*



▲ Abb. 5: Mel 20 im 8×30-Fernglas: Besonders schön ist eine mehrfach geschwungene Sternkette südlich von Mirphak. *Lambert Spix*

mel zeigen sich im 8×30-Fernglas zwei helle Sternknoten mit einigen einzeln aufgelösten Sternen. Unter einem dunklen Landhimmel steigert sich der Eindruck enorm und die beiden Sternhaufen stechen regelrecht aus dem Himmelshintergrund hervor.

M 31, Andromedagalaxie

Paradeobjekt für das Fernglas in dieser Jahreszeit ist die Andromedagalaxie M 31, der wohl berühmteste »Spiralnebel« am Nordhimmel. M 31 ist eine typische Balken-Spiralgalaxie in 2,6 Millionen Lichtjahren Entfernung. Unsere eigene Milchstraße sähe ihr aus gleichem Abstand betrachtet sehr ähnlich, allerdings ist die Andromedagalaxie mit 157000 Lichtjahren Durchmesser deutlich größer. Zusammen mit der Galaxie M 33 im Sternbild Dreieck und unserer Milchstraße bildet M 31 den Kern einer lokalen Galaxiengruppe. M 31 selbst besitzt noch einige Begleitgalaxien, von denen M 32 und M 110 die hellsten sind. Im 8×30-Fernglas erkennt man in Stadtnähe hauptsächlich den zentralen Bereich der Galaxie als nebliges Oval. Mit zunehmender Dunkelheit des Himmels werden jedoch mehr Bereiche der Galaxienscheibe sichtbar. Auch wenn M 31 im Gegensatz zu Fotografien im Fernglas unspektakulär erscheint, fasziniert doch

allein die Vorstellung, ein Objekt zu sehen, dessen Licht eine Reise von über zwei Millionen Jahren gemacht hat.

Kembles Kaskade

Der kanadische Amateurastronom Lúcia Kemble entdeckte in den 1980er-Jahren im Sternbild Giraffe eine Sternkette, die er als »beautiful cascade of faint stars tumbling from the northeast down to the open cluster NGC 1502« in seinem Beobachtungsbuch verzeichnete. Diese einmalige Konstellation wurde rasch als Kembles Kaskade bekannt und ist bis heute ein bekanntes Ziel für das Fernglas geblieben, auch wenn sie nie eine offizielle Katalogbezeichnung erhalten hat. Die etwa 20 hellen Sterne des »himmlischen Wasserfalls« – wie die etwa 2,5° lange Formation auch genannt wird – ist mit Helligkeiten von 7^m bis 9^m in der Himmelsregion auch im 8×30-Fernglas gut erkennbar. Der Himmel sollte jedoch nicht allzu aufgehellt sein, da ansonsten die meisten Sterne nur sehr blass erscheinen. Lediglich eine einzelne Sonne in der Mitte der Sternkette ist mit 5^m deutlich heller.

Mel 20, Perseus-Bewegungshaufen

Im Gegensatz zu den meisten Offenen Sternhaufen sind die Mitglieder dieser

Sternansammlung auf ein wesentlich größeres Raumgebiet verteilt und deshalb in ihrer Zusammengehörigkeit nicht sofort erkennbar. Diese besondere Form eines Offenen Sternhaufens wird Sternassoziation genannt. Die etwa 70 Sterne des Perseus-Bewegungshaufens bewegen sich gemeinsam durch den Raum in Richtung des Sternbilds Pegasus. Das Auffinden gestaltet sich denkbar einfach, da der 1^m8 helle Stern Mirphak (α Persei) auch der hellste Stern des Haufens ist. Im 8×30-Fernglas zeigen sich gut 30 bläulich-weiße Sonnen mit dem gleißenden Mirphak etwa in der Mitte. Besonders schön ist eine mehrfach geschwungene Sternkette südlich des Hauptsterns.

Fernglasobjekte für den Herbst

Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Hell.	Entfernung	DSRA/isDSA
B 168	GN	Cyg	21 ^h 50 ^{min}	+47° 30'	–	3300 Lj	7/17
NGC 869	OC	Per	2 ^h 19,0 ^{min}	+57° 9'	5 ^m 3	6800 Lj	2/15
NGC 884	OC	Per	2 ^h 22,4 ^{min}	+57° 7'	6 ^m 1	7600 Lj	2/15
M 31	Gx	And	0 ^h 42,7 ^{min}	+41° 16'	3 ^m 4	2,6 Mio. Lj	8/27
Kembles Kaskade	As	Cam	4 ^h 0 ^{min}	+63°	–	–	2/14
Mel 20	OC	Per	3 ^h 28 ^{min}	+49°	1 ^m 2	550 Lj	2/26

BUCHTIPP



skyscout



Lambert Spix.

ISBN: 978-3-938469-57-6.

Oculum-Verlag, 9,90€

www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=69

100

Quadratgrad Himmel

Im Galaxienland zwischen Walfisch und Fischen

von Uwe Glahn

www.capella-observatory.com

▲ Abb. 1: Galaxien aller Couleur sind im Himmelsareal zwischen Cetus und Pisces zu finden. Ein besonders exotisches Exemplar ist NGC 520. *Josef Pöpsel*

Beständige Wetterlagen und länger werdende Nächte im Herbst veranlassen viele Sternfreunde nach dem ausgiebigen Bad in der Sommermilchstraße die ersten Winterboten visuell zu erkunden. Ein großes Himmelsareal im Bereich Walfisch und Fische wird dabei allzu oft übersehen und dessen Objekte werden vernachlässigt. Dabei halten sich hier viele interessante Galaxien, Galaxiengruppen und Galaxienhaufen versteckt.



NASA

▲ Abb. 2: NGC 470 und 474 (links) bilden zusammen Arp 227. Westlich davon steht NGC 467 mit weiteren Hintergrundgalaxien. *Stephen Leshin*

Der erste Blick in das Grenzgebiet Walfisch/Fische fällt für die meisten Hobbyastronomen ernüchternd aus. Es finden sich kaum einprägsame Sternmuster; Verbindungslinien der Sternbilder lassen sich aus den wenigen, meist mittelhellen Sternen nur erschwert bilden. Es fällt schwer, einen Startpunkt für das Starhopping zu finden. Der zweite Blick vermittelt ein kaum besseres Bild: Ganze zwei Messier-Objekte lassen sich im Großraum entdecken. Ein ausgesprochenes Highlight ist nicht zu finden. Dabei sollte die Gegend doch allein von der galaktischen Breite her reich an interessanten Galaxien und Galaxiengruppen sein. Um diese zu erkunden, benötigt es jedoch erst einen genaueren dritten Blick in die Region.

Prominentes Objekt

Hellstes und zeitgleich prominentestes Objekt des östlichen Grenzgebietes der Sternbilder Walfisch und Fische stellt NGC 520 dar. Seine Prominenz und Aufmerksamkeit erhielt das Objekt mit der Eintragung in den Arp-Katalog in den 1960er-Jahren. Unter der Nummer 157 wurde damals ein Objekt katalogisiert, dessen Erscheinungsbild es in die Kategorie »Störungen durch innere Absorptionen« führte. Das äußerst ungewöhnliche Aussehen durch die Kombination aus zentralem Staubbund, länglich gebogenem Nukleus und radialen Auswürfen ließ Wissenschaftler über Jahrzehnte an dessen Entstehung rätseln. Heute wissen wir, dass es sich um eine Kollision zweier Galaxien

handelt, deren Peripherien sich bereits getroffen haben. Interessanterweise zählt Arp 157 zu den hellsten Vertretern dieser Kategorie wechselwirkender Galaxien am gesamten Himmel. Bereits ab kleinen Öffnungen kann die Galaxie als länglich wahrgenommen werden. Mittlere Öffnungen zeigen die charakteristische Biegung. Ab etwa 16" Teleskopgröße kann das dominante Staubbund beobachtet werden. Die schwachen Auswürfe hingegen benötigen Öffnungen jenseits der 20" und beste Himmelsbedingungen.

Ungleiches Arp-Paar

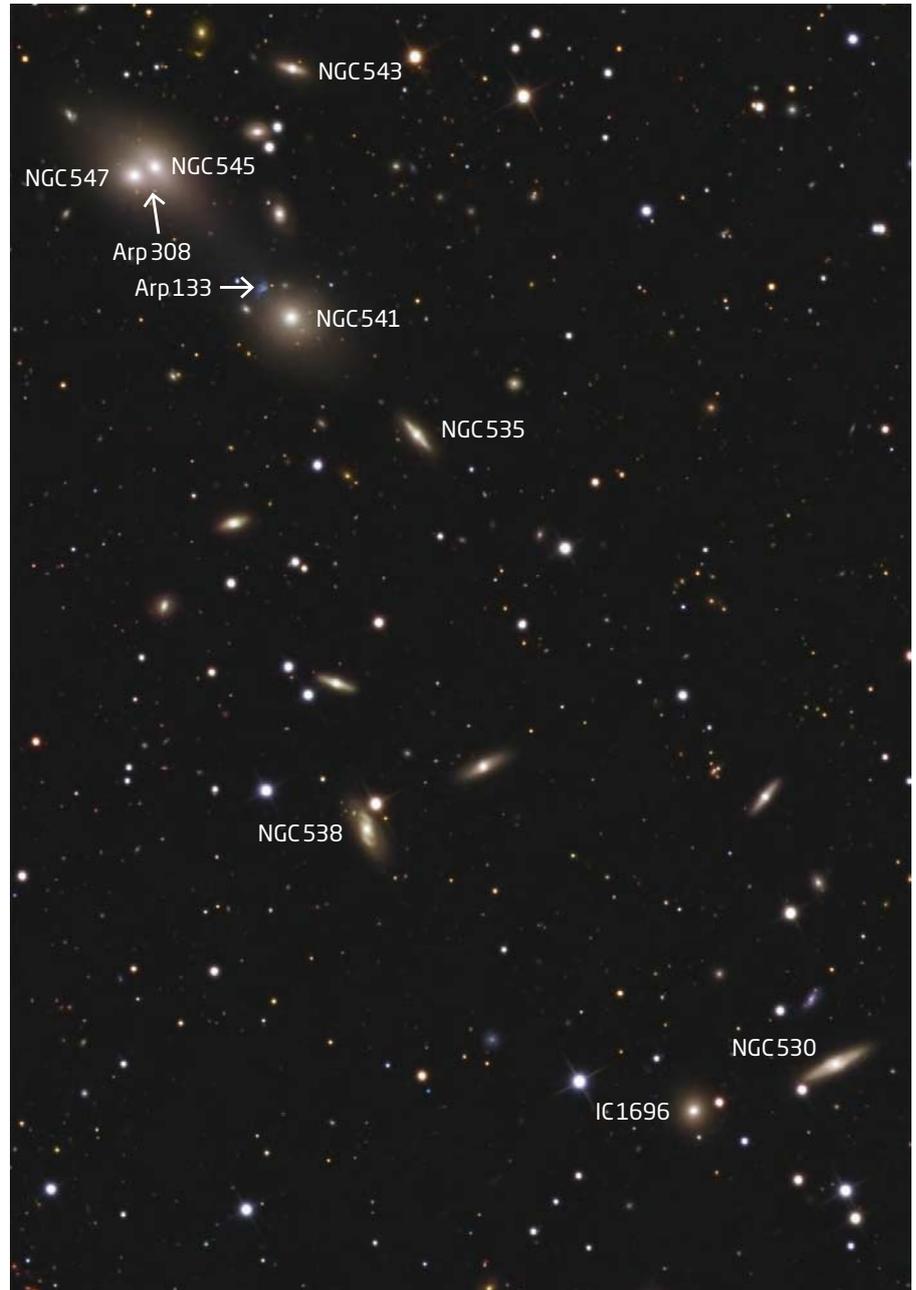
Ein gutes Grad südwestlich stößt man auf das wohl bekannteste und fotogens- te Objekt der Gegend, die Galaxiengrup-

pe um NGC 470. Bereits in kleinen Teleskopen fallen das Galaxienpaar NGC 470/474 und die weiter südöstlich stehende NGC 467 auf. Alle drei gruppieren sich in einem Bogen um den 7^m5 hellen Stern HD 7991. Das östliche Paar NGC 470/474 weist einen Eintrag im Arp-Katalog unter der Nummer 227 auf. Schaut man auf lang belichteten Fotos, kann man um die östliche Galaxie NGC 474 schwache, abgesetzte Bögen erkennen, die die Galaxie in einem Radius von 3' umgeben. Visuell ist selbst mit großen Instrumenten zunächst nichts von von solchen konzentrischen Ringen zu sehen. Diese sind wie so oft Anzeichen von Wechselwirkung zwischen der benachbarten NGC 470, die mit 92 Millionen Lichtjahren ähnlich weit entfernt ist wie NGC 474 mit 89 Millionen Lichtjahren. Die dritte Galaxie hält sich aus der Wechselwirkung heraus, sie befindet sich mit 227 Millionen Lichtjahren 2,5 Mal so weit entfernt wie ihre Nachbarn.

Von der so spektakulär wirkenden Arp-Gruppe bleiben im Teleskop zwei völlig verschieden wirkende Galaxien. Während die östliche NGC 474 mit ihrem hellen, aber nur kleinen runden Kern wenig zu bieten scheint, zeigt sich die westliche Galaxie NGC 470 entgegen den Katalogangaben größer und leicht elongiert. Größere Teleskope zeigen einen kleinen Balken um den ebenfalls sehr kleinen, flächenhellen Kern mit Ansätzen von Spiralstruktur. Doch die so begehrten Bögen von NGC 474 bleiben unsichtbar. Diese visuell zu erfassen gehört zu den schwierigsten Aufgaben der hier vorgestellten Herausforderungen. Zwar gelangen schon positive Sichtungen, diese wurden aber stets mit sehr großen Teleskopen bei exzellenten Himmelsbedingungen gewonnen und bleiben so leider den fotografisch aktiven Amateuren überlassen.

Zwei Arps auf einen Streich

Bewegt man das Teleskop vom letzten besuchten Galaxienpaar etwa 5° in Richtung Süden, stößt man auf eine weitere auffällige Galaxiengruppe um das helle Galaxienpaar NGC 545/547 – den Galaxienhaufen AGC 194. Mit dem dominanten Paar, welches schon in 4"-Teleskopen gesehen werden kann, ist bereits ein Mitglied des Arp-Katalogs im Okular – Arp 308, bestehend aus NGC 545 und NGC 547. Beide Galaxien scheinen sich unabhängig von der Teleskopöffnung zu berühren, was Arp dazu



▲ Abb. 3: Beeindruckend dicht stehen die Galaxien im Haufen AGC 194. Arp 133 und Arp 308 sind Teil davon. *Russell Croman*

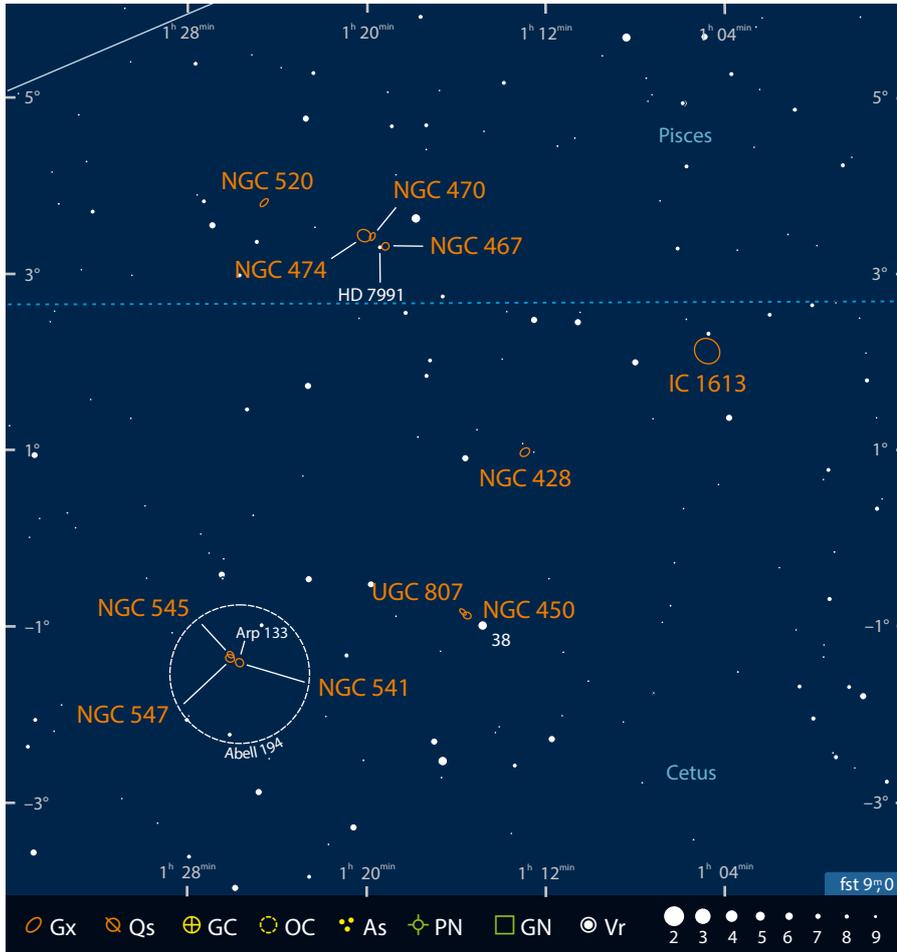
veranlasste, dieses Paar unter der Kategorie »Doppelgalaxien« einzustufen.

