

Titelbild: Das European Extremely Large Telescope (E-ELT) der Europäischen Südsternwarte, das 2022 in Chile betriebsbereit sein soll, ist eines der neuen Riesenaugen der Menschheit in aller Welt. [ESO]

Meilensteine aus 20 Jahren interstellarium

1994



2002



2007



2013



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

dies ist die vorerst letzte Ausgabe von interstellarium. In der derzeitigen Form kann die Zeitschrift die damit beruflich beschäftigten Menschen nicht ausreichend ernähren. Nach vielen Jahren der Suche nach Wegen aus dieser Situation ist dieser Schritt daher unvermeidlich. Gleichzeitig mit dem gedruckten Heft wird auch der interstellarium-Newsletter eingestellt. Die interstellarium-App folgt Anfang kommenden Jahres.

Dies muss aber nicht das letzte Wort sein – Sie, unsere Leser, haben es in der Hand, die Zeitschrift und den Newsletter zu retten!

Die interstellarium-Story begann vor 20 Jahren. Im Herbst 1994 saßen drei Studenten in einer Souterrain-Wohnung in Erlangen an ihren zusammen geschraubten 386er-Rechnern und bastelten an der ersten Ausgabe von interstellarium. Sie hatten keine Ahnung von Zeitschriftensatz, Aboversand oder Steuerrecht. Aber sie einte die Idee, etwas für damalige Verhältnisse völlig Neues zu erschaffen: eine überregionale Zeitschrift von und für Hobby-Astronomen, ein Medium für praktisch tätige Sternfreunde, ein Sprachrohr für die deutschsprachige Astro-Szene – mit Qualitätsanspruch und Authentizität.

Während zwei Jahrzehnten entwickelte sich daraus interstellarium in der heutigen Form. Wir haben Sie in dieser Zeit mit der einzigartigen interstellarium-Philosophie versorgt:

- Themen, die Sternfreunde wirklich beschäftigen
- Praxisnähe statt akademischer Elfenbeinturm
- direkter Nutzwert für Ihr Hobby
- aussagekräftige und nachvollziehbare Tests und Produktvergleiche
- die Möglichkeit für jeden Leser, durch Abbildungen und Artikel selbst mitzuarbeiten

Wir stecken viel Aufwand in jeden einzelnen Beitrag und legen großen Wert auf Inhalt und Sprache. Wir legen außerdem viel Wert auf die grafische und gestalterische Aufbereitung der Inhalte. Alle Redakteure sind selbst Hobby-Astronomen und Teil der Astro-Szene - das ermöglicht es uns, mit unseren Lesern auf Augenhöhe und gleicher Wellenlänge zu kommunizieren. Keine andere Astrozeitschrift vereint diese Merkmale so wie interstellarium.

interstellarium hat die Astronomie-Szene geprägt und verändert. Aber auch diese hat sich gewandelt: Mit dem Internet haben neue Formen der Kommunikation Einzug gehalten. Mailinglisten und Astro-Foren haben die Rolle einer Zeitschrift weitgehend ersetzt. Nach Anleitungen und Tests googelt man heute. Und Sternfreunde präsentieren mehr denn je

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

INFO

Wichtige Information für bestehende Abonnenten

Ob Ihr bestehendes Abonnement fortgesetzt werden kann, hängt vom Ausgang der Crowdfunding-Aktion ab.

Wenn die Crowdfunding-Aktion ihr Ziel erreicht:

- In diesem Fall wird Ihr bestehendes Abonnement im Sommer 2015 mit Ausgabe 98 fortgesetzt. Sie können dann wählen zwischen der Zusendung der Printheft oder einem reinen Digitalabo über unsere neue App - beides hat denselben Preis. Mit der nächsten regulären Jahresrechnung erhöht sich Ihr Abo-Beitrag auf 69,90€ (Deutschland, Österreich) bzw. 74,90€ (Schweiz und weitere Länder). Wenn Sie nicht mit der Erhöhung der Abo-Beträge einverstanden sind, kündigen Sie Ihr Abo bitte fristgemäß. Es endet dann mit der letzten Nummer Ihres aktuellen Bezugszeitraums.

Wenn die Crowdfunding-Aktion ihr Ziel nicht erreicht:

- In diesem Fall wird keine weitere Ausgabe von interstellarum erscheinen. Wir werden bereits bezahlte Beträge für nicht mehr gelieferte Hefte ab März 2015 zurückerstatten. Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass wir vor Ende des Crowdfundings kein Geld zurückerstatten können. Digital über die interstellarum-App gekaufte Hefte bzw. das Plus-Upgrade können Sie noch bis Ende Februar 2015 nutzen, danach wird die App abgeschaltet.

ihre Ergebnisse in verschiedenen Online-Communities und auf eigenen Webseiten. Dieser Wandel zum Digitalen gefährdet das Geschäftsmodell einer Zeitschrift. Landauf landab kämpfen Printmedien um ihre Leser – mit ungewissem Ausgang.

Auch interstellarum ist von dieser Problematik betroffen. Die gedruckte Zeitschrift allein kann das Team (insgesamt 7 fest angestellte Mitarbeiter in Geschäftsführung, Redaktion, Herstellung, Online und Verwaltung, dazu kommen freie Redakteure und Autoren) nicht finanzieren. Wir sind daher seit einigen Jahren mit viel Aufwand und Geld bestrebt, neue digitale Geschäftsmodelle zu entwickeln:

- Seit 2005 wird der 14-tägige interstellarum-Newsletter gratis verschickt.
- 2010 haben wir mit fernrohrfinder.de ein großes Vergleichsportale für Teleskope geschaffen.
- Seit 2011 gab es mit der kostenlosen interstellarum-Sternstunde ein professionelles Video-Magazin parallel zur Zeitschrift.
- Mit der App interstellarum-Himmelskalender waren wir 2012 die erste astronomische Zeitschrift weltweit mit einer eigenen App.
- Unsere neue interstellarum-App, die dieses Jahr startete, ermöglicht das digitale Lesen mit allen Endgeräten und ist damit vielen Angeboten anderer Zeitschriften weit voraus.

Diese neuen digitalen Geschäftsmodelle kosten Arbeitszeit und Geld. Ohne dass sich daraus zusätzliche Einnahmen ergeben, um dringend notwendige zusätzliche Stellen zu schaffen, führt dieser Weg jedoch in eine Sackgasse. Ergebnis ist, dass immer weniger Mitarbeiter immer mehr Leistung erbringen müssen – ein Teufelskreis, aus dem es nur schwerlich einen Ausweg gibt, wenn man die Qualitätsansprüche und die Zielrichtung, für die der Name der Zeitschrift steht, aufrecht erhalten will. Dazu gehört eine branchenübliche Bezahlung der Mitarbeiter, um nachhaltiges Personal zu binden.

Der die Zeitschrift interstellarum tragende Oculum-Verlag ist nicht Teil einer größeren Konzernstruktur und kann entstehende Defizite nicht über längere Zeit auffangen, ohne selbst existentiell bedroht zu werden. Die bittere Konsequenz der sich zuspitzenden Situation bedeutet deshalb die Aufgabe der Zeitschrift insgesamt. Die vorliegende Ausgabe 97 ist die letzte erscheinende Nummer. Ausgabe 98 wird nicht mehr wie geplant im Januar veröffentlicht. Auch unsere Jubiläumsnummer 100 ist damit – vorerst – abgesagt.

Normalerweise wäre die interstellarum-Story an dieser Stelle zu Ende. Doch wir wissen, wie viel Ihnen die Zeitschrift bedeutet und würden gerne gemeinsam mit unseren Lesern einen letzten Versuch starten, interstellarum dauerhaft auf sichere finanzielle Beine zu stellen. Wir haben uns deshalb zu einem ungewöhnlichen Schritt entschieden, bei dem wir die Zukunft des Blattes in die Hände der Astronomieszene legen – der Szene, aus der interstellarum vor 20 Jahren entstanden ist. Crowdfunding heißt das Stichwort dazu.

Bei dieser Art von Online-Sammelaktion können sich auf einer speziellen Plattform zahlende Unterstützer für interstellarum eintragen. Ziel ist es, eine Summe von 100.000€ zu erreichen, um den Teufelskreis zu durchbrechen und das Team für einen Neustart ausreichend finanzieren zu können. Crowdfunding funktioniert jedoch nach dem **Alles-oder-Nichts-Prinzip**: Wird diese Summe erreicht oder überschritten, erscheint interstellarum ab dem Sommer 2015 wieder. Wird das Ziel verfehlt, bleibt die Zeitschrift zusammen mit dem Newsletter endgültig eingestellt. Eine ausführliche Erklärung zum Ablauf der Aktion finden Sie im Kasten.

Crowdfunding-Kampagne für interstellarum: www.startnext.de/interstellarum

Kurioserweise hat interstellarum bereits ausreichend Leser, um die Zeitschrift dauerhaft zu finanzieren. Bedauerlicherweise bezieht jedoch fast die Hälfte der Leser das Magazin am Kiosk – denn vielen Kunden ist nicht bewusst, dass die auf diesem Weg verkauften Hefte dem Verlag praktisch keine Einnahmen bringen. Nicht nur Kioskbetreiber, Presse-Großhandel und Nationalvertrieb behalten ihren Anteil vom Verkaufspreis ein, sondern

es müssen auch all diejenigen Exemplare der Zeitschrift mitfinanziert werden, die keine Abnehmer finden. Das sind teilweise mehr als 50% der Handlungsaufgabe. Dieser Anteil kann nicht reduziert werden, ohne den Kioskverkauf insgesamt zu gefährden.

Kaufen Sie interstellarum bisher am Kiosk?

Wenn Sie interstellarum weiterhin lesen möchten, dann unterstützen Sie die Crowdfunding-Aktion bitte mit einem Print-, Digital- oder Plus-Abo! Damit die Zeitschrift weiterhin bestehen kann, muss die Hälfte der Kioskleser ein Abonnement abschließen. Geben Sie sich einen Ruck und unterstützen Sie uns - ohne Ihre Hilfe wird es die Zeitschrift nicht mehr geben! Ihre Vorteile sind ein verbilligter Bezug gegenüber dem Kioskkauf und die Lieferung frei Haus.

Sind Sie bereits Abonnent?

Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass wir die Abobeiträge im Fall der Fortsetzung der Zeitschrift um 10 Euro pro Jahr erhöhen müssen. Als bestehender interstellarum-Abonnent sind auch Sie ein wichtiger Teil bei der Rettung der Zeitschrift. Bitte bleiben Sie uns weiterhin treu!

Wie und wo auch immer Sie interstellarum lesen: Machen Sie die Crowdfunding-Aktion in Ihren astronomischen Netzwerken bekannt! Rühren Sie für uns die Werbetrommel und preisen Sie interstellarum bei Sternfreunden, Vereinsmitgliedern, Stammtischkollegen und allen interessierten Hobbyastronomen an. Wir brauchen etwa 1500 neue Abonnenten, um das Ziel zu erreichen!

Bis Mitte Februar entscheidet sich also die Zukunft der Zeitschrift. Ich möchte mich für Ihre Unterstützung jetzt schon bedanken und hoffe, mich bald wieder an dieser Stelle an Sie zu wenden - und mit Ihnen dann gemeinsam in Jahresfrist das Jubiläum unserer 100. Ausgabe begehen zu können!

Herzliche Grüße,
Ihr,

PS: Völlig kostenlos und unverbindlich ist die Eintragung als Fan von interstellarum bei Startnext - melden Sie sich noch heute an!

⇐ INTERAKTIV



So werden Sie Crowdfunding-Supporter

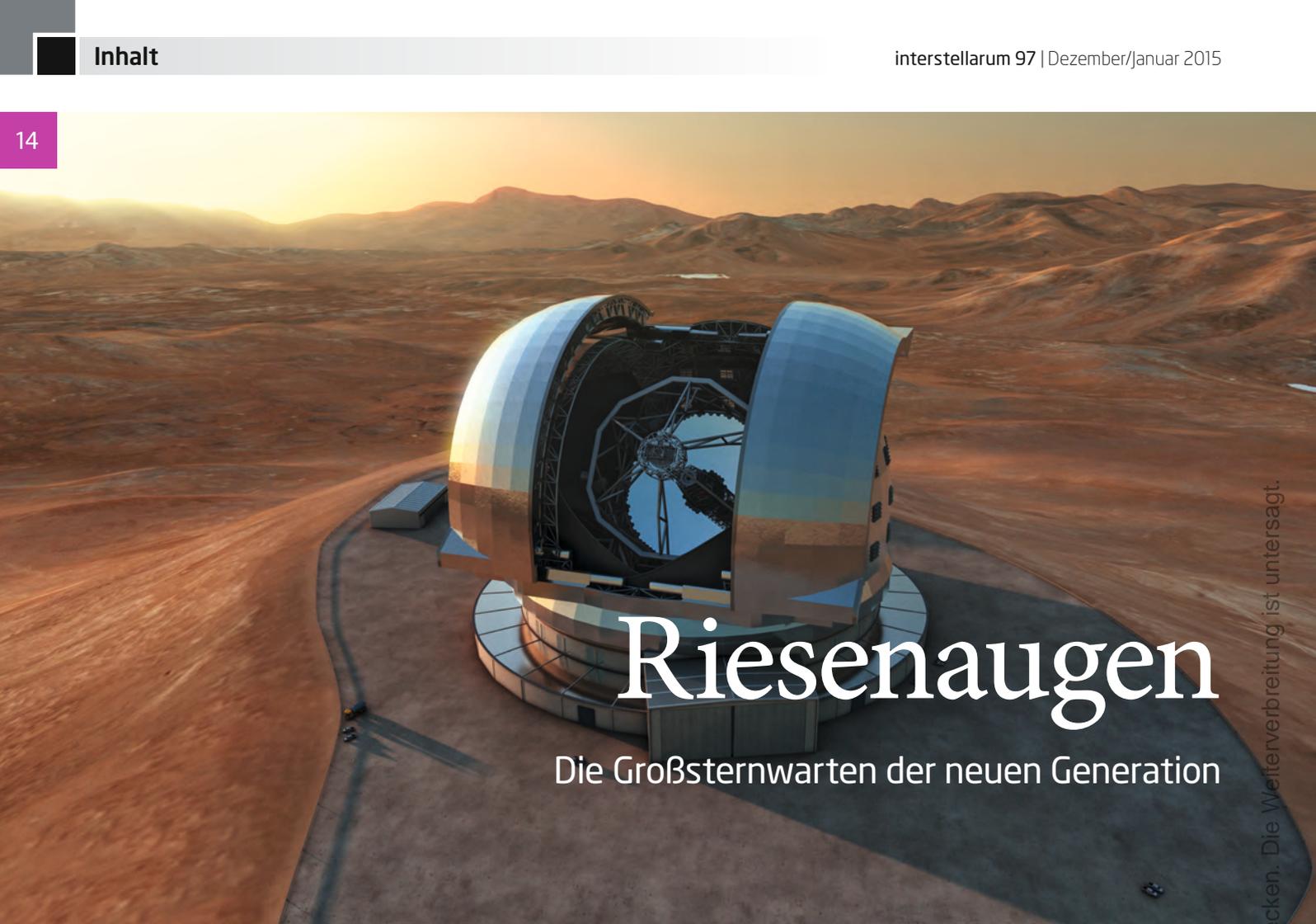
Ihr persönlicher Beitrag kann helfen, interstellarum neu zu starten. So können Sie selbst dazu beitragen:

1. Um die Crowdfunding-Aktion zu unterstützen, müssen Sie sich zunächst unter **www.startnext.de** registrieren. Diese Registrierung ist kostenlos. Die Teilnahme ist nur über das Internet möglich. Startnext ist ein seriöser Partner, der schon viele Crowdfunding-Vorhaben im Medienbereich unterstützt hat.
2. Wenn Sie registriert sind, öffnen Sie die Projektseite unter **www.startnext.de/interstellarum**. Hier können Sie uns durch Ihren finanziellen Beitrag, »Dankeschön« genannt, unterstützen.
3. Sie können zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Unterstützung wählen: Print-Abo, Digital-Abo, Plus-Abo (Print und digital), Unterstützer-Abo (Print und digital + freiwillige Mehrzahlung) und Sponsoren-Abo. Alle Varianten beinhalten ein neues Abonnement der Zeitschrift ab der Ausgabe 98, die es bei Erfolg der Aktion im Sommer 2015 geben wird. Es beinhaltet sechs zweimonatlich erscheinende Hefte sowie zwei Themenhefte (Teleskope & Ferngläser, Himmels-Almanach) pro Jahr.
4. Ziel ist es, insgesamt einen Betrag von 100.000€ zu erreichen, damit die Zeitschrift wieder erscheinen kann. Um den Newsletter-Dienst weiterhin kostenlos anbieten zu können, sind weitere 15.000€ nötig. Sie können jeweils auf der Projektseite sehen, welche Summe schon erzielt worden ist.
5. Die Crowdfunding-Aktion endet Mitte Februar 2015. Bitte informieren Sie sich auf der Projektseite über den Ausgang der Aktion.
6. Wenn die Summe von 100.000€ erreicht wird, werden uns Ihre Daten vom Crowdfunding-Portal mitgeteilt. Die neu abgeschlossenen Abos werden dann gültig, Sie erhalten von uns zwischen März und Mai ein Begrüßungs-Anschreiben dazu. Voraussichtlich im Juli wird dann das erste Heft Ihres Abos geliefert.
7. Verfehlt die Aktion das Ziel von 100.000€, ist die Aktion beendet. Die Zeitschrift bleibt dann eingestellt. Es werden keine Adressen an uns weitergeleitet, es kommt also auch kein Abonnement zustande. Sie bekommen ihr eingezahltes Geld zurück. Die Teilnahme ist deshalb für Sie komplett risikofrei.

Bitte beachten Sie:

- Bereits jetzt bestehende Abonnements werden im Erfolgsfall automatisch fortgesetzt. Sie müssen nicht neu abonnieren.
- Neue Abonnements, die während der Crowdfunding-Aktion direkt beim Verlag bestellt werden, tragen nicht zum Erreichen der Ziel-Summe bei - schließen Sie neue Abos daher unbedingt über die Projektseite bei Startnext ab.
- Wenn Sie bereits Abonnent sind, können Sie uns mit einem Plus-Upgrade unterstützen. Bitte tragen Sie sich nur dann für eine der Abo-Varianten ein, wenn Sie dauerhaft zwei Abos erhalten wollen.

🔗 [Link zur Projektseite: www.startnext.de/interstellarum](http://www.startnext.de/interstellarum)



Riesenaugen

Die Großsternwarten der neuen Generation

Hintergrund

Forschung aktuell

- 10 **Willkommen auf des Kometen Kern**
- 11 Geschichte eines Meteoriten genauestens rekonstruiert
- 11 Auf Uranus toben wieder heftige Stürme

Amateure & Wissenschaft

- 12 **Exoplaneten aktuell**
WASP-12b

Hauptartikel

- 14 **Riesenaugen**
Die Großsternwarten der neuen Generation

👉 DIE NEUE IS-APP



Mit der **interstellarum-App** lesen Sie interstellarum bequem auf Ihrem Smartphone, Tablet oder PC!

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/app

Himmel

Ereignisse

- 20 **Merkur im Wettlauf mit Venus**
Merkur in östlicher Elongation am 14. Januar
- 20 **Doppelter Mondschattentransit auf Jupiter** am 2./3. Januar
- 21 **Dreifacher Mondschattentransit mit Verfinsterung auf Jupiter** am 24. Januar

Sonnensystem

- 24 **Sonne aktuell**
Tiefer Einbruch im Juli
- 25 **Planeten aktuell**
Riesenplanet im Fokus
- 26 **Kometen aktuell**
Wieder ein Komet Lovejoy

Sternhimmel

- 29 **Objekt der Saison für Einsteiger**
Mel 25
- 30 **Objekt der Saison für Stadtbeobachter**
NGC 2169
- 31 **Objekt der Saison für Landbeobachter**
NGC 1569

Praxis

Planeten

- 34 **Beobachtungen im Himmelsblau**
Planetenbeobachtung am helllichten Tag

Deep-Sky

- 38 **Deep-Sky-Roadmap**
Eine Tour mit dem interstellarum Deep Sky Atlas

Know-how

- 42 **Schritt für Schritt**
Wie kann man den Helligkeitsverlauf von Finsternissen mit einfachen Mitteln messen?



Beobachtungen im Himmelsblau

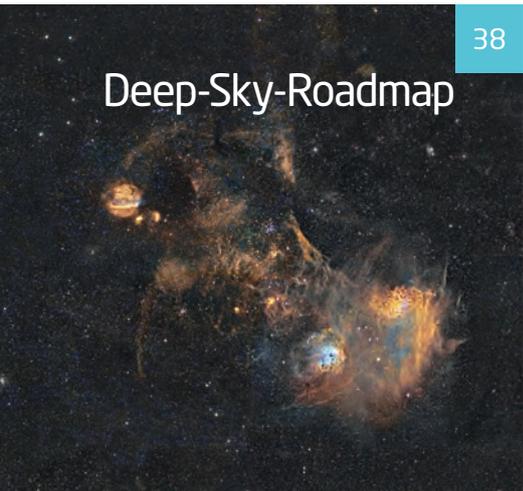
34



Der Klassiker ist zurück

Drei Baureihen orthoskopischer Okulare im Vergleich

51



Deep-Sky-Roadmap

38



Die Cuzdi-Maske

46



-36°

54

Technik

Astrofotografie

46 Die Cuzdi-Maske

Eine für Digitalkameras optimierte Scharfstellhilfe

Test

51 Der Klassiker ist zurück

Drei Baureihen orthoskopischer Okulare im Vergleich

Selbstbau

55 Kohle nachlegen

Selbstbau eines 33"-Dobsons in Carbontechnik

Know-how

60 Schritt für Schritt

Wie werden aus einzelnen Planetenbildern flüssige Rotations-Animationen?

Beobachtungen

Erlebnis

64 -36°

Polarlichtbeobachtung extrem

Galerie

66 Himmelswunder

Objekte der Saison

68 Leser beobachten

M 42, NGC 1502 und NGC 1300

Rückblick

71 Zarte Farben

Szene

Bericht

74 Der Mann vom Mond und seine Kamera

Buzz Aldrin eröffnete das Zeiss Forum Oberkochen

Rezensionen

75 Die Nacht — Reise in eine verschwindende Welt

75 Atlas Novus Coelestis

76 Android-/iOS-App: SkyPortal

Astro-Markt

76 Private Kleinanzeigen

76 Gewerbliche Anzeigen

HEFTTIPP



interstellarum Himmels-Almanach 2015

Unser neues Jahrbuch bietet Ihnen Woche für Woche alle astronomische Ereignisse des Jahres 2015.

Kurzlink: oc1m.de/hefte



Willkommen auf des Kometen Kern!

von Daniel Fischer

ESA/Rosetta/NAVCAM

So sieht er aus, der Kern des Kometen Churyumov-Gerasimenko, dessen Zentrum sich Rosetta hier am 19. September bis auf 28,6km angenähert hatte. Selbst die einfache Navigationskamera der europäischen Raumsonde – Bildmaterial der viel schärfer abbildenden wissenschaftlichen Kamera gelangt leider kaum in die Öffentlichkeit – sieht nun schon eine Fülle dramatischer Landschaftsdetails auf dem quasi doppelten Körper. Auf dessen »Kopf« (rechts) soll im November der Lander Philae abgesetzt werden. Auch zu erkennen: vom »Hals« gebündelt abströmender Staub – der Komet wird langsam aktiv.

Geschichte eines Meteoriten genauestens rekonstruiert

Die Feuerkugel im Oktober 2012 über Kalifornien war spektakulär gewesen, und bald wurden auch einige Meteoriten aufgespürt, die von dem verglühten kosmischen Felsen übriggeblieben waren. Der erste dieser »Novato«-Funde ist jetzt ausgiebig analysiert worden und seine Geschichte hat sich im Detail rekonstruieren lassen: Vor 4,472 Mrd. Jahren – rund 100 Mio. Jahre nach der Bildung des Sonnensystems – ist sein Mutterkörper demnach mächtig geschockt worden. Vielleicht trafen ihn Trümmer jenes Megaimpakts, bei dem der Mond entstand und andere Splitter kreuz und quer durchs Sonnensystem sausten.

Vor 470 Mio. Jahren zerbrach dann der Kleinplanet und die Gefion-Familie entstand. Vor wenigen Jahrmillionen erwischte es auch jenen ihrer Brocken, aus dessen Trümmern der gewöhnliche L6-Chondrit Novato Richtung Erde aufbrach. Vor 100000 Jahren kollidierte dieser noch einmal mit etwas, bevor er schließlich als 35cm kleiner 80kg-Stein in die Atmosphäre eintrat.

Dabei zerbrach er noch weiter, wie mehrere Fotoserien zeigen: Sechs Bruchstücke



▲ Abb. 2: Die Fragmentation der Feuerkugel vom 17. Oktober 2012 über der San Francisco Bay Area, als Bilderserie gespiegelt von links nach rechts laufend; der Fotograf in Santa Rosa stand ca. 65km entfernt.

konnten danach gefunden werden. Dank ihrer schnellen Bergung gelang noch der Nachweis von organischem Material in-

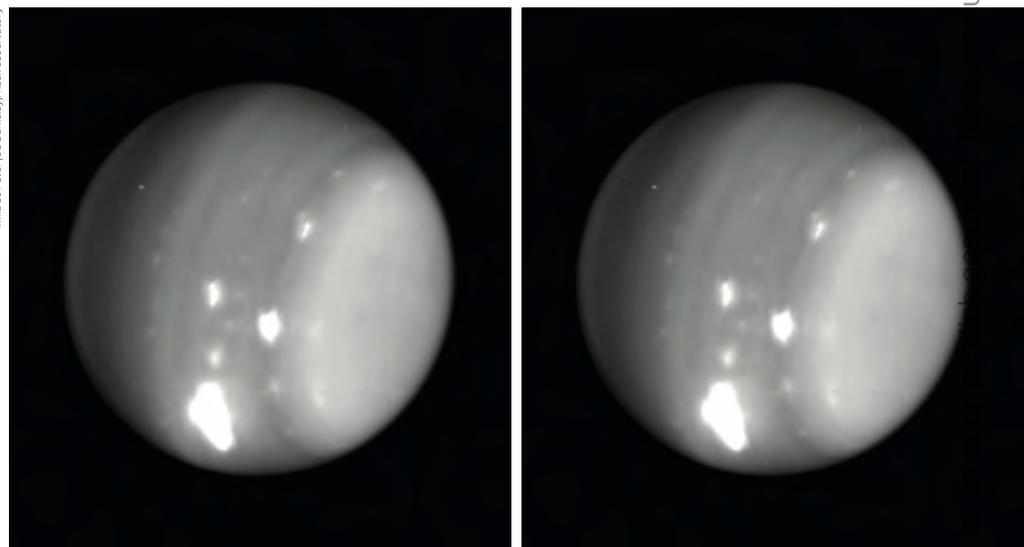
klusive ungewöhnlicher Aminosäuren, das die ganze komplizierte Kollisionsgeschichte überstanden hatte.

Auf Uranus toben wieder heftige Stürme

Als die Raumsonde Voyager 2 Anfang 1986 den Planeten Uranus passierte, wurden nur wenige schwächliche Wolken in seiner Atmosphäre gesehen. Als sich der Planet dann allerdings der Tagundnachtgleiche im Jahr 2007 näherte und die Sonne hoch über seinem Äquator stand, entwickelten sich große Stürme, doch sie verblassten bald wieder.

Diesen Sommer jedoch hat der Planet mit mehreren neuen hellen Stürmen überrascht. Namentlich eine extrem helle Struktur am 6. August erinnerte an einen der Äquinoktiumsstürme, der auf der südlichen Hemisphäre getobt und sich erst 2009 aufgelöst hatte: Er hatte knapp unterhalb der globalen Dunstschicht des Uranus gesessen und war auch im Englischen mit dem deutschen Ausdruck »der Berg« belegt worden.

Der 2014er-Sturm ist noch heller als der Berg, aber seine Morphologie ist ziemlich ähnlich: Vermutlich steckt erneut ein Wir-



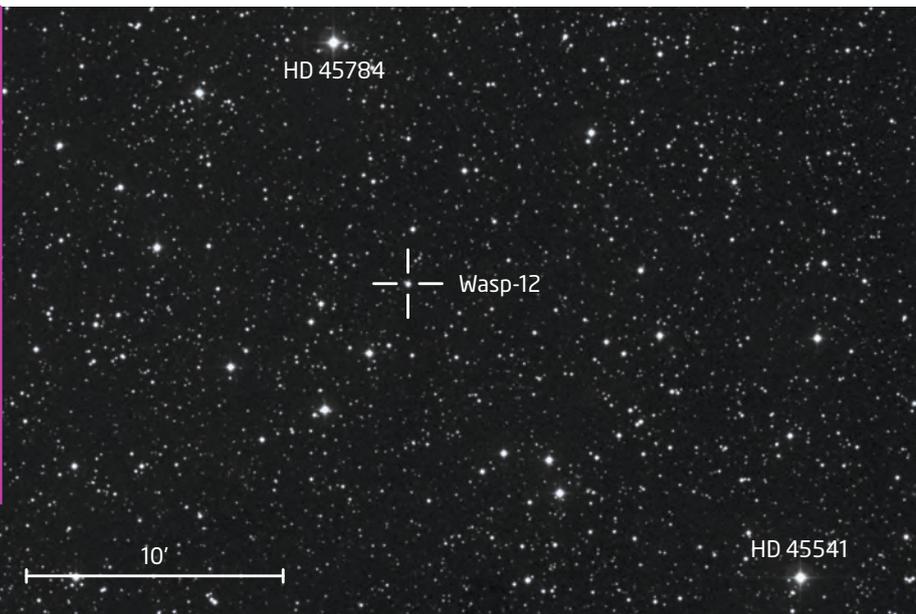
▲ Abb. 3: Neue Stürme auf dem Uranus, aufgenommen vom 10m-Keck-II-Teleskop im August dieses Jahres bei 1,6µm Wellenlänge mit Adaptiver Optik.

bel in der tieferen Atmosphäre dahinter. Nahinfrarot-Bilder bei 2,2µm zeigen in der Tat, dass der neue Sturm bis in ungewöhnlich

große Höhen reicht. Und möglicherweise ist er sogar auf besonders scharfen Amateur-aufnahmen zu erkennen.

ur zu privaten Zwecken. Die Weiter

Dieses Dokument



◀ Abb. 2: Aufsuchkarte für den Mutterstern des Exoplaneten WASP-12b. Er befindet sich zwischen HD 45784 und HD 45541 im Fuhrmann, nahe der Grenze zu den Zwillingen.

Exoplaneten aktuell WASP-12b

Die Zahl der entdeckten und bestätigten Exoplaneten ist inzwischen auf über 1800 angestiegen. Bei der Entdeckung extrasolarer Planeten ist daher zwischenzeitlich eine gewisse Routine eingekehrt, so dass der wissenschaftliche Fokus nun nicht mehr nur darauf liegt weitere neue Planeten zu entdecken, sondern eher darauf, mehr über die entdeckten Planeten, deren Zusammensetzung und deren Erdähnlichkeit zu erfahren. Bei näherer Betrachtung zeigte sich, dass der 2008 entdeckte Exoplanet WASP-12b erstaunliche Besonderheiten aufweist.

Super Wide Angle Search for Planets

Entdeckt wurde der Exoplanet WASP-12b im Rahmen des »Super Wide Angle Search for Planets«, einem 2002 gestarteten Suchprogramm für Exoplaneten. Im Rahmen dieses europäischen Forschungsprojektes, das unter englischer Führung betrieben wird, wurden zwei autonom operierende Observatorien aufgebaut: Eines befindet sich auf der Nordhalbkugel im Roque de los Muchachos Observatorium auf La Palma und eines auf der Südhalbkugel im South

African Astronomical Observatory in Südafrika. In beiden Observatorien werden je acht konventionelle Teleobjektive von Canon (200mm/f1.8) gemeinsam auf einer Hufeisenmontierung betrieben, um in jeder klaren Nacht Messungen von Sternhelligkeiten durchzuführen.

Die Messungen erfolgen mit den an den Teleobjektiven adaptierten astronomischen CCD-Kameras mit je 2048×2048 Pixeln. Jede dieser Kameras fertigt pro Nacht etwa 800 jeweils 35s lang belichtete Bilder an. Auf diese Weise werden die Helligkeiten der Sterne zwischen 7. und 13. Größenklasse mit 1% Genauigkeit (0^m.01) bestimmt; überwacht wird dabei ein Bildfeld von 7,8° × 7,8° am Himmel. Bis heute hat dieses Forschungsprogramm 80 Exoplaneten mit der Transitmethode entdeckt – der zwölfte war etwas Besonderes.

WASP-12b

Das System aus Exoplanet WASP-12b und seinem Mutterstern, einem Stern vom Typ G0 mit 1,35 Sonnenmassen, weist drei Besonderheiten auf: Zum einen beobachtete 2010 das weltraumgestützte Hubble-Teleskop, dass sich WASP-12b trotz nur 1,4 Jupitermassen auf den dreifachen Durchmesser von Jupiter aufgebläht hat. Sein Mutterstern hat begonnen, den Planeten aufzusaugen – die beobachtende Forschergruppe schätzt, dass der Planet in etwa 10 Mio. Jahren verschlungen sein wird.

Das ebenfalls weltraumgestützte Teleskop Spitzer bestätigte zum anderen die Beobachtungen von erdgestützten Teleskopen, die eine

hohe Konzentration von Kohlenstoff auf dem Planeten nachwies. Das Verhältnis von Kohlenstoff zu Sauerstoff in der Atmosphäre des Planeten WASP-12b beträgt mindestens eins zu eins. Dies ergaben Analysen des Lichts, das der mit 1540°C heißeste bekannte Exoplanet aussendet. Zudem wurde in seiner Atmosphäre Wasserdampfnachgewiesen. Darüber hinaus gibt es seit Januar 2013 Hinweise darauf, dass das System einen zweiten Exoplaneten beheimatet.