Das nächste Arp-Objekt ist nur gute 4' in Richtung Südwest entfernt. Dort trifft man zunächst auf die ebenfalls im 4"-Teleskop zu sehende helle Galaxie NGC 541. Und dabei bleibt es auch, nennt man nicht ein Teleskop der 20"-Klasse sein Eigen. Dann taucht direkt 1' nordöstlich von NGC 541 ein etwa 16^m helles, ungewöhnlich blaues, unsymmetrisch geformtes Objekt auf – »Minkowskis Objekt« oder auch Arp 133. Bei diesem Knoten handelt es sich um ein junges Sternentstehungsgebiet, welches aus der Kollision des Plasmajets von NGC 541 mit einer Wasserstoffwolke gespeist wird. Der Galaxienhaufen selbst bietet Teleskopen aller Öffnungsklassen ein lohn-

des Ziel. So können mit 16" Öffnung in den inneren 20' bereits ein gutes Dutzend Einzelgalaxien beobachtet werden.

Eine Galaxie durch eine Galaxie

Weitere 3° in Richtung Westen stößt man auf den 5^m7 hellen Stern 38 Ceti, der bei guten Himmelbedingungen direkt als Startpunkt für das nächste Objekt genutzt werden kann. Nur 12' nordöstlich trifft man auf eine zunächst einzeln stehende Galaxie – NGC 450. Diese sollte als solche bereits in kleinen Teleskopen als leicht elongiertes Objekt mit zentraler Konzentration gesehen werden können.



Spannend wird es jedoch erst, wenn man die Öffnung auf 12" bis 14" steigert. Dann fällt am nordöstlichen Ende der Galaxie eine schwache Aufhellung auf. Mit 20" Öffnung wirkt diese bereits leicht elongiert und deutet auf die eigentliche Morphologie des Objekts hin: Man blickt durch den Halo von NGC 450 hindurch auf eine sieben Mal weiter entfernte Galaxie. Während NGC 450 mit 67 Millionen Lichtjahren Entfernung geführt wird, nimmt man für die Hintergrundgalaxie UGC 807 eine Entfernung von etwa 500 Millionen Lichtjahren an. Außer den bei-

den Hauptakteuren sind in NGC 450 selbst ab Öffnungen von 16" flächenhelle, stellare HII-Regionen zu beobachten, die in sehr großen Geräten zusammen mit Andeutungen von der Spiralstruktur in einzelne Objekte zerfallen.

Rätselhafte Morphologie

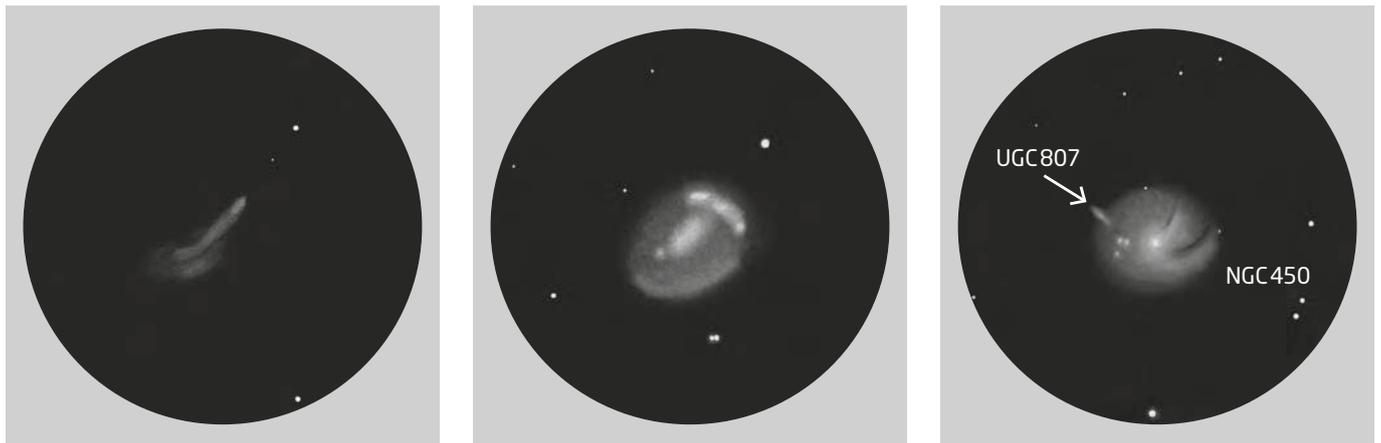
Ca. 2° nordwestlich trifft man auf eine auf den ersten Blick NGC 450 ähnelnde Galaxie – **NGC 428**. Diese bildet ein gleichschenkeliges Dreieck mit zwei 9^m-Sternen. Von be-

kannten Katalogisierungen weitestgehend umgangen, ist das ungewöhnliche Aussehen und die Umgebung von NGC 428 von der Wissenschaft immer noch nicht restlos geklärt. Blickt man auf ein detailliertes Foto, so fällt die zerfetzte Struktur kombiniert mit den vielen hellen Sternentstehungsgebieten auf, die auf Wechselwirkung hindeuten – fehlen tut nur der schuldige Partner. Schwache Gezeitenschweife und eine sehr lichtschwache Zwerggalaxie nördlich sind dafür jedoch keine hinreichende Erklärung. Ob der Partner bereits einverleibt wurde oder sich direkt hinter NGC 428 versteckt bleibt, ein Rätsel. Der unklare Wissensstand um die Galaxie macht diese besonders interessant. Ziel für den visuellen Beobachter sind die flächenhellen HII-Sternentstehungsgebiete, die sich am nordwestlichen Rand und direkt südöstlich des Zentrums befinden. Aufgrund ihrer Flächenhelligkeit kann bereits mit mittleren Öffnungen danach Ausschau gehalten werden. Mit größeren Öffnungen der 16"-Klasse sollten diese als Aufhellungen gut vom schwachen Kern zu unterscheiden sein. Eine Trennung in einzelne Gebiete gelingt erst bei hohen Vergrößerungen. Neben den Details innerhalb der Galaxie sollte man auf einen engen Doppelstern direkt südlich der Galaxie achten. Der rötlich erscheinende Stern ist tatsächlich sogar ein Dreifachsystem, wobei die dritte Komponente deutlich schwächer ausfällt und visuell kaum zugänglich sein sollte. Dies gilt auch für den extrem schwachen Gezeitenschweif und die flächenschwache Zwerggalaxie.

In guter Nachbarschaft

Weitere 2° nordwestlich bemerkt man ein in Sternkarten ungewöhnlich groß

▼ Abb. 4: Besonders mit großen Teleskopen offenbaren die Galaxien zwischen Cetus und Pisces zahlreiche Details: Zeichnungen von NGC 520 am 16"-Newton bei 240× (links), NGC 428 (Mitte) und NGC 450 (rechts) am 27"-Newton bei 419×. Uwe Glahn





▲ Abb. 5: Die irreguläre Galaxie IC 1613 gehört zur Lokalen Gruppe. Greg Ruppe

eingezeichnetes Objekt – **IC 1613**. Ein flüchtiger Blick auf die angegebene Helligkeit suggeriert, dass es sich um ein einfach zu beobachtendes Objekt handelt. Diese verteilt sich aber auf eine entsprechend große Fläche und macht die Sichtbarkeit zu einer visuellen Herausforderung, unabhängig der eingesetzten Teleskopöffnung. Bei IC 1613 handelt es sich nämlich um eine flächenschwache Zwerggalaxie.

Mit einer Entfernung von nur 2,4 Mio. Lj befindet sich die Galaxie fast 30-mal näher als die vorher vorgestellte NGC 450. Aufgrund ihrer Nähe und gravitativen Gebundenheit zählt man sie zur Lokalen Gruppe.

Diese als Nachbar zu bezeichnende Galaxie darf man aber nicht als Verwandtschaft im morphologischen Sinn rechnen. So weist das deutlich kleinere, leuchtschwächere und masseärmere Gebilde weder einen ausgeprägten Kern noch die typische, meist als elongiert zu sehende Scheibe auf. Das Erscheinungsbild dieser auch als Irreguläre Zwerggalaxie bezeichneten Morphologie unterscheidet sich also massiv von dem, was sonst von einer typischen Galaxie im Teleskop erwartet werden kann.

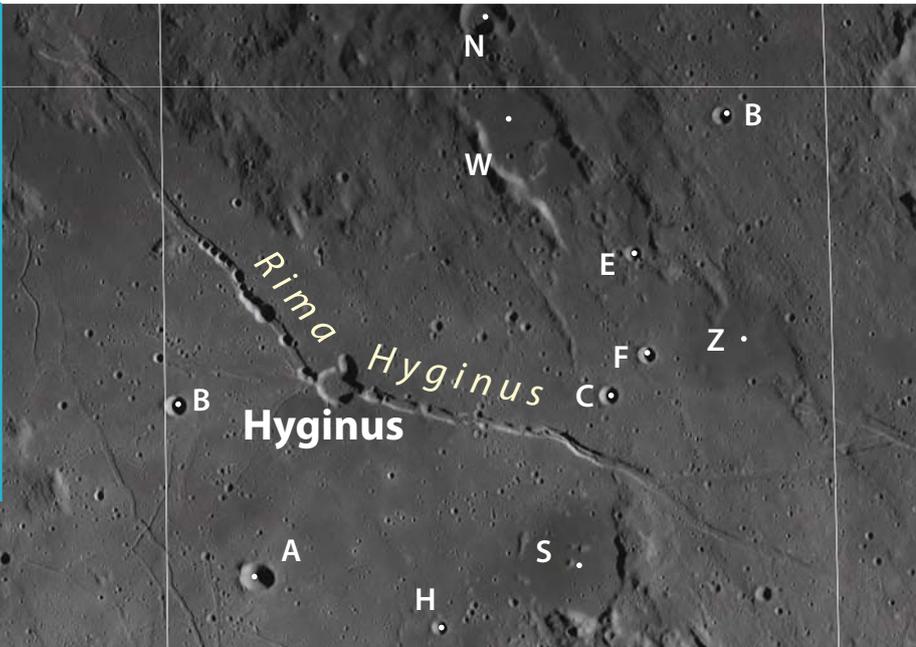
Um die Galaxie visuell zu beobachten, benötigt man einen möglichst dunklen Himmel. Ist dieser gegeben, kann sie bereits mit

kleinsten Gerätschaften der 4"-Klasse als große diffuse Wolke gesehen werden. Steigert man die Öffnung auf 8" bis 10", kann am nordöstlichen Rand eine etwas abgesetzte Aufhellung wahrgenommen werden – ein Klumpen aus einer Vielzahl von OB-Assoziationen, bestehend aus jungen blauen Überriesen, die von mehreren Emissionsnebeln umgeben sind. Mit sehr großen Öffnungen der 20"-Klasse werden die Balkenstruktur und die hellsten Sternhaufen visuell zugänglich. Eine Auflösung in Einzelsterne ist aber nicht möglich.

Deep-Sky-Objekte zwischen Walfisch und Fischen

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	isDSA
NGC 520	Gx	1 ^h 24,6 ^{min}	+3° 48'	11, ^m 3	3,4' × 1,7'	Arp 157	63
NGC 470/474	GxG	1 ^h 19,7 ^{min} 1 ^h 20,1 ^{min}	+3° 25' +3° 25'	11, ^m 7 11, ^m 3	2,9' × 1,7'/7,1' × 6,3'	Arp 227	63
NGC 467	Gx	1 ^h 19,2 ^{min}	+3° 18'	12, ^m 1	1,7'	Westlich von NGC 470/474	63
AGC 194	GxH	1 ^h 26,0 ^{min}	-1° 26'	ab 12, ^m 2	60'	Enthält Arp 133 und Arp 308	63
NGC 450	Gx	1 ^h 15,5 ^{min}	-0° 52'	11, ^m 6	3,0' × 2,4'	Überdeckt Hintergrundgalaxie	63
NGC 428	Gx	1 ^h 12,9 ^{min}	+0° 59'	11, ^m 3	4,0' × 2,9'	Auffällige HII-Regionen	63
IC 1613	Gx	1 ^h 04,9 ^{min}	+2° 08'	9, ^m 3 (15, ^m 1)	16,6' × 14,9'	Lokale Gruppe	63

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



LROC, NASA/GSFC/Arizona State University/Ocillum-Verlag 2013

PRAXISTIPP

Zeichenmaterial

- Zeichenkarton
- Bleistifte, hart, mittel und weich (z. B. 4H, HB und 3B)
- Radiergummi
- Filzwischer (Estompen)

Ein flacher Lichteinfall hebt die Rille selbst hervor und ist damit für kleine Instrumente besser geeignet. Bei steilerer Beleuchtung ist die Ansicht weniger plastisch, dafür kann man aber Einzelheiten auf dem Grund der Rille sehen, die sonst im Schatten liegen. Außerdem lassen sich Albedounterschiede des umliegenden Gesteins besser beurteilen. Die Hyginusrille liegt zwischen dem Süden des Mare Vaporum und dem Sinus Medii in einem Gebiet, das von feinen Rillen durchzogen ist, die teilweise schwer zu erkennen sind. Um den Überblick zu behalten, empfiehlt sich die Anschaffung eines guten Mondatlas (vgl. Buchtipp).

▲ Abb. 1: Die Hyginusrille (Rima Hyginus, Länge ca. 200km) bei den selenographischen Koordinaten 7,6°N/6,8°O besteht aus kraterförmigen Einbrüchen eines Lavastroms. Vereinfachter Ausschnitt aus dem Reiseatlas Mond, Karte 17.

Schritt-für-Schritt

Wie kann man Rillen auf dem Mond zeichnen?

von Uwe Pilz

Der Mond ist ein dankbares Beobachtungsobjekt für Instrumente jeder Größe. Die Vielzahl der geologischen Strukturen, welche die Oberfläche formen, zeigt deutlich die Geschichte unseres Trabanten. Zu den schlechter zugänglichen Zielen zählen Rillen, weil sie oftmals sehr schmal sind. Sie stellen weniger eine Herausforderung an die Optik, als vielmehr an die Beleuchtung und die Luftruhe dar. Wenn aber die Bedingungen gut sind, wirken solche

Formationen wie in die Mondoberfläche gemeißelt. Als Beispiel sei hier die Hyginusrille genannt, die zu den deutlich erkennbaren Strukturen dieses Typs gehört. Sie prägt die ansonsten recht strukturarme Landschaft in der Umgebung des Kraters Hyginus.

1. Überblick verschaffen

Die Hyginusrille lässt sich in der Zeit des Ersten oder Letzten Viertels gut beobachten.

2. Lage der auffallenden Formationen umreißen

Die Mondoberfläche ist komplex und durch den wechselnden Lichteinfall in Terminatornähe durchaus veränderlich. Aus diesem Grund ist es meist besser, einen kleinen Ausschnitt zu zeichnen, dessen Wiedergabe zumindest skizzenhaft in 45min abgeschlossen werden kann. Die Hyginusrille kann man als Ganzes nur dann in dieser Zeit zeichnen, wenn man sich beim umgebenden Terrain etwas zurückhält. Da die Formation detailreich ist, wird als Zeichengrundlage ein DIN-A4-Blatt angeraten.

Zunächst wird der grobe Umriss des Kraters Hyginus eingezeichnet, und von diesem ausgehend der gewundene Verlauf der beiden



▲ Abb. 2: Die Umrisszeichnung hält die Lage der Formationen fest.

▲ Abb. 3: Die Lichter wurden markiert und ein hellgrauer Hintergrund aufgetragen.

▲ Abb. 4: Alle Schatten wurden eingezeichnet.

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

Hälften der Rille. Hierzu dient ein harter Bleistift, alle Linien werden möglichst dünn ausgeführt, radiert werden sollte so wenig wie möglich. Bei dieser Arbeit ist immer wieder zu kontrollieren, ob die Lage und Größe der Formationen zueinander im richtigen Verhältnis stehen, ggf. ist die Zeichnung zu korrigieren. Dieser Schritt ist besonders wichtig, denn korrekte Größen- und Lageverhältnisse definieren die Qualität der fertigen Zeichnung.

Am Schluss wird die Skizze durch die Details des Kraterumrisses und der Rillenbreite samt ihres Randes ergänzt. Besonders achte man darauf, wie weit man die Rille verfolgen kann: Die Ausläufer sind kontrastarm. Die abgebildete Zeichnung hebt wegen der besseren Erkennbarkeit im Druck diese Einzelheiten viel deutlicher hervor, als in Wirklichkeit zweckmäßig ist.

3. Helle Stellen (Lichter) einzeichnen

Bei einer Schwarz-auf-Weiß-Zeichnung ist es kaum möglich, eine einmal grau gefärbte Stelle durch Radieren wieder in ein strahlendes Weiß zu verwandeln: Die Lichter müssen geschützt werden. Es empfiehlt sich deshalb, mit diesen zu beginnen. Die Lichtergebiete werden zunächst mit schwachen Linien umrissen und als Lichter markiert. Es ist zweckmäßig, zumindest zwei Helligkeitsstufen zu unterscheiden: Sehr hell und mäßig hell. Dies wird durch feine Punkte in den Flächen vermerkt.

Da die Rille eine sehr unregelmäßige Form aufweist, erfordert die genaue Wiedergabe der Lichter eine besondere Sorgfalt. Die Zeichnung soll alle Einzelheiten wiedergeben, welche das Instrument zeigte. Dennoch muss man zügig arbeiten, da sich die Beleuchtungssituation schnell ändert. Es ist zweckmäßig, beim Hyginuskrater zu beginnen und sich nach außen vorzuarbeiten. Falls man zu lange

benötigt, kann man dann entscheiden, die äußeren Bereiche vereinfacht wiederzugeben und dies zu vermerken.