Der Nachweis von Wasp-12b ist auch für Amateure möglich: Während des 180min dauernden Transits bedeckte der Exoplanet seinen 11^m.69 hellen Mutterstern (TYC 1891-1178-1) und verursachte damit eine scheinbare Absenkung der Sternhelligkeit um 0^m.0151. WASP-12b umkreist den Stern mit einer Periode von 1,1 Tagen in einer Entfernung von etwa 0,0207AE und zeigt sich in den kommenden Wochen mehrfach nachts vor seinem Mutterstern.

► Ullrich Dittler

Transitzeiten von WASP-12b (Auswahl)

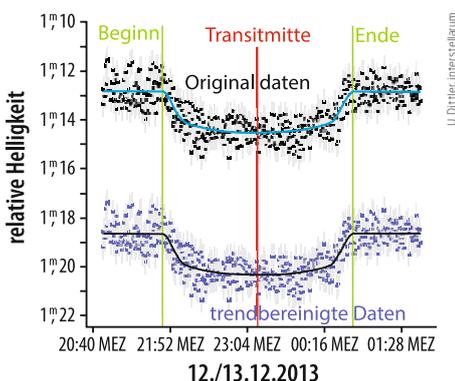
Datum (Beginn)	Transitbeginn (Höhe ü. Horiz.)	Transitende (Höhe ü. Horiz.)
4.12.2014	18.21 MEZ (16°)	21.21 MEZ (45°)
5.12.2014	20.32 MEZ (38°)	23.32 MEZ (66°)
6.12.2014	22.44 MEZ (60°)	1.44 MEZ (70°)
8.12.2014	0.56 MEZ (72°)	3.56 MEZ (51°)
9.12.2014	3.07 MEZ (58°)	6.07 MEZ (28°)
16.12.2014	18.29 MEZ (25°)	21.29 MEZ (54°)
17.12.2014	20.40 MEZ (47°)	23.41 MEZ (71°)
18.12.2014	22.52 MEZ (67°)	1.52 MEZ (63°)
20.12.2014	1.04 MEZ (69°)	4.04 MEZ (42°)
8.1.2015	16.33 MEZ (21°)	19.34 MEZ (50°)
9.1.2015	18.45 MEZ (43°)	21.45 MEZ (70°)
10.1.2015	20.57 MEZ (64°)	23.57 MEZ (66°)

Wasp12

R. A.	6 ^h 30 ^m 33 ^s
Dekl.	+29° 40' 20"
Entfernung	871 Lj
Helligkeit	11 ^m .69
Masse	1,35 Sonnenmassen
Radius	1,57 Sonnenradien

Wasp12b (Planet)

Entdeckungsdatum	2008
Umlaufzeit	1,1 Tage
Exzentrizität	0,05
Große Halbachse	0,0207AE
Masse Planet	1,39 Jupiterradien

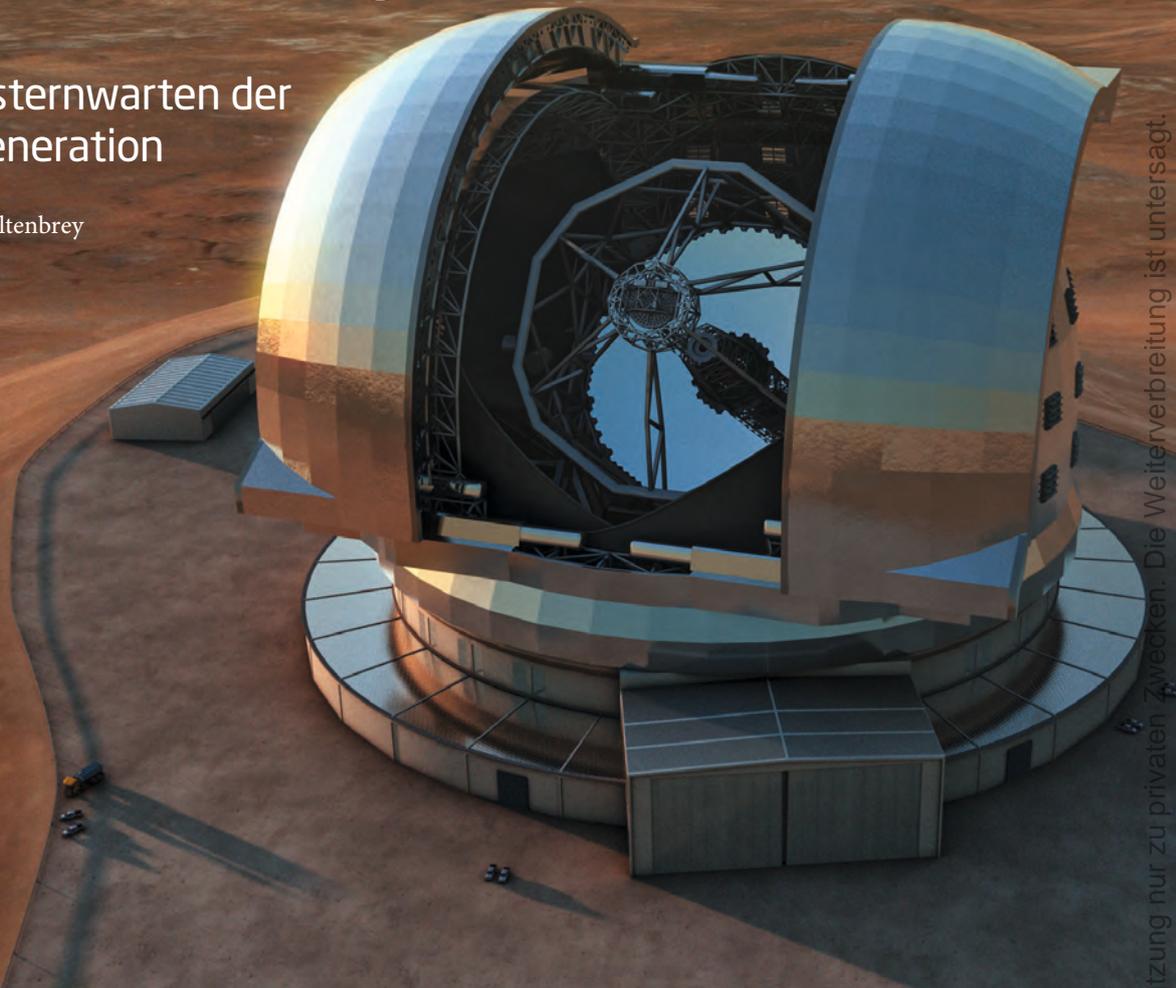


◀ Abb. 1: Transitkurven von WASP-12b. CCD-Aufnahme, 11^m-SCT, SBIG STF-8300, 520×30s.

Riesenaugen

Die Großsternwarten der neuen Generation

von Michael Moltenbrey



ESO

▲ Abb. 1: Derzeit entstehen an mehreren Orten auf der Welt gigantische neue Sternwarten. Die größte von ihnen ist das European Extremely Large Telescope (E-ELT) der Europäischen Südsternwarte, das 2022 in Chile betriebsbereit sein soll.

Etwa 400 Jahre nachdem Galileo Galilei erstmals den nächtlichen Himmel mit seinem Fernrohr beobachtete, werden neue, gigantische Augen in Form einer neuen Generation von Riesenteleskopen seinem Beispiel folgen. Es sind Teleskope, deren Dimensionen vor Jahren noch unvorstellbar waren. Was lässt sich von ihnen erwarten?

Schon immer faszinierte der Sternhimmel die Menschheit. Bereits in der Steinzeit wandten die Menschen ihren Blick zum Firmament. Zahlreiche Höhlenmalereien oder die Verwendung von Kalendern legen Zeugnis dafür ab. Doch waren die Menschen lange auf Beobachtungen mit bloßem Auge angewiesen.

Dies änderte sich, als Galileo Galilei (1564–1642) als einer der Ersten 1610 ein Linsenteleskop in den Himmel richtete und sich ihm eine neue Welt erschloss. Er entdeckte, dass sich Jupiter im Fernrohr als eine Scheibe erwies und von vier großen Monden umkreist wird. Die Oberfläche unseres Mondes war keineswegs glatt, vielmehr

prägten Krater und Gebirge das Gesicht des Erdtrabanten. Es gelang ihm, das Milchstraßenband, das wie ein Nebel am Himmel hing, in einzelne Sterne aufzulösen. Schnell wurden jedoch die Unzulänglichkeiten der ersten Fernrohre ersichtlich: unscharfe Bilder und ein stark eingeschränktes optisches Gesichtsfeld.

Die Teleskope wachsen, die Probleme auch

Johannes Kepler (1571–1630) entwarf 1611 ein neues Linsenfernrohr, welches ein schärferes Bild und ein größeres Gesichtsfeld bot. Dem Niederländer Christiaan Huygens (1629–1695) gelang es, ein verbessertes Modell (Öffnung 57mm, Brennweite 3,7m) zu entwickeln und damit im Jahr 1655 den Saturnmond Titan zu entdecken sowie eine Theorie über die Natur der Saturnringe zu entwickeln. Größere Refraktoren wurden gebaut und immer weiter schoben sich die Grenzen des bekannten, beobachtbaren Universums hinaus. Allerdings blieben die grundsätzlichen Probleme wie Abbildungsschärfe und chromatische Aberration noch bis ins 19. Jahrhundert bestehen. Um diese Probleme zu mindern, setzte man verstärkt auf sehr langbrennweitige Objektive, was deren Handhabbarkeit zunehmend erschwerte. Dennoch fühlte man sich gegen Ende des 17. und zu Beginn des 18. Jahrhunderts in einer Sackgasse angelangt, was die Entwicklung von Refraktoren anging.

Spiegel oder Linse – wer macht das Rennen?

Man setzte seit den 1630er-Jahren auch auf eine andere Technologie: Spiegelteleskope. Isaac Newton (1642–1727), James Gregory (1638–1675) und Laurent Cassegrain (1629–1693) trieben deren Entwicklung maßgeblich voran. Die Spiegel wuchsen. Dies gipfelte 1845 in der Inbetriebnahme des »Leviathan«, einem Spiegelteleskop, das von William Parsons, 3. Earl of Rosse, in Auftrag gegeben wurde. Der »Leviathan« hatte einen Durchmesser von 1,83m und eine Brennweite von 16m. Mit seiner Hilfe gelang es erstmals die Spiralstruktur von Galaxien eindeutig zu erkennen sowie zahlreiche weitere Nebel zu entdecken. Er sollte bis ins frühe 20. Jahrhundert hinein das größte Teleskop der Erde bleiben.

Diese frühen Reflektoren setzten auf Spiegel aus poliertem Metall, welches ein schlechtes Reflexionsvermögen besaß und sehr schnell eintrübte. Neben der schlechten Abbildungsleistung verursachte dies auch hohe Kosten, da die Spiegel bereits nach relativ kurzer Zeit durch neue ersetzt werden

► Abb. 3: Das Giant Magellan Telescope mit seinem 25m-Spiegeldurchmesser am Rande der Atacamawüste wird das kleinste der drei Riesenteleskope sein.

mussten. Außerdem nahm das Gewicht der Spiegel unüberschaubare Dimensionen an (der Spiegel des »Leviathan« etwa wog bereits 3,8 Tonnen).

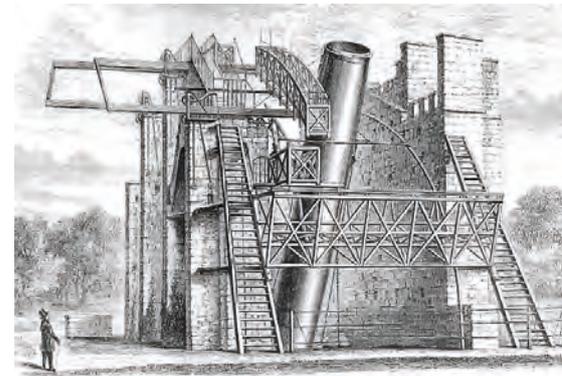
Die Refraktoren kommen zurück

Diese Probleme und die Erfindung der Fraunhofer-Achromate führten zu einer Renaissance der Refraktoren. Josef Fraunhofer (1787–1826) war es um 1825 gelungen, eine bessere Korrektur der Abbildungsfehler zu erreichen. Mit dem 91cm-Refraktor am Lick-Observatorium (USA) und dem 102cm-Refraktor am Yerkes-Observatorium (USA) stieß man allerdings Ende des 19. Jahrhunderts an die physikalischen Grenzen der Entwicklung, denn eine weitere Steigerung von Lichtstärke und Auflösung wurde durch die Linsendurchbiegung aufgrund ihres Eigengewichts zunehmend zunichte gemacht.

Daher wandte sich die Forschung um 1900 wieder verstärkt der Weiterentwicklung der Spiegelteleskope zu. Bereits 1856/57 war es Karl-August von Steinheil und Léon Foucault gelungen eine neue Art von Spiegel zu entwickeln, bei dem das Metall durch einen mit einer Silberschicht bedampften Glaskörper ersetzt wurde. Diese Spiegel wiesen ein deutlich besseres Reflexionsvermögen und eine längere Haltbarkeit auf.

Größer und immer größer

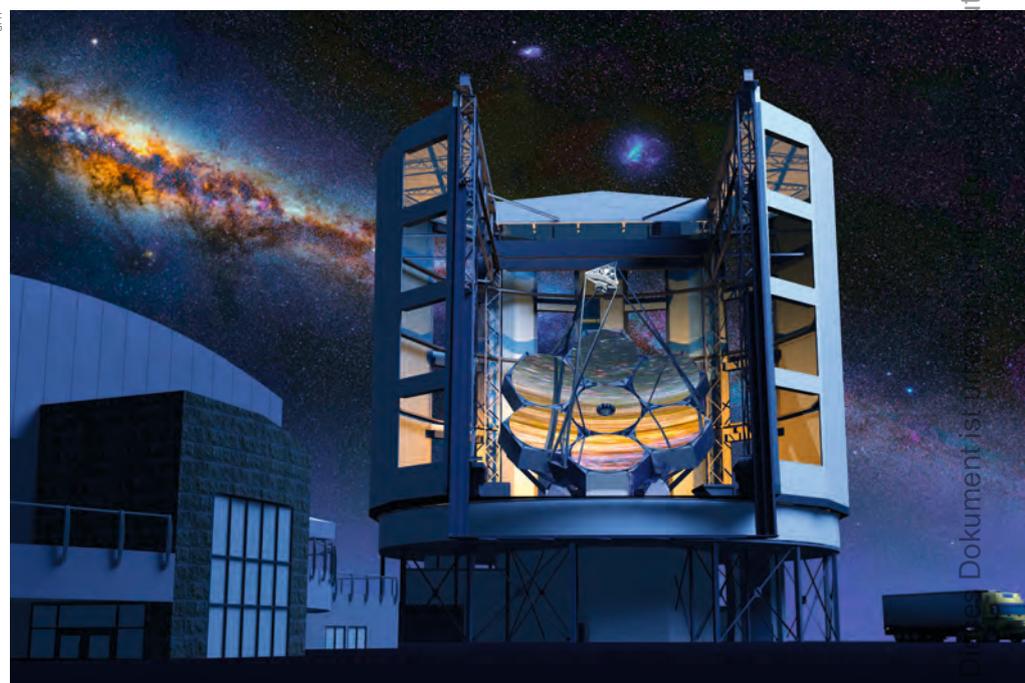
Die Spiegeldurchmesser wuchsen und wuchsen. 1908 wurde das Hale-Teleskop auf dem Mount Wilson (USA) mit einem



▲ Abb. 2: Der »Leviathan« mit einer Öffnung von 1,83m, der 1845 von William Parsons, 3. Lord of Rosse, in Betrieb genommen wurde, war bis zum Beginn des frühen 20. Jh. das größte Spiegelteleskop der Welt und eines der letzten mit einem metallischen Spiegel.

Durchmesser von 1,5m in Betrieb genommen. 1917 folgte das Hooker-Teleskop mit 2,5m Durchmesser, ebenfalls auf dem Mount Wilson. Mit ihm konnte erstmals der Rand des Andromedanebels in einzelne Sterne aufgelöst werden, ebenso gelang die Spektroskopie sehr ferner Objekte. 1947 folgte der 5,1m-Hale-Reflektor auf dem Mount Palomar (USA). Er sollte für fast 30 Jahre das größte Teleskop bleiben, bis er 1975 durch das 6,05m BTA-6 in Selentschuk (Russland) abgelöst wurde.

Mit dem BTA-6 stieß man jedoch erneut an physikalische Grenzen: der massive Spiegel wies durch sein Eigengewicht bereits deutliche Verformungen auf. Man erkannte, dass man neue Technologien benötigen würde, um die Größen weiter zu steigern. Seit Beginn der 1980er-Jahre setzt man daher auf



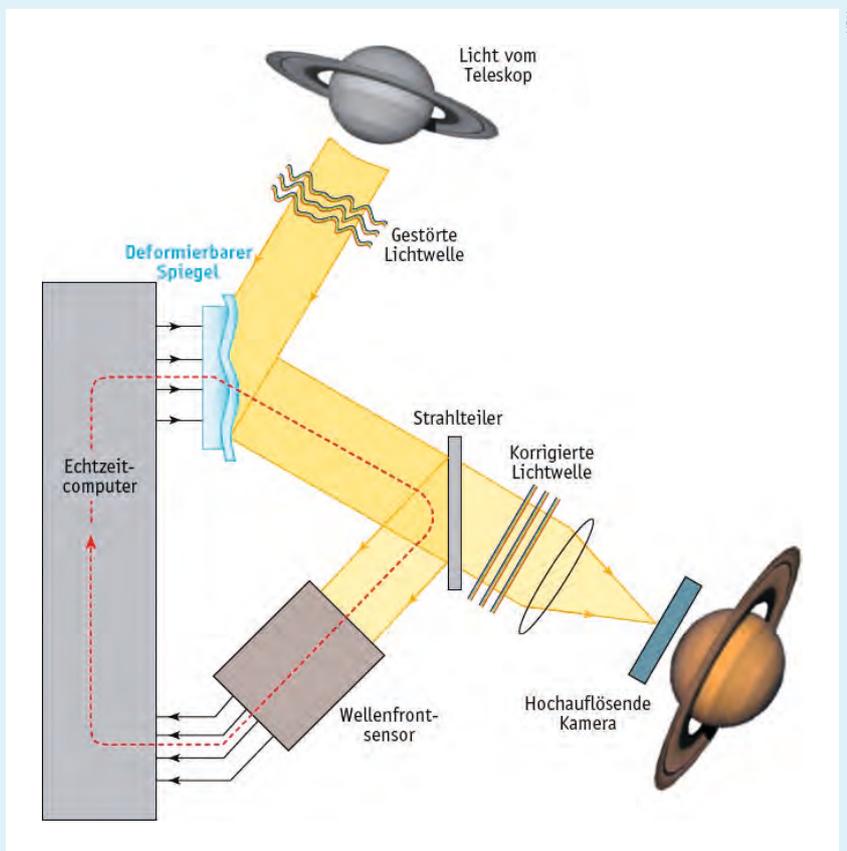
GRUNDLAGEN

Adaptive Optik

Das Licht der Sterne muss bei erdgebundenen Teleskopen zunächst die turbulenten Schichten der Atmosphäre durchdringen, was die Qualität des empfangenen Bildes verschlechtert. Das Auflösungsvermögen und die Bildschärfe bleiben dadurch deutlich hinter den theoretischen Erwartungen zurück. Hier kommen Adaptive Optiken ins Spiel, die dies bestmöglich kompensieren sollen.

Eine Adaptive Optik besteht in der Regel aus drei Komponenten: einem Wellenfrontsensor, einem Steuerrechner und Korrektur-elementen. Der Well-

lenfrontsensor wird verwendet, um die optischen Störungen zu vermessen. Hierzu wird im einfachsten Fall das Licht eines natürlichen oder künstlichen Leitsterns (durch einen Laserstrahl erzeugt) herangezogen. Das Licht des Leitsterns wird vom Wellenfrontsensor eingefangen und die Verzerrungen seiner Wellenfront werden vermessen. Diese Information wird vom Steuerrechner verwendet, um die Korrektur-elemente so anzusteuern, dass eine korrigierte Wellenfront entsteht, die diese Verzerrungen ausgleicht.



▲ Funktionsweise der Adaptiven Optik.

segmentierte Spiegel (vgl. »im Detail«). Eines der ersten derartigen Teleskope war das Multiple Mirror Telescope am Whipple Observatory (USA). Heute sind zahlreiche große Teleskope im Einsatz wie die beiden Keck-Teleskope mit jeweils 10m Spiegeldurchmesser auf dem Mauna Kea (Hawaii/USA) und das Very Large Telescope der Europäischen Südsternwarte (ESO) am Paranal (Chile) mit einem Durchmesser von 8m.

Eine neue Dimension

Mit dem Giant Magellan Telescope (GMT), dem Thirty Meter Telescope (TMT) und dem European Extremely Large Telescope (E-ELT) befindet sich eine neue Generation riesiger Teleskope und Großsternwarten in den Startlöchern, die das Vordringen in ungeahnte Tiefen und Dimensionen ermöglichen werden und helfen sollen, viele der noch offenen

Fragen der Astronomie und Astrophysik zu beantworten. Sie besitzen das Potenzial, unser Weltbild in einer Weise zu prägen, wie es seit dem Einsatz der ersten Teleskope durch Galilei nicht mehr geschah.

Giant Magellan Telescope (GMT)

Das »kleinste« der drei neuen Teleskope wird das GMT sein, welches derzeit am Las Campanas Observatory am Rande der Atacama-wüste gebaut wird. Seine Fertigstellung ist für 2022 vorgesehen. In seiner Konstruktion weicht das GMT von den anderen beiden Riesenteleskopen ab. Es wird aus sieben Primärspiegeln mit jeweils 8,4m Durchmesser bestehen, wobei sechs Spiegelemente symmetrisch um einen Zentralspiegel angeordnet sind, was zu einem effektiven Spiegeldurchmesser von 21,4m (Fläche) und 24,5m (Auflösung) führen wird.

Die Bauart entspricht einem Gregory-Teleskop. Eine besondere Herausforderung besteht darin, dass die sechs peripheren Spiegel außerhalb der optischen Achse liegen und daher einen besonderen asymmetrischen Schliff aufweisen müssen. Die Arbeiten am ersten Primärspiegel hatten 2005 begonnen und wurden 2012 abgeschlossen. Derzeit sind die Arbeiten für den zweiten und dritten Primärspiegel in vollem Gange.

Nach erfolgreicher Kalibrierung des Instruments wird erwartet, dass es ein etwa zehnfach höheres Auflösungsvermögen besitzen wird als das Hubble-Weltraumteleskop. Dieses hohe Auflösungsvermögen wird durch den Einsatz sieben dünner, verformbarer adaptiver Sekundärspiegel erreicht, die jeweils einen Durchmesser von etwa 1m besitzen werden.

Thirty Meter Telescope (TMT)

Das nächstgrößere Teleskop wird das TMT sein, welches auf dem Mauna Kea/Hawaii gebaut wird. Es soll 2022 seinen Betrieb aufnehmen. Für das TMT kamen in der Planungsphase mehrere Standorte in Betracht. In die engere Auswahl fiel neben dem Mauna Kea auch der Cerro Armazones in Chile aufgrund der dort vorherrschenden fast optimalen Beobachtungsbedingungen. Aus politischen und wissenschaftlichen Gründen fiel die Wahl jedoch auf Hawaii, da das E-ELT ebenfalls in Chile errichtet werden soll.

Das TMT, ein Ritchey-Chrétien Teleskop, wird einen Primärspiegel mit 30m Durchmesser besitzen, der aus 492 kleineren hexagonalen Spiegelsegmenten von jeweils 1,4m Durchmesser aufgebaut ist. Es handelt sich dabei um aktive Optiken (vgl. »Grund-



TMT

Weiterverbreitung ist untersagt.

▲ Abb. 4: Das Thirty Meter Telescope mit seinem 30m-Spiegel wird derzeit in Nachbarschaft der beiden Keck-Teleskope auf dem Mauna Kea/Hawaii gebaut.

lagen«: Aktive Optik). Es wird ein dem GMT vergleichbares Auflösungsvermögen aufweisen. Dazu wird eine spezielle, neuartige Form der Adaptiven Optik eingesetzt, das sogenannte »Multi-Conjugate Adaptive Optics (MCAO)«-System, welches die atmosphärische Unruhe durch Beobachtung einer Kombination von echten Sternen und künstlichen Laser-Nachführsternen kompensiert.

European Extremely Large Telescope (E-ELT)

Das weltweit größte Teleskop befindet sich derzeit in der Atacamawüste am Cerro Armazones (Chile) in Entwicklung: das E-ELT. Baubeginn war im Juni 2014. Eine Fertigstellung ist für das Jahr 2022 avisiert. Der Hauptspiegel wird 39,3m messen. Er ist aus 798 hexagonalen Segmenten von je 1,45m Durchmesser und lediglich 50mm Dicke zusammengesetzt. Bei seiner Fertigstellung wird das E-ELT in der Lage sein, etwa 15-mal mehr Licht zu sammeln als die derzeit größten Teleskope der Welt.

Das E-ELT besitzt ein neuartiges Konzept, bei dem das einfallende Licht insgesamt fünfmal reflektiert wird. Selbst der Sekundärspiegel weist noch eine beeindruckende Größe von 4,2m auf, was dem Durchmesser des William Herschel Telescope, dem derzeit zweitgrößten optischen Teleskop in Europa,

entspricht. Um die atmosphärische Unruhe auszugleichen, wird das mit dem E-ELT gesammelte Licht über adaptive Spiegel geleitet.

Vorstoß in neue Welten

Die neue Generation von Teleskopen ermöglicht das Vordringen in bisher unerforschte Bereiche. Die Wissenschaftler hoffen, dass diese neuen Teleskope Antworten auf viele noch offene Fragen liefern werden.

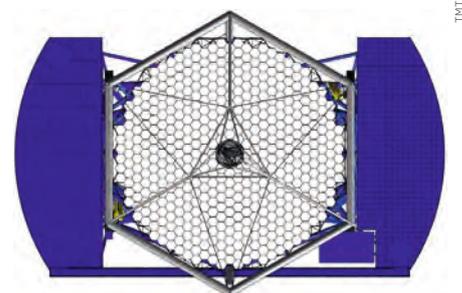
So werden die neuen Großteleskope eine Schlüsselrolle bei der Erforschung von Exoplaneten spielen. Bis heute wurde eine Vielzahl solcher Planeten entdeckt. Die meisten davon wurden über indirekte Messmethoden wie die Verwendung des Dopplerspektrums nachgewiesen, da ihr Licht so schwach ist, dass sie von ihrem Zentralgestirn überstrahlt werden. Bisher gelang es nur wenige Exoplaneten direkt zu beobachten und das auch nur, weil sie sehr groß waren (typischerweise einige Jupitermassen) und sich in einem sehr weiten Abstand zu ihrem Stern befanden.

Für eine direkte Beobachtung muss das schwache Licht des Exoplaneten von dem gleißend hellen Licht des Zentralgestirns ge-

trennt werden, was sehr scharfer und hoch aufgelöster Aufnahmen bedarf. Die neuen Teleskope bringen das notwendige Rüstzeug mit. Sie werden in der Lage sein nicht nur Planeten mit mehreren Jupitermassen zu beobachten, sondern auch erdähnliche Planeten, die sich in der habitablen Zone um ihren Stern befinden.

Exoplaneten im Detail

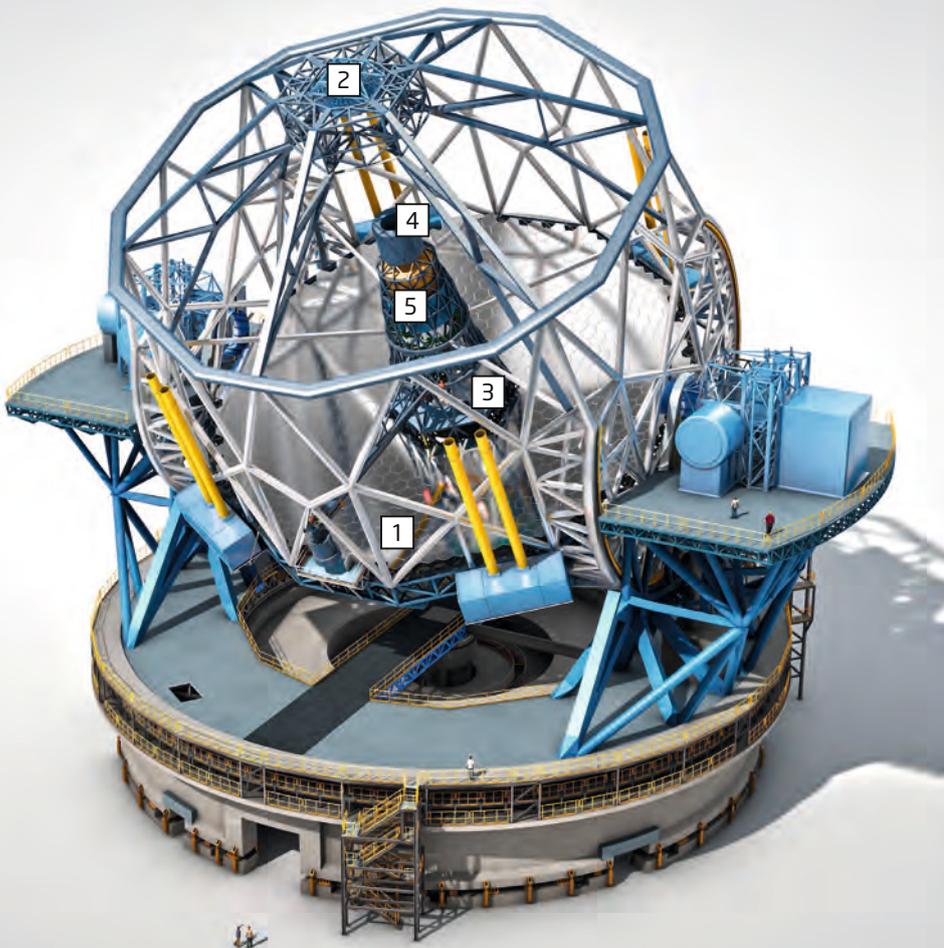
Aber auch bei der weitaus gängigsten Methode, dem indirekten Nachweis von Exoplaneten mit Hilfe des Dopplerspektrums, werden sie neue Maßstäbe setzen. In Kombination mit neuen, ultrastabilen Spektrographen erreichen sie eine etwa 100-mal höhere Messgenauigkeit, als es mit den heutigen Großteleskopen möglich ist. Diese Genauigkeit wäre ausreichend für die Entdeckung erdähnlicher Planeten.



TMT

► Abb. 5: Der Hauptspiegel des TMT wird aus 492 hexagonalen Spiegelsegmenten mit jeweils 1,4m Durchmesser zusammengesetzt sein.

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



1. Der 39,3m-Primärspiegel sammelt das Licht des Nachthimmels und reflektiert es auf einen kleineren Spiegel darüber.
2. Der 4m-Sekundärspiegel reflektiert das Licht zurück nach unten zu einem dritten Spiegel, der in den Primärspiegel eingebettet ist.
3. Der dritte Spiegel leitet das Licht an einen adaptiven Spiegel direkt darüber.
4. Der adaptive Spiegel verändert seine Form eintausend Mal pro Sekunde, um Verzerrungen durch atmosphärische Turbulenzen auszugleichen.
5. Ein schnell beweglicher fünfter Spiegel stabilisiert das Bild und leitet das Licht an Kameras und andere Instrumente weiter.

GRUNDLAGEN

Aktive Optik

Obwohl die Spiegel moderner Teleskope aus einer Vielzahl von Segmenten aufgebaut sind, kann es dennoch zu Verbiegungen kommen. Verstärkt wird dies dadurch, dass die Segmente leicht und dünn konstruiert sind. Beim Schwenken des Teleskops kann es daher zu Abbildungsfehlern durch Verbiegungen kommen. Ebenso können Montagefehler vorhanden sein, die das Bild beeinflussen. Daher werden

heute aktive Optiken eingesetzt, die diese mechanischen Fehler ausgleichen können. Es handelt sich hierbei um aktive Lagerungen, die den Spiegel bzw. die Segmente an einer Vielzahl von Auflagepunkten stützen und sich dynamisch ansteuern lassen. Nicht verwechseln darf man aktive Optiken mit Adaptiven Optiken, die die störenden Einflüsse der Atmosphäre kompensieren sollen.

ESO ◀ Abb. 6: Das E-ELT besitzt ein innovatives Konstruktionsprinzip, bei dem das einfallende Licht insgesamt fünfmal reflektiert wird.

Ebenso wird die Untersuchung der Struktur und Zusammensetzung ihrer Atmosphären möglich sein. Zum einen ist es möglich, die Atmosphären von jungen, massiven, noch selbstleuchtenden Exoplaneten direkt zu vermessen. Zum anderen ist die Auflösung der Instrumente hoch genug, um die Atmosphären kleinerer Exoplaneten während ihrer Durchgänge vor dem Zentralgestirn zu beobachten. Im Fall erdähnlicher Planeten ließen sich so Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Biomarker-Molekülen ziehen, die darauf hindeuten würden, dass biologische Prozesse auf ihnen stattfinden.

Die Wissenschaftler hoffen auch, die Entstehung von Planetensystemen beobachten zu können. Das hohe Auflösungsvermögen der Instrumente erlaubt es selbst in die inneren Bereiche der protoplanetaren Scheiben einzudringen, die sich nur wenige Astronomische Einheiten vom Zentralgestirn befinden, also genau in jene Bereiche, in denen die Entwicklung erdähnlicher Planeten erwartet wird.

Schwarze Löcher

Zu Schwarzen Löchern gibt es noch zahlreiche ungeklärte Fragen. So scheinen supermassive Schwarze Löcher eine Schlüsselrolle bei der Entstehung von Galaxien und der Strukturen des Universums zu spielen. Es ist allerdings noch nicht klar, wie das geschieht und wie diese genau aussieht.