Danach kann man sicher sein, dass alle Gebiete außerhalb der Lichter mindestens hellgrau sind. Um die Lichter optisch hervorzuheben, wird die gesamte umgebende Fläche hellgrau gefärbt. Hierzu dient ein flach aufgesetzter Bleistift oder ein Filzwischer (Estompen).

4. Schatten einzeichnen

Die Schatten sind die am schnellsten veränderlichen Teile der Mondoberfläche. Schon nach 15min können Details merklich anders aussehen. Deshalb ist hierbei ein besonders zügiges Arbeiten nötig.

Mit einem HB-Bleistift werden große Schatten umrissartig eingezeichnet und ggf. schraffiert, damit sie für das weitere Zeichnen deutlich erkennbar sind. Die kleinen Schattengebiete am Rillenrand zeichnet man direkt ein. Nach dem Skizzieren der Schattengebiete notiert man die Uhrzeit – als Angabe für das fertige Bild.

5. Grautöne hinzufügen

Selbst auf den ersten Blick homogen erscheinende Gebiete der Mondoberfläche verfügen über Helligkeitsunterschiede. Auf den ersten Blick auffallend ist die große dunkle Fläche südlich von Hyginus. Solche Flächen füllt man mit einem flach aufgesetzten Bleistift mittlerer Härte. Nördlich des Kraters findet man weitere deutlich dunkle Bereiche. Anschließend macht man sich auf die Suche nach noch feineren Helligkeitsvariationen. Eine geringfügig dunklere Stelle lässt sich am besten mit dem Filzwischer abdunkeln, ein etwas helleres Gebiet erhält man durch vorsichtiges Darüberstreichen mit einem zugeschnittenen Radiergummi. Plastikradierer sind besser, weil sie

BUCHTIPP 

Reiseatlas Mond



Ronald Stoyan, Hans-Georg Purucker.
ISBN: 978-3-938469-64-4.
Oculum-Verlag, 29,90€
www.oculum.de/oculum/titel.asp?nr=77

weniger Krümel hinterlassen. Diese müssen nach jedem Radieren entfernt werden.

6. Fertigstellen

Die Feinarbeiten führt man am besten später aus. Zunächst widmet man sich den Lichtern. Die Markierungen (Punkte) werden mit einem angespitzten Radierer entfernt, die hellgrauen Stellen erhalten den richtigen Grauton. Schließlich füllt man die Schattenflächen aus, welche nur umrissen wurden. Die bereits vorhandenen Schatten müssen in ihrer Schwärze möglicherweise vertieft werden. Für beides dient ein weicher Bleistift. Spätestens ab diesem Zeitpunkt darf man nicht mehr mit dem Handrücken über die Zeichnung wischen, der Auftrag des weichen Bleistifts verschmiert sehr leicht in die Lichter. Abschließend können Graufächen, welche vom Zeichnen noch Struktur tragen, homogenisiert werden, falls die Mondoberfläche an der betreffenden Stelle glatt war. Diese Arbeit muss aus der Erinnerung erfolgen. Die Zeichnung ist nun fertig.

INTERAKTIV 

Haben Sie Fragen zur visuellen Beobachtung und Beobachtungstechnik? Unser Experte Uwe Pilz beantwortet sie an dieser Stelle! Unser Anfrageformular finden Sie unter:
www.interstellarum.de/knowhow.asp



▲ Abb. 5: Schattierungen der Graufächen wurden ergänzt

▲ Abb. 6: Die Nachbearbeitung ist abgeschlossen und die Zeichnung jetzt fertig.

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

Auf Nordlicht-Safari

Tipps und Tricks zur Fotografie von Polarlichtern

von Thilo Bubek



Die ersten bekannten Fotografien des Nordlichts gelangten Martin Brendel und Otto Baschin am 1. Februar 1892 am Altafjord in Norwegen. Heutzutage ist es mit der digitalen Technik für jeden möglich geworden, wirkungsvolle Polarlichtaufnahmen zu erstellen. Jeden Winter zieht es viele Menschen in den hohen Norden – der Nordlichttourismus in Skandinavien boomt. Wer die richtige Ausrüstung einsetzt und Geduld mitbringt, kann selbst ohne vertiefte Kenntnisse der Astrofotografie beeindruckende Polarlichtaufnahmen gewinnen.

Grundsätzlich treten Nordlichter zwar das ganze Jahr auf. Durch die in den Polarregionen langen Tage im Sommer (in Tromsø zum Beispiel gibt es von 17. Mai bis 17. Juli Mitternachtssonne) ist es aber nur in einem Zeitraum von ungefähr Ende August bis Mitte April sichtbar.

geografisch gesehen sind Beobachtungs-orte etwas nördlich des Polarkreises empfehlenswert, da man sich dort in aller Regel direkt unter dem Nordlicht-oval, der Zone des häufigsten Auftretens um den geomagnetischen Nordpol, befindet. In Norwegen ist die Region Tromsø ein empfehlenswerter Ausgangspunkt für Nordlichttouren, ebenfalls die Region der Lofoten und Vesterålen, da diese eine sehr spektakuläre Landschaft als Kulisse bieten. Im Vergleich zum schwedischen und finnischen Inland ist hier eine wesentlich interessantere Landschaft anzutreffen. Allerdings herrscht dort auch ein im Vergleich instabileres Küstenklima.

Optimaler Zeitpunkt

Empfehlenswert ist aus meiner Sicht vor allem der Zeitraum Mitte Februar bis Ende März, hier ist die Wahrscheinlichkeit eine verschneite Landschaft anzutreffen höher als in den Monaten vor Weihnachten. Im Februar/März kommt am Tage die Sonne wieder über den Horizont, so dass sich zu dieser Zeit auch tagsüber viele Möglichkeiten zur Landschaftsfotografie ergeben. Da sich weder das Wetter noch die zu erwartende Nordlichtaktivität länger vorher-sagen lassen, ist das Mondlicht ein anderes wichtiges Kriterium zur Planung.

◀ Abb. 1: Wenn Wetter, Motiv und Polarlichtaktivität stimmen, entstehen großartige Bilder des Himmels im Norden. Hier ist ein finnischer Naturfotograf auf Nordlichtjagd in der Nähe von Tromsø. Nikon D3, 24mm bei f/2,8, 15s, ISO 1250.

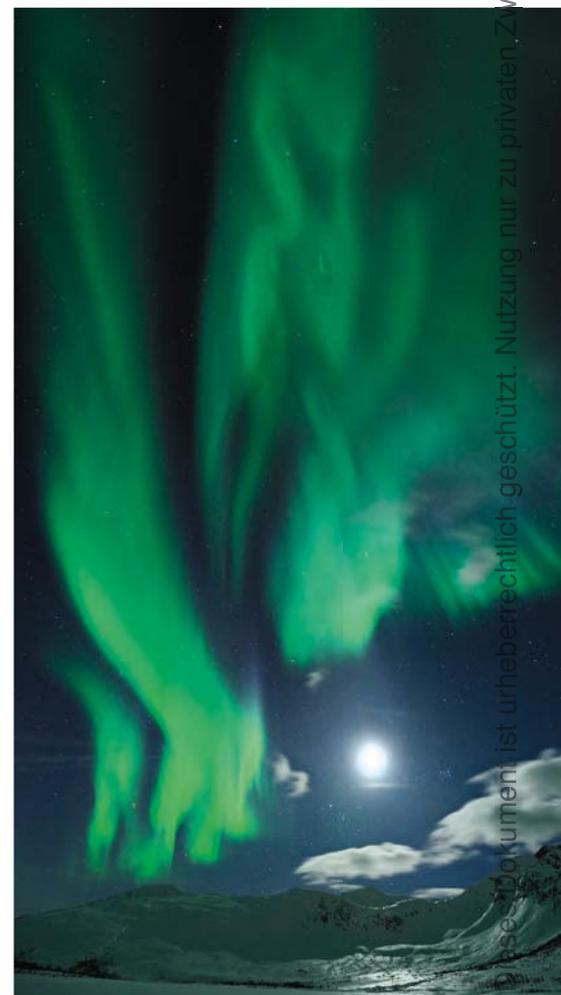
Im Gegensatz zum Wetter lässt sich der Stand des Mondes sehr gut in die Planungen für eine Reise einbeziehen. Bei etwas Mondlicht kommt eine spektakuläre Landschaft im Vordergrund sehr viel besser zu Geltung, bei Vollmond dagegen ist schon eine sehr starke Nordlichtaktivität notwendig, um es genügend vom relativ hellen Himmel abzuheben. Außerdem ist bei Bildern, die bei Mondlicht aufgenommen wurden, das Bildrauschen in den Aufnahmen besser beherrschbar als bei Aufnahmen bei Neumond, da dort insgesamt viel weniger Licht zur Verfügung steht.

Nachtarbeit

Nordlicht kann grundsätzlich ab Beginn der Dämmerung und bis zur einsetzenden Morgendämmerung beobachtet und fotografiert werden. Statistisch gesehen ist eine Häufung um ungefähr Mitternacht zu beobachten, aber auch am frühen Abend und auch in den Morgenstunden kann teilweise starkes Nordlicht observiert werden. Es empfiehlt sich also gegebenenfalls die ganze Nacht für eine Tour einzuplanen, vor allem, wenn man im Urlaub nur eine begrenzte Zeit im Norden verbringen kann. Um die gegebenenfalls sehr lange Wartezeit in der Kälte einigermaßen erträglich zu gestalten, sollte nicht an warmer Kleidung gespart werden. Vor allem sehr warmes Schuhwerk ist wichtig, da man sich während des Wartens wenig bewegt. Beheizbare Sohlen in den Schuhen erweisen sich bei einer langen Wartezeit als ein sehr angenehmes Zubehör.

► Abb. 2: Die Wahl und Beleuchtung des Vordergrunds haben entscheidenden Einfluss auf die Wirkung des Bildes. Hier sorgen die Spiegelung am Eis (oben) und die Beleuchtung des Vollmonds (unten) für stimmungsvolle Bilder. Nikon D3, 15mm (oben) bzw. 14mm (unten) bei f/2,8, 15s, ISO 1250 (oben) bzw. ISO 1000 (unten).

T. Bubek



Diese Dokumentation ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



T. Bubek

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nachdruck und Verbreitung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Beobachtungsort

Der Wahl des Beobachtungsortes ist essenziell für die zu erwartende Ausbeute an Nordlichtbildern (beziehungsweise deren Qualität). Starkes Nordlicht ist zwar auch in einer Stadt zu sehen, aber dort stört normalerweise viel zu viel Kunstlicht die Beobachtung. Das Meer, Eisflächen oder spektakuläre Berge im Vordergrund machen das Bild interessanter. Bevorzugte Beobachtungspunkte liegen daher einige Kilometer außerhalb der Städte, wo die Dunkelheit auch weniger vom Licht der Siedlungen gestört wird. Die eigene Sicherheit sollte bei der Wahl des Beobachtungspunktes allerdings höchste Priorität haben. Im Zweifel sollte Rat von Einheimischen zur Einschätzung von Lawinengefahr, Tragfähigkeit der Eisdecken zugefrorener Seen und ähnlichem eingeholt werden oder noch besser eine ortskundige Begleitung bei der Tour dabei sein.

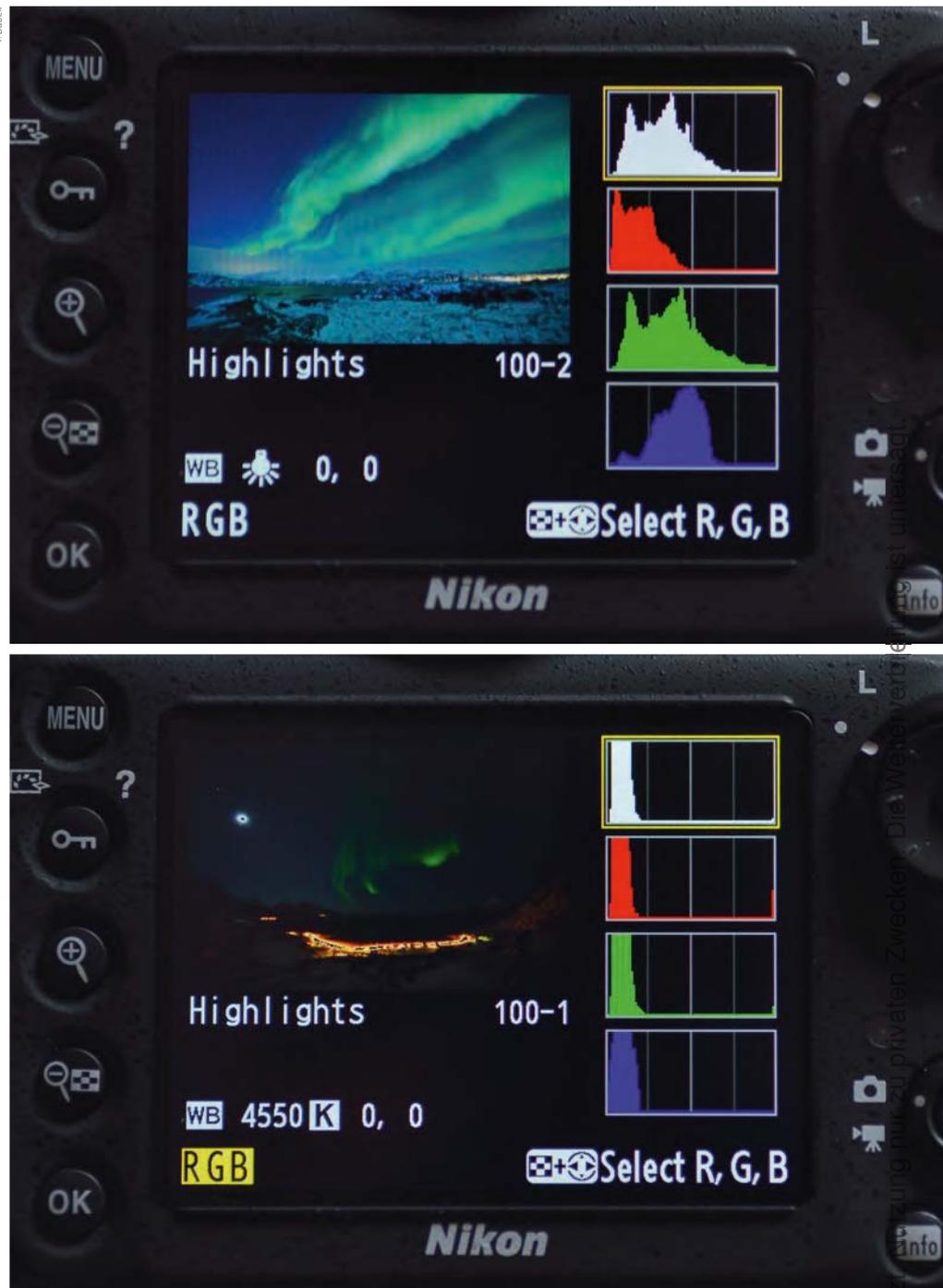
Aufnahmetechnik

Grundsätzlich ist jede moderne System- oder Spiegelreflexkamera geeignet, um bei richtiger Benutzung technisch gute Aufnahmen von Nordlichtern zu gewinnen. Prinzipbedingt sind größere Bildsensoren (Vollformat) besser geeignet, da sie durch ihre größere Oberfläche mehr Licht einsammeln können. Dies gilt natürlich nur, wenn Objektiv verwendet werden, die auch ohne Ablendung von ihrer Abbildungsleistung für die Landschaftsfotografie tauglich sind. In der Praxis erfüllt dies im Vollformatbereich eigentlich nur ein Objektiv uneingeschränkt: das Nikon Nikkor 14–24/2,8 AF-S. Nicht ohne Grund adaptieren auch Benutzer anderer Kameramarken dieses Objektiv in der Nordlichtfotografie gerne an ihre Vollformatkameras. Die Erfahrung zeigt, dass dieses Zoomobjektiv bei Benutzung der Offenblende selbst sehr hochwertigen und teureren Festbrennweiten überlegen ist.

Belichtung

Es empfiehlt sich, Belichtungszeit, Blende und die Empfindlichkeit manuell an der Kamera einzustellen und gegebenenfalls anhand des Histogramms zu korrigieren (vgl. Abb. 4). In der Regel

◀ Abb. 3: Polarlichtfotografen bei der Arbeit: Schwaches Nordlicht in der Nähe von Tromsø, kein Mondlicht, rotes Licht aus LED-Stirnlampe. Nikon D3, 14mm bei f/2,8, 15s, ISO 1600.



▲ Abb. 4: Die Interpretation des Histogramms ermöglicht frühzeitig, die Qualität eines Polarlichtfotos zu beurteilen. Bei einem korrekt belichteten Nordlichtbild (a) werden wenige Korrekturen bei der späteren Verarbeitung notwendig sein. Der Grünkanal weist weder Unter- noch Überbelichtung auf. Anders das zu knapp belichtete Nordlichtbild (b): Hier wurde bewusst unterbelichtet, um die hellen Bereiche des Kunstlichtes nicht zu stark überzubelichten. Die unterbelichteten Teile des Bildes wurden dann in der Nachbearbeitung des Rawbildes korrigiert. Hier ist Vorsicht geboten, dies funktioniert nur bei Bildsensoren, die bei niedriger ISO-Einstellung einen sehr großen Dynamikbereich aufweisen (z.B. Nikon D600/D800).

sollte bei Offenblende fotografiert werden, um Belichtungszeiten möglichst kurz und die ISO-Einstellung möglichst niedrig zu halten. Eine kurze Belichtungszeit ist wichtig, um Sterne noch punktförmig abzubilden und auch feine Strukturen im Nordlicht festzuhalten. Die Wahl der maximalen Empfindlichkeit hängt von der

verwendeten Kamera und der Umgebungshelligkeit ab, bei einer vom Mondlicht erhellten Landschaft kann in der Regel eine etwas höhere Empfindlichkeit gewählt werden ohne störendes Bildrauschen zu erzeugen.

Eine generelle High-ISO-Rauschunterdrückung in der Kamera sollte nach Möglichkeit



T. Bubek

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

deaktiviert sein, da dann eher eine Beurteilung des Bildrauschens vor Ort möglich ist und eine Entrauschung später am Computer sowieso effektiver ist. Abhängig von der gewählten Kamera kann es sinnvoll sein, die Langzeitrauschunterdrückung (mittels Darkframe) zu aktivieren, meiner Erfahrung nach ist es aber beim Einsatz einer aktuellen Nikon- oder Canon-Vollformatkamera eher nicht notwendig, zumal durch die zusätzliche Belichtungszeit die Kamera recht lange für weitere Aufnahmen blockiert ist.

Weißabgleich und Fokus

Um keine Qualität und Reserven bei der Nachbearbeitung zu verschenken, empfiehlt es sich Nordlichtbilder grundsätzlich im RAW-Format aufzunehmen. Insofern ist der richtige Weißabgleich bei der Aufnahme eher zweitrangig, da er verlustfrei bei der RAW-Konvertierung am PC angepasst werden kann. Je nach den vorhandenen Lichtverhältnissen sind als Anhaltspunkt Werte zwischen 3500 und 6000 Kelvin empfehlenswert.

Kritischer als der Weißabgleich ist es, den Fokus exakt einzustellen. Nichts ist ärgerlicher, als bei der späteren Bearbeitung entdecken zu müssen, dass sich während des Abends beim Ändern des Bildausschnittes oder dem Wechsel zwischen Hoch- und Querformat unabsichtlich der Fokus etwas verstellt hat und alle Sterne etwas unscharf abgebildet wurden. Selbst bei extremen Weitwinkelobjektiven und Offenblende ist diese Gefahr nicht zu unterschätzen. Deshalb sollte zwischendurch immer in der 100%-Ansicht an der Kamera überprüft werden, ob der Fokus noch wirklich korrekt ist. Da der Autofokus unter den bei der Nordlichtfotografie vorherrschenden Lichtbedingungen nur sehr eingeschränkt funktioniert, empfiehlt es sich generell manuell zu fokussieren.

Bildbearbeitung und Druck

Ich verwende zur Konvertierung der RAW-Daten der Kameras den Nikon-eigenen Capture NX2 Rawkonverter, da er nach meinen Erfahrungen die beste Bildqualität liefert. Außerdem ist es möglich mit seinen U-Points (verschiebbare Kontrollpunkte zur Bearbeitung einzelner Bildbereiche) sehr

◀ Abb. 5: Der Höhepunkt eines Nordlichtes ist die sogenannte Korona. Nikon D800, 14mm bei f/2,8, 6s, ISO 2000.

schnell und effektiv Korrekturen auf einzelne Bildbereiche anzuwenden (beispielsweise bei der 'Aufhellung eines dunklen Bildteils oder der Begrenzung der Rauschreduzierung auf einen Teil des Bildes). Rauschunterdrückung sollte nur sehr sparsam eingesetzt werden, oft reicht es aus, das störende Farbrauschen zu eliminieren. Monochromes, kornartiges Rauschen (Luminanzrauschen) stört vor allem bei Ausdrucken sehr viel weniger. Eine zu starke Entfernung des Luminanzrauschens erzeugt oft einen sehr unnatürlich, künstlich wirkenden Himmel.

Nordlichtbilder stellen immer eine große Herausforderung an die Produktion von Ausdrucken, Fotobüchern u.ä. Grund ist der bei dem gewählten Ausgabemedium oft kleinere Farbraum (im Vergleich zum Bildschirm bei der Bearbeitung). Kritisch sind hier vor allem die Grüntöne bzw. die Farbübergänge von Grün nach Blau.

Panorama und Video

Panoramaaufnahmen von Nordlichtern sind nur sehr eingeschränkt möglich, da nicht nur der Sternhimmel, sondern auch das Nordlicht in Bewegung ist. Das Zusammensetzen von mehreren Bildern zu einem Panoramabild funktioniert am ehesten bei kurzen Belichtungszeiten und einem eher statischen Nordlicht.

Um die Bewegung des Nordlichts abzubilden, kann aus Serienaufnahmen ein Time-lapse-Video (Zeitrafferaufnahme) erstellt werden (heute teilweise sogar schon direkt in der Kamera). Timelapse-Aufnahmen geben durch die starke Zeitraffung aber leider keinen wirklichen Eindruck vom Nordlicht wieder. Videoaufnahmen in Echtzeit sind mit heutiger Technik nur bei sehr starkem Nordlicht mit lichtstarken Objektiven möglich. Nur diese geben aber einen realistischen Eindruck von der Bewegung des Nordlichts wieder. Sowohl Zeitrafferaufnahmen als auch echte Videos sind auf meiner Homepage zu sehen bzw. verlinkt.

PRAXISTIPP

Ausrüstung für die Polarlichtfotografie

- Kamera: Digitale Vollformat-Spiegelreflexkamera mit (Ultra-)Weitwinkelobjektiv, z. B. Nikon D600/800 mit 14–24/2.8 AF-S oder eine Kamera mit APS-C-Sensor und einem Weitwinkelobjektiv, das bei 10mm bis 11mm Brennweite beginnt. Mindestens ein Ersatzakku ist empfehlenswert, da bei starker Kälte die Kapazität der Akkus abnimmt. Gegebenenfalls kann eine Batterie am Körper aufgewärmt werden.
- Stativ: Stabiles Stativ, das auch bei Wind für verwacklungsfreie Bilder sorgt. Perfekt geeignet ist z. B. die allerdings sehr schwere Uni-Serie von Berlebach. Bei Panoramaaufnahmen ist eine zusätzliche Nivellierkugel im Stativ von Vorteil. Als Kopf bieten sich ein stabiler Kugelkopf oder auch ein stabiler Getriebeneiger an. Um schnell von Quer- auf Hochformat wechseln zu können empfehlen sich L-Schienen, wie sie z. B. kameraspezifisch von Kirk oder Reallyrightstuff angeboten werden.
- Fernauslöser: Je nach Stabilität der verwendeten Kombination aus Stativ und Stativkopf kann die Verwendung eines Fernauslösers sehr sinnvoll sein. Oft reicht aber die Einstellung einer Auslöseverzögerung von ca. 2s an der Kamera völlig aus.

SURFTIPPS

Homepage des Autors:

🔗 www.bubek-foto.com

Universität in Tromsø
(Tromsø Geophysical Observatory):

🔗 geo.phys.uit.no

Polarlichtseite:

🔗 meteoros.de/polar/polwarn.htm

Nordlichtvorhersage aus Norwegen:

🔗 full.storm.no/tv2ver/borealis.aspx

Nordlichtvorhersage aus Alaska:

🔗 www.gi.alaska.edu/AuroraForecast/Europe

Inside Pix Insight

Ein Workshop für Astrofotografen

von Herbert Walter

Teil 5: Deconvolution

H. Walter

▲ Abb. 1: Sind Optik, Seeing oder Nachführung bei einer Aufnahme – wie hier des Kugelsternhaufens M 55 – nicht optimal, können die Daten mit PixInsight nachträglich »verbessert« werden. Dazu dient das Deconvolution-Modul.

Die Qualität der Abbildung von Astrofotos wird beeinflusst von Abbildungsfehlern der Optik, der Atmosphäre, und von der Präzision der Nachführung. Mit dem Modul »Deconvolution« (dt. Entfaltung) in PixInsight ist es möglich, diese Fehler teilweise zurückzurechnen und damit die Abbildungsqualität nachträglich zu verbessern.

PRAXISTIPP

Verwendete Werkzeuge

ScreenTransferFunction

☞ Prozess → IntensityTransformations → ScreenTransferFunction

DynamicPSF

☞ Prozess → Image → DynamicPSF

Deconvolution

☞ Prozess → Deconvolution → Deconvolution

StarMask

☞ Prozess → Mask Generation → StarMask

In einer LRGB-Aufnahme ist der Luminanzkanal für die Auflösung, die Schärfe und den Kontrast maßgebend. Daher wird die Luminanzaufnahme in der Bildbearbeitung gesondert behandelt, bevor sie mit der Farbaufnahme vereinigt wird. Eine effiziente Methode, die Abbildung der Luminanzaufnahme zu verbessern, geschieht in PixInsight mit dem Modul Deconvolution.

Voraussetzung für den Deconvolution-Algorithmus in PixInsight ist eine möglichst exakte Abbildung der PSF der Astroaufnahme. PSF ist die Abkürzung für »Point Spread Function« und repräsentiert die zweidimensionale Lichtverteilung einer Punktquelle in der Brennebene eines optischen Systems. Für die praktische Astrofotografie beschreibt sie, wie groß eine Punktquelle (Stern) auf dem Aufnahmechip erscheint.

Die Größe des Sterns hängt dabei von verschiedenen Faktoren wie der optischen Qualität des Teleskops, dem Seeing oder auch der mechanischen Präzision der Nachführung ab. Der errechnete PSF-Wert wird dann im Modul Deconvolution für die weitere Berechnung benötigt und sollte möglichst exakt ermittelt werden. Sowohl für die Ermittlung des PSF-Wertes als auch bei der Anwendung von Deconvolution muss sich das Bild noch im linearen Zustand befinden.

Das PSF-Modell

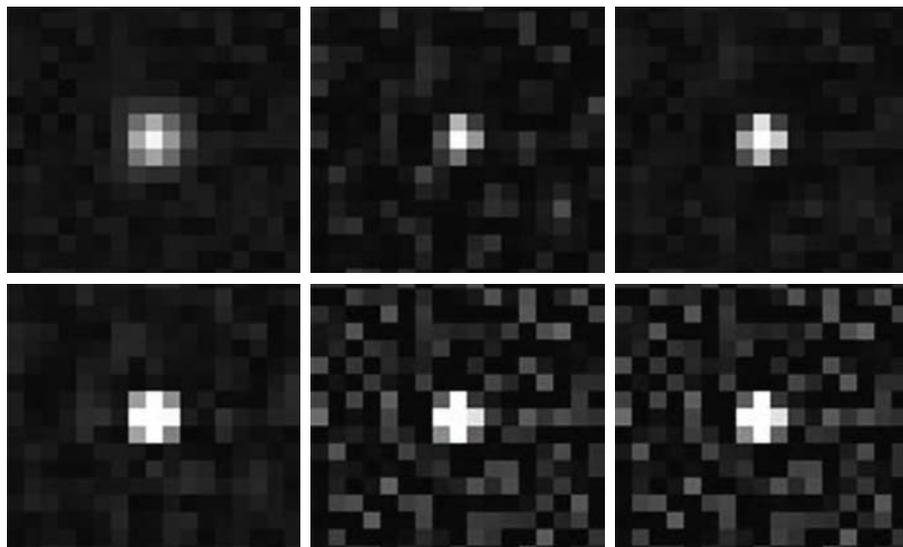
Nach dem Öffnen des Bildes und Aufhellen mit »ScreenTransferFunction« ist der erste Schritt zu einer erfolgreichen Deconvolution die Ermittlung eines zuverlässigen PSF-Modells der Aufnahme. Dies geschieht mit dem Modul Prozess → Image → DynamicPSF. Nach dem Öffnen des Moduls lässt man alle Voreinstellungen wie sie sind und beginnt damit, ein-

zelne Sterne anzuklicken. Diese Sterne werden mit einem Quadrat markiert und im PSF-Fenster aufgelistet. Allerdings sind nicht alle Sterne für die Berechnung geeignet und die Auflistung bedarf einer genauen Betrachtung.

Ein Auswahlkriterium ist der verwendete Algorithmus in Spalte 1. Es können »Moffat«, »Gaussian« und »Lorentzian« gemischt gelistet sein. Hier löscht man die Algorithmen, die am wenigsten vorkommen, da nur einer davon angewendet werden darf. Dieser wäre im Beispiel (Abb. 3) der Moffat-Algorithmus.

Ein weiterer wichtiger Wert für die erste Auswahl steht in Spalte 4 mit der Bezeichnung »A«. Der Buchstabe A steht hier für Amplitude, dieser Helligkeitswert soll zwischen 0,15 und 0,5 liegen. Sterne mit Werten darüber bzw. darunter werden aus der Liste gelöscht. Damit werden zu helle, aber auch zu schwache Sterne, die für die Berechnung des PSF-Modells ungeeignet sind, aussortiert. Die Einschränkung der Werte in den Spalten dient dazu, einen möglichst robusten Wert für das PSF-Modell zu erhalten. Dazu gehören auch die Spalten mit den FWHM-Werten (die Halbwertsbreite der Sternabbildungen). Man kann an den Zahlenwerten in den einzelnen Spalten die Ausreißer leicht erkennen oder auch der Größe nach aufsteigend sortieren lassen. Letztendlich sollten zumindest 10 bis 20 Sterne in der Liste verbleiben. Sollten zu wenige Sterne übrig bleiben, kann man durch weiteres Anklicken von Sternen im Bild die Auswahl ergänzen.

Die Spalte mit der Bezeichnung »r« steht für Roundness, also wie rund der Stern erscheint, und der Wert »theta« zeigt den Winkel der Ellipse, die »Neigung« des Sternes an. Ist in diesen beiden Spalten eine große Streuung der Werte vorhanden, aktiviert man im DynamicPSF Fenster »Circular PSF«, um ein zuverlässiges PSF-Modell zu erhalten. Die letzten Spalten »beta« und »MAD« sind Richtwerte für die Qualität des PSF-Modells. Der Wert



▲ Abb. 2: Bild 1 zeigt die Abbildung eines Sternes und die nachfolgenden Bilder die Ergebnisse nach der Anwendung des Moduls »Deconvolution« mit verschiedenen Algorithmen und Iterationen. Für Deep-Sky-Aufnahmen wird generell der »Regularized Richardson-Lucy« Algorithmus empfohlen.

»beta« dient als Vergleichswert nach erfolgter Deconvolution (Abb. 4) und die MAD-Werte sollen sich alle innerhalb einer Zehnerpotenz befinden, sodass ein verlässliches PSF-Modell berechnet werden kann.

Anwendung des Modells

Ist die Auswahl der Sterne abgeschlossen, folgt die Berechnung des PSF-Modells. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: Durch Anklicken des 2. Icons von rechts (Summenzeichen) öffnet sich ein Fenster mit der Bezeichnung »Average Star Data« mit errechneten Werten. Hier sind die Werte FWHMx und FWHMy interessant. Aus ihnen wird mit einer Formel der Zahlenwert für das PSF-Modell ermittelt (vgl. Praxistipp 1).

Die zweite Möglichkeit und der bevorzugte Algorithmus ist die Ermittlung der »synthetic PSF Function«. Das geschieht sehr einfach, indem man auf das 3. Icon von rechts (Fo-

toapparat) klickt und ein neues Bild mit einem Sternmodell erstellt wird (Bezeichnung: PSF). Der ermittelte Zahlenwert bzw. das erstellte Bild sind das eigentliche Ziel der ganzen Prozedur und werden für die anschließende Deconvolution benötigt. Das Fenster kann man abspeichern, indem man das blaue Dreieck links unten (New Instance) auf den rechten Teil der Arbeitsfläche zieht. Es wird ein Process-Icon erstellt (rechteckiges Symbol mit der Bezeichnung: Process01) und man kann das Fenster DynamicPSF schließen. Nach erfolgter Deconvolution öffnet man dieses Process-Icon durch einen Doppelklick. Das DynamicPSF-Fenster wird mit den gespeicherten Einstellungen geöffnet und man kann durch einen neuerlichen Klick auf das 2. Icon von rechts (Summenzeichen) die neuen Werte berechnen. Damit erhält man Vergleichswerte der Halbwertsbreiten usw. und kann die »Verbesserung« auch quantitativ nachvollziehen.

► Abb. 3: Nach erfolgreicher Auswahl geeigneter Sterne sind die berechneten Werte im PSF-Fenster aufgelistet. Die Shortcutleiste rechts unten bietet verschiedene Möglichkeiten wie Sortierung der Spaltenwerte usw. Wichtig sind hier das 2. und 3. Icon von rechts. Damit werden die Werte für das PSF-Modell errechnet.