Hier kommen die neuen Instrumente mit ihren sehr genauen Messmöglichkeiten ins Spiel. Sie sollen gezielt das galaktische Zentrum unserer Milchstraße untersuchen, in dem sich das uns am nächsten liegende supermassive Schwarze Loch, Sagittarius A*, befindet. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Positionen der Sterne in einem Abstand von etwa 100 Schwarzschildradien (entspricht etwa 1330 Mio. km) mit einer etwa 10-mal höheren Genauigkeit bestimmen, als es derzeit möglich ist. In diesem Bereich bewegt sich Materie schon in der Größenordnung von 10% der Lichtgeschwindigkeit. Dadurch lassen sich theoretisch postulierte relativistische Effekte überprüfen.

Neben supermassiven und stellaren Schwarzen Löchern sagen die Theorien auch sogenannte mittelschwere Schwarze Löcher voraus, d.h. Schwarze Löcher mit etwa 100-10000 Sonnenmassen. Super-

massive Schwarze Löcher demgegenüber besitzen mehrere Millionen bis Milliarden Sonnenmassen (bspw. wird geschätzt, dass Sagittarius A* etwa die Masse von 4,3 Millionen Sonnen hat). Es gibt einige Kandidaten für mittelschwere Schwarze Löcher. Der letztendliche Beweis steht allerdings noch aus und soll durch die neuen Teleskope erbracht werden.

Stellare Evolution, Braune Zwerge

Eng verbunden mit Schwarzen Löchern ist die Entstehung und Entwicklung von Sternen. Das E-ELT wird beispielsweise mit Hilfe hochauflösender Spektroskopie im optischen und infraroten Bereich eine Bestimmung der molekularen Zusammensetzung einer Vielzahl von Sternen ermöglichen. Aus diesen Ergebnissen lassen sich Rückschlüsse auf deren Alter ziehen. Solche Messungen stellen hohe Anforderungen an die verwendeten Instrumente. Daher gelang dies erst bei wenigen Sternen. Mit der neuen Generation werden hingegen weite Teile der Milchstraße erschließbar.

Ähnliches gilt für Braune Zwerge, Objekte also, deren Massen zu gering sind, um Kernfusionsprozesse zu zünden. Man nimmt an, dass diese atmosphärische Eigenschaften besitzen, die zwischen jenen von Sternen und großen Gasplaneten liegen. Der Nachweis wird durch die neuen Teleskope möglich sein. Zusätzlich wird man in nahen Offenen Sternhaufen gezielt nach Braunen Zwergen suchen können, um zu einem möglichst vollständigen Zensus zu gelangen. Damit ließe sich auch die Frage beantworten, welchen Anteil sie an der Dunklen Materie haben.

Supernovae und Galaxien

Supernovae, die gewaltigen Explosionen massereicher Sterne an deren Lebensende, werden in der aktuellen Forschung zunehmend zur Entfernungsmessung im Weltall eingesetzt, woraus sich Informationen über

die beschleunigte Expansion des Universums ableiten lassen und damit auch über die Existenz Dunkler Energie, die für diese Expansion verantwortlich gemacht wird. Die neue Generation der Riesenteleskope wird die Suche nach Supernovae bis zu etwa 12,6 Milliarden Jahren in die Vergangenheit des Universums erlauben (etwa 90% des Gesamtalters). Derzeitige Teleskope gestatten nur einen Blick zurück bis zu etwa sieben Milliarden Jahren.

Viele Fragen zur Entstehung und Entwicklung von Galaxien sind noch offen. Die chemische Zusammensetzung und die Bewegungsmuster der Sterne erlauben es, die weitere Entwicklung der Galaxien besser zu verstehen. Allerdings muss man die Sterne dazu einzeln auflösen. Aktuelle Teleskope sind lediglich in der Lage, einige Sterne in sehr nahe gelegenen Galaxien aufzulösen. Dies ändert sich mit der neuen Generation, mit der tausende entferntere Galaxien untersuchbar werden.

Wie geht es weiter?

Auch wenn das GMT, das TMT und das E-ELT unser Weltbild erweitern werden, indem sie viele der Fragen beantworten werden, so deutet sich bereits heute an, dass man weitere, noch größere Teleskope mit noch besserem Lichtsammel- und Auflösungsvermögen benötigen wird. Die Erkenntnis der letzten Jahrhunderte hat gezeigt, dass mit jedem Fortschritt der Teleskope ein Erkenntnisprung einherging, sich zeitgleich aber neue Fragen und Probleme auftaten.

Es existieren Überlegungen zur Konstruktion von Teleskopen mit Spiegeldurchmessern jenseits der 100m. Technische Schwierigkeiten und Finanzierungsfragen werden deren Realisierung allerdings über Jahre hinaus unmöglich machen. Es ist jedoch zu erwarten, dass die drei neuen Riesen eine solche Flut von Erkenntnissen bringen werden, dass die Wissenschaft diese Zeit gut überbrücken kann.

IM DETAIL

Segmentierte Spiegel

Die Spiegel moderner Teleskope bestehen heute ausschließlich aus Glas oder Glaskeramik. Mit wachsendem Durchmesser verursachte das Eigengewicht dieser Glaskörper zunehmend Probleme. Deshalb versuchte man, den Körper von der Rückseite her aufzubohren oder in einer Wabenstruktur zu gießen, um so zu einer Gewichtsreduktion zu gelangen.

Dennoch sind Spiegel mit mehr als 6m Durchmesser auf Grund der Verformungen durch ihr Eigengewicht nicht mehr herstellbar. Man begann daher größere Spiegel aus einer Vielzahl kleinerer, meist hexagonaler Spiegelsegmente zusammensetzen. Der Hauptspiegel des E-ELT beispielsweise wird aus 798 Spiegelsegmenten bestehen. Wichtig bei diesen Konstruktionen ist die korrekte Positionierung, so dass ein fehlerfreies Bild entsteht.

- [1] Levy, D.H.: Miracle at Birr Castle, Sky & Telescope, 1071 (2004)
- [2] Schilling, G., Christensen, L.L.: Eyes on the Skies: 400 Years of Telescopic Discovery, Wiley-VCH Verlag (2008)
- [3] Cheng, J.: The Principles of Astronomical Telescope Design, Springer (2009)
- [4] Duffner, R.W.: The Adaptive Optics Revolution: A History, University of New Mexico Press (2009)
- [5] McCray, W.P.: Giant Telescopes – Astronomical Ambition and the Promise of Technology, Harvard University Press (2006)
- [6] Johns, M. et al.: Giant Magellan Telescope – Overview, SPIE Proceedings 8444-052 (2012)
- [7] Silva, D. et al.: TMT – Detailed Science Case: 2007, TMT Observatory Corporation (2007)

SURFTIPPS



- Giant Magellan Telescope
- Thirty Meter Telescope
- E-ELT
- The Extrasolar Planets Encyclopaedia

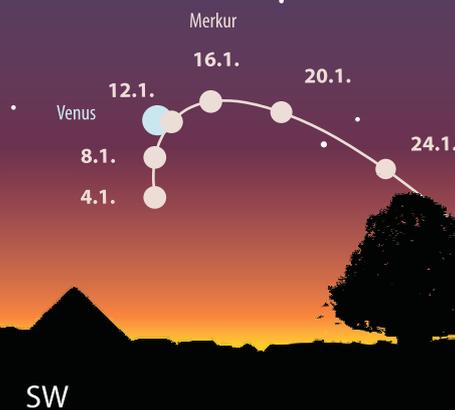
Kurzlink: oc1m.de/08qj

Die neuen Großteleskope im Vergleich

Teleskop	GMT	TMT	E-ELT
Ort	Las Campanas, Chile	Mauna Kea, Hawaii	Cerro Armazones, Chile
Höhe	2516m	4050m	3060m
Bauzeit	2012–2020	2014–2020	2014–2022
First Light	2020	2022	2024
Durchmesser Hauptspiegel	25,448m	30m	39,3m
Brennweite	18m	450m	34,5m
Auflösungsvermögen bei 1000nm	0,009"	0,007"	0,005"

Merkur im Wettlauf mit Venus

Merkur in östlicher Elongation am 14. Januar



▲ Abb. 1: Merkur und Venus am Abend des 12. Januar um 17:30 MEZ.

In den ersten Januarwochen kommt es zu einem spannenden Planetenwettrennen zwischen Merkur und Venus. Es ist der Auftakt einer Reihe enger und sehenswerter Planetenbegegnungen im Jahr 2015. Das Geschehen spielt sich kurz nach Sonnenuntergang in der Abenddämmerung tief über dem Südwesthorizont ab.

Wenn in den ersten Januartagen die Abendsichtbarkeit von Merkur beginnt, kann Venus in ihrer Rolle als Abendstern als Aufsuchhilfe dienen. So steht Merkur am 6. Januar kurz nach 17:00 MEZ $1,4^\circ$ südwestlich der deutlich helleren Venus. Merkur ist an diesem Abend $-0^m,7$ hell, Venus $-3^m,9$. Das reicht für eine Sichtung in der noch hellen Dämmerung aus. Für Merkur ist ein Fernglas empfehlenswert.

In den folgenden Tagen bauen beide Planeten ihren Winkelabstand zur Sonne langsam aus und bewegen sich dabei in gleicher Rich-

tung. Dadurch hält sich der sonnennächste Planet scheinbar ungewöhnlich lange in der Nähe unseres inneren Nachbarplaneten auf. Zwischen dem 8. und 13. Januar beträgt der gegenseitige Abstand sogar weniger als 1° ! Die geringste Distanz wird am 11. Januar mit nur $0,7^\circ$ erreicht. Merkur, der Schnellere von beiden, zieht westlich an Venus vorbei.

Am 12. Januar befindet er sich auf gleicher Höhe. Seine größte östliche Elongation zur Sonne hat Merkur am 14. Januar. Sie fällt mit $18,9^\circ$ bescheiden aus. Dass Merkur dennoch günstig beobachtet werden kann, ist der stei-

len Lage der Ekliptik zu verdanken. Seine Helligkeit beträgt an diesem Tag $-0^m,6$. Im Teleskop erscheint er als nur $6,8''$ großes und zu über 50% beleuchtetes Scheibchen.

Nach dem 14. Januar bleibt Merkur deutlich hinter Venus zurück, am 15. Januar ist der Abstand wieder auf $1,5^\circ$ angewachsen. Am 21. Januar kommt es noch einmal zu einer schönen Konstellation, wenn die zunehmende Mondsichel 2° nordwestlich steht. Nach dem 22. Januar zieht sich der verblassende Planet vom Abendhimmel zurück.

► Paul Hombach

Wettrennen der Mondschnitten

Doppelter Mondschnittenstransit auf Jupiter am 2./3. Januar

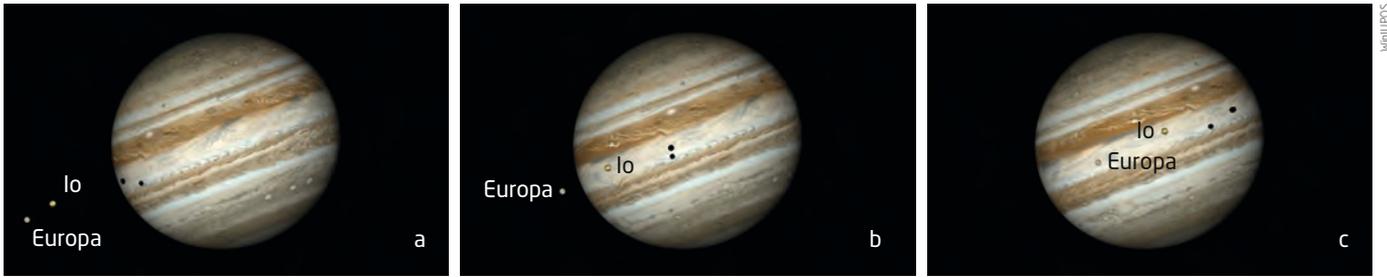
In der Nacht vom 2. auf den 3. Januar gegen 23:00 MEZ sieht man lediglich die beiden innersten Monde Io und Europa nahe beieinander neben dem Planeten stehen. Das Schauspiel beginnt um 23:38 MEZ mit dem Eintritt des Schattens von Europa auf die Jupiterscheibe. Nur 16min später folgt der Schatten von Io.

Nun beginnt ein Wettrennen der beiden Mondschnitten über die Jupiterwolken. Da Io, der innerste der Galileischen Monde, schneller als der weiter außen liegende Europa seine Bahn zieht, überholt er diesen »auf der Innenspur«. Gegen 0:54 MEZ haben beide Mondschnitten den kürzesten Abstand erreicht. Da-

nach eilt Ios Schatten dem von Europa voraus.

Auch an den beiden Monden selbst kann man die unterschiedlichen Geschwindigkeiten ablesen. Io beginnt bereits um 0:41 MEZ mit seinem Durchgang vor dem Planeten, Europa folgt um 1:15 MEZ.

Das Ende des Schattentransits von Io um



▲ Abb. 2: Anblick von Jupiter um 0:00 MEZ (a), 1:00 MEZ (b), 2:00 MEZ (c) am 3. Januar.

2:11 MEZ läutet die letzte Phase dieses Ereignisses ein. Europas Schatten verlässt die Jupiterscheibe um 2:32 MEZ, die beiden Mon-

de treten schließlich um 2:58 MEZ (Io) und 4:09 MEZ (Europa) aus.

► Ronald Stoyan

Schattenspektakel par excellence

Dreifacher Mondschantentransit mit Verfinsterng auf Jupiter am 24. Januar

Am Samstagmorgen kommt es im Jupitermondsystem zu einem multiplen Ereignis, das in seiner Komplexität eines der absoluten Highlights des Jahres 2015 darstellt – bei gutem Wetter wird das frühe Aufstehen auf jeden Fall belohnt.

Akteure sind die Jupitermonde Io, Europa und Kallisto. Letzterer beginnt den Reigen um 4:12 MEZ, wenn sein Schatten die Jupiterscheibe betritt. Gleichzeitig fällt auf, dass Kallisto und Io sehr eng östlich des Planeten zusammenstehen, dabei überholt der schnellere Io den äußeren Mond Kallisto. Um 5:35 MEZ betritt Ios Schatten die Bühne. Er jagt nun hinter dem schon weit in der Scheibe stehenden Schatten Kallistos hinterher. Um 5:55 MEZ folgt Mond Io selbst auf die Jupiterscheibe.

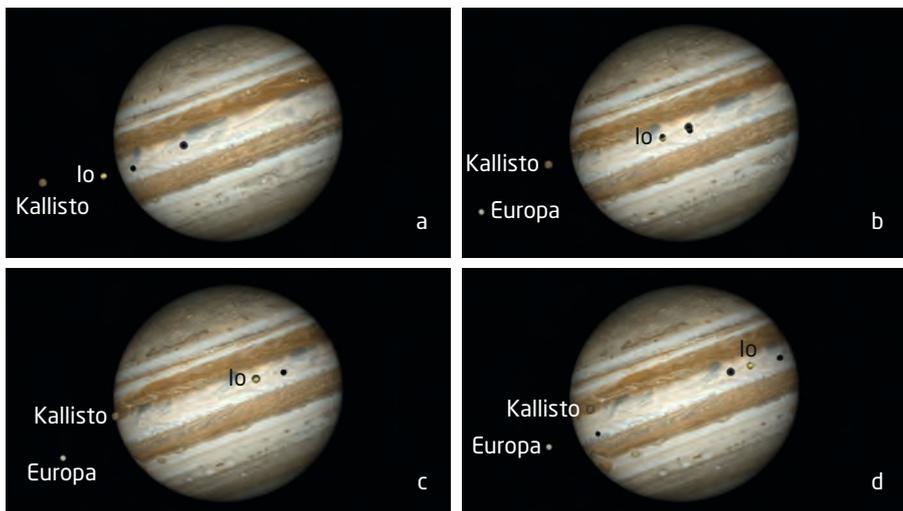
Dieser Anblick allein ist schon dramatisch genug, doch nun überschlagen sich die Ereignisse: Der Schatten von Io holt denjenigen von Kallisto ein. Ab 6:44 MEZ berühren sie sich, laufen schließlich ineinander und haben um 6:51 MEZ den engsten Abstand erreicht: Der gemeinsame Schatten hat nun die Form der Ziffer 8! Die

Überlagerung der Schatten hat einen Grund: Kallistos Schatten verfinstert Io: Während der Mond selbst kaum vor den hellen Jupiterwolken sichtbar ist, formt sich ab 6:44 MEZ eine dunkle Schattensichel auf dem Mondscheibchen, die um 6:51 MEZ ihre maximale Ausdehnung hat – scheinbar stehen also nun zwei Schatten vor Jupiter: eine »8« und eine Sichel!

Doch es kommt noch besser: Ab 7:14 MEZ beginnt sich die Mondscheibe von Io vor den (größeren) Schatten von Kallisto zu schieben! Um 7:21 MEZ steht Io fast zentral vor dem Kallisto-Schatten – ein ringförmiger Mondschaten ist die Folge! Etwa gleichzeitig tritt auch der Mond Kallisto vor die Jupiterscheibe.

Und als sei das alles nicht genug, kommt um 7:27 MEZ auch noch Europas Schatten hinzu. Um 7:30 MEZ stehen also die Schatten der Monde Io, Europa und Kallisto und dazu die Mondscheibchen von Io (hell, kaum sichtbar) und Kallisto (dunkel, fast wie ein Mondschaten wirkend) vor dem Riesenplaneten.

► Ronald Stoyan



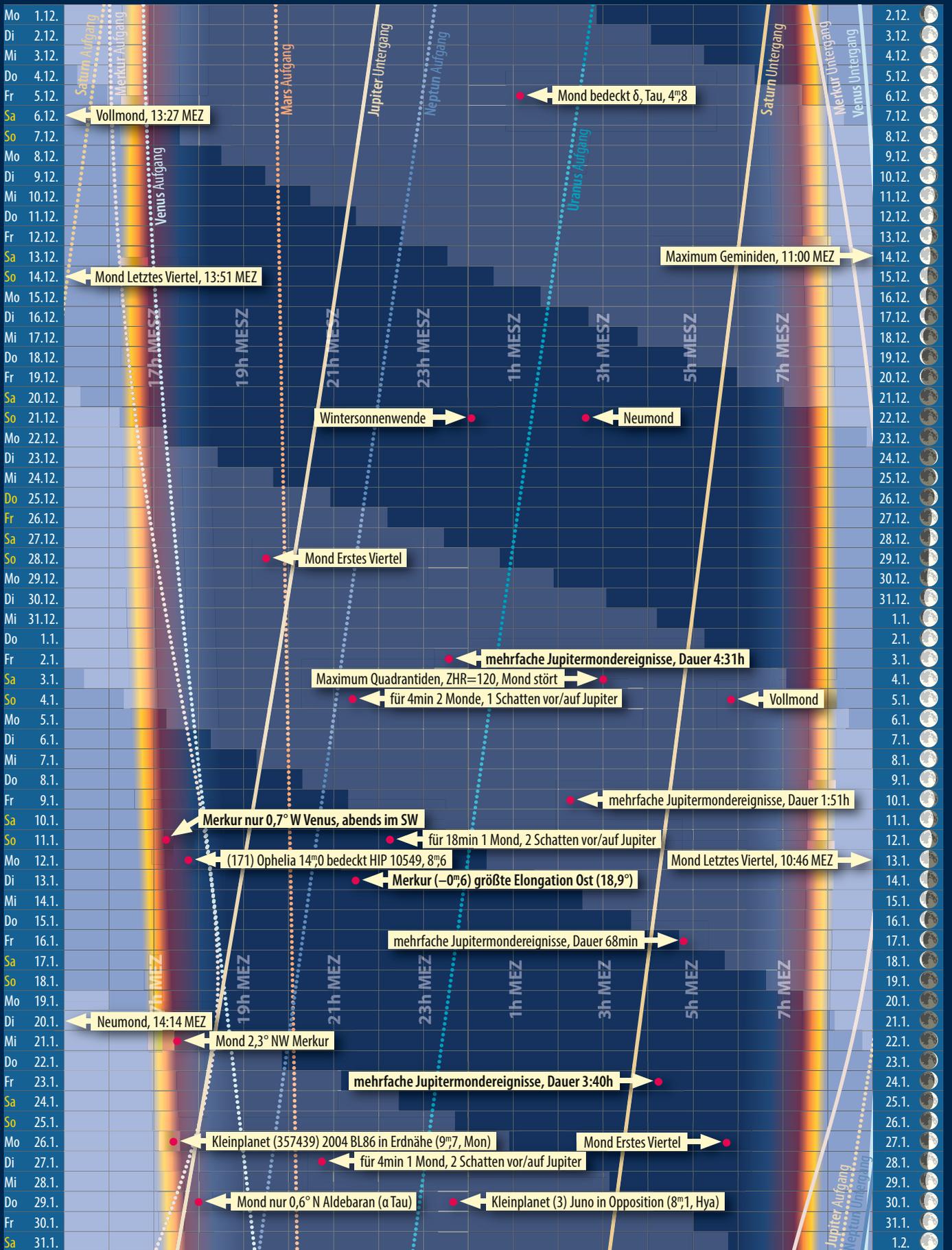
Astronomische Ereignisse im Dezember/Januar 2015		
6.12.	1:09 MEZ	Mond bedeckt δ_2 Tau, 4 ^m 8
6.12.	13:27 MEZ	Vollmond
14.12.	11:00 MEZ	Maximum Geminiden
14.12.	13:51 MEZ	Mond Letztes Viertel
22.12.	0:03 MEZ	Wintersonnenwende
22.12.	2:36 MEZ	Neumond
28.12.	19:31 MEZ	Mond Erstes Viertel
2.1.	23:38 MEZ	mehrfache Jupitermondereignisse, Dauer 4:31h
4.1.	3:00 MEZ	Maximum Quadrantiden, ZHR=120, Mond stört
4.1.	21:21 MEZ	für 4min 2 Monde, 1 Schatten vor/auf Jupiter
5.1.	5:53 MEZ	Vollmond
10.1.	2:14 MEZ	mehrfache Jupitermondereignisse, Dauer 1:51h
11.1.	17:15 MEZ	Merkur nur 0,7° W Venus, abends im SW
11.1.	22:15 MEZ	für 18min 1 Mond, 2 Schatten vor/auf Jupiter
12.1.	17:51 MEZ	(171) Ophelia 14 ^m ,0 bedeckt HIP 10549, 8 ^m ,6
13.1.	10:46 MEZ	Mond Letztes Viertel
14.1.	21:30 MEZ	Merkur (-0^m,6) größte Elongation Ost (18,9°)
17.1.	4:50 MEZ	mehrfache Jupitermondereignisse, Dauer 68min
20.1.	14:14 MEZ	Neumond
21.1.	17:30 MEZ	Mond 2,3° NW Merkur
24.1.	4:12 MEZ	mehrfache Jupitermondereignisse, Dauer 3:40h
26.1.	17:24 MEZ	Kleinplanet (357439) 2004 BL86 in Erdnähe (9 ^m 7, Mon)
27.1.	5:48 MEZ	Mond Erstes Viertel
27.1.	20:45 MEZ	für 4min 1 Mond, 2 Schatten vor/auf Jupiter
29.1.	18:00 MEZ	Mond nur 0,6° N Aldebaran (α Tau)
29.1.	23:42 MEZ	Kleinplanet (3) Juno in Opposition (8 ^m ,1, Hya)

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

◀ Abb. 3: Die Abfolge der spektakulären Jupitermond-Ereignisse am Morgen des 24. Januar um 5:45 MEZ (a), 6:50 MEZ (b), 7:21 MEZ (c) und 7:45 MEZ (d).

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

Dämmerungsdiagramm für Dezember/Januar 2015

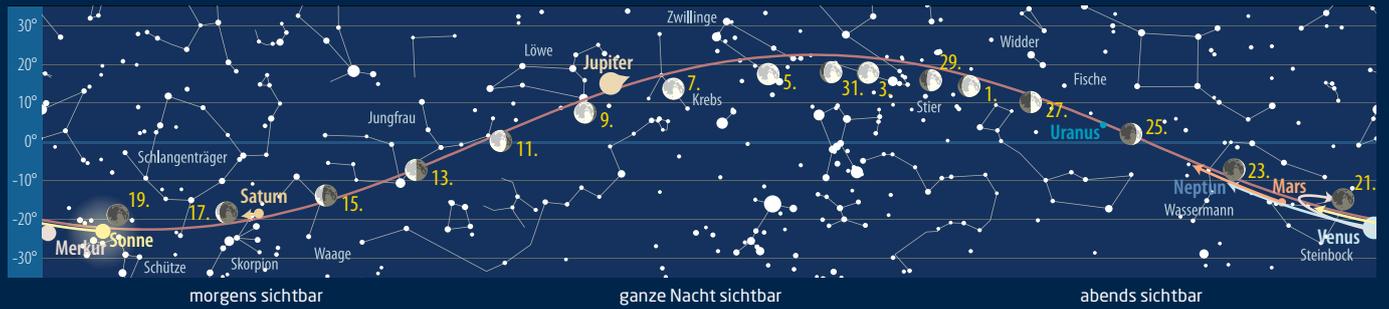


Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

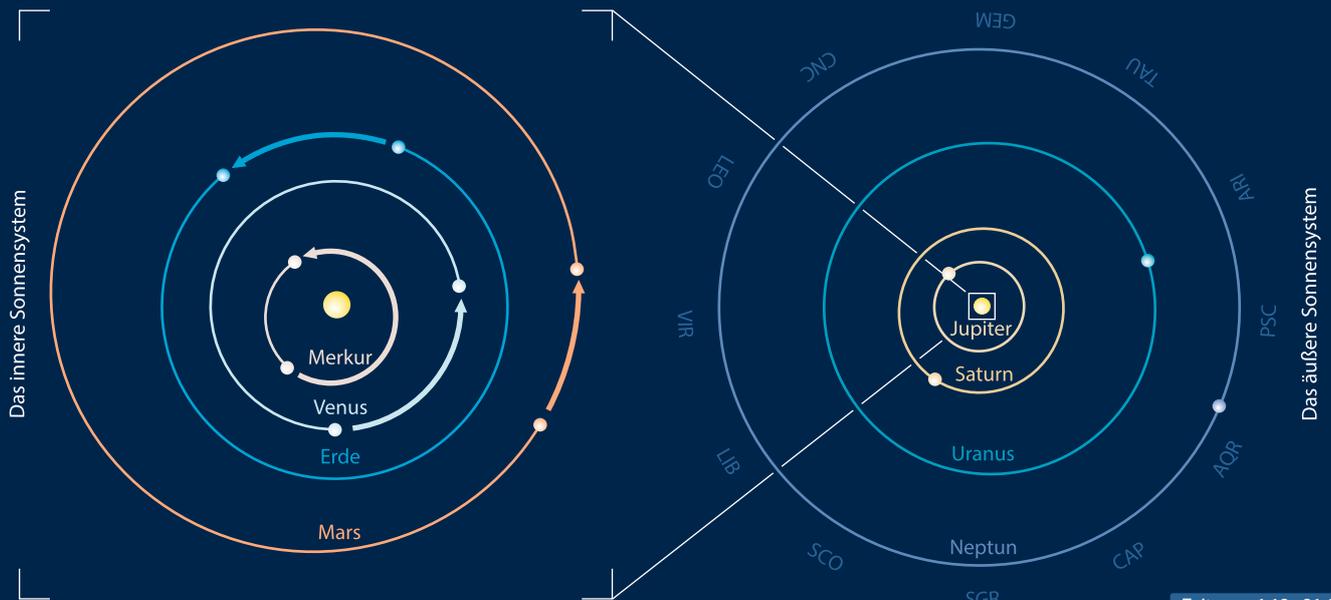
Der Lauf der Planeten im Dezember 2014



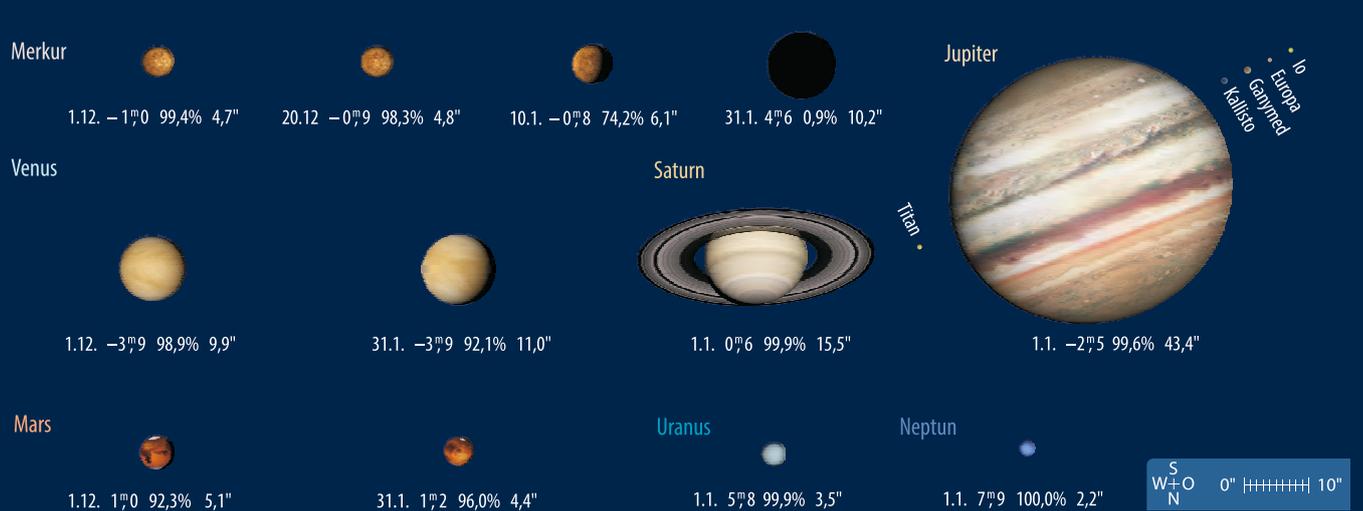
Der Lauf der Planeten im Januar 2015



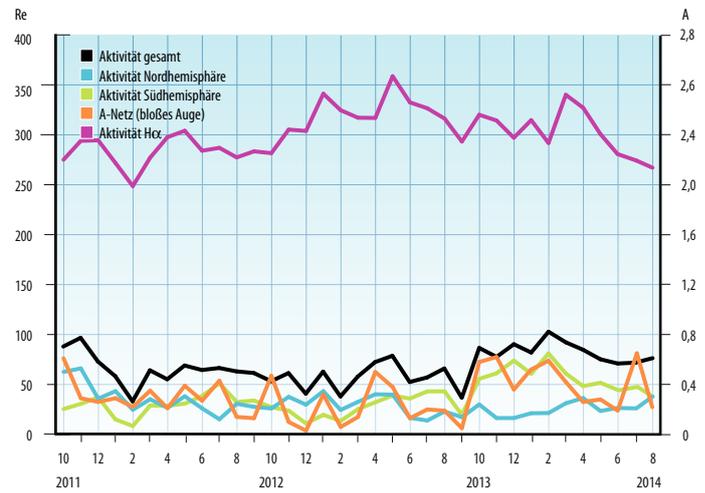
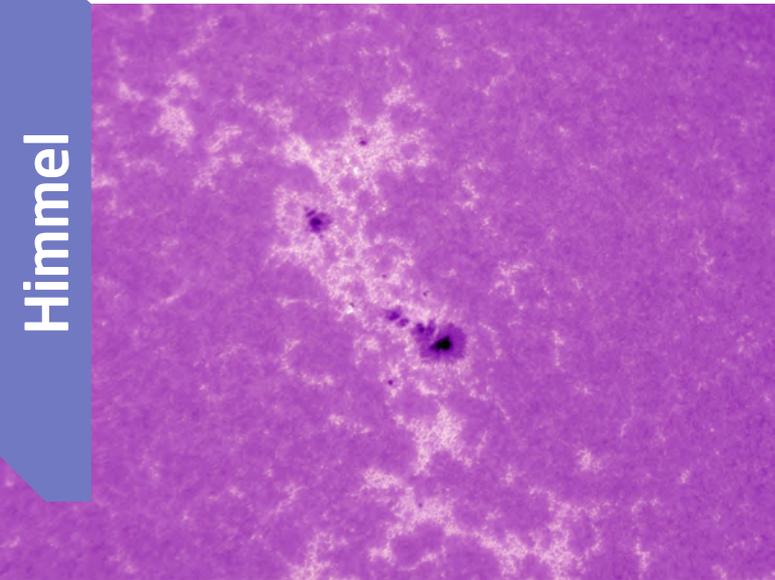
Die Planeten auf ihren Bahnen im Dezember/Januar 2015



Die Planeten im Fernrohr im Dezember/Januar 2015



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



◀ Abb. 1: Aktive Region 12132 am 4.8.2014 (CaK-Licht). CCD-Aufnahme, 5"-Refraktor bei 2000mm, GS3-U3-28S5M, Lunt CaK-Modul. Ullrich Dittler

Sonne aktuell Tiefer Einbruch im Juli

Gegensätzlicher hätte die Sonnenaktivität in den Monaten Juli und August kaum sein können. Während im ersten Monat insgesamt 35 neue Fleckengruppen registriert wurden, waren es im zweiten noch 21, dazu fünf bzw. sieben M-Flares und kein einziger X-Flare. Ein solcher führte erst im September zum ersten visuell-fotografischen Polarlicht seit vielen Monaten.

Damit hätte man eigentlich schon Anfang Juli rechnen können, als die Sonnenaktivität noch hoch war und teilweise bis zu drei E-Gruppen gleichzeitig zu sehen waren. Diese

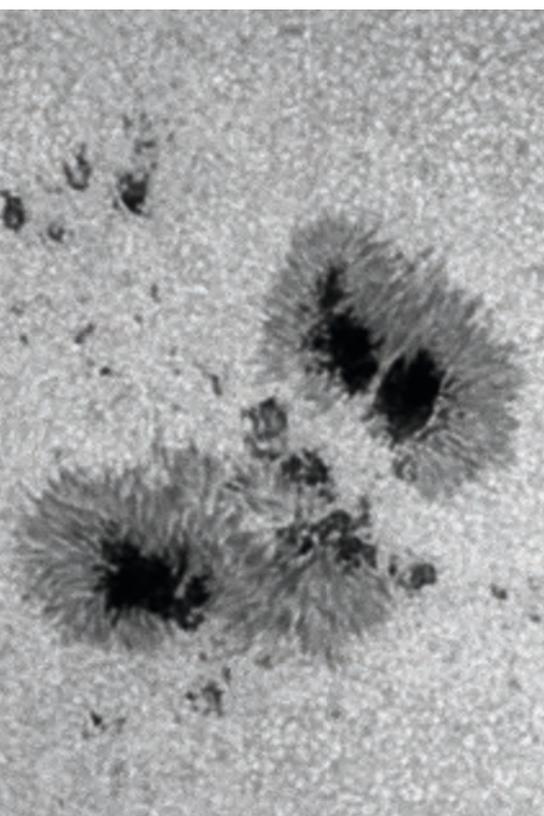
blieben aber – wie viele hoch entwickelte Aktivitätsgebiete der letzten Zeit – weitgehend inaktiv. Es wurden keine nennenswerten Flares und nur eine sehr geringe Zahl von Koronalen Massenauswürfen gemessen.

Nach dem Abzug dieser Gruppen brach die Fleckentätigkeit völlig ein. Am 17. Juli meldeten die meisten Beobachter den ersten fleckenfreien Tag seit 2011 – nur wenige erkannten eine für nur wenige Stunden sichtbare kleine Fleckengruppe. Ein derartiger Einbruch wenige Monate nach dem voraussichtlichen Maximum ist mehr als ungewöhnlich und wurde bisher in keinem Zyklus in dieser Form beobachtet. Danach stieg die Aktivität für einige Tage wieder leicht an, um erneut wieder einzubrechen: Am 21. Juli war ebenfalls nur noch eine Gruppe zu sehen.

Es folgte ein moderater Aktivitätsschub, der um den 10. August kurzfristig abflaute, dann aber bis zum Ende des Monats wieder auf vorherige Werte anstieg. Dominierte im Juli noch die Südhalbkugel, über die die meisten der insgesamt fünf E-Gruppen des Monats wanderten, so war die Aktivitätsverteilung im August ziemlich ausgeglichen, bei sieben Gruppen, die mindestens an einem Tag die Klasse E erreichten, und einer F-Gruppe. Trotz der sehr unterschiedlichen Aktivität der Hemisphären in den beiden Monaten war absolut ein Anstieg zu verzeichnen.

Die Bestimmung des Maximumszeitpunktes für den laufenden 24. Sonnenfleckenzyklus ist nach wie vor nicht abgeschlossen, auch wenn sich der aktuelle Wert von 75,4 (November 2013) seit einiger Zeit nicht mehr verändert hat. Da die Sonnenaktivität nur dem Prinzip nach, aber nicht detailliert vorhersehbar ist, wird man noch einige Zeit warten müssen, bis ein endgültiger Wert feststeht. Solange ist es immer noch möglich, dass es in den kommenden Monaten zu einem weitaus kräftigeren Anstieg kommt als bisher beobachtet.

► Manfred Holl



◀ Abb. 2: Aktive Region 12104 am 4.7.2014, wenig später brach die Sonnenaktivität stark ein. CCD-Aufnahme, 7"-Refraktor bei 3000mm, Skyris 618M. Ernst Elgaß

SURFTIPPS



- Europäisches Sonnenteleskop
- Niederländisches Sonnenteleskop

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08su](https://oc1m.de/08su)

INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen der Sonne, oder bestimmen Sie anhand eigener Beobachtungen die H-alpha-Relativzahl! Alle eingesandten Ergebnisse werden auf sonneaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08kc](https://oc1m.de/08kc)

Planeten aktuell Riesenplanet im Fokus

Jupiter dominiert den Nachthimmel im Dezember und Januar, auch wenn man zunächst noch recht lange warten muss, bis er aufgeht. Aktuelle Beobachtungen zeigen ein »normales« Erscheinungsbild des größten Planeten des Sonnensystems mit zwei dunklen Hauptbändern. Der Große Rote Fleck am südlichen Rand des Südlichen Äquatorialbands (SEB) zeigt eine deutlich orange Farbe. Seine Position im September lag bei 218° im Rotationssystem II.

In den letzten Septembertagen wurde der Fleck südlich vom Oval BA alias »Red Junior« überholt. Inzwischen dürfte sich dieses kleinere Sturmsystem also bei kleineren Längen vor dem GRF befinden. Weitere bemerkenswerte atmosphärische Strukturen sind ein oranges Oval am Nordrand des NEB, Ende September bei ca. 40° gelegen, und ein dunkler Barren auf Breitenlage des NNTB bei ca. 150°.

Die Beobachtung Jupiters wird in dieser Beobachtungssaison durch gegenseitige Erscheinungen der Monde noch interessanter. Dabei kommt es zu Bedeckungen und Verfinsterungen der Jupitermonde. Alle Erscheinungen ab dem Jahreswechsel sind im neuen Jahrbuch-Themenheft »Himmels-Almanach 2015« gelistet. Zwei besonders spektakuläre Erscheinungen sind in diesem Heft auf S. 35 und S. 41 angekündigt.

Saturn ist zum Erscheinen dieser Ausgabe schon wieder unsichtbar geworden. Für **Mars** verschlechtern sich die Bedingungen ebenfalls. Lediglich **Venus** und **Merkur** treten in den nächsten Wochen am Abendhimmel in Erscheinung.

Am Abendhimmel zeigen sich zudem noch die äußeren Planeten **Uranus** und **Neptun** – heute sind auch Amateure in der Lage, Details auf diesen fernen Welten aufzunehmen.

► Ronald Stoyan



▲ Abb. 1: **Jupiter** am 30.9.2014 mit Großem Rote

▼ Abb. 2: **Jupiter** am 27.9.2014 mit dem orangenen Oval BA und dem Oval BA. *Andrea Maniero*



▼ Abb. 3: **Uranus** am 27.9.2014, aufgenommen mit einem 11"-SCT. *John Sussenbach*

► Abb. 4: **Neptun** mit Mond Triton am 27.9.2014. *John Sussenbach*

INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen der Planeten. Alle eingesandten Ergebnisse werden auf planetenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/08wm

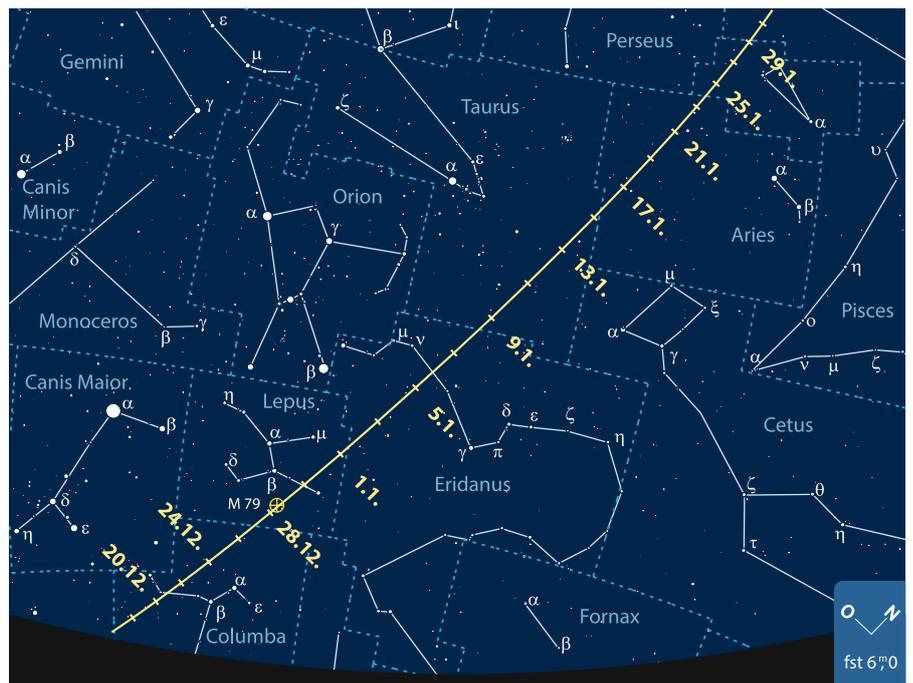


Kometen aktuell Wieder ein Komet Lovejoy

Seinen bereits fünften Kometen entdeckte Terry Lovejoy am 17. August 2014. Der australische Amateur verwendet ein 8"-Teleskop und eine CCD-Kamera, um damit Aufnahmereihen zu erstellen, aus denen er sich bewegende Objekte identifizieren kann. C/2014 Q2 (Lovejoy) hatte bei seiner Entdeckung etwa 15. Größe und stand im Sternbild Achterdeck, wo er auch bis Mitte Dezember verbleiben wird. Dann zieht der Schweifstern auf seiner um 80° geneigten Bahn rasch Richtung Norden, um im Januar ein ideal platziertes Objekt am Nachthimmel zu werden. Die Helligkeit könnte dabei etwa 7^m5 erreichen.

Vom Sternbild Achterdeck kommend, erreicht Komet Lovejoy am 17. Dezember das

► Bahn von C/2014 Q2 (Lovejoy) im Dezember/Januar.



IM DETAIL

Sommerkomet Jacques

Während der Sommermonate durchquerte der Komet C/2014 E2 (Jacques) die Milchstraße und passierte mehrere helle Deep-Sky-Objekte. Wetterbedingt wurde der bestens platzierte Schweifstern leider wenig beobachtet, dennoch erreichten uns ein paar eindrucksvolle Aufnahmen.



▲ Abb. 1: Am 19. August stand der Komet zwischen IC 1805 und IC 1848. CCD-Aufnahme, 22:40 MEZ, 200mm-Teleobjektiv bei f/2,8, Moravian G2 8300, 5min (je LRGB). *Norbert Mrozek*



▲ Abb. 2: Der Schweifstern am 27. August am Rande der Milchstraße im Kepheus. CCD-Aufnahme, 23:54 MEZ, 12"-Astrograph bei 1130mm, FL PL 16803, 16min (L), 9min (je RGB). *Gerald Rhemann*

⇐ INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Fotos und Zeichnungen aktueller Kometen! Alle eingesandten Ergebnisse werden auf kometenaktuell.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08du](http://oc1m.de/08du)

Sternbild Taube, wo er erstmals für mitteleuropäische Breiten sichtbar wird. Zu Weihnachten steht der etwa 9^m0 helle Komet im Norden des Sternbildes und kulminiert gegen 1:00 MEZ. Die erreichte Höhe über dem

Horizont ist noch bescheiden, die Situation wird aber von Nacht zu Nacht besser. Kurz vor dem Jahreswechsel erreicht der Schweifstern das Sternbild Hase, leider beginnt nun der Mond am Abendhimmel zu stören. Man kann den Kometen aber noch in den ersten Stunden nach Mitternacht am dunklen Himmel beobachten. Am Morgen des 29. Dezember begegnet Lovejoy dem 8^m4 hellen Kugelsternhaufen M 79.

Anfang Januar wechselt Lovejoy ins Sternbild Eridanus, die ersten Nächte des Jahres werden aber noch vom hellen Mond dominiert. Am 7. Januar kommt der Komet mit 0,47AE Abstand in Erdnähe – nun beginnt die ideale Beobachtungszeit: Nach Einbruch der Dunkelheit steht der vielleicht 7^m5 helle Lovejoy

schon hoch im Südosten. Am 9. erreicht er das Sternbild Stier und kann nun bis zum Mondaufgang um etwa 21:00 MEZ hervorragend beobachtet werden. Da er auf die Sonnennähe Ende Januar zustrebt, sollte die Helligkeit konstant bleiben. Am 17. Januar wechselt der Schweifstern ins Sternbild Widder, vom 25. bis 30. durchläuft er das Sternbild Dreieck. Zum Monatsende wird wieder Mondlicht die Beobachtungen beeinträchtigen, ehe der Komet im Februar schwächer werdend durch Andromeda und Perseus ziehen wird.

▶ Burkhard Leitner

🖱 SURFTIPPS



- interstellarium-Kometengalerie
- Komet Lovejoy bei S. Yoshida

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08kr](http://oc1m.de/08kr)

Kometen im Dezember/Januar

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erw. Helligkeit
C/2014 Q2 (Lovejoy)	17.8.2014	30.1.2014 (1,29AE)	7.1.2014 (0,47AE)	Dezember 2014 bis April 2015	7 ^m bis 8 ^m



▲ Abb. 3: Komet Jacques am 28. August. CCD-Aufnahme, 23:30 MEZ, 4"-Refraktor bei 400mm, Alccd6c, 32x1min. Reinulf Böttcher



▲ Abb. 4: Am 31.8.2014 stand Jacques bei IC 1396. Digitalfoto, 21:30 MEZ, 3,5"-Refraktor bei 400mm, Canon EOS 6D, 15x30s und Canon EF 200 mm bei f/2,8, FLI 16803 CCD. Norbert Mrozek, Waldemar Skorupa

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

Objekte der Saison

Beobachtungsempfehlungen für Dezember/Januar 2015



für Einsteiger

Mel 25 (OC)



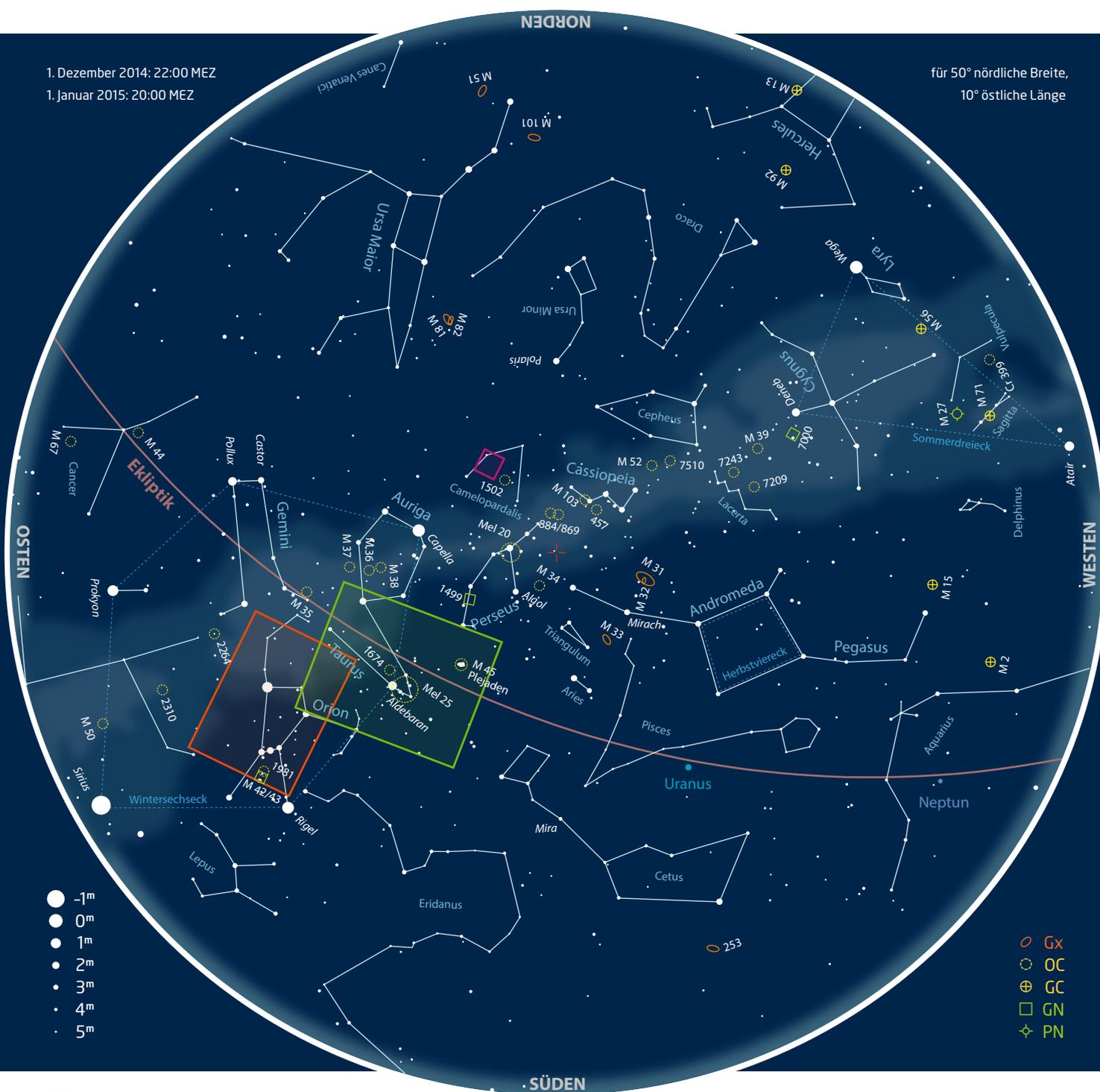
für Stadtbeobachter

NGC 2169 (OC)



für Landbeobachter

NGC 1569 (Gx)



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

Für Einsteiger: Hyaden (Melotte 25)

Das Objekt der Saison für Einsteiger dieser Ausgabe widmet sich dem Offenen Sternhaufen der Hyaden, auch Melotte 25 genannt. Die große V-förmige Konstellation ist als Kopf des Sternbilds Stier bereits mit dem bloßen Auge leicht zu sehen. Ein erstes Kennenlernen erfolgt am besten ohne optische Hilfsmittel, denn auch ohne Teleskop gibt es einiges zu entdecken (vgl. Praxistipp).

In der griechischen Mythologie sind die Hyaden Töchter des Titanen Atlas und Aithra, also Halbschwestern der Plejaden. Die Sage erzählt von Hyas, dem Bruder der Hyaden, der auf der Jagd von einem Löwen getötet wurde. Daraufhin konnten die Schwestern vor Gram nicht aufhören zu weinen. Die Götter hatten schließlich ein Erbarmen und versetzten sie als Sternhaufen an den Himmel. Die Bezeichnung »Regengestirn« erhielt die Hyaden aufgrund dieser Sage und schon der römische Dichter Vergil nannte sie »feuchte Hyaden«.

Astronomisch gesehen ist Melotte 25 mit 153Lj Entfernung der uns am nächsten gelegene Offene Sternhaufen und mit einem

PRAXISTIPP

Tipp für das bloße Auge: Hyaden

Die Hyaden sind leicht zu finden durch den rötlichen Aldebaran als westlichstem Stern des Wintersechsecks. Sie fallen unter schlechterem Himmel aber nicht sofort ins Auge, da sich bei einer Größe von 5° × 4° nur etwa ein Dutzend Sterne zeigen. Interessanter wird es in dunkleren Nächten, wo über 20 Haufensterne beobachtet werden können. Mit scharfen Augen lassen sich die 5,7' voneinander entfernten Komponenten des Doppelsterns θ Tauri trennen. Auch könnte es gelingen, einen gewissen Farbkontrast zwischen den orangefarbenen Riesensternen γ, δ, ε und θ₁ Tauri und den übrigen, weißen Sternen zu erkennen.

► Kay Hempel



▲ Abb. 1: Der Rote Riese Aldebaran (α Tau) steht in nur 66Lj Entfernung zur Erde und gehört deshalb nicht zu den Hyaden. Peter Wienerroither

Alter von ca. 600 Mio. Jahren eine noch sehr junge Sternansammlung – nur wenig älter als die Plejaden. Zusammen mit diesen bilden die Hyaden das sog. »Goldene Tor der Ekliptik«. Da die Ekliptik genau zwischen die beiden Formationen verläuft, wandern am Taghimmel die Sonne und in der Nacht die Planeten und der Mond regelmäßig durch dieses Tor.

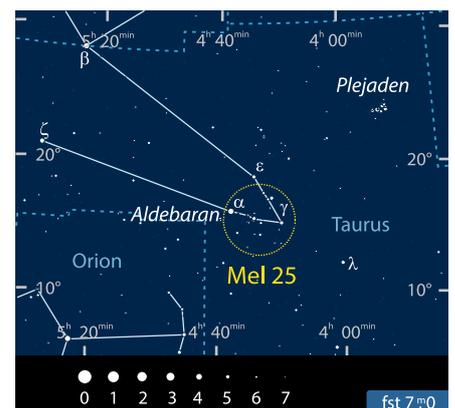
Aufgrund ihrer gemeinsamen Bewegung durch den Raum zählen die Hyaden zu den Bewegungssternhaufen. Etwa 350 Sterne der Konstellation streben auf einen Punkt zu, der sich östlich von Beteigeuze im Sternbild Orion befindet. Dabei sind die Hyaden in Alter, Zusammensetzung und Eigenbewegung dem Praesepe-Sternhaufen M 44 sehr ähnlich, was auf einen ehemals gemeinsamen Ursprung hinweist. Heute sind die beiden Sternhaufen hunderte Lichtjahre voneinander entfernt.

Im Teleskop sind die Hyaden nicht im Ganzen zu überblicken, denn der scheinbare Durchmesser von 5° × 4° sprengt das Gesichtsfeld eines üblichen Einsteigergerätes. Die Vergrößerung sollte dabei so niedrig wie möglich gehalten werden. Besonders an der südlichen Flanke der V-Formation sind so einige schöne enge Sternpaare zu sehen.

► Lambert Spix



▲ Abb. 2: Aufgrund ihrer großen Ausdehnung kann man die Hyaden im Teleskop mit 60mm Öffnung selbst bei 22× nicht vollständig überblicken. Lambert Spix



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



POSS-II-Fälschenbild

◀ NGC 2169 ist ein Offener Sternhaufen, der mit seiner Form die Phantasie der Beobachter anregt.

sich die Anzahl kleinerer Sterne, die sich vor allem um die beiden nördlichen »Trapezsterne« gruppieren. Auffallend ist dabei der weitgehend sternfreie Bereich zwischen den östlichen und westlichen Trapezsternen. Insgesamt entsteht so der Eindruck eines kleinen Schmetterlings. Als ideale Vergrößerung erweist sich nun 100× – 120×: Sieben hellere und fünf schwächere Sterne sind problemlos aufzulösen, vier bis fünf weitere Lichtpunkten kommen mit indirektem Sehen hinzu. Jetzt bietet der Sternhaufen tatsächlich das Bild eines »Einkaufswagens«, der von Ost nach West »geschoben« wird. Auch die Ziffern »3« und »7« lassen sich jetzt (mit entsprechender Vorkenntnis) deuten.

Der Offene Sternhaufen NGC 2169, der 50 Mio. Jahre alt und 3000Lj entfernt sein soll [4], ist einer von denjenigen Deep-Sky-Objekten, die auch dem Stadtastronomen richtig »Spaß« machen, weil man nicht nur die Vergrößerungen, sondern auch die verwendeten Öffnungen variieren kann. Bereits ein 60mm-Teleskop reicht aus, um der Vielzahl der Assoziationen dieses Sternhaufens auch am nächtlichen Stadthimmel nachzuspüren.

► Karl-Peter Julius

- [1] Stoyan, R.; Schurig, S.: interstellarium Deep Sky Atlas, Oculum-Verlag, Erlangen (2013)
- [2] French, S.: Celestial Sampler, Sky Publishing Corp., Cambridge, Massachusetts (2005)
- [3] O'Meara, S.J.: Hidden Treasures, Cambridge University Press, Cambridge (2008)
- [4] Finlay, W.H.: Concise catalog of deep-sky objects, Springer-Verlag, London (2003)

Für Stadtbeobachter: NGC 2169

Wenn man den neuen interstellarium Deep Sky Atlas nach Beobachtungszielen im Sternbild Orion durchmustert, trifft man rund 8° nordnordöstlich von Beteigeuze auf NGC 2169 – und erhält den interessant erscheinenden Hinweis, dass der kleine Offene Sternhaufen auch als »37-Cluster« bezeichnet wird [1]. Eine kurze Recherche zeigt, dass die Formation der Mitgliedersterne des Haufens an die Ziffern 3 und 7 erinnern soll, was als Erstem im Jahr 1981 dem amerikanischen Astronomen Alan Goldstein aufgefallen sei [2]. Doch damit nicht genug: NGC 2169 wird von den »nickname«-verliebten US-Beobachtern auch

als »Shopping Cart«, »Baby Carriage«, »Little Pleiades« oder als vergrößertes M 42-Trapez bezeichnet [3].

Derartige Assoziationen reizen auch den Stadtbeobachter, zumal angenommen wird, dass bereits Giovanni Batista Hodierna in seinem 1654 erschienenen Werk »De Admirandi Coeli Characteribus« auf einen nebulös erscheinenden Fleck in Orions rechtem Arm hinwies, der Ähnlichkeiten mit NGC 2169 aufweisen soll [3]. Wenn mit den einfachen teleskopischen Mitteln der damaligen Zeit eine Beobachtung erfolgreich war, sollte dies auch am aufgehellten Stadthimmel gelingen. Der Haufen ist mit 5^m9 relativ hell, allerdings mit einer Größe von 6' auch recht klein.

Um NGC 2169 aufzufinden, bewegt man das Teleskop von Beteigeuze aus in nordnordöstliche Richtung bis hin zu ξ und ν Orionis, zwei auffallenden Sterne mit ca. 4^m5. 0,5° südlich von ξ Ori sind bei 15× mehrere kleinere Sterne zu erkennen, die eine nach Norden geöffnete halbkreisförmige Kette bilden. Um auf NGC 2169 zu treffen, braucht man nur den Weg der Kette in nordwestliche Richtung fortsetzen: Schon bei 25× erscheint im Okular eine auffällige Formation von vier Sternen, die in der Tat an das Trapez im Orionnebel erinnert. Jetzt geht es darum, weitere Sterne in der Nähe aufzulösen, um zu erfahren, ob und inwieweit die dem Sternhaufen sonst noch zugeschriebenen Assoziationen und Bilder auch am Stadthimmel nachvollziehbar sind. Bei 50× erhöht



PRAXISTIPP

Fernglastipp: NGC 2169

Auch im Fernglas ist NGC 2169 einen Besuch wert. Darin zeigt sich der Sternhaufen als kleiner glitzernder Sternknoten, flankiert von einer hübschen Sternkette in östlicher Richtung. Ein 15×50-Fernglas auf Stativ offenbart die vier hellsten Sterne des Haufens. Mit indirektem Sehen blitzt sogar das ein oder andere zusätzliche Sternchen auf.

► Lambert Spix

Für Landbeobachter: NGC 1569

NGC 1569 ist eine von Wilhelm Herschel am 4.11.1788 entdeckte Zwerggalaxie. Es handelt sich um eine kleine (1,8' × 3,7') irreguläre Galaxie im Sternbild Camelopardalis (Giraffe) mit einer Helligkeit von 11,2^m, die auch im Katalog von Halton Arp unter der Nummer 210 geführt wird.

Die früher angenommene Entfernung von 7 Mio. Lj wurde im Jahr 2007 durch Untersuchungen des Hubble-Space-Teleskops auf 11 Mio. Lj korrigiert [1]. Damit ging auch die Erkenntnis einher, dass NGC 1569 Mitglied einer Gruppe von zehn Galaxien um IC 342 ist und damit Bestandteil der Maffei-Gruppe, die der Lokalen Gruppe nächstgelegene Galaxiengruppe. Gravitative Wechselwirkungen mit anderen Mitgliedern der Gruppe werden als Auslöser der intensiven Sternentstehung, genannt »Starburst«, angesehen, die in NGC 1569 zu beobachten ist. Als Starburst wird eine Sternentstehungsrate bezeichnet, die wesentlich höher ist, als es für eine Galaxie dieser Größe typisch ist. In der 20000Lj großen Zwerggalaxie begann der Starburst vor ca. 25 Mio. Jahren und flachte vermutlich vor fünf Mio. Jahren deutlich ab. Dennoch ist die Sternentstehung in NGC 1569 heute immer noch mehr als 100-mal größer als in der Milchstraße. Als Folge der intensiven Sternbildung entstanden in NGC 1569 zahlreiche Sternhaufen, davon zwei Supersternhaufen (SSC – Super Star Cluster), von denen jeder mehr als eine Million Sterne enthält und die die dichtesten bekannten Sternansammlungen im lokalen Universum darstellen [2].

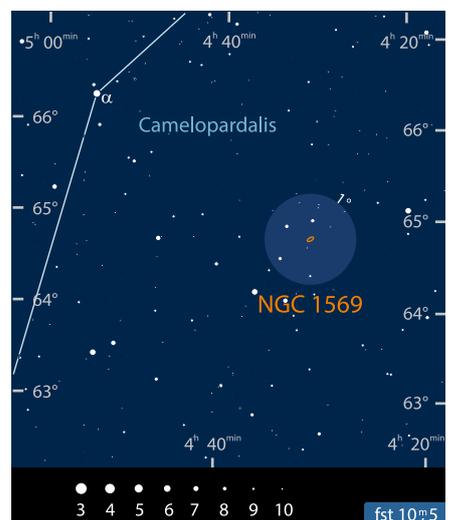
Die Beobachtung von NGC 1569 stellt an den Amateur heute keine besonderen Anforderungen: Unter dunklem Landhim-



▲ Die irreguläre Galaxie NGC 1569 ist durch intensive Sternentstehung, sogenannte Starbursts geprägt.

mel ist die kleine, aber recht flächenhelle Galaxie mit 200mm Öffnung problemlos zu sichten, erfordert aber Vergrößerungen von mind. 200×. Mit 250mm Öffnung steht die Galaxie südlich eines Sterns ca. 9. Größenklasse und erscheint ca. 2:1 elongiert in WNW-OSO-Richtung. Die Helligkeitsverteilung ist nicht gleichmäßig, im Westen erscheint sie etwas heller. Mit 350mm Öffnung ist die Galaxie deutlich heller, ca. 3:1 elongiert und von einer gemottelten Struktur geprägt. Ab 400mm Öffnung kann man dann bereits in die besondere Astrophysik dieses Objekts eintauchen [3]: Unter sehr guten Bedingungen und Vergrößerungen um 400× werden erfahrene Beobachter mit zwei Helligkeitsverdichtungen in Kernnähe die beiden Supersternhaufen 1569A und 1569B als stellare Objekte zumindest blickweise erreichen können. Noch größere Öffnungen lassen die beiden Objekte sicher halten, außerdem zeigt die unsymmetrische, nach Südosten gebogene Galaxie weitere Knoten und Strukturen.

- [1] Grocholski, A. J. et al.: A New Hubble Space Telescope Distance to NGC 1569: Starburst Properties and IC 342 Group Membership, *Astrophys. J. Lett.* 686, L79 (2008)
- [2] Relano, M. et al.: Distribution of the Extinction and Star Formation in NGC 1569, *Astron. Astrophys.* 452, 413 (2006)
- [3] www.jens-bohle.de/extragalaktische_kugelsternhaufen.htm



► Frank Gasparini

INTERAKTIV



Teilen Sie Ihre Beobachtungsergebnisse! Alle eingesandten Fotos, Zeichnungen und Beschreibungen zu den Objekten der Saison werden auf interstellarum.de veröffentlicht, eine Auswahl zudem hier im Heft. Die komplette Übersicht finden Sie auf S. 80.

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/08fc

Beobachtungen im Himmelsblau

Planetenbeobachtung am helllichten Tag

von Paul Hombach

▲ Abb. 1: Planetenbeobachtungen am blauen Taghimmel haben ihren ganz eigenen Reiz. Das Bild zeigt Venus und Mond am 18.6.2007. Deutlich ist der enorme Unterschied der Flächenhelligkeit zu erkennen – der Mond erscheint nahezu braun im Gegensatz zur weißen Venus. *Mario Weigand*

Astronomie rund um die Uhr betreiben, wann immer sich eine Gelegenheit bietet – das ist die Perspektive, wenn sich Sternfreunde bei der Ausübung ihres Hobbys nicht auf die Nachtstunden beschränken. Und der Taghimmel hat tatsächlich mehr zu bieten als die Sonne oder bisweilen einen eher blassen Mond: Speziell beim Thema Planeten lockt die Chance auf ein erweitertes Beobachtungsfenster, gepaart mit einer ganz eigenen Ästhetik.

Die Frage mag trivial erscheinen, bedarf aber einer Klärung: Was genau ist unter einer Taghimmelbeobachtung zu verstehen? Da gibt es keine »amtliche« Definition, mehrere Antworten sind möglich. Zum einen wären das Beobachtungen, die in der Zeit zwischen dem mathematischen Sonnenauf- und -untergang durchgeführt werden. Zum anderen kann man definieren, dass die Sonne für den Standort des Beobachters tatsächlich sichtbar sein muss, sei es nur teilweise oder vollständig. Die letztere wäre die strengste Variante.

Ebenso lässt sich der Zeitrahmen um die Phase der hellen Dämmerung erweitern, was aber nur für die sogenannte Bürgerliche

Dämmerung sinnvoll erscheint, an deren Ende die Sonne 6° unter dem Horizont steht. In dieser Zeit vermindert sich die Helligkeit im Zenit pro Grad Sonnendepression immerhin um einen Faktor drei. Am Ende der Bürgerlichen und mit Beginn der Nautischen Dämmerung sind unter optimalen Bedingungen Sterne der 3. Größe erkennbar. Als eigentliche Taghimmelbeobachtung wird im Folgenden der Zeitraum zwischen Sonnenauf- und -untergang angenommen.

Beobachtungen mit bloßem Auge

Außer dem Mond gilt die Venus als das einzige Objekt, das selbst dann sichtbar ist, wenn

die Sonne über dem Horizont steht. Dennoch ist ihre Sichtung keine Selbstverständlichkeit, manchen Sternfreunden ist es noch nicht gelungen, sie am blauen Taghimmel zu erspähen. Der Erfolg hängt von mehreren Faktoren ab: den Wetterbedingungen, der Venushelligkeit, ihrem Abstand zur Sonne, der Höhe über dem Horizont, dem Sehvermögen des Beobachters und nicht zuletzt der genauen Kenntnis ihrer Position.