	Ch	B	A	α	α_y	σ_x	σ_y	FWHMx	FWHMy	r	theta	beta	MAD	
M55_mean_11IM_Preview01														
★ Moffat	44	0	0.016026	0.232020	1102.97	626.51	4.52	4.41	4.20px	4.10px	0.975	91.62	3.54	2.371e-003
★ Moffat	38	0	0.015953	0.110376	1232.60	1339.73	4.38	4.29	4.14px	4.06px	0.980	92.65	3.43	1.388e-003
★ Moffat	4	0	0.017317	0.337913	951.98	524.38	4.60	4.41	4.77px	4.10px	0.959	98.25	3.54	1.825e-003
★ Moffat	19	0	0.015830	0.112374	1397.92	1368.01	4.37	4.28	4.13px	4.05px	0.980	101.04	3.44	1.012e-003
★ Moffat	22	0	0.015911	0.180241	1372.27	1478.95	4.42	4.31	4.17px	4.07px	0.976	102.16	3.45	9.668e-004
★ Moffat	3	0	0.016255	0.130014	1150.25	416.83	4.66	4.47	4.25px	4.07px	0.958	102.26	3.67	2.321e-003
★ Moffat	20	0	0.015786	0.152502	1596.02	1285.74	4.30	4.21	4.13px	4.04px	0.978	102.30	3.34	8.701e-004
★ Moffat	40	0	0.016010	0.310611	614.15	1084.86	4.65	4.52	4.33px	4.21px	0.971	104.09	3.53	1.555e-003
★ Moffat	34	0	0.016112	0.137659	782.32	269.76	4.94	4.66	4.41px	4.16px	0.943	107.89	3.82	1.357e-003

PRAXISTIPP

Berechnung Standardabweichung für Parametric PSF

Die Ermittlung der Standardabweichung des PSF-Modells wird für die Option »Parametric PSF« benötigt. Dafür sind folgende Rechenschritte notwendig:

1. Berechnung des Mittelwertes von FWHMx und FWHMy

$$\text{Mittelwert FWHM}_{x,y} = (\text{FWHM}_x + \text{FWHM}_y) / 2$$

Zum Beispiel nach den Werten aus Abb. 4b: $(4,25 + 4,11) / 2 = 4,18$ [px]

2. Berechnung der Standardabweichung

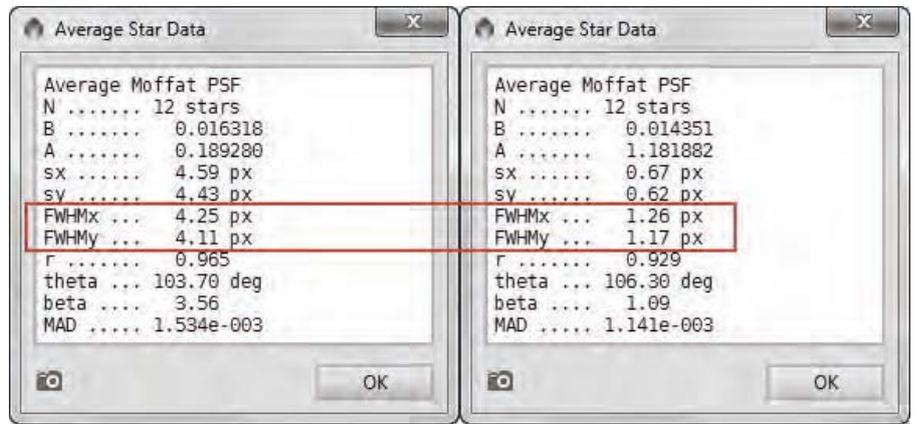
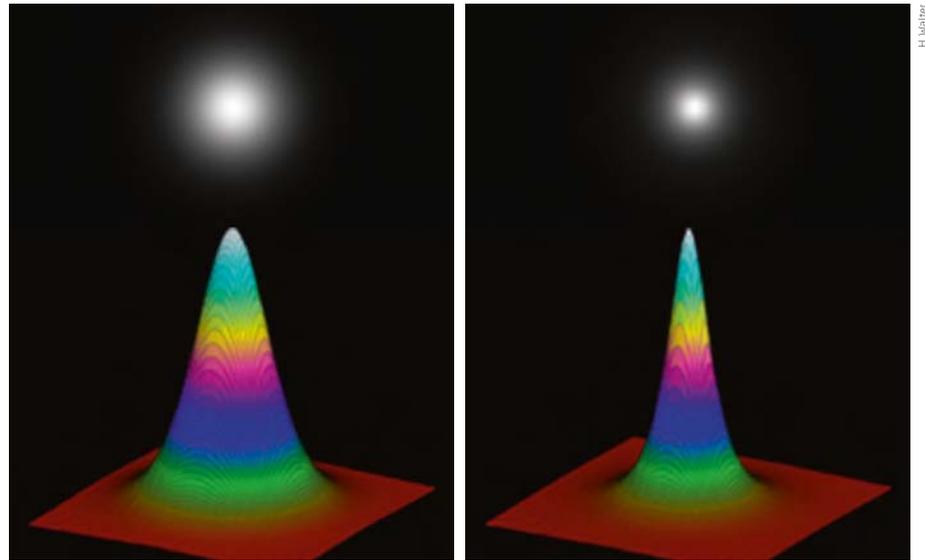
$$\text{StdDev} = \text{Mittelwert} / 2,35482$$

(Zahlenkonstante 2,35482)

$$\text{StdDev} = 4,18 / 2,35482 = 1,78$$

(Ergebnis gerundet)

Dieser Wert von 1,78 wird im Deconvolution-Fenster (Reiter »Parametric PSF« im Feld »StdDev«) eingetragen.



▲ Abb. 4: Im Vergleich die Abbildung eines Sternes vor der Anwendung von Deconvolution (links) und danach (rechts) in entsprechender 3D-Darstellung. Die Werte beta und FWHM_{x,y} (ablesbar im Modul DynamicPSF) geben quantitativ Auskunft über die Verbesserung der Sternabbildung.

Deconvolution anwenden

Der nächste und eigentliche Schritt ist die Deconvolution. Dazu wird das Modul Process → Deconvolution → Deconvolution geöffnet. Das Fenster ist in fünf Bereiche eingeteilt. Man beginnt mit dem obersten Bereich – PSF. Hier gilt es zu entscheiden, ob »Parametric PSF« oder »External PSF« verwendet wird. Offiziell wird von PixInsight letzteres empfohlen, da es das robustere Modell im Vergleich zu »Parametric PSF« sein soll. Es funk-

tioniert oftmals sehr gut. Wer allerdings Probleme hat, bei den weiteren Parametern die richtigen Werte zu finden, dem empfehle ich, es mit Parametric PSF zu probieren. Unabhängig vom PSF-Modell bleiben die voreingestellten Werte für »Shape« auf 2 und »Aspect ratio« auf 1.

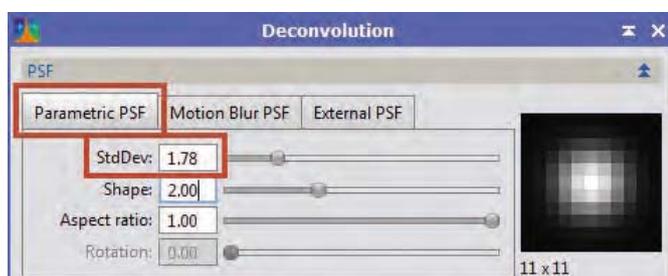
Für Deep-Sky-Aufnahmen wird ausschließlich der Algorithmus »Regularized Richardson Lucy« empfohlen. Die Anzahl der Iterationen bewegt sich erfahrungsgemäß zwischen 10 und 100. Bei Bildern mit einem guten Sam-

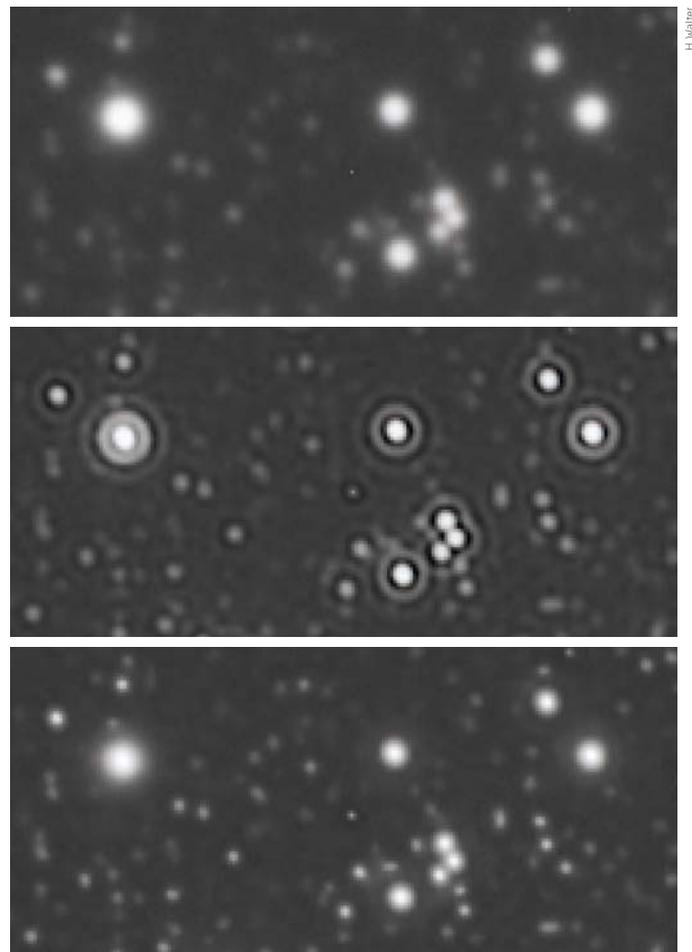
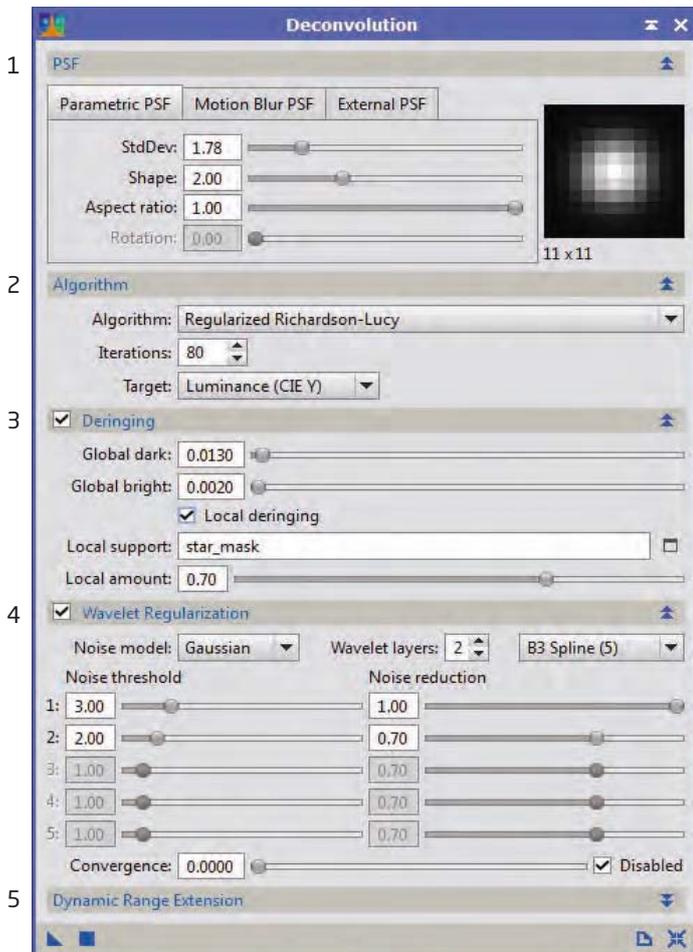
pling kann diese Zahl höher eingestellt werden. Als »Target« kann zwischen Luminanz und RGB gewählt werden, wobei in der Regel Deconvolution nur auf die Luminanzaufnahme angewandt wird. Dass es aber auch mit Farbbildern funktionieren kann, wird im PixInsight-Forum gezeigt (vgl. Surfipps).

Artefakte vermeiden

Jener Bereich, der die sensibelsten Einstellungen verlangt, betrifft die Parameter bei

▼ Abb. 5: Das Modul Deconvolution bietet zwei Möglichkeiten, errechnete PSF-Modelle zu verwenden. Bei »Parametric PSF« wird ein berechneter Zahlenwert verwendet und bei »External PSF« ein erstelltes PSF-Modell eines Sterns. Die Zahlenwerte für »Shape« und »Aspect Ratio« werden nicht verändert. Mit der Option »Motion Blur PSF« können auch Nachführfehler korrigiert werden.





▲ Abb. 6: Das Deconvolution-Fenster ist in 5 Bereiche aufgeteilt. Die Bereiche 1 bis 3 erfordern sehr exakte Einstellungen, während bei Wavelet Regularization (4) und Dynamic Range Extensions (5) die voreingestellten Werte nur selten angepasst werden müssen.

▲ Abb. 7: Um Artefakte bei Deconvolution zu vermeiden, sind die Parameter im Bereich Deringing sehr genau einzustellen. Oben das Original, in der Mitte Deringing-Artefakte, unten mit den Werten 0,013 und 0,002 für Global dark bzw. Global bright. Auch die Anzahl der Iterationen kann variiert werden.

»Deringing«. Die bei Deconvolution sehr leicht entstehenden Artefakte können damit vermieden werden. Der voreingestellte Wert bei »Global dark« von 0,1 ist meistens viel zu hoch. Hier kann als Startwert ruhig mit 0,01 begonnen werden. »Global bright« wird dann benötigt, wenn anstelle der schwarzen Ringe helle Säume sichtbar werden. Auf jeden Fall sind es diese Parameter, die anfänglich am häufigsten für Verwirrung sorgen und wofür am meisten Geduld benötigt wird.

Hellere Sterne können mit den Deringing-Parametern nicht immer ausreichend geschützt werden. Hierfür wird »Local Deringing« angehakt und eine zuvor erstellte Sternmaske, die nur die hellsten Sterne erfasst, unter »Local support« ausgewählt. Mit »Local amount« kann zusätzlich die Deckkraft der Sternmaske eingestellt werden. Mit dem Bereich 4, »Wavelet Regularization«, wird das automatisch mit Deconvolution entstehende Rauschen im Bild geregelt. Hier passen die voreingestellten Werte meistens sehr gut. Das gilt auch für den letzten Bereich 5, »Dynamic Range Extension«. Da Deconvolution nur in Bildbereichen mit einem ho-

hen Signal/Rauschverhältnis (S/N) gut funktionieren kann, ist es auch hilfreich, eine Maske für den Hintergrund zu erstellen und auf das Bild anzuwenden.

Übung macht den Meister

Obwohl die Darstellung der Arbeitsschritte diese sehr aufwendig erscheinen lassen, sind sie mit ein wenig Routine in wenigen Minuten erledigt. Deconvolution sollte man nicht mit einem Schärfungsalgorithmus verwechseln, obwohl es in abgewandelter Form auch dazu verwendet werden kann bzw. mit der Absicht Sterne zu »verkleinern«. Das lässt sich mit anderen Werkzeugen in PixInsight leichter bewerkstelligen. Deconvolution dient letztendlich nur dazu, Abbildungsfehler zu minimieren und steht am Anfang der Bearbeitung der Luminanzaufnahme.

Im nächsten und abschließenden Teil dieser Serie werden die Möglichkeiten von PixInsight bei der astrometrischen Berechnung und Objektidentifizierung in Astroaufnahmen vorgestellt.

SURFTIPPS

Dokumentation zu DynamicPSF:

☞ pixinsight.com/doc/tools/DynamicPSF/DynamicPSF.html

Praxisbeispiel Deconvolution mit theoretischen Erläuterungen:

☞ pixinsight.com/examples/deconvolution/Gemini-NGC5189/en.html

Praxisbeispiel Deconvolution an einem RGB-Bild:

☞ pixinsight.com/forum/index.php?topic=2727.msg18512#msg18512

Praxisbeispiel Deconvolution bei einer Mondaufnahme:

☞ pixinsight.com/examples/deconvolution/moon/en.html

Tutorials auf Deutsch:

☞ www.skypixels.at/pixinsight_tutorials.html



◀ Abb. 1: Helle Sterne auf Deep-Sky-Aufnahmen sind oft mit »Spikes« verziert, was diesen einen besonderen Glanz verleiht. Bei einem Foto der Plejaden sind diese »Spikes« schon fast eine Selbstverständlichkeit.

ist wiederum der Beugung zuzuschreiben, diesmal verursacht durch Lichthindernisse innerhalb der Augen, etwa Linsentrübungen, Strukturen im Glaskörper und dergleichen. Manche unerfahrenen Beobachter halten diese Strahlen gar für real und vermissen diese beim ersten Anblick von Sternen in einem Refraktor-Teleskop! Beigetragen zu dieser Erwartungshaltung haben vielleicht auch fotografische Himmelsaufnahmen, die Sterne zeigen, von denen tatsächlich »Strahlen« auszugehen scheinen. Dabei handelt es sich aber nicht um Lichtstrahlen, sondern um Beugungserscheinungen an Strukturen des Objektivs, etwa den Fangspielstreben von Spiegelteleskopen oder nicht kreisrund schließenden Blenden von Fotoobjektiven. Strukturen also, die zur Veränderung der denkbar perfekten, nicht obstruierten Optik führen. Die vermeintlichen Lichtstrahlen sind in Wirklichkeit also Beugungsartefakte (»Spikes«), können aber dennoch zur »Stimmung« einer Himmelsaufnahme einen positiven Beitrag beisteuern.

Unser Leser Gerhard Grauf möchte Sternhaufen fotografieren und aus ästhetischen Gründen nicht auf diese Spikes verzichten. Er setzt einen kleinen Refraktor sowie ein 300mm-Teleobjektiv ein und hat die Frage eingereicht, wie sich die gewünschten Spikes erzeugen lassen.