Offenbar ist Venus nicht so hell, dass man sie zufällig erblickt. Damit ein Objekt sichtbar ist, muss es einen gewissen Kontrast zum Hintergrund haben. Kontrastreserve ist gleichbedeutend mit Detektionswahrscheinlichkeit. Dies ist im Zusammenhang

mit dem Nachthimmel und der Erkennbarkeit von Deep-Sky-Objekten viel diskutiert und eine entsprechende Modellierung ist Bestandteil der Software Eye&Telescope [1]. Zur Beurteilung des Nachthimmels ist die Messung in Magnituden pro Quadratbogenminute gebräuchlich. Für den Taghimmel werden Werte zwischen $7^m/\square$ bei Sonnenaufgang und maximal $4^m/\square$ genannt [2, 3].

Unter Berücksichtigung von Sehwinkel und Objekthelligkeit zeigt sich, dass Mond und Venus – letztere nur knapp – bei maximaler Himmelhelligkeit über der Wahrnehmungsgrenze liegen [3]. Die Venus kann für das bloße Auge als Punktquelle angesehen werden. Ihre Albedo, d.h. ihr Vermögen, Sonnenlicht zu reflektieren, übertrifft dank ihrer hellen Wolken die des dunklen Mondbodens um etwa das Zehnfache. Wenn Mondsichel und Venus am Himmel nahe beieinander stehen und gemeinsam zu sehen sind, wird die Brillanz der hellen Venus verglichen mit dem blassen Mond sofort augenfällig. Dass man den Mond dennoch leichter findet, ist seiner Eigenschaft als flächige Lichtquelle geschuldet.

Venus entdecken

Ein Grund, warum Venus nicht einfach so beim »Blick ins Blaue« auf Anhieb erkannt wird, liegt in der Akkommodation des Auges. Scharfes Sehen ist essenziell, aber es gibt am eintönigen blauen Himmel kein Objekt, an dem das Auge fokussieren kann. Oft sind es andere Objekte in der Nähe wie Wolken oder Flugzeuge, die Hilfestellung geben und das Auge auf »unendlich« stellen lassen. Überhaupt können einzelne Wolken am Taghimmel sehr förderlich sein, wenn sie nur die Sonne abdecken. Ist Venus erst entdeckt, wundert man sich, sie nicht schon früher gesehen zu haben. Die scheinbare Helligkeit der Venus liegt zwischen $-3^m,9$ in den Wochen um ihre obere Konjunktion und maximal $-4^m,7$ im sogenannten größten Glanz.

Ihre größte Helligkeit liegt rund einen Monat nach der größten östlichen bzw. vor der größten westlichen Elongation. Das sind im Prinzip die besten Zeiten für eine Sichtung mit bloßem Auge, sofern Venus am Himmel nicht deutlich tiefer als die Sonne steht, denn die Erdatmosphäre wirkt sich mindernd auf die Helligkeit aus. Im Zenit schwächt selbst ein klarer Himmel das Objekt um $0^m,35$. In 30° Höhe muss der Sehstrahl schon die doppelte Luftmasse durchlaufen. Am Horizont schließlich beträgt die Dämpfung rund 12 Größenklassen.

Die mit Abstand beste Stelle

Für eine erfolgreiche Planetenbeobachtung am Taghimmel sind Transparenz und der richtige Abstand zur Sonne entscheidend. Gute atmosphärische Bedingungen erkennt man sofort am tiefen Blau des Himmels. Sind in der Luft viele Teilchen vorhanden, etwa Wassertropfchen oder Staub, die größer als die Wellenlänge des Lichtes sind, entsteht ein mehr oder minder störender milchig-weißer Vorhang, der den Kontrast und die Wahrnehmbarkeit der Planeten stark mindert.

Das Himmelsblau hingegen geht auf die Rayleigh-Streuung des Sonnenlichts zurück. Diese entsteht, wenn das Licht an den Luftmolekülen gestreut wird, die im Vergleich zur Wellenlänge klein sind. Dabei wird kurzwelliges blaues Licht rund viermal stärker gestreut als rotes. Das so über den Himmel verteilte Licht ist polarisiert, was mit dem bloßen Auge wahrnehmbar ist: In 90° Abstand zur Sonne ist der Himmel besonders tiefblau. Dort ist die Chance am größten, einen Planeten zu beobachten, wobei nur die äußeren Planeten in diese Position gelangen können.

Dabei widerstreben zwei Effekte, wie am Beispiel Jupiters ersichtlich werden soll: Hat der Gasriese 90° Elongation zur Sonne, steht also in Quadratur, ist er typischerweise um $0^m,4$ schwächer als zum Zeitpunkt der Opposition. Erreicht er 100° Winkelabstand, ist er bereits $0,1$ Größenklassen heller als zur Quadratur, steht aber noch im »blauen Bereich«. Das gilt für erfahrungsgemäß für alle äußeren Planeten – der »sweet spot« zur Beobachtung liegt bei etwa 100° bis 105° Sonnenabstand. Mit einem zusätzlich verwendeten Polfilter lässt sich der Kontrast des Planeten zum Hintergrund noch verbessern. Ein erfahrener Beobachter berichtete dem Autor, Jupiter auf diese Weise mühelos freisichtig am Himmel aufgefunden zu haben.

Planeten im Teleskop – aber bitte sicher!

Mit einem Teleskop lassen sich Planeten fast jederzeit am Taghimmel finden (vgl. Praxistipp). Zunächst ein Wort zur Sicherheit: Aus gutem Grund ist für GoTo-Montierungen in der Regel das Positionieren von Objekten innerhalb eines 15° -Radius um die Sonne tabu. Die Gefahr, versehentlich ungeschützt in die Sonne zu blicken, darf NIE unterschätzt werden. Zudem wird der Himmel in zunehmender Sonnennähe gleißend hell.



▲ Abb. 2: Merkur am Taghimmel, aufgenommen am 7.4.2010 um 17:31 MESZ mit einem 500mm-Newton. Thomas Winterer

Es gibt einige wenige darauf spezialisierte Sternfreunde, die z.B. Merkur und Venus in geringeren Sonnenabständen verfolgen. Diese wissen aber ganz genau, was sie da tun – mit auf 30mm Öffnung abgeblendeten Teleskopen, verlängerten Taukappen zur besseren Beschattung der Optik und Neutralfiltern der Stärke ND 1,8 (entsprechend einer Dämpfung von $64\times$). Unerfahrenen Beobachtern sei dringend von derartigen Experimenten abgeraten. Man sollte in jedem Fall dafür sorgen, dass die Sonne bereits hinter einem Hausdach, einer Gebäudekante, einem Berg o.ä. untergegangen und sicher abgedeckt ist und nicht mehr ins Teleskop scheinen kann. Das dient der Sicherheit, auch wenn es die Beobachtung auf Objekte einschränkt, die höher bzw. östlich der Sonne stehen, ihr also folgen und nicht vorausgehen.

Schärfe entscheidet

Ein regelrechtes K.O.-Kriterium, das den Unterschied zwischen Sehen und nicht Sehen am Taghimmel ausmacht, ist der richtige Fokus. Bei schwachem Kontrast muss wenigstens sämtliches verfügbare Licht des Objektes optimal gebündelt sein. Es empfiehlt sich daher, den Fokus bereits zuvor am Nachthimmel einzustellen. Bei den einzelnen Planeten kann man dann einiges an Details erwarten.

Merkur

In der Dämmerung steht Merkur stets horizontnah und ist somit besonders anfällig für Störungen durch die Atmosphäre. Im Teleskop erkennt man meist ein flackerndes Ob-

PRAXISTIPP

Planeten am Taghimmel finden - Schritt für Schritt

Mit Computersteuerung

Benutzer von Teleskopen mit GOTO-Steuerung können das gewünschte Objekt automatisch anfahren lassen, vorausgesetzt, die Montierung ist entsprechend voreingestellt. Außer bei GPS-gestützten Modellen, die quasi alles von selbst erledigen, sind meist zunächst eine waagerechte Aufstellung, die Einstellung der geographischen Breite und eine grobe Nordausrichtung nötig. Danach muss man Referenzobjekte anfahren und bestätigen, wobei das wenigstens zwei verschiedene mit genügendem Abstand sein sollten (»2-Punkt-Align«). Das ist am Taghimmel ein Problem, hat man dort doch nur ein Objekt sicher zur Verfügung: die Sonne. Manchmal lässt sich der Mond als zweites Objekt nutzen.

Manuell mit einer parallaktischen Montierung

Dieses Verfahren bezieht sich auf eine parallaktische Montierung und arbeitet mit Differenzkoordinaten. So geht es Schritt für Schritt:

1. Mit Hilfe eines astronomischen Jahrbuchs oder Planetariumsprogramms die aktuellen Positionen von Sonne und des gesuchten Objekts für den Zeitpunkt der geplanten Beobachtung ermitteln. Man notiere beide Werte, Rektaszension (R.A.) und Deklination für beide Objekte.
2. Die Differenzen für Deklination und Rektaszension zwischen Sonne und dem Zielobjekt berechnen. Ein Beispiel: Venus soll am 1. Januar 2015 um 13:00 MEZ gefunden werden. Für diesen Zeitpunkt beträgt die Deklination der Sonne $-23^{\circ} 1'$, die der Venus $-22^{\circ} 4'$. Die zweite Nachkommastelle kann gerundet werden: Venus steht also 1° weiter nördlich als die Sonne. Für die Rektaszension findet man 18h 46min (Sonne) bzw. 19h 58min (Venus); das ergibt eine Differenz von plus 1h 12min, also 1 Stunde und 12 Minuten östlich. Auch hier kann gerundet werden, 10 Minuten Genauigkeit reichen.
3. Man stelle seine parallaktische Montierung waagrecht und ungefähr genordet auf. Auch die Polhöhe des Beobachtungsortes sollte voreingestellt sein. Je genauer man hier arbeitet, umso einfacher wird es später.
4. Die Deklinationsachse lösen und das Teleskop so lange bewegen, bis an der Deklinationsskala der aktuelle Deklinationwert der Sonne eingestellt ist. Achse wieder festklemmen. Achtung: Auch der Ring mit der Gradeinteilung in Deklination ist drehbar. Ob er den wahren Wert anzeigt, muss zuvor am Nachthimmel überprüft werden (Schritt 5, sonst weiter mit Schritt 6).
5. Die Montierung mit dem Stativ so aufstellen, dass sie nach Norden weist. Die R.A.-Klemmung lösen und die Gegengewichtsstange an ihren tiefsten Punkt bringen. Festklemmen. Nun in Deklination schwenken und das Teleskop zum Polarstern zeigen lassen (alternativ Polsucher verwenden). Ist diese Position erreicht, die Skala auf 90° stellen.
6. Klemmung der Rektaszensionsachse lösen. Wenn die Montierung perfekt stehen würde, könnte man jetzt durch einfaches Schwenken in R.A. den hellen Fleck des Sonnenbildes, das der Sucher erzeugt, in dessen Eigenschaf-



jekt, das immerhin bisweilen seine Phase erkennen lässt. Taghimmelbeobachtungen bieten die Chance, den innersten Planeten hoch am Himmel und bei besserem Seeing zu erwischen. Im Optimalfall lassen sich hellere und dunklere Regionen ausmachen. Die Kontraste sind sehr fein, fallen visuell kaum auf, können aber mit aufaddierten Digitalvideos und anschließender Bildbearbeitung nachgewiesen werden. Immerhin: Die klassischen Merkurkarten waren das Ergebnis visueller Taghimmelbeobachtungen.

Venus

Der hellste Planet ist im Sucher ein silberner Punkt und zeigt im Okular eine strukturlose Phase mit Helligkeitsabfall zum Terminator. Der große Vorteil ist, dass Venus trotz ihrer Helligkeit vor dem Blau des hellen Taghimmels nicht überstrahlt. Empfehlens-

◀ Abb. 3: Jupiter am 9.9.2012 um 8:30 MESZ, aufgenommen mit einem 5"-Refraktor. Auch Io ist am Taghimmel zu sehen. Tobias Hempel

ten bringen. Dieser helle Fleck zieht aber vermutlich vorbei, daher:

7. Die gesamte Montierung in Azimut so lange bewegen, bis der in R.A. geschwenkte Fleck des Sonnenbildes den Sucherschatten trifft. Beispiel für eine Montierung nach Polaris-Bauart: Die große Schraube an der Unterseite, welche Montierung und Stativ verbindet, leicht lösen, Azimut-Feineinstellschrauben an der »Nordnase« weit aufdrehen und behutsam die Montierung mit Teleskop nach links oder rechts drehen und wieder festschrauben. Schauen, ob der Fleck des Sonnenbildes dem Sucherschatten näher kommt. Wenn ja, Montierung weiter in diese Azimut-Richtung bewegen, wenn nein, in die entgegengesetzte. Wenn der Spielraum der Azimut-Feinjustierung nicht reicht, muss das ganze Teleskopensemble inkl. Stativ bewegt werden.
8. Nach erfolgter Feineinstellung: Teleskopdeckel abnehmen, größere Öffnungen ggf. abblenden. Das Sonnenbild erscheint als heller Fleck im Okular (natürlich NIE direkt hi-

neinblicken und das Teleskop nicht unbeaufsichtigt lassen!)

9. Die ermittelten Differenzen an der Montierung einstellen. Für das o.g. Beispiel: In Deklination 1° nach Norden drehen, dann 1 Stunde und 12 Minuten nach Osten schwenken (das geht am einfachsten, wenn man den drehbaren Ring der R.A.-Skala so einstellt, dass der Zeiger bei der aktuellen Sonnenposition auf Null steht). Jetzt sollte Venus wenigstens im Feld des Suchers zu sehen sein.

Für eine Beobachtung am Okular gilt: Der Fokus muss voreingestellt sein, am besten am Vorabend an einem astronomischen Objekt. Sollte der Mond am Taghimmel sichtbar sein, kann man auch diesen zur Fokussierung verwenden. Ggf. die Fokusslage für das verwendete Okular markieren.

Tipp: Wer an diesem Tag (1. Januar 2015) Venus gefunden hat, kann gleich noch Merkur aufsuchen, der 3° südöstlich der Venus steht, genau genommen 1,1° südlich und 12 Minuten westlich (vgl. interstellarum Himmels-Almanach 2015)



P. Hombach

▲ Abb. 1: Die Deklinationsskala ist als einstellbarer Ring ausgeführt.



P. Hombach

▲ Abb. 2: Kleinsten Schattenwurf des Teleskops, wenn das Instrument exakt zur Sonne ausgerichtet ist.

wert ist der Einsatz von Filtern. Wolkenstrukturen lassen sich erst mit UV-Filtern fotografisch dokumentieren. Reizvoll ist die feine Venussichel besonders, wenn sie immer wieder zwischen vorbeiziehenden Wolken auftaucht.

Mars

Kann so hell wie Jupiter werden, wobei sich die Helligkeit noch auf eine kleinere Fläche verteilt. Allerdings werden solche Helligkeiten nur zur Opposition erreicht, wenn Mars am Nachthimmel zu sehen ist. Am Tag begünstigt die rötliche Färbung die Wahrnehmung im Kontrast zum Blau des Himmels. Einzelne Albedostrukturen sind erkennbar.

Jupiter

Wirkt im Teleskop eher blass und bis auf die dunklen Äquatorbänder detailarm, wenn auch der GRF gesichtet werden kann. Schatten von Jupitermonden können erkannt werden. 1994 konnten die dunklen Flecken nach den Impakten der Shoemaker-Levy-9-Fragmente

auch am Tag beobachtet werden. Vereinzelt werden Sichtungen der Galileischen Monde, fotografisch wie visuell, berichtet.

Saturn

Trotz seiner Blässe ist sogar Saturn nebst Ring am Taghimmel unter guten Bedingungen zu sehen [4]. Mit dem bleichen Saturn sollte eigentlich das Limit erreicht sein. Dennoch ist selbst bei Uranus und Neptun der fotografische Beweis erbracht worden, dass beide auch am Tage auffindbar sind [5].

Wer schon mit dem Teleskop am Taghimmel unterwegs ist, sollte nicht versäumen, hellere Sterne wie Wega oder Arktur anzufahren. Sie erscheinen nadelfein vor blauem Grund und dabei in ihrer jeweiligen Farbe. Wer den Reiz von Taghimmelbeobachtungen schätzen gelernt hat, wundert sich, warum bisher eher wenige Sternfreunde ihr Beobachtungsglück am helllichten Tag versuchen.

[1] Pflieger, T.: Eye and Telescope, www.eyelandtelescope.com

[2] Stepputat, K.: Das astronomische Sehen. Teil 2: Grenzgröße und Adaption, interstellarum 43 (2006) S. 66ff
 [3] Stepputat, K.: Das astronomische Sehen. Teil 3: Sichtbarkeit und Kontrast, interstellarum 44 (2006) S. 68ff
 [4] Harder, C.: Visuelle Planetenbeobachtungen mit meinem 25-cm-Newton-Teleskop, VdS Journal für Astronomie 34 (2010) S. 12f
 [5] Gährken, B.: www.astro.de/taghimmelccd.htm

SURFTIPPS



- Merkurkarte von Eugène Antoniadi, 1934
- Alternative Beschreibung für das Aufsuchen am Taghimmel
- Bericht über Jupitersichtung mit bloßem Auge am Taghimmel

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/0811

Deep-Sky-Roadmap

Eine Tour mit dem
interstellarum Deep Sky Atlas

Karte 37 –
vom Nebeldschungel im Fuhrmann zu M 1

von Ronald Stoyan

▲ Abb. 1: Die großartige Nebellandschaft im Fuhrmann und Stier zeigt unterschiedlichste Exemplare Galaktischer Nebel auf engem Raum. Viele davon sind für visuelle Beobachter erreichbar. *Jukka-Pekka Metsävainio*

Die Wintermilchstraße ist nicht so auffällig und sternreich wie ihr sommerliches Pendant. Umso besser aber ist die Beobachtung Galaktischer Nebel möglich, von denen sie eine Menge zu bieten hat. Eine Region mit vielen geeigneten Zielen ist der Fuhrmann – die linke Seite der Atlaskarte 37 zeigt Nebel verschiedenster Typen und Schwierigkeitsstufen nebeneinander.

Als Erstes fallen IC 405 und IC 410 im Kartenbild auf. Die zwei großflächigen Nebel stehen östlich und westlich eines markanten Sternmusters, das als Mel 31 katalogisiert und als »Fliegender Fisch« bekannt ist. Beide wurden von Max Wolf am 25.9.1892 fotografisch entdeckt, IC 405 war aber schon kurz zuvor von J. M. Schaeberle während der Verfolgung der Nova Aurigae 1891 auf Fotoplatten gefunden worden. Schaeberle meinte, visuelle Beobachter würden IC 405 nicht sehen, wenn sie nicht genau wissen, wo sie nachzusehen hätten. Wolf beschrieb die Region mit den Worten: »Er breitet sich von einem hellen Stern 6,7. Größe nach beiden Seiten hin flügelartig aus, und seine feine protuberanzenartige Zeichnung besitzt große Ähnlichkeit mit jener des Orionnebels.« IC 410 bezeichnete er als »bänderreichen Nebelfleck«. Er umgibt den Sternhaufen NGC 1893.

Fahnen und Globulen

Für visuelle Beobachter ist **IC 405** kein sehr schwieriges Ziel, allerdings auch kein recht ergiebiges. Ausgangspunkt für Beobachtungen ist der Stern AE Aur, der mittig im zentralen Nebelbereich steht. Martin Schoenball beschrieb den Anblick in einem 250mm-Teleskop als »relativ hell, die Fahne Richtung Westen ist deutlich dunkler und sehr kontrastarm. Zwischen der Fahne und AE Aur ist nur ein schmaler Nebelbalken als Verbindung. Der Teil um AE Aur ist komplexer strukturiert.« IC 405 hat die interessante Eigenschaft, mit [OIII]- und H β -Filter unterschiedliche Strukturen zu zeigen. Kommt es nur auf die Sichtung an, ist ein UHC-Filter anzuraten.

IC 410 ist einfacher zu sehen als IC 405. Der hellste Teil liegt nordwestlich des Sternhaufens, er kommt mit einem [OIII]-Filter am besten zur Geltung. Interessante Ziele für größere Teleskope sind die beiden Globulen Simeis 129 und Simeis 130. Sie stehen in dunklen »Elefantenrüsseln« im zentralen Teil des Nebels. Uwe Glahn genügte 400mm Teleskopöffnung bei 140-facher Vergrößerung zur Sichtung.

Zerrissene Nebelmasse

Schon Max Wolf sah auf seinen Fotografien des zentralen Fuhrmanns mehr als die beiden IC-Objekte. Er sprach von »Verbindung durch viel schwächere Nebelmaterie« in der gesamten Region. Diese wird als Sharpless 2-230 bezeichnet, IC 405 und IC 410 sind nur deren hellste Zentren.

Zwei weitere Bereiche dieses Komplexes kommen für die visuelle Beobachtung infrage. Dies ist zum einen IC 417, eine kleine Nebelregion um den Sternhaufen St 8, sowie ein auf der Karte als Sh 2-230 bezeichneter Teil. **IC 417**, den Wolf als »zerrissene Nebelmass« bezeichnete, ist visuell ein sprödes Objekt. Auch in sehr großen Teleskopen ist kaum mehr als ein schwaches Leuchten um den Sternhaufen zu sehen, wie Reiner Vogel mit einem 22-Zöller notiert. Auch bei IC 417 wirken sowohl [OIII]- als auch H β -Filter, für den besten allgemeinen Eindruck ist ein UHC-Filter am besten.

Der hellste Nicht-IC-Teil von **Sh 2-230** ist dagegen ein Einsatzgebiet für den H β -Filter. Auch in großen Teleskopen bleibt nur eine extrem schwache langgezogene Aufhellung.

Drei schwache Ziele

Ein kaum bekanntes Nebeltrio befindet sich 5° nordöstlich von Sharpless 230. Es ist fotografisch sehr attraktiv, wenn auch abseits der ausgetretenen Pfade kaum tatsächlich abgebildet. Der flächenhellste Nebel **Sh 2-235** ist der einzige, der visuellen Beobachtern mit mittelgroßen Teleskopen zugänglich ist. Mit einem UHC-Filter ist eine kleine Nebelwolke um einen Stern zu sehen.

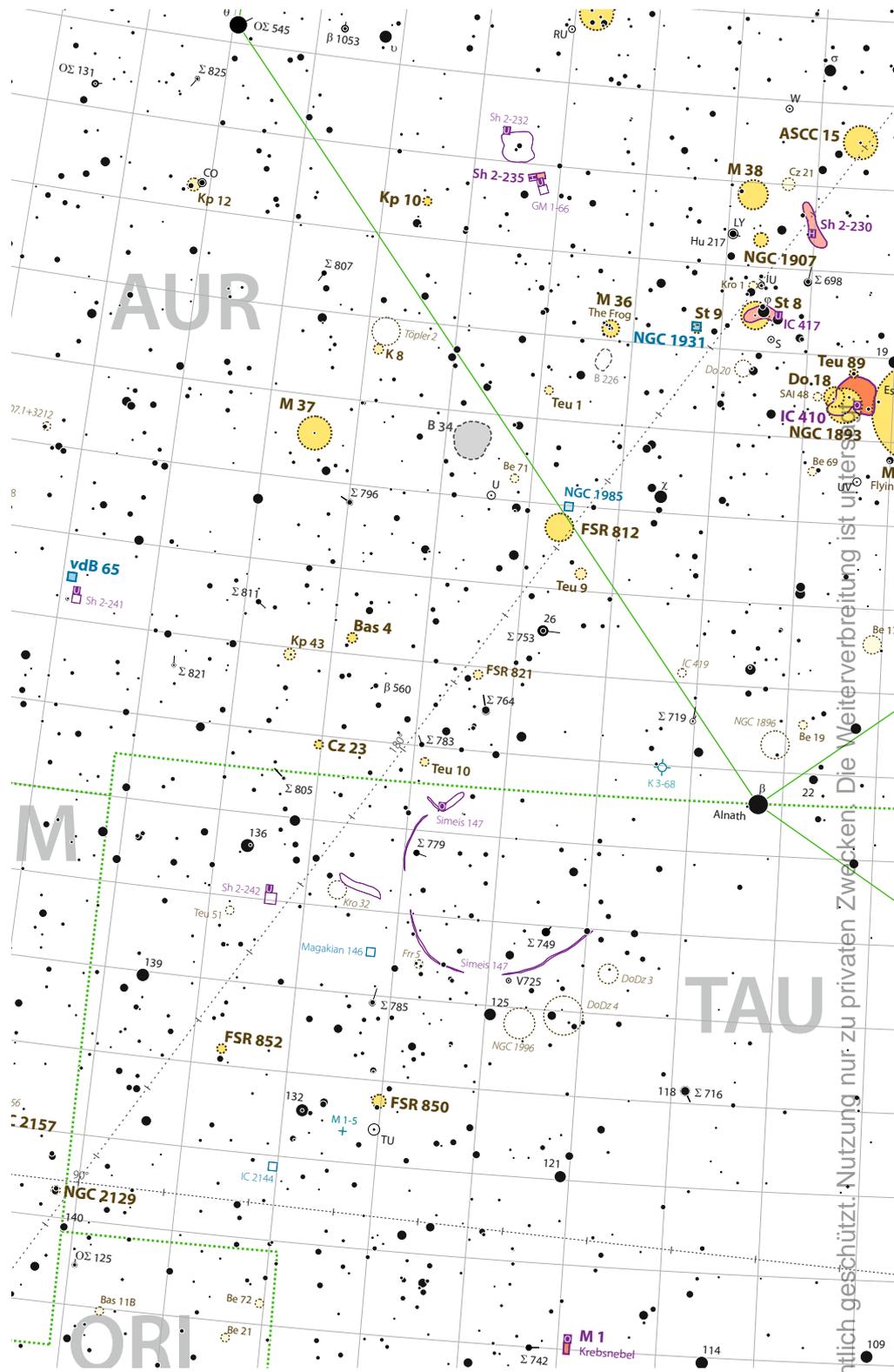
Leider bleibt der viel größere **Sh 2-232** nordöstlich visuell vollkommen verborgen. Noch keine visuellen Sichtungen bekannt sind von **GM 1-66**, einem sehr kleinen Nebelobjekt südlich von Sh 2-235. Er ist auf einigen Karten fälschlicherweise als Planetarischer Nebel PK 173+2.1 verzeichnet.

Die Umgebung von Sh 2-235 ist von verborgenen Sternhaufen bevölkert, die nur im infraroten Spektralbereich leuchten. Sie bleiben der visuellen Beobachtung ebenfalls unzugänglich.

Zweimal NGC

Zwei NGC-Nebel bevölkern die Region östlich von IC 405 und IC 410. Sie sind beide recht klein, erfordern eine hohe Vergrößerung und bei beiden handelt es sich um Reflexionsnebel.

NGC 1931 ist in den Sternhaufen St 9 eingebettet. Er ist schon mit dem Vierzöller zu sehen, mit 120mm Öffnung benötigte der Autor aber grenzwertige 380 \times , um den zentralen Sternknoten zu trennen. Martin Schoenball erinnerte der Nebel im 10"-Spiegel an einen Planetarischen Nebel. Fotos zeigen, dass NGC 1931 durchaus Emissionsanteile aufweist. Mit einem Nebelfilter



kann man vor allem die äußeren Nebelteile hervorlocken, die zentralen Partien beobachtet man am besten ohne Filter bei hoher Vergrößerung. Im 20"-Newton unter Alpenhimmel zerfällt NGC 1931 dann in ein beeindruckendes Geflecht aus hellen und dunklen Strukturen.

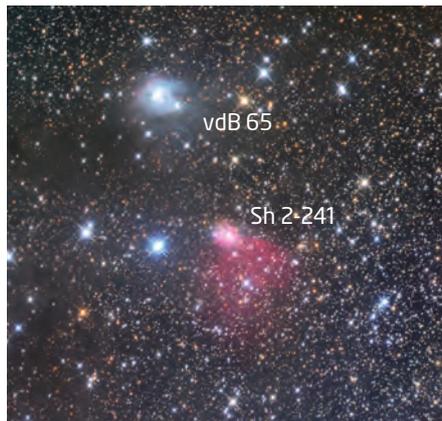
► Abb. 2: Sharpless 235 wird selten fotografiert, bietet aber ein lohnenswertes Ziel. GM 1-66 ist ebenfalls abgebildet.



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



▲ Abb. 3: Auf tief belichteten Aufnahmen kommt Sh 2-230 am besten zur Geltung. Östlich liegen die Sternhaufen M 38 und NGC 1907 (links oben) und der Nebel IC 417 (links unten). *Dean Salman*



◀ Abb. 4: NGC 1931 offenbart auf dieser Aufnahme eine komplexe Nebelstruktur. *Bob Fera*

◀ Abb. 5: vdB 65 und Sh 2-241 sind von Dunkelnebeln umgeben. *David Churchill*

NGC 1985 wurde wie NGC 1931 von Wilhelm Herschel entdeckt. Es handelt sich um einen relativ unspektakulären Reflexionsnebel um einen Stern. Er ist mit 120mm Öffnung an der Wahrnehmungsgrenze. Die visuelle Attraktivität steigert sich mit größerer Öffnung kaum.

Ein dritter Reflexionsnebel steht im östlichen Bereich des Sternbilds. **vdB 65** ist weniger bekannt, aber deutlich einfacher zu sehen als NGC 1985. Er umgibt einen 11^m-Stern und kann mit 120mm Öffnung problemlos gesehen werden. Im 14"-Newton sah der Autor einen ca. 3' großen, leicht NW-SO elongierten Nebel.

Deep-Sky-Objekte auf Karte 37							
Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligk.	Größe	Bemerkung	isDSA
IC 405	EN	5 ^h 16,5 ^{min}	34° 21'	–	20' × 30'	Flaming Star Nebula	37
IC 410	EN	5 ^h 22,7 ^{min}	33° 25'	7 ^m ,5	55' × 45'	Umgebte NGC 1893	37
Sh 2-230	EN	5 ^h 25,5 ^{min}	35° 30'	–	5' × 30'	Hβ-Filter	37
IC 417	EN	5 ^h 28,1 ^{min}	34° 25'	–	10' × 13'	Sehr schwach, UHC-Filter	37
Sh 2-235	EN	5 ^h 41,1 ^{min}	35° 52'	–	3' × 4'	Visuell bisher nicht beobachtet	25/37
GM 1-66	RN	5 ^h 40,9 ^{min}	35° 43'	20 ^m ,8	0,5' × 0,5'	Visuell bisher nicht beobachtet	37
NGC 1931	RN	5 ^h 31,4 ^{min}	34° 15'	10 ^m ,1	6'	In St 9 eingebettet	37
NGC 1985	RN	5 ^h 37,8 ^{min}	31° 59'	–	0,7'	–	37
vdB 65	RN	6 ^h 4,5 ^{min}	30° 30'	–	3'	Bereits mit 4" Öffnung sichtbar	36/37
Sh 2-241	EN	6 ^h 4,1 ^{min}	30° 15'	–	5'	Visuell bisher nicht beobachtet	36/37
Sh 2-226	EN	5 ^h 11,1 ^{min}	38° 0'	–	3'	Sehr schwach	25/37
Sh 2-228	EN	5 ^h 13,6 ^{min}	37° 27'	–	5' × 8'	Visuell bisher nicht beobachtet	25/37
Sh 2-242	EN	5 ^h 51,9 ^{min}	27° 1'	–	7'	Sehr schwach	36/37
Simeis 147	SNR	5 ^h 40 ^{min}	27° 30'	–	2°	Supernovaüberrest	37
Magakian 146	RN	5 ^h 47,0 ^{min}	26° 31'	–	4'	–	37
IC 2144	RN	5 ^h 50,2 ^{min}	23° 52'	–	2'	Umgebte MWC 778 (12 ^m ,8)	37
M 1	SNR	5 ^h 34,5 ^{min}	22° 1'	8 ^m ,4	4' × 8'	Enthält Pulsar (16 ^m)	37/49

Vorstoß ins Unbekannte

Direkt südlich von vdB 65 steht **Sh 2-241**, ein sehr schwacher Vertreter der Sharpless-Riege. Bisher sind keine visuellen Beobachtungen bekannt geworden, Fotos zeigen aber, dass der helle Kernbereich im Norden des Nebelfelds durchaus visuell erreichbar sein könnte.

Zwei weitere schwache Sharpless-Nebel stehen am nördlichen Rand der Karte: **Sh 2-226** und **Sh 2-228**. Beide sind sehr schwach und nur mit sehr großen Teleskopen unter exzellenten Bedingungen zu erfassen. Sharpless-Experte Reiner Vogel konnte mit 22" Öffnung ein schwaches diffuses Leuchten bei Sh 2-226 erkennen, allerdings ohne Nebelfilter.