Um das Prinzip der Beugung zu verstehen und empirisch zu erfahren, empfehle ich die Durchführung einer kleinen Serie mit Testaufnahmen. Als Motiv ist ein heller Stern geeignet, als Aufnahmeoptik ein Teleobjektiv. Die Belichtung wird manuell eingestellt mit Tendenz zu einer reichlichen Belichtung, d.h. das Zentrum des Sternabbildes darf und sollte eine Vollsättigung der betroffenen Pixel hervorrufen.

INTERAKTIV



Haben Sie Fragen zur Astrofotografie und Bildbearbeitung? Unser Experte Stefan Seip beantwortet sie an dieser Stelle! Unser Anfrageformular finden Sie unter:

🌐 www.interstellarum.de/knowhow.asp

Schritt-für-Schritt

Wie entstehen »strahlende« Sterne?

von Stefan Seip

Licht hat bekanntermaßen eine Doppelnatur: Einerseits besteht es aus Teilchen, die Photonen genannt werden, andererseits verhält es sich wie eine Welle und breitet sich dementsprechend aus. Stößt die Welle auf ein Hindernis, findet die sogenannte »Beugung« statt, die dafür sorgt, dass sich Lichtanteile in den eigentlich im Schatten befindlichen Raum ausbreiten. Auch ein nicht obstruiertes Refraktor- oder Fotoobjektiv hält für die Lichtwellen ein Hindernis parat, nämlich den Linsenrand beziehungsweise die Linsenfassung. Jede Linse hat eine äußere Begrenzung, so dass die kreisförmige Fassung eines Linsenobjektivs das im Verhältnis zurlichtsammelnden Fläche

kleinstmögliche Hindernis darstellt, an dem Beugung stattfindet. In dessen Folge wird ein Stern selbst von einem perfekt abbildenden System nicht als Punkt dargestellt, sondern als Fläche, dem sogenannten »Airy-Scheibchen«, auch »Beugungsscheibchen« genannt.

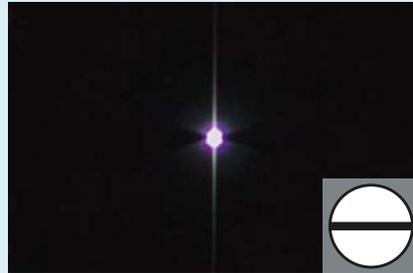
Obwohl ein Stern natürlich »Lichtstrahlen« emittiert, werden diese Strahlen von einer perfekten Optik nicht so abgebildet, wie man es von Kinderzeichnungen und stilisierten Darstellungen der Sonne oder von Sternen her kennt, nämlich mit einem radial von der Lichtquelle abgehenden Strahlenkranz. Dass viele Beobachter sowohl um die Sonne als auch um Sterne diese »Strahlen« sehen,

IM DETAIL

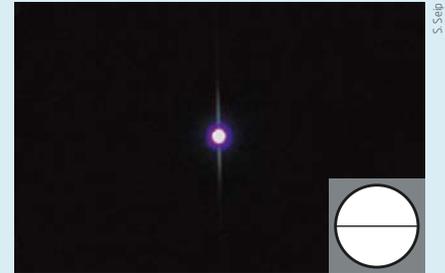
Die Diskussion der Resultate erfolgt anhand der gewonnen Abbildungen: Mit Ausnahme der Abbildungen 9 und 10 wurden alle Testaufnahmen mit vollständig geöffneter Blende des Objektivs durchgeführt. Bei Abbildung 9 und 10 wurden alle Einrichtungen vor dem Objektiv wieder entfernt. Stattdessen wurde abgeblendet. Die Belichtung nach Abblendung wurde mit dem ISO-Wert und/oder der Belichtungszeit kompensiert, so dass die effektive Belichtungsmenge gleich blieb.



▲ Abb. 2: Ohne Obstruktion. Die Abbildung des Sterns erfolgt, wie zu erwarten war, ohne Spikes.
Manche Objektive erzeugen aufgrund einer nicht glatten Linsenfassung einen »Strahlenkranz« mit vielen, aber kurzen Spikes um den Stern.



▲ Abb. 3: Ein breites Klebeband mittig und waagrecht über der Objektivöffnung. Der waagrechte Balken erzeugt zwei Spikes, die allerdings senkrecht ausgerichtet sind. Spikes entstehen im Winkel von 90° zu einer Strebe im Strahlengang.



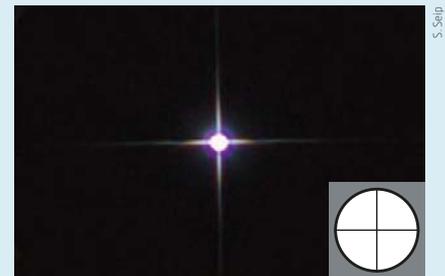
▲ Abb. 4: Ein möglichst dünner Draht mittig und waagrecht über der Objektivöffnung führt zu kürzeren und lichtschwächeren Spikes in Vergleich zu Abb. 3.
Je dicker die verwendeten Streben sind, desto mehr Licht wandert in die Spikes. Die Dicke der Spikes ist von der Dicke der Streben unabhängig.



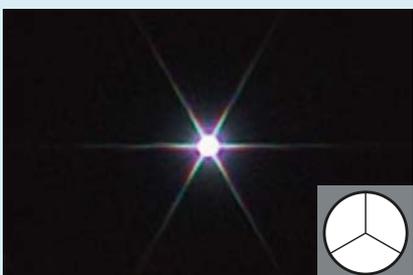
▲ Abb. 5: Ein dünner Draht über der halben Objektivöffnung - trotzdem treten dennoch zwei gleich helle Spikes in Erscheinung.
Die Spikes sind keine, wie auch immer gearteten, Abbilder der Hindernisse im Strahlengang, sondern die Folge von Beugungserscheinungen daran.



▲ Abb. 6: Ein etwas gebogener Draht mittig über der Objektivöffnung erzeugt mehr oder minder unscharfe Spikes. Je nach Form können auch Doppel- und Mehrfachspikes entstehen.
Sind saubere Spikes gewünscht, ist auf exakt gerade Streben zu achten.



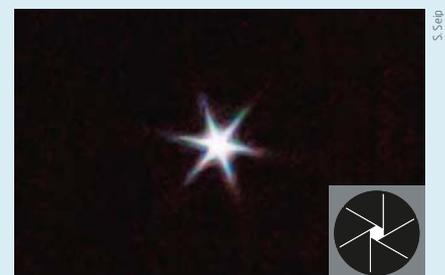
▲ Abb. 7: Zwei im Winkel von 90° über der Objektivöffnung angebrachte Drähte liefern - wie große Spiegelteleskope mit vier Fangspiegelstreben - kreuzförmige Spikes an den hellen Sternen.
Vier Spikes um Sterne sind eine weithin geläufige Darstellung, die vielen Betrachtern »bekannt« vorkommt.



▲ Abb. 8: Drei im Winkel von 120° über der Objektivöffnung angebrachte Drähte, die jeweils nur bis zur optischen Achse reichen, lassen sechs Spikes entstehen.
Nach Abb. 5 war dieses Resultat zu erwarten, da jede Strebe zwei Spikes, senkrecht zu ihrem Verlauf, produziert.



▲ Abb. 9: Abblendung um nur eine halbe oder eine volle Stufe lässt Spikes entstehen, deren Aussehen von der Form der Blende abhängt.
Je mehr Lamellen eine Blende hat, desto kreisförmiger schließt sie sich und desto weniger ausgeprägte Spikes entstehen durch die Abblendung.



▲ Abb. 10: Extrem starke Abblendung auf Blende 16 oder 22 führt zur allgemeinen Verschlechterung der Abbildungsschärfe. Beugung ist die Ursache.
Je kleiner die Blendenöffnung ist, desto stärker lassen die allgemeine Abbildungsschärfe und das Auflösungsvermögen nach.

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

Polarlichtfieber

Therapiemöglichkeiten gegen Polarlichtsucht

von Dieter Seiwald



D. Seiwald

▲ Abb. 1: Der Augenblick der Infektion: Polarlicht auf der MS-Polarlys bei Vollmond kurz vor Tromsø.

Die influenza aurorae oder das gemeine Polarlichtfieber greift letzthin immer mehr um sich und nimmt zum Teil epidemische Ausmaße an. Über Symptome, Behandlungsmöglichkeiten und unerwünschte Nebenwirkungen v.a. auf den Geldbeutel informiert dieser Artikel.

Während der Autor vor elf Jahren vom Polarlicht noch völlig verschont wurde und sich immun glaubte, traf es ihn im Herbst 2012 mit voller Wucht. Es waren drei Therapiesitzungen im hohen Norden notwendig, um zumindest vorübergehend Linderung zu schaffen. Dabei versuchte der Autor sehr unterschiedliche Behandlungsmethoden und kann so dem Leser und Betroffenen einen hübschen Querschnitt zu geeigneten Therapiemöglichkeiten aufzeigen.

Der erste Kontakt erfolgte auf dem Postschiff MS-Polarlys der Hurtigruten. Der Autor unternahm diese »schönste Seereise der Welt« von Kirkenes nach Bergen, und am 2.11.2012 kurz vor Tromsø war es dann soweit. Der Kapitän des Postschiffs gab durch »Mine damer og herrer, wir haben etwas Polarlicht an Steuerbord« und dimmte die Außenbeleuchtung des Schiffes. Daraufhin zeigten sich unmittelbar die ersten Symptome einer Infektion: Erhöhter Adrenalin Spiegel und hektisches Kramen in der Fototasche. Während der nachfolgenden acht

Stunden ununterbrochener Polarlicht-Exposition kamen weitere Symptome hinzu: Aufgeregtes Knipsen und ständiger Standortwechsel kombiniert mit euphorischem Gejubil. Nach dieser hohen Dosis verlief die restliche Fahrt weitgehend ungestört, wobei einen das 24-Stunden-Kino der vorbeiziehenden Landschaft in eine Art Meditationszustand versetzte und der Wechsel von der arktischen Klimazone bei Kirkenes in den bunten Herbst bei Bergen einen wochenlangen traumhaften Impakt hinterließ.



▲ Abb. 2: Polarlichtdetails in Finnland. Wetterglück braucht es allemal, der Autor hatte auf allen drei Reisen jeweils nur eine gute Nacht.

▼ Abb. 3: Polarlicht in der Nähe von Tromsø. Die Polarlichtaufnahmen entstanden mit einer Canon EOS 400Da bei ISO1600 und 10s bis 30s Belichtungszeit. Ein lichtstarkes Weitwinkelobjektiv ist sehr zu empfehlen.



Der zweite Kontakt mit dem hoch infektiösen Polarlicht zum Zweck einer Immunisierung erfolgte Anfang Februar 2013 im Zuge einer Vereinsreise in das finnische Lappland. Weit entfernt vom launischen Wetter des Nordmeeres versprach diese Fahrt die besten Wetterbedingungen, was allerdings nur für zwei von sieben Nächten zutraf. Es konnte beobachtet werden, dass sich der Erreger auch bei -25°C ungehindert ausbreitete und die ganze Gruppe befiel. Durch gegenseitige Hilfestellungen beim Fotografieren und gruppentherapeutische Sitzungen bei heißem Preiselbeersaft zur Besprechung des Erlebten konnten die Symptome weitgehend abgemildert werden. Weitere Ablenkungen brachten Schneeschuhwanderungen durch märchenhafte Winterlandschaften, Adrenalin-Abbau durch rasante Schneemobil- und Hundeschlittenfahrten und häufiges Desinfizieren durch ausgiebige Saunagänge.

Um ganz sicherzugehen, unternahm der Autor Anfang März 2013 noch eine Wochenendexkursion nach Tromsø. Im Zeitalter der günstigen Flüge ein durchaus bezahlbares Unterfangen, nicht teurer als fünf Sitzungen beim hiesigen Facharzt. Ohne Hotel, nur mit Mietwagen, Schlafsack und Campingkocher ausgerüstet, war dies sicherlich die abenteuerlichste Unternehmung. Während der drei Nächte kam es nur in der ersten Nacht bei -20°C zu intensiver Bestrahlung mit der Aurora borealis. Nach Mitternacht war der Autor gezwungen zum Zweck der Erwärmung ein Stück mit dem Auto weiterzufahren. Während er später erschöpft in einen Kälteschlaf verfiel, knipste die programmierte Kamera während der zweiten Nachthälfte unaufhörlich bis in die Morgendämmerung hinein. Ausgedehnte Fahrten durch einsame Täler im Landesinneren Richtung Schweden und hinaus an die unwirtliche

Küstenlandschaft des Nordmeeres füllten die beiden verbleibenden Tage aus.

Schlussendlich stellt sich die Situation folgendermaßen dar: Die Symptome sind großteils verschwunden, und nach einer weiteren Auffrischung im Herbst 2013 ist mit großer Wahrscheinlichkeit eine Linderung für ca. elf Jahre zu erwarten. Eine dauerhafte Heilung kann jedoch nicht garantiert werden. Die Therapiekosten sind nicht ganz unerheblich, denn die nordischen Länder sind keine billigen Reiseziele. Während für den Flug in etwa 500€ zu Buche schlagen, muss man sowohl für das Postschiff als auch für die finnische Hotelvariante etwa 150€ bis 200€ pro Tag berappen. Die Abenteuervariante mit nur Flug und Leihwagen ist natürlich die preiswerteste. Bedenkt man aber, dass das Fieber unbehandelt zu anhaltender Unzufriedenheit und jahrelangen Nörgeleien führen kann, ist das Geld sicherlich gut angelegt.

D. Seiwald

D. Seiwald

Leser beobachten

NGC 1245

▲ Abb. 1: Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 350D (modifiziert), ISO 1600, 43×3,5min. *Ulf Manfred Schliemann*

▼ Abb. 2: Digitalfoto, 8"-Newton bei 1000mm, Canon EOS 350Da, ISO 800, 13×5min, UV/IR-Sperrfilter. *Torben Simm*



▲ Abb. 3: Digitalfoto, 8"-SCT bei 1260mm, Canon EOS 450D, ISO 800, 34×5min. *Heino Niebel*

BEOBACHTUNGEN – NGC 1245

- **8×30-Fernglas:** fst 6^m,5; mit dem Fernglas ist an der entsprechenden Stelle ein grauer, runder und kompakter Nebelfleck zu erkennen. Trotz kleiner Öffnung und schwacher Vergrößerung ist der Sternhaufen auffällig im Gesichtsfeld zu erkennen und nicht zu übersehen.

Constantin Lazzari

- **120/1000-Refraktor:** fst 5^m,5; das Aufsuchen dieses unauffälligen Sternhaufens gelang mit einem 9×50-Sucher und dem Karkoschka. Bei 32× war ein Nebelwölkchen mit ca. 3-4 Sternen zu erkennen, der Sternhaufen aber sehr unscheinbar. Bei 83× kamen mehr Sterne hervor. Der beste Eindruck ergab sich bei 125×. Bei dieser Vergrößerung waren nach einiger Zeit direkt 6-8 Sterne zu sehen, indirekt kamen einige mehr hervor - was auf eine größere Anzahl von Sternen schließen lässt, als noch mit Aufsuch-Vergrößerung von 32× vermutet. Der Sternhaufen war grob beschrieben - auf einer Seite mit helleren Sternen besetzt, auf der anderen Seite waren die indirekt erkennbaren schwächeren Sterne vorherrschend. 125×. *Stefan Deichsel*

- **200/800-Newton:** Sternreich. Schwache, verschieden helle Sterne. Rund. Aufgelöst. Gut zu sehen. 119×. *Gerd Kohler*

- **200/1200-Newton:** SQM-L 20^m,66/□"; ein kleiner feiner Sternhaufen in einem Dreieck von drei hellen Sternen. Von der Sternwarte Kirchheim aus konnte ich den Sternhaufen mit Hilfe des Deep Sky Reiseatlas relativ schnell finden, aus der Großstadt heraus würde mir das wahrscheinlich nicht gelingen, da die Mitglieder des Haufens doch recht lichtschwach sind und vom Achtzöller nicht aufgelöst werden können. Auch bei indirektem Sehen zeigt sich nur eine diffuse, strukturlöse Wolke. Immerhin passt die ganze Region mitsamt der drei Umgebungssterne bequem in das Gesichtsfeld meines 36mm-2"-Okulars. 33×. *Manfred Holl*

- **250/1250-Newton:** fst 5^m,5; NGC 1245 erscheint als schwacher, aber sehr sternreicher Offener Sternhaufen. Von zwei hellen Sternen aus erstreckt er sich leicht trapezförmig mit der schmalen Seite Richtung Westen. Im Norden und Westen wird der Sternhaufen durch zwei auffällige Dreiecke begrenzt. Dazwischen bilden eine große Menge schwacher Sterne viele kleine Sternketten. Der Hintergrund bleibt noch leicht nebelig. 156×. *Frank Lange*

- **320/1440-Newton:** SQM 20^m,8/□"; der Nebel ist ohne Filter nicht zu sehen. Mit einem [OIII]-Filter offenbart sich ein ziemlich großer, zweigeteilter Nebel. Der schwächere Südwest-Teil ist nur andeutungsweise erkennbar. 48×. *Uwe Pilz*

Leser beobachten

IC 1848



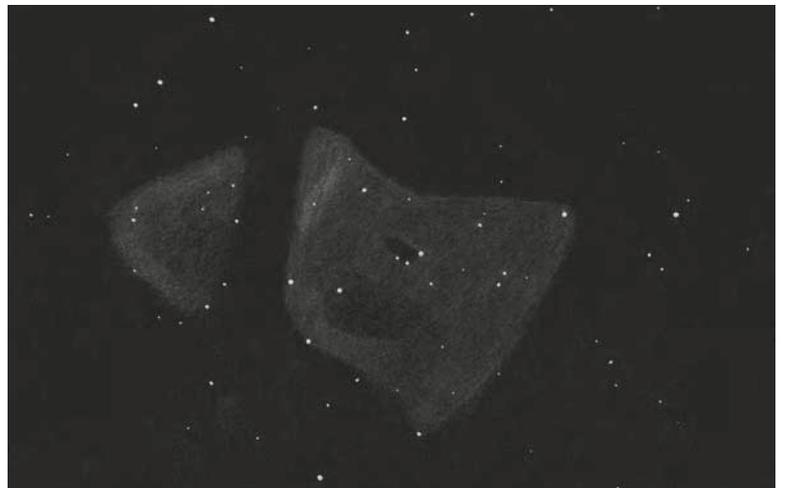
▲ Abb. 1: CCD-Aufnahme, 10"-Astrograph bei 900mm, SBIG STL-11000, 440min (Ha), 655min ([OIII]), 640min ([SII]), Astronomik-Filter, ca. 29 Std. Gesamtbelichtungszeit mit Direct Drive Montierung ohne weitere Nachführkorrektur. Aufnahmeort in der Nähe von Stuttgart. Kurt-Peter Zirn

▼ Abb. 2: Zeichnung, 70/450-Newton: fst 7^m1, 78x, UHC; Martin Schoenball

BEOBSACHTUNGEN – IC 1848

- **130/1040-Refraktor:** fst 6^m5; etwas schwieriger als IC 1805. Bei längerem Schauen mit 26x und UHC-Filter aber auch nicht schwer. Vom Sternhaufen IC 1848 der Uranometria (2h 51,1min, +60° 25') zieht sich ein breites Nebelband nach Osten zum 8^m-Stern bei 2h 53,0min, +60° 28'. Der hellste Nebelteil ist ein Fleck mit 5' Durchmesser um den Doppelstern nordöstlich davon (nicht auflösbar; 2h 54,2min, +60° 39'). Der hellste Fleck liegt etwas nordöstlich des Doppelsterns, nicht darum herum. Bis zum Sternhaufen Cr 33 (lt. Uran. bei 2h 59,3min, +60° 24') ist der Himmel deutlich hell: Nebel! Vom Sternhaufen selbst ist mit UHC-Filter nichts zu sehen. Ein Riesen-Nebelkomplex. *Wolfgang Vollmann*
- **200/1000-Newton:** fst 6^m0; der Nebel zieht sich entlang einer Sternkette, die am Anfang und Ende von Doppelsternen abgeschlossen wird. Länge mindestens 1,5°, dabei sehr schmal, stark fragmentierte Struktur. [OIII]; 31x. *Michael Dütting*

► Abb. 3: CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 364mm, QSI 583wsg, 24x30min (Ha), 14x30min ([OIII]), 10x30min, Astrodon-Filter. Immo Gerber



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

DIE Sieger

Die Sieger des Fotowettbewerbs von Astro-systeme Austria (ASA) und interstellarum

1. Platz
EINSTEIGER | Emil Pera

Emil Pera gewinnt die CCD-Kamera ML8300 von Finger Lakes Instruments im Wert von 3795€. Weitere Informationen:
☞ www.astrosysteme.at/de/fli_kameras.html



▲ »Flammen- und Pferdekopfnebel«: Digitalfoto, 8"-Newton bei 665mm, Canon EOS 450Da, ASA 0,73× Reducer/Korrektor, 6,5 Stunden Gesamtbelichtungszeit, Bearbeitung mit Pixinsight und Photoshop. *Emil Pera*

Unsere Leser haben per Online-Voting aus den Kategorien **Einsteiger** (betreiben seit weniger als drei Jahren Astrofotografie) und **Experten** (betreiben seit

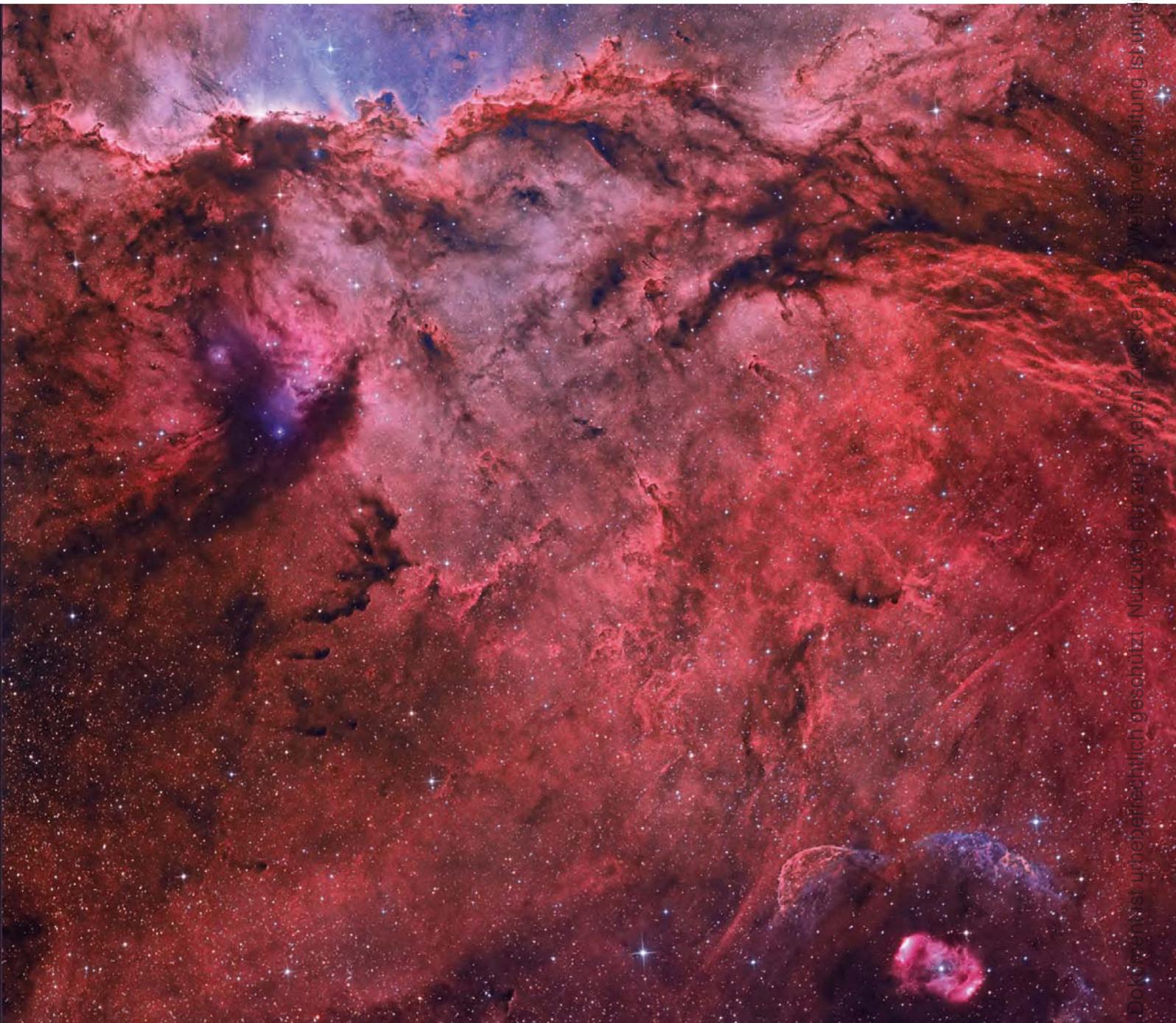
mehr als drei Jahren Astrofotografie) die besten Bilder ausgewählt. Die ersten Preise gehen an die Astrofotografen der Bilder mit den meisten Stimmen (je Kategorie). Die Astrofotografen

der jeweils zweit- und drittplatzierten Bilder gewinnen die weiteren Preise. **Alle Preise werden auf der Astronomie-Messe AME am 14.9.2013 in Villingen-Schwenningen verliehen.**

Kfir Simon gewinnt die Montierung DDM 60 von ASA im Wert von 7800€. Weitere Informationen:

☞ www.astrosysteme.at/de/montierung_ddm60.html

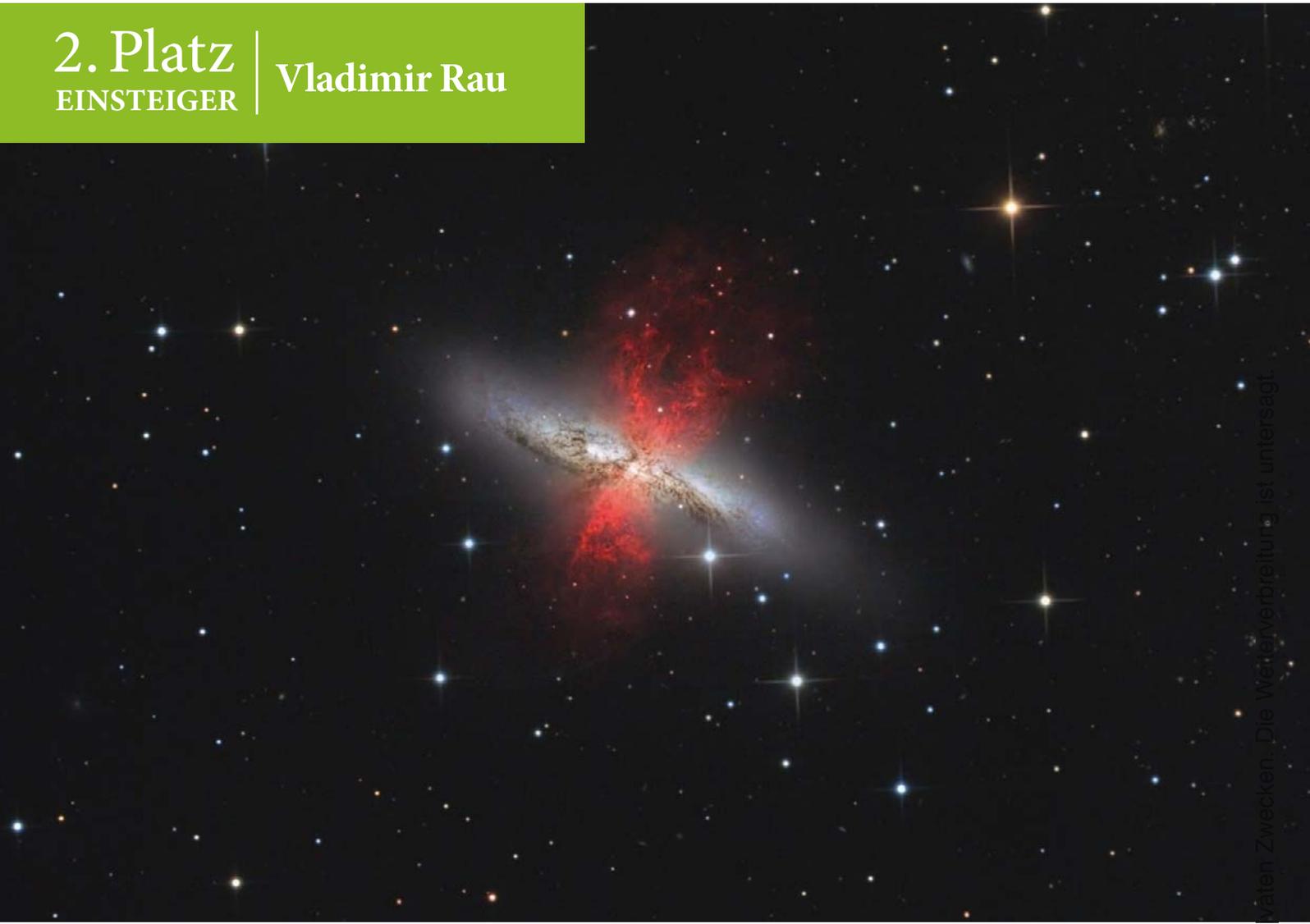
1. Platz
EXPERTEN | **Kfir Simon**



▲ »NGC 6188«: CCD-Aufnahme, 16"-Newton bei 1524mm, Apogee Alta U-16M. Kfir Simon

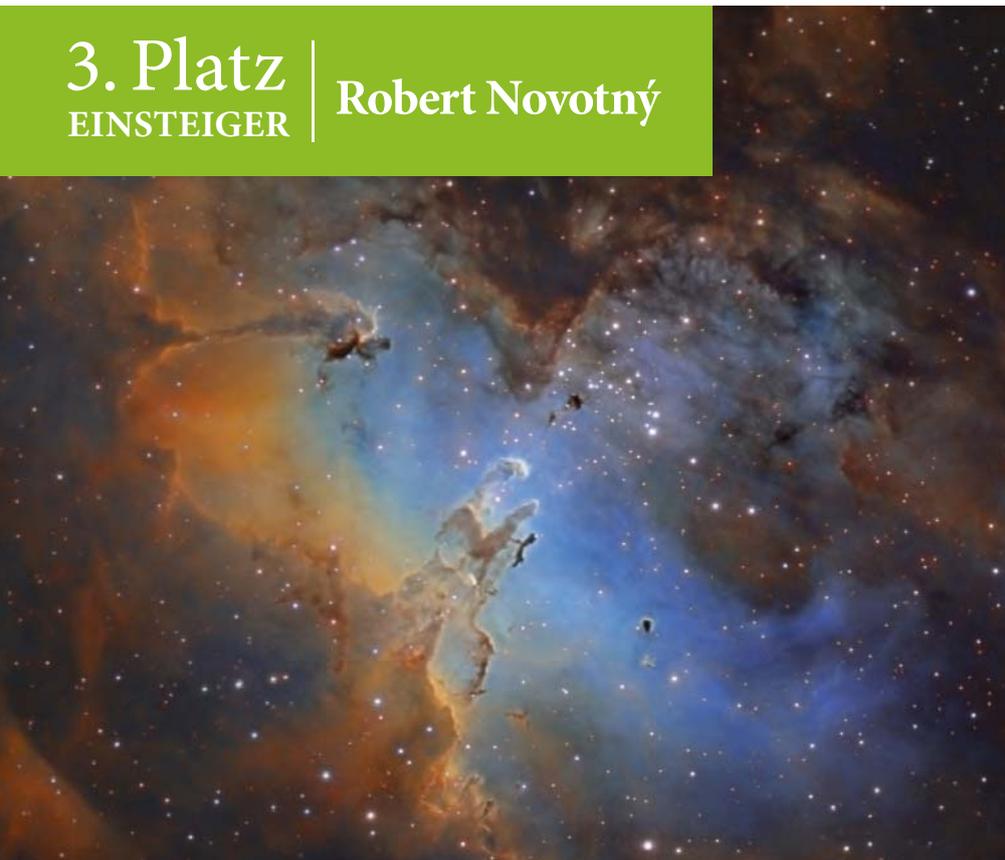
2. Platz | Vladimir Rau

EINSTEIGER



3. Platz | Robert Novotný

EINSTEIGER



▲ **Vladimir Rau** gewinnt einen ASA-Korrektor nach Wahl (2" oder 3", für Newton- oder Schmidt-Cassegrain-System) im Wert von 660€ bis 1260€. Weitere Informationen: www.astrosysteme.at/de/korrektoren.html

»M82«: CCD-Aufnahme, 12"-Newton bei 1840mm, Moravian G28300/Canon EOS1000Da, Luminanz/H α -Filter, 10 \times 15min + 15 \times 10min (H α), 15 \times 40min (je RGB. Bearbeitung mit Photoshop und PixInsight). *Vladimir Rau*

◀ **Robert Novotný** gewinnt 12 Stunden Beobachtungszeit an einem ASA-Remoteteleskop in Südspanien im Wert von 600€. Weitere Informationen: www.astrosysteme.at

»M 16 in HST-Palette«: CCD-Aufnahme, 6.3"-SCT bei 1650mm, SBIG 8300M, Baader H α -, [SII]-, [OIII]-Filter, 26 \times 10min (H α), 15 \times 10min ([SII]), 15 \times 10min ([OIII]). *Robert Novotný*



2. Platz | **Fabian Neyer**
EXPERTEN

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

▲ **Fabian Neyer** gewinnt einen ASA-Korrektor nach Wahl (2" oder 3", für Newton- oder Schmidt-Cassegrain-System) im Wert von 660€ bis 1260€. Weitere Informationen:
 ☞ www.astrosysteme.at/de/korrektoren.html

»Orion-Mosaik«: CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 580mm, STL11000M, Baader H α -, RGB-Filter, 2x2-Mosaik, 60,9 Stunden Gesamtbelichtungszeit über 19 Nächte. *Fabian Neyer*

▶ **Ivan Eder** gewinnt 12 Stunden Beobachtungszeit an einem ASA-Remoteteleskop in Südspanien im Wert von 600€. Weitere Informationen:
 ☞ www.astrosysteme.at

»M 81 und M 82 mit Fluxnebel«: Digitalfoto, 12"-Newton bei 1130mm, Canon EOS 5D Mk II, ISO 1600, 25,75 Stunden Gesamtbelichtungszeit. *Ivan Eder*



3. Platz | **Ivan Eder**
EXPERTEN

Atmosphärisches

▲ Abb. 1: Komposit der Maximumsperiode der η -Aquadriden am 5., 6. und 7. Mai. Digitalfoto, 16mm-Objektiv bei f/2,8, Canon EOS 60Da, ISO 800/1600. Die Referenzaufnahme mit Horizont und Zodiakallicht wurde am 11. Mai als Mosaik aus sechs Einzelaufnahmen erstellt. Danach wurden alle am 5.-7. Mai fotografierten Meteore an die entsprechenden Himmelspositionen montiert. *Thomas Rattei*

Sternschnuppen und Boliden verraten, dass der nächtliche Himmel durch einen Schutzschirm von uns getrennt ist. Tagsüber sorgt die Lufthülle der Erde nicht nur für das Himmelsblau, sondern im Zusammenspiel mit Wassertröpfchen und Eiskristallen auch für andere Erscheinungen.