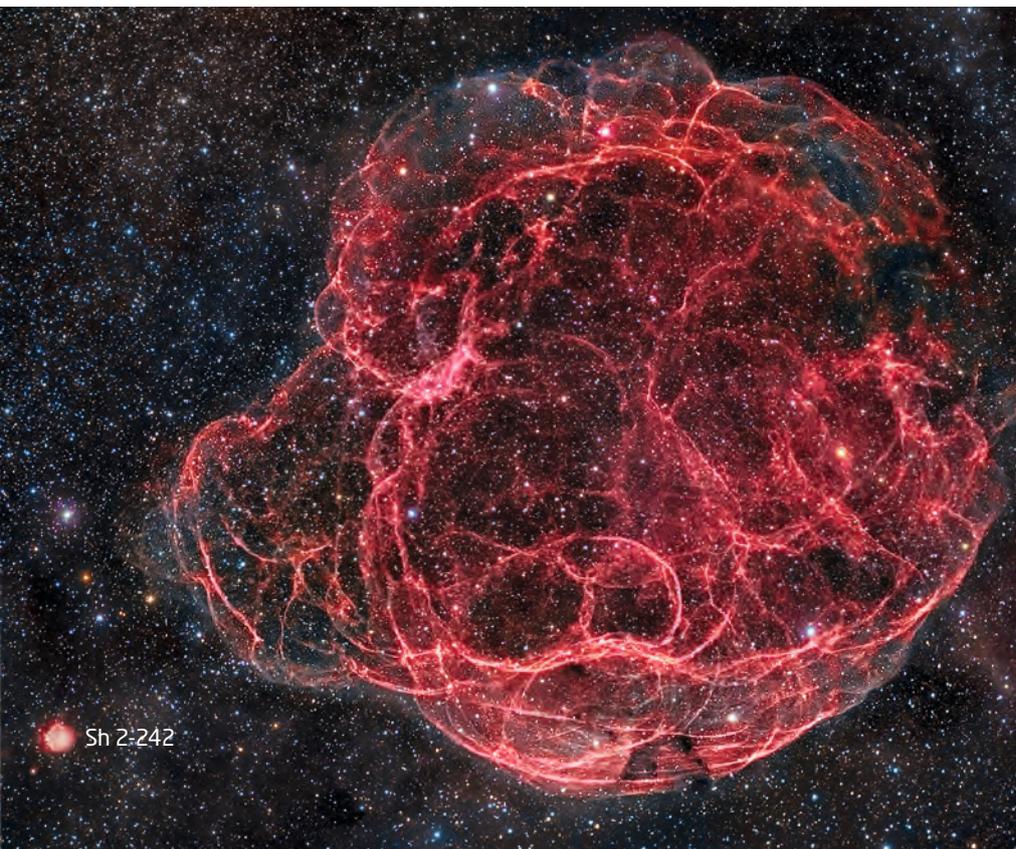
Südlich der Grenze zum Sternbild Stier warten zwei weitere sehr schwache Nebel. **Sh 2-242** ist der unbekanntere von ihnen. Reiner Vogel gelang es, Sh 2-242 mit seinen 22" Teleskopöffnung als extrem schwache Aufhellung mit UHC- und Hβ-Filter zu sehen. Geringere Öffnungen dürften kaum erfolgsversprechend sein.

Gigantischer Supernovarest

Die Geister scheiden sich an **Simeis 147**, dem gigantischen Supernovaüberrest im östlichen Stier. Einige Beobachter wollen den Nebelkomplex schon mit 150mm Öffnung erwischt haben, dem Autor selbst gelang mit Teleskopen bis 20" Öffnung noch nie eine sichere Beobachtung.

Uwe Glahn konnte jedoch erst jüngst mit seinem 27"-Teleskop unter Hochgebirgsbedingungen eine Sichtung verbuchen. Ihm gelang die Sichtung des hellsten Nebelteils, jenes Gebiets, das im Atlas das kleine »O« der Nebelfilter-Empfehlung zeigt. Hier sah er eine 3' lange Helligkeitskante, die sich vom Stern GSC 1873685 nach Nordwesten zieht. Sein großes Teleskop gab ihm den Vorteil, bei sehr großer Austrittspupille (7,3mm) gleichzeitig eine relativ hohe Vergrößerung zu erhalten (95×). Erfahrungsgemäß sind zur Detektion solch schmaler Filamente wie in Simeis 147 mittelhohe Vergrößerungen notwendig, um die feinen Strukturen auf einen ausreichenden Sehwinkel für das Auge zu vergrößern. Gleichzeitig benötigt man die maximale Lichtausbeute des Teleskops.

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



▲ Abb. 6: Der gewaltige Supernovaüberrest Simeis 147 – fotografisch ein beeindruckendes Ziel, visuell dagegen kaum zu erreichen. In der linken unteren Bildecke steht Sh 2-242. Emil Ivanov

Unbekannt und interessant

Südlich von Simeis 147 zeigt die Karte zwei Reflexionsnebel der Zusatz-Kategorie. Bei **Maganian 146** handelt es sich um einen kleinen Reflexionsnebel. Er ist auch als GN 05.43.3 erfasst und dürfte nach dem Erscheinungsbild auf dem POSS gut mit mittelgroßen Teleskopen zu erreichen sein. Tatsächliche Beobachtungen sind aber noch nicht bekannt geworden.

Interessanter ist **IC 2144**. Er umgibt den Stern MWC 778 (12^m 8), einen jungen sehr leuchtkräftigen Stern, dessen Spektrum viele Emissionslinien zeigt. Interessanterweise entspricht das Spektrum des im Nebel reflektierten Lichts nicht dem Spektrum des Sterns. Erklärungen reichen von Zeitverschiebungseffekten bis zu einem anderen Stern als Beleuchter des Nebels. Auch die Natur des Sterns ist noch unklar.

Der auf Fotos gelblich erscheinende Nebel hat die Abmessungen 25" × 16", die Außenbereiche kommen auf 120" × 100". Ein kommaförmiger Nebel von nur 4" »klebt« direkt am Stern, Dunkelstrukturen zeichnen das gesamte Objekt. Matthias Kronberger gelang eine Sichtung mit 250mm Öffnung, für größere Teleskope sollte IC 2144 ein interessantes Ziel sein.

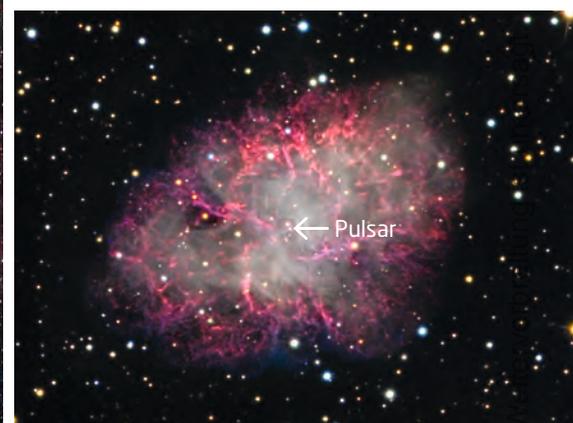
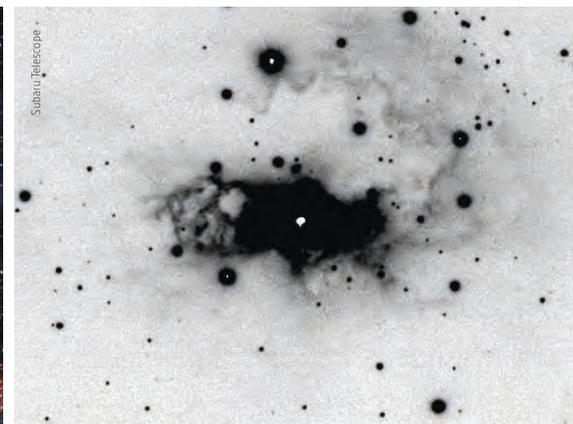
Endpunkt Krebsnebel

Schlusspunkt der Reise ist ein wohlbekanntes und dennoch auch anspruchsvolles Objekt: der Krebsnebel **M 1**. Schon mit kleinen Öffnungen sichtbar, offenbaren doch erst größere Teleskope die einzigartige Zusammensetzung des Supernovaüberrests aus schmalen, als Emissionsnebel leuchtenden Filamenten und einem Hintergrund an kontinuierlicher Synchrotronstrahlung.

Für die Beobachtung der Filamente sind 12" Öffnung und ein dunkler Himmel erforderlich. Hier hilft ein [OIII]-Filter, der diese Nebelteile verstärkt, den Kontinuums-Hintergrund aber abschirmt. Je größer die eingesetzte Teleskopöffnung wird, desto mehr dominieren die Filamente den Anblick, bei mehr als 20" sind sie das tonangebende Element.

Der Synchrotronnebel ist dagegen mit kleineren Öffnungen das auffälligere Element. Da dieser Nebelteil polarisiert ist, kann man versuchen, mit einem drehbaren Polfilter Strukturveränderungen nachzuweisen; dies ist aber visuell auch mit großen Öffnungen nicht einfach.

Der Rest des verursachenden Sterns, der Millisekundenpulsar im Zentrum des Ne-



▲ Abb. 8: M1 besteht aus drei Elementen: dem diffusen Synchrotronnebel, den Filamenten des Supernovaüberrests und dem zentralen Pulsar. Bernd Flach-Wilken

bels, ist ab etwa 14" Öffnung zu erkennen. Er ist Teil eines schwachen Sternpaares im Nebel, etwa 16^m hell und damit der am »einfachsten« zu sehende Pulsar für Amateurbeobachter.

- [1] Schaeberle, J. M.: Note on the New Nebula in Auriga, PASP 4, 184 (1892)
- [2] Wolf, M.: Photographische Aufnahmen der Nova Aurigae und einiger neuer ausgedehnter Nebelflecke, Astron. Nachr. 131, 157 (1893)
- [3] Kaczmarek, A., Langoussis, A., Stoyan, R.: Simeis 147 – visuelle Herausforderung, interstellarum 15, 19–21 (1999)
- [4] Perrin, M. D., Vacca, W. D., Graham, J. R.: Evidence for an edge-on disk around the young star MWC 778 from infrared imaging and polarimetry, Astron. J. 137, 4468 (2009)
- [5] Herbig, G. H., Vacca, W. D.: The unusual object IC 2144/MWC 778, Astron. J. 136, 1995 (2008)
- [6] Stapper, N. J.: Deep-Sky in Auriga, Schwache Nebel und Sternhaufen visuell und digital beobachtet, interstellarum 16, 14–18 (2001)
- [7] Stoyan, R.: Objekt der Saison: IC 405, interstellarum 31, 77 (2003)
- [8] Juchert, M.: Objekt der Saison: IC 410, interstellarum 55, 32 (2008)



M. Th. Brieden, interstellarum

▲ Abb. 1: Sollte man das Pech haben, dass bei einer Finsternis der Himmel stark bewölkt ist, kann man wenigstens den Helligkeitsverlauf der Finsternis mit einfachen Hilfsmitteln aufzeichnen.

Schritt-für-Schritt

Wie kann man den Helligkeitsverlauf von Finsternissen mit einfachen Mitteln messen?

von Uwe Pilz

Verfinsterungen von Mond oder Sonne sind herausragende Himmelschauspiele. Ein wichtiger Parameter zur Beschreibung einer solchen Finsternis ist ihr Helligkeitsverlauf. Um diesen zu messen, benötigt man bei einer Sonnenfinsternis noch nicht einmal ein Teleskop, sondern lediglich einen Fotoapparat. Die Messung totaler und partieller Mondfinsternisse ist auch ohne weitere Hilfsmittel möglich, allerdings erschließt ein kleines Teleskop bzw. ein starkes Teleobjektiv mehr Möglichkeiten.

PRAXISTIPP

Ausrüstung und Material

- Digitalkamera (besser SLR/Bridge)
- Zeichenbrett
- Ggf. kleines Fernrohr oder starkes Teleobjektiv mit Kamera-Anschluss

1. Aufbau der Messeinrichtung

Bei Verfinsterungen ändert sich die Helligkeit von Sonne bzw. Mond deutlich oder gar dramatisch. Als Messeinrichtung kann deshalb das Belichtungsmesssystem eines Fotoapparates dienen, obwohl die Genauigkeit auf halbe oder drittel Blendenstufen begrenzt ist. Es ist technisch lediglich sicherzustellen, dass die gemessenen bzw. eingestellten Werte für Blende und Belichtungszeit irgendwie ausgelesen werden können. Bei Systemkameras werden diese Werte im Sucher oder Display angezeigt. Mit kleinen Einschränkungen sind aber auch Kompaktkameras benutzbar, da die Belichtungswerte in den EXIF-Daten der Bilder enthalten sind und von dort im Nachhinein entnommen werden können.

Der Verlauf von Sonnenfinsternissen kann am einfachsten vermessen werden: Es genügt, eine weiße Tafel zu fotografieren bzw. anzumessen, welche von der Sonne senkrecht beleuchtet wird. Diese Methode ist auch für totale

Mondfinsternisse benutzbar. Um die Ausrichtung der Tafel zu erleichtern, bietet es sich an, einen Schattenwerfer oder eine Peileinrichtung anzubringen. Mit Hilfe dieser Peileinrichtung wird die Tafel vor jeder Messung senkrecht zur Sonne ausgerichtet. Beim Anmessen der Tafel kann die Kamera nicht direkt davorgestellt werden, da sie einen Schatten wirft. Am besten ist es, ein leichtes Teleobjektiv zu verwenden und den Schatten der Kamera immer an derselben Stelle zu platzieren, z.B. knapp unterhalb der zu messenden Fläche.

Der Mond kann auch mit einem Teleobjektiv oder kleinen Teleskop in den Fokus einer Spiegelreflexkamera gebracht werden. Mit sehr viel Sorgfalt kann man sogar die afokale Methode einer Kompaktkamera benutzen, also die Kamera an das Okular halten. Damit die Messungen vergleichbar bleiben, muss der Himmelskörper stets genau im Zentrum des Bildfeldes stehen, was bei der afokalen Methode nicht einfach ist. Eine parallaktische Nachführung von Teleskop und Fotoapparat erleichtert diese Aufgabe. Es genügt aber auch ein einfaches Stativ, am besten mit Feinbewegungen.

2. Ausführung der Messungen

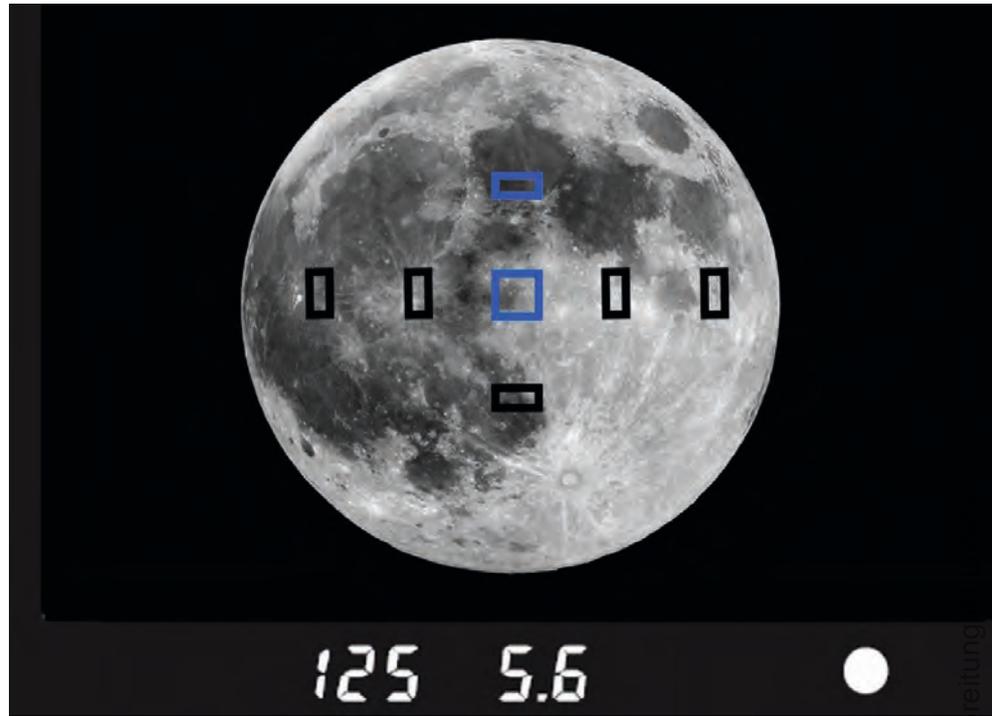
Die Messungen sollten stets vor Beginn der Finsternis gestartet werden. Zweckmäßigerweise führt man ab diesem Zeitpunkt alle zehn Minuten eine Messung aus. Lediglich beim Ausmessen einer totalen Sonnenfinsternis ist in der Nähe der Totalität eine dichtere Messfol-



▲ Abb. 2: Ein Feldbuch mit einer weißen Zeichenfläche wurde an eine Montierung mit Feinbewegungen montiert. Am einfachsten funktioniert das mit kräftigem Klebeband. Die Montierung gestattet es auf einfache Weise, das Feldbuch senkrecht zur Sonne auszurichten. Der Zahnstocher dient als Schattenwerfer. Für die Benutzung bei Mondfinsternissen ist es besser, statt des Schattenwerfers eine einfache Peileinrichtung aus einer dünnen Papp- oder Papierhöhle anzubringen.

ge sinnvoll. Wenn man das Schauspiel lieber genießen möchte, anstatt auf ein Kameradisplay zu schauen, dann kann man in dieser Phase die Kamera in den Automatikmodus schalten und Aufnahmen mit einem Timer/Fernauslöser machen lassen, deren EXIF-Daten später ausgelesen werden. Eine motorisierte Nachführung ist dann unverzichtbar.

Man geht am besten so vor, dass die Belichtungszeit bei einer festen Blende notiert wird. Bei Fotografien durch ein Teleskop ist dies ohnehin die einzig mögliche Methode, da das Fernrohr keine variable Blende besitzt. Im Falle von Teleobjektiven arbeitet man mit einer Blendenvorwahl. Falls eine Kamera benutzt wird, die nur im Automatikmodus betrieben werden kann, dann müssen die Messwerte auf eine feste Blende umgerechnet werden. Hierzu ist die gemessene Zeit mit dem Faktor Zielblende²/Blende² zu multiplizieren. Beispiel: Ziel-



▲ Abb. 3: Das Display von Systemkameras zeigt Belichtungszeit und Blende an. Bei Fokalaufnahmen des Mondes muss der Himmelskörper stets im Zentrum stehen. Am besten ist die mitenbetonte Integralmessung geeignet.

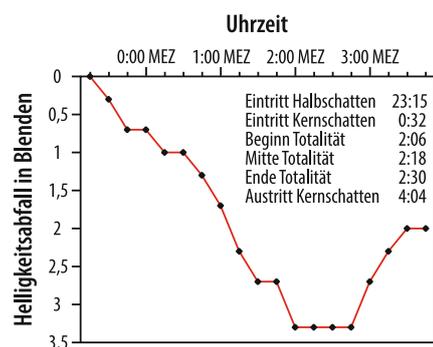
blende = 8, eingestellte Blende = 4, gemessene Zeit 3s: dies ergibt als Zeit für die Messtabelle 12s (= 3s · 8²/4²).

3. Auswertung

Die Helligkeitsmesswerte überstreichen einen großen Helligkeitsbereich. Deshalb sollte die Ordinate (y-Achse) einen logarithmischen Maßstab tragen – zwischen zwei Markierungsstrichen verändert sich der Messwert um einen Faktor und nicht um einen festen Betrag. Am einfachsten geht das, wenn man in sog. Blendenstufen rechnet und zeichnet. Die Verdopplung oder Halbierung der Zeit entspricht einer Blendenstufe Unterschied, eine Vervielfachung zwei Blendenstufen usw. Die Zeit-Einstellfunktion der Kamera funktioniert genau nach diesem System, meist sind aber Zwischenwerte (halbe oder drittel Stufen) möglich.

Der Verlauf der Finsternis benötigt einen Referenzwert, von dem aus die Verdunkelung gemessen wird. Hierzu eignet sich entweder die Messung vor Beginn der Finsternis oder eine Messung nach Ende der Finsternis. Es sollte derjenige der beiden Werte benutzt werden, bei welchem der gemessene Himmelskörper höher über dem Horizont stand und der dämpfende Einfluss der Atmosphäre geringer war.

Der Lichtabfall gegenüber dem Referenzwert wird über einer Zeitachse (x-Achse) abgetragen. Neben der reinen Verfinsternis zeigt diese Grafik dann u.U. den Einfluss der Lichtdämpfung in Horizontnähe. Auch Veränderungen der Bewölkung sind erkennbar, z.B. der Durchzug von Schleierwolken. Am aussagefähigsten bezüglich der Finsternis selbst sind die Werte, wenn das Himmelsereignis im gesamten Verlauf hoch über dem Horizont stattfand und nicht von Bewölkung gestört wurde.



◀ Abb. 4: Der Helligkeitsabfall wird über einer Zeitachse aufgetragen. Nur bei Finsternissen, die hoch am Himmel und ohne Bewölkung stattfinden, ergibt sich ein solch klares Bild. Oft sind die atmosphärischen Einflüsse der Messung überlagert. Zu sehen ist der Verlauf der totalen Mondfinsternis vom 8. November 2003, der seinerzeit durch Ausmessen einer weißen Fläche mit dem Belichtungsmesssystem einer filmbasierten Kamera ermittelt wurde.

⇐ INTERAKTIV

Unser Experte Uwe Pilz beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen visuelle Beobachtung und Beobachtungstechnik.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08tj](https://www.kurzlink.de/oc1m.de/08tj)

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



Die Cuzdi-Maske

Eine für Digitalkameras optimierte Scharfstellhilfe

von Sandor Cuzdi

▲ Abb. 1: Effektiv schnell scharfstellen – dies ist bei vielen Anwendungen der Astrofotografie eine enorme Herausforderung. Mit der Cuzdi-Maske, hier vor der Öffnung des Teleskops des Autors, wird ein neuer, individuell optimierbarer Weg aufgezeigt.

Exaktes Scharfstellen ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für gelungene Astrofotos. Es gibt mehrere Hilfsmittel, die dies in der Praxis erleichtern. In den letzten Jahren haben sich Masken bewährt, die vor der Optik angebracht gut fokussierbare Beugungsbilder erzeugen. Mit der Cuzdi-Maske schlägt der Autor eine verbesserte, für digitale Kameras optimierte Methode vor.

Eschwert wird die präzise Fokussierung z.B. aufgrund von Temperaturschwankungen bei Teleskopen mit einem Aluminium-Tubus, da sich durch die temperaturabhängige Längenausdehnung des Materials der Abstand der Optik zu dem Detektor verändert. In diesen Fällen muss zwischen den Aufnahmen immer wieder nachfokussiert werden. Gerade bei lichtschwachen Objekten stört es aber sehr, wenn das Teleskop zwischen den Aufnahmen auf einen hellen Stern gerichtet werden muss, nur um die Fokussierung zu überprüfen und/oder neu einzustellen.

Messerschneide

Für Labormessungen ist das Foucaultsche Schneidverfahren gut geeignet, um den Fokuspunkt der Optik zu bestimmen. Dazu benötigt man zunächst eine punktförmige Lichtquelle (ein heller Stern ist natürlich ideal dafür geeignet). Ferner wird eine scharfe Kante be-

nötigt, die sehr präzise im Strahlengang positionierbar sein muss. Dazu eignen sich z.B. eine Messerschneide oder eine Rasierklinge. Dann wird die Schneide in Fokussnähe in den Strahlengang geschoben und die Abbildung hinter dem Fokus beobachtet.

Wird die Schneide beispielsweise vor oder hinter dem Fokus genau bis zur Hälfte in den Strahlengang geschoben, wird der Stern als ein halber Kreis abgebildet (zuzüglich einer leichten Beugung an der Schneide). Befindet sich die Schneide aber genau im Fokus, bleibt die Abbildung ein Kreis, lediglich die Helligkeit verringert sich je nach Position der Schneide. Dabei muss die Schneide mit einem Mikrometer auf wenige μm genau positionierbar sein. Zum Fotografieren muss anschließend der Sensor genau an dieser Stelle platziert werden.

Das Foucaultsche Schneidverfahren ist äußerst empfindlich, jedoch in der Praxis recht umständlich und insbesondere als Einstellhilfe am Teleskop völlig ungeeignet.

SURFTIPPS



- Berechnung einer eigenen Maske

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/08no

Scheiner- und Hartmann-Blende

Als einfache Scharfstellhilfe, die auch nachts am Teleskop sehr leicht eingesetzt werden kann, wurde lange Zeit die Scheiner-Blende verwendet. Diese wurde Anfang des 17. Jahrhunderts von Christoph Scheiner erfunden und besteht aus einer Platte mit zwei Löchern. Zur Fokussierung wird die Scheiner-Blende außen vor der Optik befestigt, ein Stern anvisiert und das Bild scharfgestellt. Solange der Fokus noch nicht erreicht ist, sieht man die zwei Beugungsbilder, die durch die Öffnungen entstehen, sauber getrennt. In Fokuspähe wandern diese zusammen und verschwimmen im Fokus perfekt zu einem gemeinsamen Bild. Hat man fokussiert, kann die Scheinerblende abgenommen und mit den Beobachtungen begonnen werden.

Eine Blende mit mehr als zwei Öffnungen wird auch Hartmann-Blende genannt, veröffentlicht 1904 vom deutschen Astronomen Johannes Franz Hartmann. Die Hartmann-Blende funktioniert genauso wie die Scheinerblende und diente ursprünglich zur Vermessung von Fernrohrobjektiven. Die Verwendung als Scharfstellhilfe war nur ein Nebenprodukt. Dabei ist die Form der Öffnungen in der Blende unerheblich. Die Öffnungen können rund oder eckig ausgeführt werden, sie können z.B. einfach mit einer Schere aus Pappe ausgeschnitten werden. Im Brennpunkt ist die Abbildung immer rund, lediglich die (immer auftretenden, schwachen) Beugungsmuster sind von der Öffnungsform abhängig.

Sowohl mathematisch als auch mit Messgeräten kann dieser Punkt sehr exakt ermittelt werden. Jedoch ist es für einen Beobachter rein visuell nicht ganz so leicht zu entscheiden, wann dieser Punkt erreicht ist.

Bahtinov-Maske

Eine wesentliche Verbesserung brachte die geniale Idee von Pavel Bahtinov, der das Prinzip der Hartmann-Blende zusätzlich mit Beugungseffekten kombinierte. Die älteste gefundene Publikation stammt aus dem Jahr 2005. Seine Idee basiert auf der Tatsache, dass an jeder Kante Beugungserscheinungen auftreten. Durch die Überlagerung vieler Einzel-

beugungen an parallelen Kanten wird der visuelle Eindruck erheblich verstärkt.

Während bei der Hartmann-Blende lediglich die Einzelstrahlen im Fokus ineinander verlaufen, erhält man bei der Bahtinov-Maske im Fokus drei scharf umrandete Beugungslinien, die sich kreuzen. Die Beugungsbreite ist dabei von der Spaltbreite abhängig.

Diesen Kreuzungseffekt nutzt die Bahtinov-Maske geschickt dadurch aus, dass sie in drei Bereiche aufgeteilt wird. Während aber bei der Hartmann-Maske die Öffnungen in der Maske weit auseinander lagen, um das Zusammenlaufen der Einzelstrahlen gut sichtbar zu machen, wird bei der Bahtinov-Maske fast die gesamte Eintrittsöffnung genutzt.

Um einen gut sichtbaren visuellen Effekt zu erzielen, enthält jeder dieser drei Bereiche viele parallele Kanten, an denen das Licht gebeugt wird. Entscheidend dabei ist, dass die Kanten in den drei Bereichen in unterschiedliche Richtungen verlaufen. Da die Beugungsmuster immer senkrecht zu den Kanten angeordnet sind, verlaufen die Beugungsmuster ebenfalls in drei unterschiedlichen Richtungen.

Eine perfekte Fokussierung ist somit sehr leicht möglich. Anschließend wird die Maske entfernt und die Beobachtung kann unter optimalen Bedingungen erfolgen.

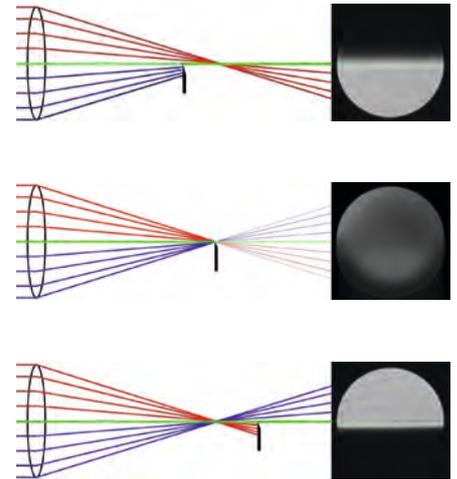
In der Praxis hat es sich bewährt, die schräggestellten Spalten unter einem Winkel von 15° bis 25° zu verkippen. Bei Winkeln unter 15° bzw. über 25° wird es schwieriger, den optimalen Punkt zu finden.

Schwächen der Bahtinov-Maske

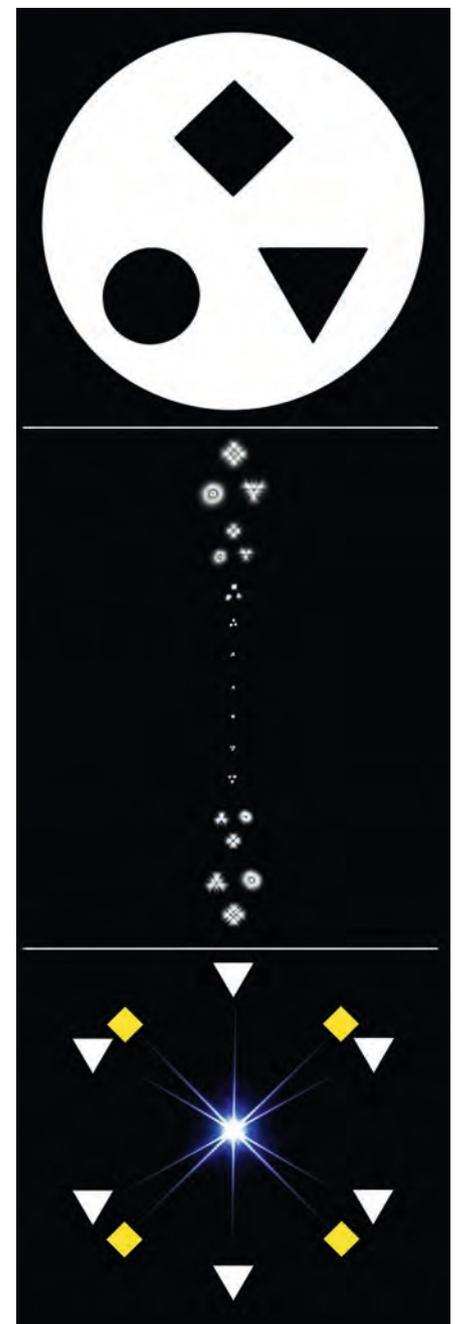
Jedoch hat die Bahtinov-Maske bei der Verwendung von Digitalkameras mit unterschiedlichen Pixelgrößen einige entscheidende Nachteile, da die geometrische Auflösung der Sensoren hierbei nicht berücksichtigt wird (in die Berechnung der Spaltgeometrie geht lediglich die verwendete Brennweite ein).

Solange genügend Licht zur Verfügung steht, kann man die Bahtinov-Maske gut verwenden. Das Zentrum ist dann zwar extrem überstrahlt, was eine genaue Fokussierung etwas erschwert, jedoch sind die Beugungsarme bei genügend langen Belichtungszeiten gut sichtbar.

► Abb. 3: Eine Hartmann-Blende mit drei unterschiedlichen Öffnungsformen (oben) und die damit erzeugten Beugungsbilder. Vor dem Fokus sieht man, wie sich in der Abbildung das Quadrat ebenso wie in der Maske in der oberen Hälfte befindet. Hinter dem Fokus sind links/rechts sowie oben/unten vertauscht. In direkter Fokuspähe sind die Aufnahmen lediglich 1/1000s belichtet worden. Obwohl in der Blende nur 7 gerade Kanten vorkommen, kann man, wenn man die Aufnahme 10s lang belichtet, exakt die Beugungsarme des Quadrates und des Dreiecks (im unteren Teil durch die eingefügten Symbole verdeutlicht) erkennen. Eine exakte Fokussierung mit diesem Bild ist aber schwer möglich, da die Mitte 10000-fach überstrahlt ist.



▲ Abb. 2: Die Testmuster, die beim Foucaultschen Schneidverfahren entstehen, wenn die Schneide in unterschiedlichen Positionen in den Strahlengang geschoben wird.



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

PRAXISTIPP

Beispielrechnung

Wird eine Optik mit einer Brennweite von 500mm und einer Spaltgeometrie von 4mm breitem Spalt und 4mm Stegbreite verwendet, beträgt der Beugungswinkel für die 1. konstruktive Interferenz:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\lambda}{\text{Spaltabstand}}\right) = \arcsin\left(\frac{550\text{nm}}{8\text{mm}}\right) = \arcsin(0,00006875) = 0,003939^\circ$$

Die Beugungsbreite auf dem Sensor beträgt dann bei einer Brennweite von 500mm:

$$\text{Beugungsbreite} = \alpha \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot 500\text{mm} = 34,375\mu\text{m}$$

Das Bild, das dadurch auf dem Sensor entsteht, hängt aber sowohl von der Abbildungsgröße auf dem Sensor (hier die Beugungsbreite mit 34,375µm) als auch von der Pixelgröße der verwendeten Kamera ab.

Wird ein Sensor mit einer Pixelgröße von 1,6µm verwendet, liegen die Beugungsmaxima 34,375/1,6=21,38 Pixel im Bild auseinander. Verwendet man aber einen Sensor mit einer Pixelgröße von 12µm, liegen die Punkte im Bild nur 34,375/12=2,86 Pixel auseinander.

Während man 21 Pixel noch einigermaßen erkennen kann, ist dies bei nur 3 Pixeln, wenn überhaupt, nur sehr schwer möglich.

Problematisch wird es, wenn nur wenig Licht zur Verfügung steht (vgl. »Praxistipp«: Beispielrechnung). Das Zentrum des Bahtinov-Musters muss immer sehr stark überstrahlt werden, damit man die sehr intensitätsschwachen Beugungsmaxima höherer Ordnung gut

erkennen kann. Hat man jedoch nur lichtschwache Objekte zur Verfügung, ist diese Lichtverschwendung daher wenig vorteilhaft. Zusätzlich erschwert der stark überstrahlte zentrale Bereich eine leichte Identifizierung des optimalen Punktes.



◀ Abb. 4: Eine Bahtinov-Maske (oben) und die damit erzielten Beugungsbilder. Durch die geschickte Anordnung der drei Bereiche und der darin vorhandenen Kantenorientierung erhält man in Fokussnähe drei Beugungslinien, bei denen die zwei kleineren Bereiche scheinbar ein liegendes X erzeugen (entstanden durch die untere Bildhälfte), durch das die 3. Beugungslinie (erzeugt durch die obere Bildhälfte) hindurchwandert. In der untersten Darstellung war die gesamte Öffnung lichtdurchlässig und man sieht das Beugungsmuster bei perfekter Fokussierung (der Fokus ist dann optimal eingestellt, wenn sich, wie unten im Bild gezeigt, die waagerechte Linie genau durch das X bewegt).

▶ Abb. 5: Eine Cuzdi-Maske (oben) sowie die damit erzeugten Beugungsbilder. Oben abgebildet das Beugungsmuster, das entsteht, wenn der Abstand Optik-Detektor minimal zu kurz eingestellt ist. Die waagerechte Linie verläuft hier ein wenig oberhalb des Kreuzungspunktes. In der Mitte ist der Fokus optimal eingestellt, die waagerechte Linie verläuft exakt durch den Kreuzungspunkt. Dabei ist der Punkt in der Mitte am kleinsten, da hier die drei zentralen Beugungspunkte genau übereinander liegen. Unten war der Abstand Optik-Detektor schon zu groß, daher verläuft hier die waagerechte Linie minimal unterhalb des Kreuzungspunktes. Wenn man feingühlig über den optimalen Fokuspunkt hin und her fährt, sieht man sehr schnell, wann sich ein perfekt symmetrisches Beugungsmuster einstellt.

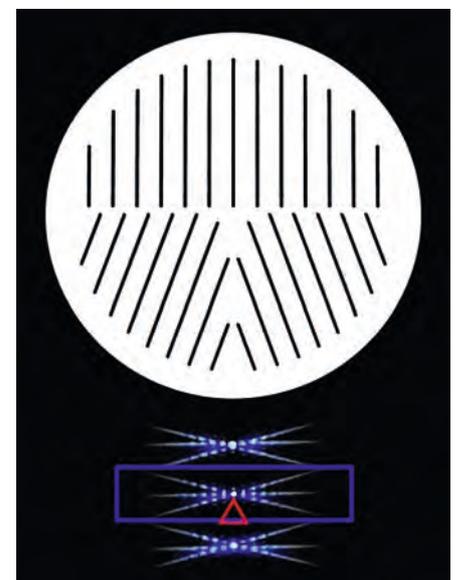
Verbesserungen

Daher berücksichtigte der Ansatz bei der Entwicklung der Cuzdi-Maske des Autors (ursprünglich im Astronomieforum »Sandor-Maske« genannt) sowohl die Sensorgeometrie als auch den effizienten Umgang mit dem vorhandenen Licht. Damit das Beugungsmuster immer gleich gut zu erkennen ist, wird bei der Cuzdi-Maske die gewünschte Beugungsbreite im Bild individuell vorgegeben. In der Praxis hat sich gezeigt, dass das Beugungsmuster sehr gut zu erkennen ist, wenn die Intensitätsmaxima nicht mehr als 10 Pixel im Bild auseinander liegen. Ferner sollten innerhalb des Beugungsbereichs bis zum 1. Minimum der Spaltbreite ca. 6–8 Beugungsmaxima durch die Verwendung großer Stegbreiten vorhanden sein. Dadurch erhält man bei jeder Kamera-Objektivkombination ein identisches Beugungsbild.

Dies wird mit einer erheblichen Verbreiterung der Stege zwischen den Spalten der Bahtinov-Maske erreicht (vgl. »Praxistipp«: Berechnung der idealen Spaltbreite). Dadurch gelangt bei der Cuzdi-Maske zwar weniger Licht auf den Detektor, dieses wird jedoch wesentlich effektiver ausgenutzt.

Praktische Folgerungen

Um die Zusammenhänge in der Praxis zu illustrieren, wurden drei verschiedene Ausführungen



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

rungen der Maske in der Praxis verglichen (vgl. Abb. 6). Wenn die Stege doppelt so breit sind wie die Spalten, ergeben sich daraus folgende Konsequenzen (vgl. Abb. 6-2):

- Es gelangt nur noch ein Drittel der gesamten Lichtmenge durch die Maske (1/3 Spalt und 2/3 Steg)
- Durch diese Reduzierung ist die Bildmitte zwar immer noch überstrahlt, die Intensität wird aber bereits geringfügig schwächer
- Das Licht, das bei der Bahtinov-Maske das 1. Maximum erzeugte, wird durch die doppelte Stegbreite auf zwei Maxima verteilt

Durch diese Maßnahme ist das erzeugte liegende X mit der waagerechten Linie zwar schon besser zu erkennen, aber noch nicht gut genug.

Wenn die Stegbreite vier Mal so breit wie die Spaltbreite gewählt wird, gelangt nur noch ein Fünftel der Lichtmenge durch die Maske (1/5 Spalt und 4/5 Steg, vgl. Abb. 6-3). Dadurch wird die Überstrahlung der Bildmitte weiter reduziert und die Beugung verteilt das Licht dadurch auf vier Maxima. Deren Intensität wird abermals schwächer, die inneren Maxima sind aber noch immer überstrahlt.

Nun ist das liegende X mit der waagerechten Linie schon ganz gut zu erkennen, es geht aber noch besser:

Wird die Stegbreite acht Mal so breit gewählt wie die Spaltbreite, verteilt sich das Licht aus

PRAXISTIPP

Berechnung der idealen Spaltbreite

Wird der gewünschte Abstand im Bild vorgegeben, kann man die Gleichung nach der Spaltgeometrie auflösen:

$$\text{Beugungsbreite}[m] = \arcsin\left(\frac{\lambda}{\text{Spaltbreite}}\right) \cdot \frac{2\pi}{360} \cdot \text{Brennweite}[m]$$

$$\text{Beugungsbreite}[\text{Pixel}] = \frac{\text{Beugungsbreite}[m]}{\text{Pixelabstand}[m]}$$

$$\text{Spaltbreite} = \frac{\lambda}{\sin\left(\frac{360}{2\pi} \cdot \frac{\text{Pixelabstand}[m]}{\text{Brennweite}[m]} \cdot \text{Beugungsbreite}[\text{Pixel}]\right)}$$

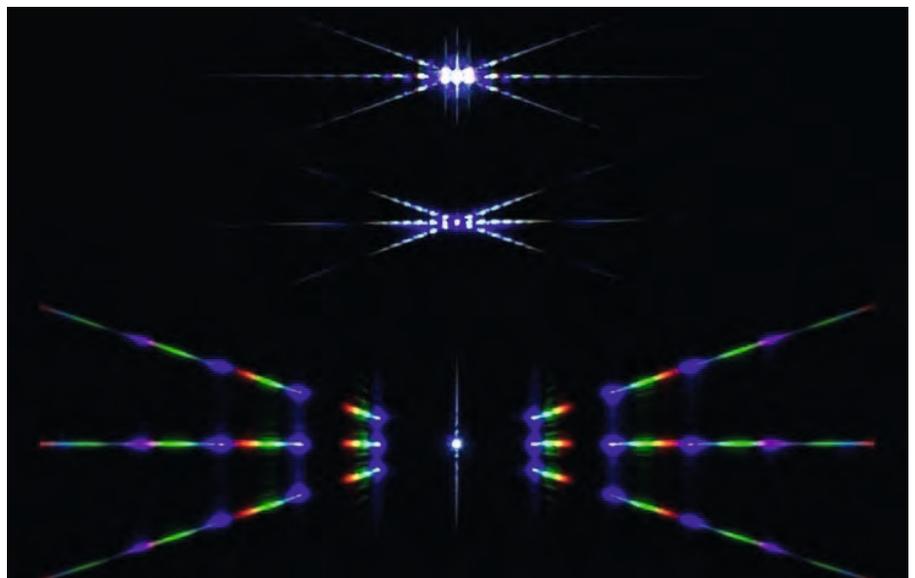
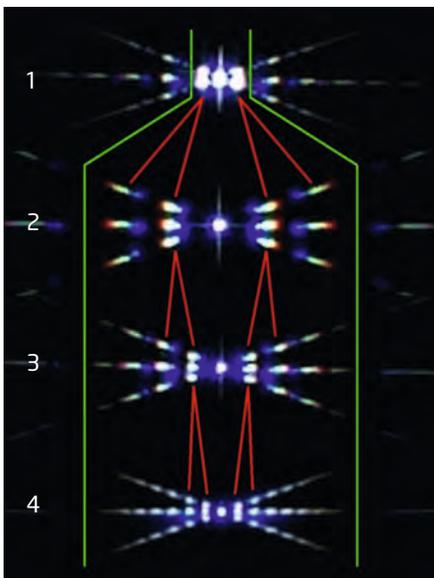
Bei meinem Teleskop mit einer Brennweite von 542mm und der Sony-A77 mit einem Pixelabstand von 3,9µm liefert letztere Formel bei einer gewünschten Beugungsbreite von 70 Pixel und bei λ=550nm eine Spaltbreite von 1,09mm. Damit bis zum 1. Minimum 7 helle Punkte sichtbar werden, muss die Stegbreite 7 Mal so groß gewählt werden. Aufgerundet ergibt dies alle 9mm einen 1,1mm schmalen Spalt.

dem ursprünglichen Punkt bei der Bahtinov-Maske nun auf acht nah beieinander liegende Punkte, wodurch das Beugungsmuster wesentlich besser zu erkennen ist. Allerdings gelangt jetzt nur noch ein Neuntel der ursprünglichen Lichtmenge auf den Detektor (1/9 Spalt und 8/9 Steg, vgl. Abb. 6-4). Trotzdem ist die Bildmitte weiterhin geringfügig überstrahlt.

Eine weitere Reduzierung der Spaltbreite und damit verbunden eine Verbreiterung der Stegbreite hat in der Praxis wenig Sinn, da dann die Nachteile der geringen Transmission die Vorteile der nah beieinander liegenden, ähnlich hellen Punkte übersteigen. Ebenso ist es nicht sinnvoll, die Spaltbreite weiter zu verkleinern, als dies nach der Berechnungsformel für

▼ Abb. 6: Die unterschiedliche Lichtausnutzung der Bahtinov-Maske und der Cuzdi-Maske. Die erste Aufnahme (1) zeigt das Beugungsmuster der Bahtinov-Maske mit 4mm breiten Spalten und 4mm breiten Stegen. Dabei sieht man, dass das Zentrum der Beugung wesentlich überstrahlt werden muss, damit die weiteren Beugungsordnungen sichtbar werden. Die weiteren Aufnahmen (2-4) sind dabei genauso lange belichtet worden wie die erste Aufnahme, jedoch ist die Spaltbreite dabei auf ca. 1mm verringert worden. Folglich wird die Beugung jetzt vier Mal so breit wie bei der Bahtinov-Maske (grüne Umrandung zum Vergleich).

▼ Abb. 7: Das Bahtinov-Muster (oben), darunter das korrekt berechnete Cuzdi-Muster und unten im Bild das Beugungsmuster, das entsteht, wenn die Spaltbreite ca. sechs Mal dünner gewählt wird, als nach der Formel für die Cuzdi-Maske vorgesehen ist. Man erkennt dadurch zwar deutlich die Spektralfarben der verwendeten weißen Test-LED (künstlicher Stern mit einem Durchmesser von 100µm in 50m Entfernung), jedoch ist in Zentrumsnähe kein Beugungsmaximum vorhanden, so dass mit diesem Bild eine exakte Fokussierung wieder schwieriger wird.



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

die Cuzdi-Maske vorgeschlagen wird. Wenn die Spalten zu schmal werden, dann wird das Beugungsmuster zu breit.

Vorteile

Aus den Vergleichen wird deutlich, dass trotz der geringeren Lichtmenge, die durch die Cuzdi-Maske hindurch geht, das Beugungsmuster aufgrund der besseren Lichtausnutzung wesentlich besser zu erkennen ist als das Muster der Bahtinov-Maske (sind die Stege sieben Mal so breit wie die Spalten, gelangt bei der Cuzdi-Maske 12,5% der Lichtmenge auf den Detektor, bei der Bahtinov-Maske sind es ca. 50%).

Wenn die Beugung für 450nm (blau), 550nm (grün) und 650nm (rot) betrachtet wird, erkennt man, dass die Beugungsmaxima bei unterschiedlichen Wellenlängen nach außen hin immer weiter ineinander laufen. Daher sieht man abhängig von den Licht- und Belichtungsverhältnissen bei einigen Bildern sehr schön kleine »Spektren«, die nach außen hin zu weißen Linien verschwimmen. Dadurch wird das Beugungsmuster noch besser sichtbar.

In der Praxis haben sich ca. 70 beleuchtete Pixel als auch Stege mit einer 6–8-fachen Spaltbreite gut bewährt. Damit das Muster gut sichtbar wird, sollte nicht allzu sehr davon abgewichen werden. Testaufnahmen haben gezeigt, dass es unerheblich ist, ob die Masken geschwärzt werden oder »naturbelassen« bleiben. Die Kanten der Spalten sollten möglichst parallel sein, extreme Genauigkeit ist aber unnötig.

Auch wenn man die Kanten für die Beugung idealerweise wie bei einer Rasierklinge möglichst scharfkantig herstellen sollte: Für meine kurzen Brennweiten verwende ich 0,5mm dickes Edelstahlblech mit einer Spaltbreite von lediglich ca. 0,15mm (dies ist durch die Schnittbreite des Lasers gegeben). Dies stellt eher einen »Tunnel« für das Licht dar (der Theorie nach wären Schneiden ideal), trotzdem funktioniert es in der Praxis bestens.

Fazit

Mit der Bahtinov-Maske kann man den optimalen Fokus schon besser erkennen als mit der Hartmann-Blende. Jedoch ist es mit der Cuzdi-Maske noch einmal erheblich leichter möglich, den Fokus optimal einzustellen, da hierbei das Zentrum nicht überstrahlt sein muss und viele ähnlich helle Punkte nah beieinander liegen. Im Sucher der Kamera oder auf Testbildern sieht man so sehr schnell, ob das Muster schön symmetrisch (und damit korrekt) eingestellt ist. Wer für seine Kamera und Optik eine maßgeschneiderte Maske berechnen möchte, für den steht im Internet ein Rechner zur Verfügung (vgl. Surftipp).

IM DETAIL

Fraunhofer-Beugung am Spalt

Fällt ein paralleles Lichtbündel (ebene Wellenfront) auf eine Öffnung, treten an den Öffnungskanten Beugungserscheinungen auf. Dabei spricht man von Fraunhofer-Beugung, wenn die Lichtquelle (z.B. ein Stern) im Unendlichen liegt.

Die Intensitätsverteilung hinter einem Einfachspalt kann dann wie folgt errechnet werden:

$$I = I_0 \cdot \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot sb}{\lambda} \cdot \sin \alpha\right)}{\frac{\pi \cdot sb}{\lambda} \cdot \sin \alpha} \right]^2$$

Wobei I_0 die Intensität der Beugung in der 0. Ordnung, sb die Spaltbreite, λ die betrachtete Wellenlänge und α den Winkel zur optischen Achse kennzeichnen.

Mathematisch gesehen ist die Beugungsintensität hinter N äquidistanten Spalten eine Überlagerung aus der Beugung am Einzelspalt und der Beugung an N Spalten.

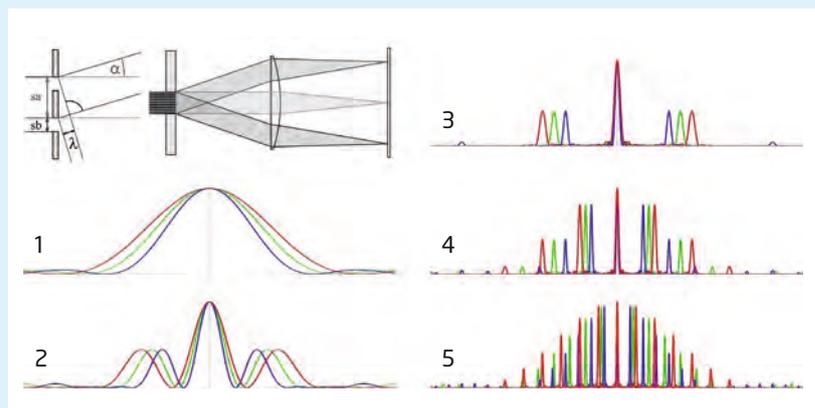
$$I = I_0 \cdot \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot sb}{\lambda} \cdot \sin \alpha\right)}{\frac{\pi \cdot sb}{\lambda} \cdot \sin \alpha} \right]^2 \cdot \left[\frac{\sin\left(N \cdot \frac{\pi \cdot sa}{\lambda} \cdot \sin \alpha\right)}{\sin\left(\frac{\pi \cdot sa}{\lambda} \cdot \sin \alpha\right)} \right]^2$$

Wobei sa der Spaltabstand, gemessen von Spaltmitte zu Spaltmitte ist. Aus der Formel ergibt sich, dass kürzere Wellenlängen (blau) weniger gebeugt werden als lange Wellenlängen (rot), schmale Spaltbreiten ergeben ein breiteres Beugungsmuster als breite Spalten. Daraus folgt, dass schmale Schlitze mit breiten Stegen viele nah beieinander liegende Beugungspunkte liefern, die aufgrund der unterschiedlichen Wellenlängen sehr schnell ineinander verlaufen, bis man eine durchgehende Beugungslinie sieht.

Die Maxima treten dort auf, wo aufgrund des Beugungswinkels und der Spaltgeometrie der Gangunterschied genau der betrachteten Wellenlänge λ entspricht. Umgekehrt wird die Intensität dann genau zu 0, wenn der Gangunterschied genau $\lambda/2$ beträgt.

Die Intensität hinter einem Einfachspalt hat ihr Maximum in der Mitte und fällt dann bis auf 0 herab (Beugung 0. Ordnung). Es gibt noch weitere Nebenmaxima, deren Intensitäten aber wesentlich schwächer sind. Die Intensität der Beugung 1. Ordnung beträgt lediglich 4,72%, gefolgt von 1,65% bei der 2. Ordnung, 0,83% bei der 3. Ordnung, 0,5% bei der 4. Ordnung usw.

▼ **Visualisierung der Abbildung** hinter einem Einfachspalt (1), einem Doppelspalt mit identischen Spalt- und Stegbreiten (2), 10 parallelen Spalten mit identischen Spalt- und Stegbreiten (3) sowie drei Mal so breiten Stegen wie Spalten (4) und sieben Mal so breiten Stegen wie Spalten (5), berechnet für blaues (450nm), grünes (550nm) und rotes Licht (650nm).



Der Klassiker ist zurück

Drei Baureihen orthoskopischer Okulare im Vergleich

von Ronald Stoyan

▲ Abb. 1: Sie sind wieder da: Mehrere Firmen haben neue Serien orthoskopischer Okulare aufgelegt.

Sie galten als Nonplusultra für die visuelle Planetenbeobachtung: Orthoskopische Okulare waren für Jahrzehnte ein Klassiker für Amateurastronomen, bevor sie der Weitwinkeltrend vom Markt verbannte. In den letzten Jahren haben drei Anbieter neue Orthos auf den Markt gebracht – wir haben sie verglichen.

Das orthoskopische (»korrekt abbildende«) Okular geht auf einen Entwurf von Ernst Abbe, dem großen Optikgenie der Firma Carl Zeiss zurück. Er verbesserte das bereits vorher erfundene Mitzenzwey-Okular, indem er dessen dreilinsiges Zentralelement von zwei Zerstreuungslinsen außen und einer Sammellinse innen zu zwei äußeren Sammellinsen und einer inneren Zerstreuungslinse änderte.

Die dreilinsige verkittete Linsengruppe und die augenseitige Einzellinse sind auch heute noch die Kennzeichen des orthoskopischen Okulars. Es zeichnet sich durch eine sehr scharfe, reflexarme Abbildung aus. Nachteile sind das relativ geringe scheinbare Gesichtsfeld von ca. 45° und der sehr geringe Augenabstand bei kurzen Brennweiten.

Ein Klassiker verschwindet ...

Bis in die 1980er-Jahre galten orthoskopische Okulare als Standardwerkzeuge für Amateurastronomen. Zusammen mit Kellner-Okularen bildeten sie das Grundangebot fast aller Anbieter. Einige Hersteller legten besonderen Wert auf erstklassige orthoskopische Okulare – die Modelle von Pentax und Zeiss Jena sind auch heute noch heiß begehrt und erzielen bei Sammlern Preise von über 200€ pro Exemplar.

Ab der Jahrtausendwende verschwanden die Ortho-Serien vom Markt. Puristen konnten bis zuletzt noch bei Kasai ein seit den 1970er-Jahren nahezu unverändertes Okular erwerben. Viele andere Anbieter wichen auf modifizierte orthoskopische Okulare aus, bei

denen ein zusätzliches Linsenelement eingefügt wurde, so etwa bei Takahashis LE- oder den XO-Okularen von Pentax – letztere sind ebenfalls nicht mehr erhältlich.

... und kehrt zurück

Viele Beobachter – der Autor eingeschlossen – wollen jedoch auf die Vorzüge des originalen Designs nicht verzichten. Diesen Trend haben einige Hersteller erkannt und in letzter Zeit neue orthoskopische Okularserien auf den Weg gebracht. Dazu zählt die Firma Baader, die ihre ursprüngliche Serie »Genuine Ortho« inzwischen durch die »Classic-Ortho«-Okulare abgelöst hat. Hutech hat eine Serie Orthos aufgelegt, die in den USA auch bei University Optics als Abbe-Okulare erhält-



▲ Abb. 2: Vier Modelle mit den Brennweiten 6mm, 10mm, 18mm und 32mm umfasst die Serie von Baader. Letzteres ist allerdings ein Plössl-Okular.



▲ Abb. 3: Die orthoskopischen Okulare von Hutech umfassen insgesamt sechs Brennweiten. Zum Test standen die Okulare mit 5mm, 6mm und 12,5mm zur Verfügung.



▲ Abb. 4: Die komplette Reihe der Takahashi-Ortho-Okulare.

lich ist, und schließlich hat der japanische Spitzenhersteller Takahashi eine komplett neue Reihe orthoskopischer Okulare auf den Markt gebracht, nachdem er die Produktion Ende der 1990er-Jahre auslaufen ließ.

Testarrangement

Für den Test standen drei verschiedene Okularserien zur Verfügung: Baader Classic Ortho, Hutech Abbe Ortho und Takahashi Abbe. Getestet wurden der Baader-Satz mit 32mm-, 18mm-, 10mm- und 6mm-Okularen sowie der dazugehörigen Barlowlinse und Okularrevolver, die Okulare mit 12,5mm, 6mm und 5mm von Hutech (weitere erhältliche Brennweiten sind 7mm, 9mm, 18mm) sowie die komplette Abbe-Okularserie von Takahashi mit den Brennweiten 32mm, 25mm, 18mm, 12,5mm, 9mm und 6mm.

Die praktischen Tests fanden im Sommer 2014 statt. Bei der Mond- und Saturnbeobachtung kam ein 120mm-f/8,5-Apochromat zum Einsatz, bei der Sonnenbeobachtung ein 60mm-f/5,9-Apo-Refraktor mit H α -Filter. Für den schnellen Vergleich war ein Okularrevolver von Vixen (nicht mehr erhältlich) im Einsatz.

Verarbeitung

Baader liefert seine Okulare in einer Metallbox. Diese enthält den Okularrevolver, vier Okulare und eine Barlowlinse. Leider stehen nur die vier Okularbrennweiten 6mm, 10mm, 18mm und 32mm zur Verfügung. Letzteres ist ein Plössl-Okular.

Die Okulare sind mitsamt ihrer Steckhülse mattschwarz lackiert. Sie verfügen über eine vom Rand abgesetzt eingetiefte Augenlinse und eine abnehmbare und umklappbare seitliche Gummiaugenmuschel. Die Linsenkanten sind geschwärzt, die Vergütung ist farblos. Die Okulare machen insgesamt ei-

nen wertigen Eindruck, der so gar nicht zum günstigen Preis passen will.

Leider ist dies beim Okularrevolver nicht der Fall. Dieser enthält keine Optik, lässt sich also in Geradesicht-Manier an den Okularauszug einsetzen. Er besteht gänzlich aus Plastik und bietet nicht die mechanische Qualität, die man von Produkten der Firma Baader gewohnt ist.

Die dem Set beigegebene Barlowlinse kann entweder mit einer Hülse verwendet werden – dann liefert sie einen Vergrößerungsfaktor von 2,25 \times – oder wird direkt in das Okular geschraubt – dann wird mit 1,3 \times multipliziert. Das gesamte Set wiegt zusammen nur 350g.

Die Abbe-Okulare von Hutech erinnern sehr an die alte Genuine-Ortho-Serie von Baader. Sie besitzen eine silberne Steckhülse und einen schwarzen, zylinderförmigen Korpus. Eine Augenumuschel fehlt völlig.

Erhältlich sind sechs Brennweiten zwischen 18mm und 5mm – während dies bei den kurzbrennweitigen der drei getesteten Okularserien der kürzeste Wert ist, werden längerbrennweitige Okulare nicht angeboten. Das Gewicht beträgt jeweils ca. 50g.

Takahashis Abbe-Serie erinnert äußerlich stark an die LE-Okulare aus gleichem Hause. Über den silbernen Metallsteckhülse sitzt der vorspringende Okularkörper, gekrönt von einer abnehmbaren Gummiaugenmuschel.

Die kürzeste Brennweite beträgt 6mm – leider zu groß für viele kurzbrennweitige Teleskope. Hier muss man auf die HILE-Modelle mit 3,6mm und 2,8mm desselben Anbieters ausweichen. Das Gewicht beträgt zwischen 60g und 150g.

Alle Okulare der drei Serien sind schmal und leicht. Sie eignen sich somit ideal für den Einsatz am Binokularansatz oder wenn wenig Gewicht und geringes Packmaß gefragt sind.

Brennpunkt und Einblick Schärfeleistung

Der Einblick bei den Baader-Okularen ist bei allen Modellen angenehm, wenn auch bisweilen relativ eng, wie für orthoskopische Okulare üblich – insbesondere beim 6mm-Okular. Beim 6mm- und 10mm-Okular stoßen die Wimpern am Okular an.

Ein großer Pluspunkt: Die gesamte Okularserie ist absolut homofokal, d.h. es entfällt das Nachjustieren der Schärfe beim Okularwechsel – eine sehr erfreuliche Eigenschaft! Positive Überraschungen sind auch das 32mm-Plössl-Okular, das nicht gegenüber dem Rest der Okularserie abfällt, sowie die Barlowlinse, die praktisch nicht zu bemerken ist, wenn man sie mit der mitgelieferten Hülse verwendet – direkt ins Okular geschraubt ergeben sich leider deutliche Randunschärfen und Farbfehler.

Auch beim Einblick in die Hutech-Orthos geht es recht eng zu, aber bei allen Okularen ist der Pupillenabstand noch vertretbar, auch beim 5mm-Modell. Wie bei allen anderen hier untersuchten Okularen sind sie jedoch nicht für Brillenträger geeignet. Die Wimpern stoßen bei allen Modellen an den Okularkörper an. Leider bestehen bei den Hutech-Okularen große Fokusunterschiede zwischen den einzelnen Brennweiten, es muss zum Teil ordentlich am Okularauszug gekurbelt werden.

Die Augenmuschel der Takahashi-Abbes ist so konstruiert, dass die Wimpern bei keinem Modell an die Augenlinse stoßen. Der Einblick ist durchweg angenehm, lediglich beim 32mm-Modell ist eine leichte Tendenz zu »blackouts« am Rand zu erkennen. Leider sind die Takahashi-Okulare nur in etwa homofokal, so dass immer etwas nachgestellt werden muss. Sie besitzen übrigens die gleiche Brennpunktlage wie die LE-Okulare, so dass beide Serien zusammen oder im Wechsel verwendet werden können.

Feinste Details knackscharf abbilden – diese Grundanforderung an ein orthoskopisches Okular erfüllen alle getesteten Modelle bravourös. Ob feinstes Detail im chromosphärischen Netzwerk der Sonne, Kleinstkrater auf dem Mond oder Schattierungen in den Saturnringen: Alle Okulare erzeugen ein exzellentes Bild, das kontrastreich wiedergegeben wird. Auch bei längerem Vergleich sind keine Unterschiede zwischen den Okularen festzustellen – alle drei Serien können uneingeschränkt für hochauflösende Beobachtungen verwendet werden.

Feine Unterschiede gibt es jedoch bei der Randschärfe. Den besten Eindruck hinterließen die Abbe-Okulare von Hutech, hier wirkten nur jeweils die äußeren 10% des Gesichtsfeldradius leicht unscharf. Bei den Takahashi-Okularen lag der Wert zwischen 15% (6mm bis 18mm) bzw. 25% (25mm, 32mm) des Gesichtsfeldradius. Die Baader-Okulare schnitten hier sehr unterschiedlich ab: Während beim 6mm-Modell nur die äußeren 10% von leichter Unschärfe betroffen waren, reichte der leicht verschwommene Bereich beim 10mm-Okular bis 20%, bei den anderen beiden Modellen bis 30% des Gesichtsfeldradius. Gleichzeitig war eine leichte Verzerrung zum Rand hin sichtbar, der Mond wurde zu einer Art »Ei« – jedoch nur direkt am Rand.

Die Unterschiede sind sicher auch durch die verschiedenen scheinbaren Gesichtsfelder begründet: Während Hutech und Takahashi mit 43° bzw. 44° nahe beim konventionell zu erwartenden Wert bleiben, erweitert Baader den »Tunnelblick« auf immerhin 52°. Würde man beim Baader-Okular die Feldblende so ansetzen, dass sich ebenfalls 43° ergäben, wäre der Eindruck wohl nahezu identisch.

Mit den Klassikern von Zeiss Jena und Pentax SMC Ortho



▲ Abb. 5: Der Okularrevolver von Baader nimmt alle vier Okulare auf (oben). Zum Set gehört eine Barlowlinse, die entweder mit ihrer Hülse oder direkt im Filtergewinde der Okulare verwendet werden kann (unten).

▲ Abb. 6: Die Okulare von Baader (oben) und Takahashi (unten) verfügen über abnehmbare Gummiaugenmuscheln.

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



▲ Abb. 7: Die Testokulare in der Gesamtschau.

können alle drei Serien somit nicht mithalten – hier ist keinerlei Randunschärfe zu erkennen. Jedoch weisen auch diese Klassiker der Orthos nur scheinbare Gesichtsfelder von 40° oder knapp darüber auf und besitzen nicht die modernen Vergütungen, was ein gelblich getöntes Bild zur Folge hat.

Reflexe

Die seitliche Augenmuschel der Baader-Okulare ist sehr effektiv bei der Reflexunterdrückung. An der Sonne waren keine, am fast vollen Mond nur leichte Reflexe zu erkennen. Bei den Hutech-Okularen störte das Fehlen der Augenmuschel – denn an sich sind die Okulare sehr reflexfrei mit nur sehr geringen Geisterbildern am Mond.

Bei den Takahashi-Okularen ist leider die augenseitige Linse an ihrer Kante nicht ge-

schwärzt. So entsteht bei der Sonnenbeobachtung ein leichter Saum am Rand, beim Mond blieben die Reflexe gering. Die Augenmuschel ist effektiv und angenehm.

Fazit

Alle drei Okularreihen sind für die visuelle Sonnen-, Mond- und Planetenbeobachtung uneingeschränkt zu empfehlen. Baader punktet mit einem sehr preisgünstigen, exakt homofokalen Set inklusive einer überraschend guten Barlowlinse, während der Okularrevolver nicht überzeugen kann. Die Abbe-Okulare von Hutech bieten die beste Randschärfe, lassen aber eine gemeinsame Brennpunktlage und eine Augenmuschel vermissen. Takahashis Abbe-Okulare haben den entspanntesten Einblick und die größte Brennweitenauswahl.

Die hier getesteten Okulare sind ideal für kleinere oder leichtere Teleskope und lassen sich sehr gut an Binokularansätzen verwenden. Für kurzbrennweitige Teleskope wäre jedoch ein 4mm- oder sogar 3mm-Modell nötig, um den Vergrößerungsbereich voll auszuschöpfen – hier muss man zu anderen Okularen oder einer Barlowlinse greifen.

BEWERTUNG

In der Praxis

Baader Classic Ortho

- + hervorragende zentrale Schärfe
- + gute Verarbeitung
- + günstiger Preis
- + effektive Augenmuschel
- + exakt homofokal
- nicht optimale Randschärfe

Hutech Abbe Ortho

- + hervorragende zentrale Schärfe
- + gute Verarbeitung
- + sehr gute Randschärfe
- keine Augenmuschel
- nicht homofokal

Takahashi Abbe

- + hervorragende zentrale Schärfe
- + gute Verarbeitung
- + angenehme Augenmuschel
- 32mm-Einblick nicht optimal

Die Okulare im Vergleich

Modell	Baader Classic Ortho	Hutech Abbe Ortho	Takahashi Abbe
Brennweiten	6mm, 10mm, 18mm, (32mm)	5mm, 6mm, 7mm, 9mm, 12,5mm, 18mm	6mm, 9mm, 12,5mm, 18mm, 25mm, 32mm
Steckhülse	1¼"	1¼"	1¼"
Scheinbares Gesichtsfeld	52°	43°	44°
Pupillenabstand	5mm, 8mm, 15mm, 21mm	3mm, 5mm, 6mm, 8mm, 8mm, 15mm	5mm, 8mm, 10mm, 15mm, 22mm, 28mm
Gewicht	37g – 94g	50g	70g – 150g
Linsen/Gruppen	2/4	2/4	2/4
Listenpreis	59€ – 65€, Barlowlinse 49€, Okularrevolver 49€, ganzes Set 295€	82€ – 90€ zzgl. MwSt.	129€ – 189€

Kohle nachlegen

Selbstbau eines 33"-Dobsons in Carbontechnik

von Kai Kretschmar

K. Kretschmar



Technik

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

▲ Abb. 1: **Öffnung ist durch nichts zu ersetzen** – außer durch mehr Öffnung! Nach diesem Grundsatz entstand ein 33"-Dobson mit einem Öffnungsverhältnis von $f/3,9$. Um dabei keine Gewichtsrekorde aufzustellen, wurde weitgehend mit Carbon gearbeitet.

Im Gegensatz zu Fotografen können visuelle Beobachter nicht einfach länger belichten. Wer mehr sehen will, muss mit einem größeren Teleskop aufwarten – doch sind die Grenzen des sinnvoll Machbaren vor allem durch das Gewicht gegeben. Mit dem 33"-Dobson des Autors wurden diese Grenzen durch den Einsatz moderner Kohlefaser-Verbundwerkstoffe maximal ausgereizt.

Der Selbstbau eines großen Dobson-Teleskops ist immer eine sehr individuelle Sache. Für andere Vorlieben mag es andere Wege und Möglichkeiten geben. Ab einer Größe des Teleskops von etwa 20" Öffnung (500mm) spielt jedoch das Gewicht eine bestimmende Rolle: Dabei geht es nicht nur um den Transport, sondern auch um die Bildqualität – denn der mit zunehmendem Durchmesser immer schwerer werdende Spiegel erfordert eine immer raffiniertere Lagerung, um sein Potenzial auch abrufen zu können.

► Abb. 2: **Der Spiegelrohling**. Aus dieser Platte (85cm × 115cm) wurde eine Rundscheibe maximaler Größe herausgeflext. Das Material gibt es bis 25mm Dicke, die Planlage über die gesamte Breite konnte jedoch nicht garantiert werden. Schott (Jena) bot alternativ diese ausgesuchte 21mm Scheibe an, die sich als perfekt eben erwies und damit fast in voller Dicke nutzbar war.

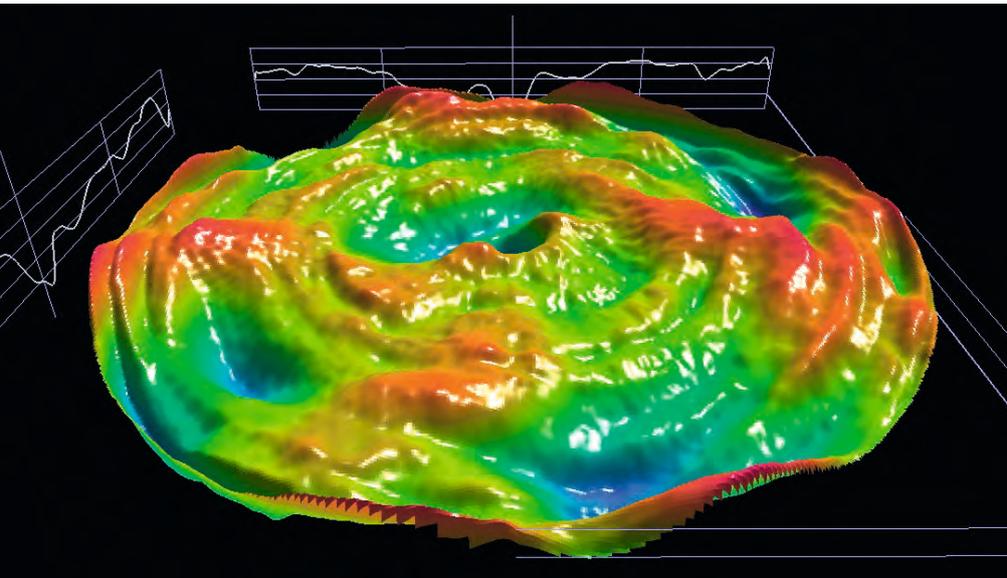
Das Herzstück

Ein guter Parabolspiegel ist das wichtigste und teuerste Einzelteil an einem Newton-Teleskop. Bei der Wahl der Spiegelgröße spielen die Verfügbarkeit eines günstigen Roh-

lings und die spätere Transportkapazität die entscheidende Rolle.

Borofloatglas von Schott gibt es standardmäßig in Platten bis 85cm Breite – eine mögliche Basis für einen Dobson, der gerade noch in einem normalen Kombi Platz findet. Mit





dem verfügbaren Plattenmaterial von 21mm Dicke war ein Öffnungsverhältnis von $f/3,9$ möglich, andernfalls würde die Mitte des Spiegels zu dünn. Nach dem Schliff blieben 20mm Randdicke, knappe 7mm Mittendicke und eine Brennweite von 3280mm.

Das Schleifen und Polieren eines so großen und gleichzeitig kurz Brennweitigen Spiegels wäre vor wenigen Jahren noch völlig illusorisch gewesen. Mit neuen interferometrischen Messmethoden kann man sich nun an solch extrem dünne und flexible Optiken heranwagen.

Das Auswerteprogramm »OpenFringe« von Dale Eason (vgl. Surf Tipps) bringt alle Funktionen mit, die es gestatten, die unvermeidliche Verbiegung des Spiegels im Teststand zu bestimmen und herauszurechnen. Dazu wird der Spiegel mehrfach gedreht und in jeder Winkelstellung separat vermessen.

Wichtig sind eine definierte Auflage in der Schwerelinie und eine einheitliche Randdicke. Nur so verbiegt sich der Spiegel in jeder Stellung in der gleichen Weise.

Die Spiegelzelle

Am späteren Bestimmungsort, in der Spiegelzelle mit 54 Auflagepunkten, kommt es unweigerlich zu Verbiegungen und »Durchhängern«. Das geniale Programm »PLOP« erlaubt es, die genaue Lage der Auflagepunkte zu optimieren und liefert eine Vorhersage des optischen Fehlers. Nur mit einer sorgfältig ausbalancierten und reibungsarmen Spiegelzelle bleibt die Oberflächenform in den engen optischen Toleranzen.

Erst nachdem auch der Fangspiegel (kleine Achse 140mm) fertiggestellt und der Hauptspiegel nach dem Beschichten sicher wieder Zuhause angekommen war, wurde mit der Planung der Teleskopstruktur begonnen. Schnell war klar, dass ein klassischer Dobson aus Multiplex nicht so recht zu einem Spiegel mit nur 17kg Eigengewicht passt.

Ein leichtes Teleskop ist wesentlich flexibler in Aufbau und Benutzung und letztlich siegte die Neugierde, den Selbstbau eines riesigen Leichtgewicht-Dobsons zu probieren.

◀ Abb. 3: Höhen und Tiefen eines Spiegelschliffs in grafisch ansprechender Form dank »OpenFringe«. In vielen Polier- und Mess-Zyklen tastet man sich an die Idealform heran. Vorzugsweise durch Abtrag der jeweiligen Berge des Profils mit kleinen Pech-Tools und feinstem Poliermittel. Faustregel: Ein Nanometer (Millionstel Millimeter) pro Polierstrich!

Der Reiz des Neuen

Dazu gibt es nur einen infrage kommenden Werkstoff: Carbon. Kohlefasern haben ein hervorragendes Verhältnis von Steifigkeit zur eigenen Masse. Nur wenige Materialien kommen auch nur in die Nähe dieser Eigenschaften: Stahl und Aluminium werden in dieser Disziplin um einen Faktor fünf geschlagen. Spezielle Hochmodulfasern erreichen sogar Faktor elf! Das heißt, jedes Gramm dieser Fasern ersetzt fünf bzw. elf Gramm Alu oder Stahl – allerdings nur in der entsprechenden Richtung (vgl. »Praxistipp«).

Die ersten selbst gefertigten Bauteile aus Carbon werden entweder funktionell oder schön – oder keins von beidem! So dauerte es über ein Jahr, bis für die drei Schlüsselemente eines Dobsons – Platten, Ringe, Rohre – geeignete Herstellungsmethoden gefunden wurden.

Die Werkstattausrüstung, die bisher mehr auf Holzbearbeitung zugeschnitten war, erwies sich als sehr geeignet. Ein Industriestaubsauger ist unverzichtbar, um dem Staub Herr zu werden, der trotz aller Vorsicht beim Sägen und Schleifen entsteht. Wann immer möglich wurde auf Handwerkzeuge (Säge, Feile, Schleiflein, Cuttermesser) zurückgegriffen und unter freiem Himmel gearbeitet. Auch Balsa-Staub gehört nicht in die Werkstatt!

Beim Laminieren ist Hautkontakt mit Epoxidharz unbedingt zu vermeiden. Chemikalienfeste Handschuhe aus dickem Nitril helfen in den Fällen, wo man eine getränkte Gewebeleage anfassen muss.

Kohlefasern kann man in jede beliebige Form bringen. Das macht es zu einem sehr geeigneten Material für Prototypen. Solange

◀ Abb. 4: Selbst hergestellte Kohlefaserrohre mit 2m Länge und 41mm Durchmesser. Sie bestehen aus 90g Hochmodulfasern (UHM) in Längsrichtung. Dazu kommen 30g normale HT-Fasern, welche spiralförmig und diagonal um den Kern gewickelt werden, um dem Rohr den nötigen Halt zu geben. Fixiert wird mit 80g Epoxidharz. Es entstehen Rohre mit 0,5mm Wandstärke und circa 200g Gesamtmasse. Allerdings müssen die Enden verstärkt werden, wenn sie klemm- oder schraubbar sein sollen.



► Abb. 5: Grundplatte der Rockerbox. Nahezu unzerstörbar sind Sandwich-Elemente aus Balsa-Stirnholz/Carbon, wie das Bodenbrett der Rockerbox in diesem Bild. Im Vergleich zu Multiplex ist es jedoch deutlich aufwendiger herzustellen, aber etwa drei- bis viermal leichter. Die Kanten-gestaltung verlangt bei jeder Sandwichkonstruktion besonderes Augenmerk. Idealerweise werden die Deckschichten vollumfänglich zusammengeführt und nochmals verstärkt.



man sich an einfache Formen hält, braucht es keinen aufwendigen Formenbau. Es genügen eine große Glasplatte für alle ebenen Flächen sowie Wickelkerne für die Rohre und Ringe.

Beliebige Wandstärken mit beliebigen Vorzugsrichtungen sind möglich. Effektiver Leichtbau verlangt nach großvolumigen Teilen mit geringen Wandstärken bis hinab zur Beulgrenze.

Die Kunst des Weglassens

Nicht alle der hervorragenden Kohlefaser-Eigenschaften sind für ein mobiles Dobson-Teleskop notwendig.

Eine thermische Ausdehnung nahe Null ist bei Weltraum-Teleskopbauern sehr beliebt – dem visuellen Beobachter ist ein Nachfokussieren während der Nacht durchaus zuzumuten. Dennoch sorgt diese Eigenschaft für sehr dauerhafte und spannungsfreie Verklebungen zwischen Carbon-Bauteilen und eine sehr gute Justierkonstanz. Ein Druck mit dem Daumen auf ein dünnwandiges Carbonrohr zeigt die Eigenheiten des Werkstoffs: je nach Wickel-Schema deutlich nachgiebiger als ein Alu-Rohr! Schlimmstenfalls bricht es an dieser Stelle mit einem knisternden Geräusch!

Man muss sich also entscheiden, welche Eigenschaften und Krafrichtungen wichtig sind und welche nicht.

Das Weglassen von nicht benötigten Faser- bzw. Krafrichtungen – im Fachjargon »fasergerichtetes Konstruieren« genannt – spart Gewicht, Zeit und Geld. Am einfachsten geht das bei quasi eindimensionalen Bauteilen wie Rohren oder Ringen. Kleine Versuchsstücke, über ein Plastikrohr gewickelt und mit breitem Geschenkband fixiert, sind ein guter Startpunkt für erste eigene Versuche.

► Abb. 6: Der zum Transport zerlegte Dobson. Die Art der Zerlegung ist eine individuelle Entscheidung. Der Hut findet in der Spiegelbox Platz, dazu müssen deren vordere Rohre gelöst werden. Der Spiegel selbst wird beim Auf- und Abbau immer zuletzt eingelegt bzw. als erstes in Sicherheit gebracht.

PRAXISTIPP

Welche Gewichtsersparnis bringt der Einsatz von Cfk?

Carbonrohre aus industrieller Fertigung, meist aus HT-Fasern in Längsrichtung (pultrudierte Rohre), bekommt man in kleinen Dimensionen unter 20 mm Durchmesser so günstig, dass die eigene Herstellung nicht lohnt. Die Gewichtsersparnis zu Aluminium – bei gleicher Steifigkeit – liegt meist um Faktor drei.

Als Bonus gibt es ein wesentlich besseres Schwingungs- und Dämpfungsverhalten, insbesondere bei Wind. Lediglich bei Alltagstauglichkeit und Robustheit müssen Kompromisse gemacht werden – extrem dünnwandige Carbonrohre und ganz besonders solche aus Hochmodulfasern müssen wie die sprichwörtlichen »rohen Eier« behandelt werden. Auch für das Gesamtgewicht für große Car-

bon-Dobsons ist »Faktor drei« ein realistisches Einsparziel, wenn man mit typischen Multiplex-Alu Konstruktionen vergleicht und eine ähnliche Steifigkeit zugrunde legt.

Gewicht des 33"-Dobsons	
Hut inkl. Okularauszug	3,4kg
Fangspiegel 140mm	0,63kg
8 Stangen von je 2,30m	2,7kg
Spiegelbox	8,5kg
Spiegel	17kg
Höhenräder	2x6,3kg
Rockerbox	16kg
Grundplatte	3kg
Gesamtgewicht	65kg



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



◀ Abb. 7: Der Hauptspiegel wird zur Beobachtung jeweils ein- und ausgebaut. Dadurch kann der Spiegel an einem absolut trockenen Ort gelagert werden, ist beim Transport besser geschützt und die Spiegelzelle benötigt keine Transportsicherungen. Andererseits fällt ein zusätzlicher Arbeitsschritt an – volle Konzentration beim Einlegen und später beim Herausnehmen.

Selbstbau ist gefragt

Bei der Herstellung der acht Tubusrohre und der beiden Hutringe stellte sich bald so etwas wie Routine beim Umgang mit Harz und Fasern ein. Als nächstes standen die flächigen Bauteile der Spiegelbox, Höhenräder und Rockerbox an. Es zeigte sich schnell, dass mit käuflichen Carbonplatten kein Blumentopf zu gewinnen ist – zu teuer, zu schwer, keine sinnvolle Faserorientierung.

Deshalb wurde für jedes größere Bauteil ein Faserlegeplan erstellt, welcher auf die zu erwartenden Belastungen Rücksicht nimmt. Rohre und Ringe lassen sich vorteilhaft mit Rovings von der Rolle in Verbindung mit Gewebe laminieren. Bei Sandwichplatten kommen biaxiale und quadriaxiale Gewebe und Gelege zum Einsatz, mit Faserrichtungen rechtwinklig ($0^\circ/90^\circ$), diagonal ($\pm 45^\circ$) oder in Kombination ($0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ$).

Die Preise für das Kohlefaser-Rohmaterial sind sehr unterschiedlich. Für ein Teleskop be-

nötigt man neben Rovings vor allem schwere Gewebe ($250\text{--}1000\text{g/m}^2$). Man rechnet am besten gleich auf Kilogramm-Basis: Die Preise bei Auktionen und Sonderangeboten liegen zwischen 10€ und 80€/kg. Harze sollten immer frisch bestellt werden.

Die Faser-Beschaffung zog sich kontinuierlich über zwei Jahre hin, »Kohle nachlegen« in kleinen Schritten sozusagen.

Zusammenfügen, was zusammen gehört

Während Harz und Härter in Strömen flossen, wurden beim Verkleben der Teile nur Mengen im Grammbereich angemischt. Dabei geht man am besten mehrstufig vor: Erst mit wenigen Tropfen anheften, nach dem Aushärten mit Rovings verstärken, abschließend mit Gewebestücken für sanfte Übergänge und Festigkeitsreserven sorgen. Das hört sich nach langwierigem Stückwerk an und der Zeitaufwand ist tatsächlich nicht zu unterschätzen.

Die Baureihenfolge »von oben nach unten«, vom Hut bis zur Rockerbox, hatte sich sehr bewährt. Auf eine umfangreiche Detailplanung auf Papier konnte verzichtet werden. Stattdessen wurde jedes Teil am nachfolgenden direkt 1:1 abgemessen und angepasst. So konnte ein minimales Packmaß erzielt werden: Der Hut verschwindet zum Transport ohne Platzverschwendung in die Spiegelbox.

IM DETAIL

Von der Mücke zum Elefanten

Eine Teleskopstruktur muss die optischen Elemente, also Haupt- und Fangspiegel sowie Okular samt Auszug, in exakter Position zueinander halten. Dabei sind die Toleranzen im Falle des simplen Newton-Teleskops recht groß: einige Zehntel Millimeter Verschiebung oder eine minimale Kippung des Fangspiegels verschieben lediglich das Bild im Okular, die Schärfe bleibt aber praktisch erhalten.

Leider gelten die Toleranzen für kleine und große Teleskope gleichermaßen – und zwar absolut! Ein Zehntel bei einem 33"-Newton mit $f/3,9$ ist eine ganz andere Herausforderung als dasselbe Zehntel bei einem 8"-Newton mit $f/4$.

Es ist wie bei einer Mücke und einem Elefanten: Skaliert man erstere (6mm Körperlänge) mit Faktor 1000 auf Elefantengröße (6m), verwandeln sich die schlanken Beine

in dicke Stampfer, um den massiven Körper überhaupt zu tragen. Das Gewicht wächst in dritter Potenz, mit dem Faktor von einer Milliarde (1000^3). Es explodiert von den 2mg der Mücke auf satte 2 Tonnen – was in der Realität zu einem eher leichten Elefanten passt.

Trotzdem leidet die Positioniergenauigkeit des Rüssels in absoluten Maßstäben. Damit ein Elefant sein Porzellanladens-Image loswird, müsste er noch wesentlich massiver gebaut sein, als er es ohnehin schon ist.

Genau diese heimtückischen Potenzen sind es, die der Vergrößerung von Teleskopen die Grenzen diktieren: Irgendwann verbiegt sich das ganze Konstrukt allein unter seinem Eigengewicht fern jeglicher Toleranzen. Nur wenn man große Spiegel maximal »ausdünn«, das heißt

wesentlich aufwendiger herstellt und lagert, kann man effektiv Gewicht sparen. Das Gewicht des Hauptspiegels zieht sich also wie ein roter Faden durch die gesamte Konstruktion.

In der Praxis des Großteleskopbaus bleibt man insgesamt etwas unter der 3. Potenz – etwa beim Faktor 2,6 – das doppelt so große Teleskop wird also sechsmal schwerer. [1]

Diese und ähnliche Überlegungen zeigen, dass Leichtbau bei großen transportablen Dobsons kein Selbstzweck ist. Dabei geht es nicht einmal um das Gesamtgewicht. Schnell ist der Punkt erreicht, wo allein die Einzelteile zu schwer werden, um sie noch mit eigenen Händen zu tragen. Ganz besonders trifft das für die besonders sperrigen Teile eines Dobsons wie die Spiegelbox zu.

Diese wiederum sitzt auf der flachen Spiegel-Transportkiste, welche passgenau in der Rockerbox liegt. Wichtige Eckpunkte wie etwa die Durchschubbreite und Höhe des eigenen PKW wurden ebenfalls dabei bedacht.

Von den vielen kleinen Details, welche einen großen Dobson erst benutzbar machen, sollen drei besonders erwähnt werden:

1. Die asymmetrische Spinne ist mit dem Hut unter Vorspannung verklebt. Die Justierungskonstanz ist hervorragend. Die acht Fangspiegel-Justierungsschrauben wurden nach der Ersteinrichtung nie wieder angefasst. Sogar ein Umkippen des Teleskops während des Abbaus in der falschen Reihenfolge – mit dem Hauptspiegel in den Händen und damit im Zuschauer-Modus gefesselt – wurde klaglos und ohne neue Justierung überstanden.
2. Der in den Strahlengang ragende »Starenkasten« dient als zusätzliche Blende. Damit kann auf große Windsegel am Hut verzichtet werden. Ein extrem wichtiger Punkt bei leichten großen Dobsons!
3. Die Hülse des selbstgebautes Okularauszugs ragt weit hinein und spendet scheinbar etwas Schatten, doch dieses Opfer wurde gern gebracht. Es ermöglicht einen kleineren, damit dünneren und wesentlich leichteren Fangspiegel. Beim gewählten Öffnungsverhältnis steht in der Lichtbilanz sogar eine schwarze Null.

First Light

Den frischgebackenen Dobson aufbauen, zum ersten Mal ein Okular einstecken – das ist immer ein ganz besonderer Augenblick!

Etwas ernüchternd war es dann doch, dass in dieser ersten Nacht noch keine nadelfeinen Sterne zu sehen waren. Wenigstens waren sie rund, kein Astigmatismus, die Zelle schien zu funktionieren.

Was war passiert? Es stellte sich heraus, dass der Spiegel aufgrund des extremen Dickenunterschiedes (20mm Rand- zu 7mm Mittendicke) unterschiedlich schnell auskühlt. Nachdem das Glas insgesamt die gleiche Temperatur angenommen hat, ist alles in Ordnung. Aber dieses Auskühlen dauert eine ganze Weile – länger, als man es von einem so dünnen Spiegel sonst kennt. Mittlerweile helfen sechs Lüfter diesen Vorgang zu beschleunigen. Nach 30 Minuten sind in der Regel schon ernsthafte Beobachtungen möglich.

Eine kleine Mimose bleibt der Spiegel allerdings auch dann noch: Größere Tempera-

▶ Abb. 8: Der fertige Dobson im Einsatz. Handling und Nachführung sind leicht und angenehm, die Technik verschwindet nach kurzer Zeit aus dem Bewusstsein und macht der eigentlichen Beobachtung Platz.

turänderungen während der Nacht werden zuverlässig »detektiert«. Ein kurzer Sternestest zeigt sofort die entsprechende Unter- oder Überkorrektur des Glases. Bei dieser Spiegelgröße hätte eine Meniskusform mit konstanter Dicke sicherlich Vorteile.

Leistungsvermögen

Es ist zunächst schon ein Schock, wie die bekannten »Standardkerzen« in Szene gesetzt werden:

M 51 zerfällt in Fetzen, beim Aufsuchen stolpert man ständig über irgendwelche Galaxien, der Pferdekopfnebel ist sogar von der lichtverschmutzten heimischen Terrasse aus sichtbar. Sehr viel Spaß machen Galaxiengruppen wie die Hickson Compact Groups. Bei gutem Seeing kann man sinnvoll bis 700x vergrößern und jede Menge Details erhaschen.

Das Aufsuchen, meist bei 120x, wird durch interessante Farbnuancen der helleren Sterne zu einer genussvollen Tätigkeit. Bei weniger guten Bedingungen sind Filterbeobachtungen mit [OIII] und H β immer noch sehr gut möglich.

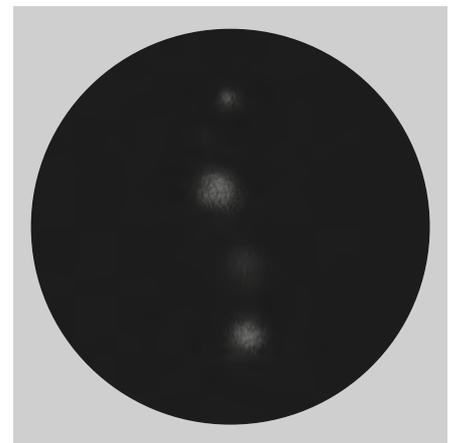
Fazit

Obwohl der Zeitaufwand für den Selbstbau mit Carbon gerade noch an der Grenze des Vertretbaren liegt, öffnet der Werkstoff neue Horizonte. Es muss nicht alles aus einem Guss gebaut werden: Man kann mit dem Hut anfangen – dort macht der gewichtssparende Einsatz am meisten Sinn – und danach weitersehen, ob einem der Umgang mit Harz und Fasern liegt. Wer seinen ersten selbst geschliffenen Spiegel voller Ungeduld am Himmel ausprobieren möchte, sollte zunächst beide Hände von der schwarzen Kunst lassen. Ein Dobson à la Kriege und Berry [2] aus massiven Multiplex führt immer noch am schnellsten zum eigenen Teleskop.

- [1] Wilson, R. N.: Reflecting Telescope Optics II, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, ORT (1999)
- [2] Kriege, D., Berry, R.: The Dobsonian Telescope, Willmann-Ball, Richmond (1997)
- [3] Riekher R., Beck H.G.: Fernrohre und ihre Meister, Astrobeck's Edition, Jena, 2012



Die Weiterverbreitung ist untersagt.



▲ Abb. 9: Bisheriges Highlight war die Sichtung aller fünf Komponenten von Hickson 55. Solch kleine Objekte brauchen sehr gutes Seeing und einen transparenten Mittelgebirgshimmel.

SURFTIPPS



- OpenFringe
- PLOP
- Laminatrechner
- Balsaholz
- Epoxidharz, Carbon, Rovings, Zubehör
- Bezugsquelle für Carbonrohre

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08gr](https://oc1m.de/08gr)



▲ Abb. 1: Aus zwei Planetenaufnahmen kann eine flüssige Animation erzeugt werden.

Schritt-für-Schritt

Wie werden aus einzelnen Planetenbildern flüssige Rotations-Animationen?

von Mario Weigand

Anfang 2015 wird es für Planetenbeobachter wieder spannend: Die kommende Jupiteropposition ist in Bezug auf die Kulminationshöhe noch einmal optimal für die Beobachter auf der Nordhemisphäre. In den folgenden Jahren wird sich der Riesenplanet dann wieder in tiefer stehenden Sternbildern aufhalten. Versierte Planetenfotografen sollten also versuchen, gutes Seeing auszunutzen, um detaillierte Aufnahmen zu gewinnen. Da Jupiter schnell rotiert, ist es möglich, fast seine komplette Oberfläche in einer Nacht zu fotografieren und anschließend animiert darzustellen.

Da das Sammeln der nötigen Daten für eine Planetenaufnahme jedoch einige Minuten in Anspruch nimmt, ist es nicht möglich, eine flüssig laufende Animation zu erstellen. Die resultierende Animation läuft dann entweder

zu ruckelig oder zu schnell. Allerdings gibt es die Möglichkeit, per Morphing-Technik flüssige Übergänge zwischen einzelnen, aufeinanderfolgenden Aufnahmen zu erzeugen. Dabei wird das Ausgangsbild Schritt für Schritt systematisch verzerrt und überblendet, bis man das Endbild erreicht.

Solche Übergänge lassen sich, wie hier beispielhaft gezeigt wird, mit dem Werkzeug »Morph Maker« in der kostenlosen Windows-Software »PaintStar« erstellen (vgl. Surftipp). Im Folgenden werden die wichtigen Arbeitsschritte am Beispiel von zwei Jupiterbildern beschrieben.

1. Aufnahmen in Morph Maker laden

Nach dem Start von PaintStar kann der Morph Maker über das Menü »Tools ▶ »Morph Ma-

ker...« gestartet werden. Zunächst müssen zwei Bilder mit nicht zu großem Zeitabstand – bei Jupiter nicht mehr als 20 Minuten – ausgewählt werden. Diese Bilder müssen vorher zentriert worden sein, da Morph Maker dies nicht selbst erledigen kann. Die Zentrierung kann manuell mit einem beliebigen Grafikprogramm erledigt werden.

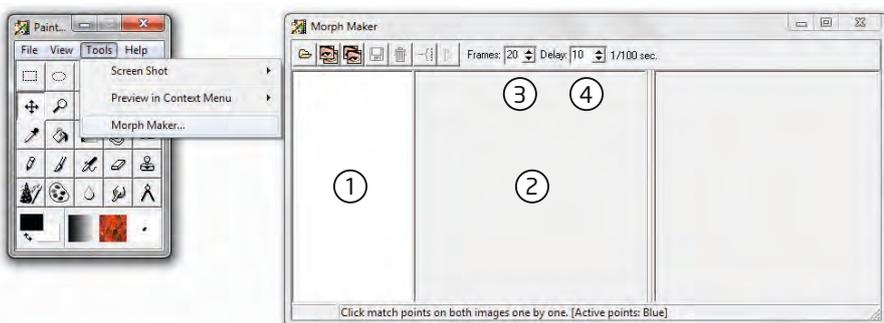
Die beiden gewünschten Bilder werden im PaintStar Morph Maker mit den Schaltflächen »Load original image« und »Load desired image« geladen und erscheinen anschließend in den beiden rechten, benachbarten Boxen.

Die Eigenschaften der gewünschten Animation können in der Werkzeugleiste definiert werden: »Frames« bestimmt die Anzahl der Einzelbilder, die für einen Übergang erzeugt werden; »Delay« den Zeitabstand in hundertstel Sekunden (vgl. Abb. 2). Die richtige Einstellung muss, abhängig vom zeitlichen Abstand der Aufnahmen und der gewünschten Rotationsgeschwindigkeit, individuell eingestellt werden.

2. Ausrichtungspunkte setzen

Der wichtigste Schritt ist nun, ausreichend viele Ausrichtungspunkte zu setzen, damit der Übergang zwischen den Bildern möglichst fehlerfrei erzeugt wird. Die Punkte legen das Bewegungsmuster der Verzerrung und die zu überblendenden Bildbereiche fest. Um die Punkte zu positionieren, werden abwechselnd markante Strukturen in beiden Bildern angeklickt (vgl. Abb. 3ab). Um auszuprobieren, ob

▼ Abb. 2: Die Benutzeroberfläche von Paintstar Morph Maker: (1) Ausgangs- und Endbild laden, (2) Zwischenbilder erzeugen, (3) Anzahl der Zwischenbilder, (4) Anzeigedauer pro Bild (wichtig bei Export als GIF).



INTERAKTIV



Unser Experte Mario Weigand beantwortet auch Ihre Fragen zu den Themen Ausrüstung und Astrofotografie.

🔗 [Kurzlink: oc1m.de/08de](https://oc1m.de/08de)



► Abb. 3a: Diese Abbildung zeigt einen Zwischenstand. Links ist die Liste der bis dahin gesetzten Ausrichtungspunkte, die rechts davon im Ausgangsbild rot eingezeichnet sind. Rechts ist das Vorschaufenster zu sehen, das ein Bild in der Mitte der Animation anzeigt. Deutlich sind Fehler am folgenden und vorauslaufenden Jupiterrand sowie bei Jupitermond Ganymed und dessen Schatten zu sehen.

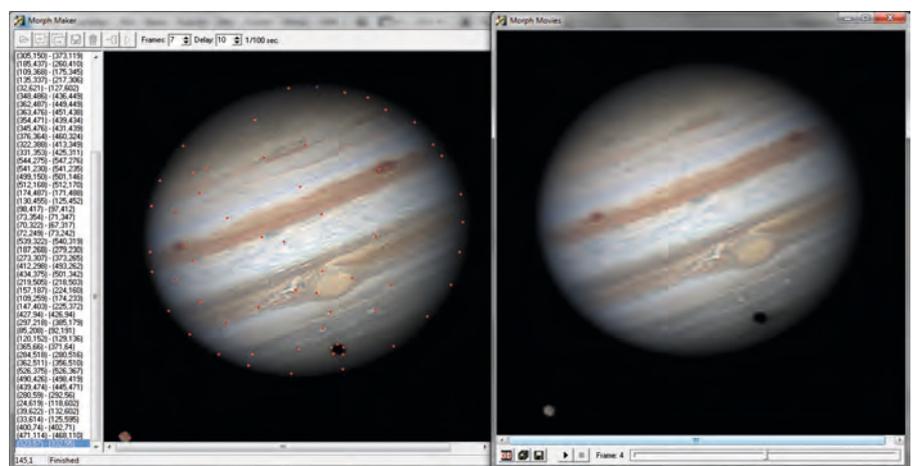
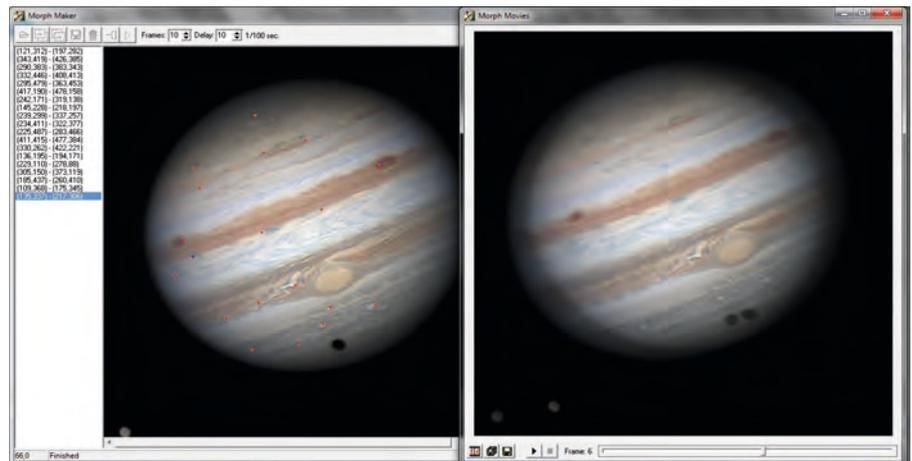
die gesetzten Ausrichtungspunkte ausreichen, kann man jederzeit die Zwischenbilder generieren und als Animation anzeigen lassen – siehe dazu auch Schritt 3.

3. Übergang erzeugen und prüfen

Ist das Setzen der Ausrichtungspunkte abgeschlossen, können die Zwischenbilder generiert werden, indem die Schaltfläche »Create Frames« angeklickt wird. Dieser Vorgang kann einige Minuten dauern. Ist er abgeschlossen, wird das Ergebnis animiert in einem neuen Fenster angezeigt. Nun muss die Animation auf Fehler untersucht werden. Unbefriedigende Ergebnisse treten im Allgemeinen bei zu wenigen Ausrichtungspunkten auf, oder wenn der Planetenrand nicht ausreichend markiert wurde. Dieser darf sich nicht bewegen, was mit entsprechenden Ausrichtungspunkten erreicht wird. Abb. 3 zeigt typische Randartefakte. Auch Monde und deren Schatten müssen beachtet werden.

4. Export der erzeugten Dateien

Das Resultat kann entweder als Bilderserie in verschiedenen Grafik-Formaten oder als GIF-Animation abgespeichert werden. Möchte man lieber eine