▲ Abb. 2: 22°-Halo der Sonne am 20. Mai. Digitalfoto, 11:46 MESZ, 17mm-Objektiv bei f/13, Canon EOS 50D, ISO 200, 1/320s. *Stefan Kolb*

▼ Abb. 3: Dieser extrem helle Bolide (vermutlich ein κ -Cygnide) löste auf dem 6. Hunsrücker Teleskop Treffen (HUTT) wahre Begeisterungstürme aus. Zum Glück lief eine Kamera für eine Zeitrafferaufnahme dauerhaft mit einem Fisheye-Objektiv. Digitalfoto, 9.8.2013, 23:45 MEZ, 8mm-Objektiv bei f/3,5, Canon EOS 400D, 317×30s. Aus 317 Einzelbildern zusammengerechnete Strichspuraufnahme. *Benjamin Hartmann*



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



D. Fischer

▲ Abb. 1: Blick in den Tagungsraum in St. Andreasberg: Die »Verpflanzung« der Planeten- und Kometentagung an einen unbekanntem Ort gelang am Ende ohne Probleme.

Planetentagung auf Wanderschaft

Planeten- & Kometenbeobachter auf Deutschlandtour

von Daniel Fischer

Eine der traditionsreichsten deutschen Amateurtagungen, die jahrzehntelang ortsfest in Bayern stattfand, ist seit diesem Jahr wieder unterwegs, wobei vorerst der traditionelle Pflingstermin beibehalten wird. Heuer war eine Jugendherberge im Harz der Schauplatz der Planeten- und Kometentagung, sogar gemeinsam mit der Fachgruppe Sonne – und 2014 wird an der Sternwarte Bergedorf in Hamburg getagt.

Dies kommt nicht nur den vielen Astrofotografen im hohen Norden entgegen, sondern erledigt gleich noch die Frage einer astronomisch interessanten Exkursion mit: Historisch bedeutende Teleskope gibt es vor Ort genug. Auch für die Folgejahre wird schon geplant, die Reise geht dann wohl wieder in den Süden Deutschlands, während am Tagungskonzept weiter gefeilt wird.



D. Fischer

◀ Abb. 2: Immer präsent auf den Planetentagungen: Silvia Kowollik mit praktischen Demonstrationen von CCD-Technik und -Bildverarbeitung.

▶ Abb. 3: Einer der Gastgeber der Tagung 2014 in Bergedorf: Marc Wiekhorst – hier gegeben von zahlreichen Meteoriten – überbrachte in St. Andreasberg die überraschende Einladung in den Norden.



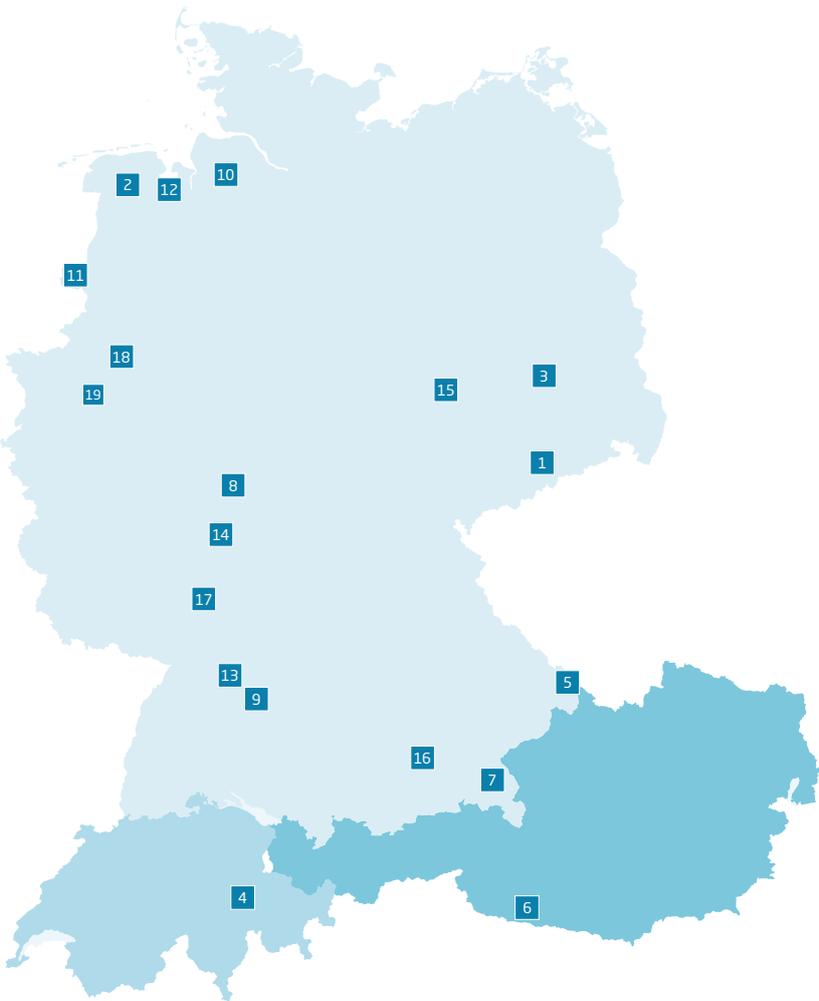
SURFTIPPS

Homepage der Tagung:
 ☞ www.planetentagung.de

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

Termine für Sternfreunde

Oktober/November 2013

- 
- 1** 2.–4.10.: **Workshop »Sonne«**,
09618 Großhartmannsdorf
☞ www.sonnetagung.de
- 2** 2.–6.10.: **8. Astronomie Tage Ostfriesland (ATO)**,
26639 Wiesmoor/Zwischenbergen
☞ www.astronomie-club-ostfriesland.de/Seite2.html
- 3** 2.–6.10.: **14. Herzberger Teleskoptreffen (HTT)**,
04916 Herzberg, Elsterland-Sternwarte Jeßnigk
☞ www.herzberger-teleskoptreffen.de
- 4** 3.–6.10.: **12. Astronomietage »Mirasteilas«**,
CH-7153 Falera
☞ www.mirasteilas.net
- 5** 3.–6.10.: **13. Almberg-Teleskoptreffen (ATM)**,
94158 Philippsreut/Mitterfirmiansreut
☞ www.almberg-treffen.de
- 6** 3.–6.10.: **29. Internationales Teleskoptreffen (ITT)**,
A-9761 Greifenburg/Emberger Alm
☞ www.embergeralm.info/stella
- 7** 3.–6.10.: **Astronomie-Treffen Chieming (ehemals CHAT)**,
83339 Chieming/
Jugendzeltplatz Venusberg
☞ www.jugendzeltplatz-chieming.de
- 8** 3.–6.10.: **Teleskoptreffen Vogelsberg (TTV)**,
36325 Feldatal
☞ sternenwelt-vogelsberg.de
- 9** 5.10.: **Astronomie-Live, Beobachtertreffen am Breitenstein**,
73230 Kirchheim/Teck
☞ tecksky.de/beob.htm
- 10** 5.10.: **Norddeutsche Tagung der Planetenfotografen**,
27432 Bremervörde
☞ www.norddeutsche-tagung-der-planetenfotografen.de
- 11** 12.10.: **Praktischer astronomischer Samstag (PaS)**,
49828 Neuenhaus/Sternwarte
☞ www.avgb.de/?p=000620
- 12** 19.10.: **Norddeutsches Astrofotografentreffen (NAFT)**,
26203 Wardenburg
☞ www.naft.de
- 13** 25.–27.10.: **9. Stuttgarter CCD-Workshop**,
70188 Stuttgart/
Sternwarte Uhlandshöhe
☞ www.sternwarte.de/verein/ccd-ws
- 14** 26.10.: **Spektroskopie Workshop 2013**,
63505 Langenselbold
☞ www.spektroskopie.fg-vds.de/langenselbold2013_d.htm
- 15** 31.–2.11.: **Archäoastronomie-Tagung 2013**,
06217 Merseburg
☞ www.archaeoastronomie.org
- 16** 1.–3.11.: **10. Tagung der VdS-Fachgruppe »Geschichte der Astronomie«**,
81679 München/Bogenhausen
☞ geschichte.fg-vds.de
- 17** 8.–10.11.: **Praxis der astronomischen Spektroskopie**,
64646 Heppenheim
☞ lschanne@gmx.de, spektroskopieforum.vdsastro.de/viewtopic.php?t=3989
- 18** 16.11.: **32. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa)**,
44801 Bochum
☞ www.boheta.de
- 19** 30.11.: **18. Hattinger Astronomischer Trödeltag (HATT)**,
45525 Hattingen-Mitte
☞ www.sternwarte-hattingen.de/hatt.htm

Himmelsphänomene fotografieren



Roland Störmer: **Himmelsphänomene fotografieren**, Edition FotoHits, mitp-Verlag, Landsberg am Lech 2013, ISBN 978-3-8266-3165-8, 211 S., 17,95€

Der Buchautor Roland Störmer hatte bereits seit vielen Jahren ambitioniert fotografiert, als er im Jahre 2008 die Astrofotografie für sich entdeckte. Seitdem hat ihn dieses Thema nicht mehr losgelassen und so schreibt er mit der lebendi-

gen Begeisterung des Novizen von seinen Erfahrungen. Sein Buch »Himmelsphänomene fotografieren« erscheint in der Edition FotoHits der gleichnamigen Zeitschrift. In den Büchern dieser Taschenbuchreihe erfahren die Magazinleser, wie man richtig blitzt, seine Urlaubsreise dokumentiert oder Menschen porträtiert – und nun eben auch, wie man den Himmel fotografiert.

Der Leserschaft entsprechend hält sich der Autor nicht lange bei den Grundlagen der Digitalfotografie auf. Schon nach wenigen Seiten beschreibt er das erste Projekt, nämlich die Erstellung von HDR-Aufnahmen von Wolkenformationen. Nach einer kurzen Motivation und Einführung in die Theorie erfährt der Leser mehr über die richtigen Kameraeinstellungen und – in Form einer Schritt-für-Schritt-Anleitung – wie mit der richtigen Software das fertige Bild erstellt werden kann. In diesem Stil führt der Autor seinen Lesern die Möglichkeiten der Himmelsfotografie vor und zwar von Aufnahmen am hellen Tag bis hin zur Astrofotografie mit der CCD-Kamera am nachgeführten Teleskop. Vielleicht etwas ungewöhnliche Projekte sind die Wolkenfotografie aus dem Linienflugzeug und die Verwendung des

Livebildes auf dem Display der Canon EOS zur Videoastronomie für Mond und Planeten.

Der Autor vermittelt mit seinem Rundgang einen guten Eindruck von der Vielfalt der Astrofotografie. Ein kleines Manko ist, dass leider nicht alle seine Anregungen ohne kostenpflichtige Software umsetzbar sind und möglicherweise nicht alle seine Tipps für die DSLR von Canon auf andere Hersteller übertragbar sind. Leider kommen auch die vielen Beispielaufnahmen in dem kleinen Buchformat nicht richtig zur Geltung. Der Zielgruppe dieser Buchreihe – Fotografen, die mal etwas Neues ausprobieren wollen – wird der Autor gerecht.

► Stefan Taube

Android-App SkEye Astronomy



Android-App: **SkEye**, 1 MB, Version 6.0.2, Android 2.1 oder höher, kostenlos

Die App »SkEye Astronomy« ist ein grafisch ansprechend gemachtes digitales Planetarium für Android-Geräte. In der kostenfreien Version

enthält die App alle Sterne bis 8^m sowie die Objekte des Messier-Katalogs und 200 ausgewählte Objekte des NGC-Katalogs. Durch ein kostenpflichtiges Update (6,77€) kann der Datenbestand der App erweitert werden: Die »Pro«-Version enthält Sterne bis 10^m sowie alle Objekte des NGC- und auch des IC-Katalogs.

Wie bei Programmen dieser Art inzwischen üblich, verwendet die App den Standort des Anwenders, um die Ansicht des Sternhimmels über dem Beobachter zu berechnen. Durch Auslesen der Lagesensoren wird der Ausschnitt des Nachthimmels dargestellt, der sich in Blickrichtung des Nutzers befindet. Während der Anwender stufenlos in die Ansicht hineinzoomen kann, wird ihm die Winkelauflösung des angezeigten Bildausschnittes genannt, so dass eine Orientierung am Nachthimmel (auch durch das mögliche Einblenden verschiedener Hilfslinien wie Sternbilder, Raster etc.) schon Anfängern einfach gelingt.

In der Beschreibung der App wird als zusätzliches Feature erwähnt, dass diese auch als elektronischer Sucher fungieren kann: Das Smartphone muss hierzu auf das

Fernglas oder Teleskop montiert werden und über die Funktion zum Suchen und Finden verschiedener Himmelsobjekte wird dann angezeigt, in welche Richtung die Beobachtungsoptik geschwenkt werden muss, um das Objekt beobachten zu können. Es steht zu vermuten, dass diese Funktion nur für Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge und bestenfalls für kleine Vergrößerungen funktioniert, da die Lagesensoren in den Smartphones bekanntermaßen (noch?) nicht exakt genug arbeiten, um das Bild auch zu großen Vergrößerungen passend zu berechnen, nachzuführen und anzuzeigen.

Die kostenfreie App »SkEye Astronomy« ermöglicht gleichermaßen die Vorbereitung einer nächtlichen Beobachtung (durch die Anzeige des Sternhimmels zu einem beliebigen Beobachtungszeitpunkt) und die Verwendung unter dem nächtlichen Himmel (durch die adaptionschonende rot/schwarze Darstellung) und richtet sich mit ihrem übersichtlichen Funktionsumfang eher an Einsteiger.

► Ullrich Dittler

interstellarium

Thema Teleskope



Ab 18.10.2013 im Handel.

interstellarium 91



Ab 15.11.2013 im Handel.

Abonnement

8 Hefte jährlich: 6 Ausgaben
zweimonatlich + 2 Sonderhefte
59,90€ (DE, AT), 64,90€ (CH, Ausland)
www.interstellarium.de/jahresabo.asp

Abo-Service

Sylvia Schaub, aboservice@interstellarium.de,
091 31/970694

Impressum

interstellarium

Zeitschrift für praktische Astronomie
gegründet 1994 von Jürgen Lamprecht,
Ronald Stoyan, Klaus Veit

Verlag

Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Str. 67,
91054 Erlangen

Geschäftsführung

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Ronald Stoyan

Redaktion

Daniel Fischer, Dr. Frank Gasparini,
Dr. Hans-Georg Purucker
redaktion@interstellarium.de

Kolumnen

Prof. Dr. Ullrich Dittler, Kay Hempel, Manfred
Holl, Matthias Juchert, Karl-Peter Julius, André
Knöfel, Burkhard Leitner, Uwe Pilz, Stefan Seip,
Lambert Spix, Wolfgang Vollmann

Astrofotos

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

Herstellung

Christian Protzel, Frank Haller

Grafik

Frank Haller, Dr. Frank Gasparini,
Stephan Schurig, Arnold Barmettler

Anzeigen

es gilt die Preisliste Nr. 14 vom 1.11.2012
www.interstellarium.de/mediainfo.asp

Anzeigenleitung

Marion Faisst, werbung@interstellarium.de,
091 31/9239067

Vertrieb (DE, AT, CH)

Verlagsunion KG, Am Klingenberg 10,
65396 Walluf, ISSN 0946-9915

Hinweise für Leser

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

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

Koordinaten: äquatoriale Koordinaten-
angaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders
angeben V-Helligkeit

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

Kartenverweise: Deep Sky Reiseatlas (DSRA),
interstellarium Deep Sky Atlas (IsDSA), Foto-
grafischer Mondatlas (FMA)

INTERAKTIV



Senden Sie uns Ihre Texte und Bilder!

interstellarium veröffentlicht Ihre Texte zu allen Bereichen der praktischen Astronomie. Wir freuen uns über Ihre Artikel, Bilder und Beschreibungen!

Objekte der Saison für die kommenden Ausgaben

Name & Sternbild	Vorstellung	Ergebnisse	Einsendeschluss
NGC 1981 (Ori), NGC 1535 (Eri)	Heft 85	Heft 91	20.9.2013
M 81/82 (UMa), NGC 2392 (Gem), NGC 3079 (UMa)	Heft 86	Heft 92	20.11.2013
M 3 (CVn), M 106 (CVn), NGC 4244 (CVn)	Heft 87	Heft 93	20.1.2014
M 57 (Lyr), M 92 (Her), NGC 5466 (Boo)	Heft 88	Heft 94	20.3.2014
M 27 (Vul), NGC 6826 (Cyg), IC 1318 (Cyg)	Heft 89	Heft 95	20.5.2014
NGC 869/NGC 884 (Per), NGC 752 (And), NGC 925 (Tri)	S. 26-29	Heft 96	20.7.2014

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.interstellarium.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 orthographische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht sinnstiftend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

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

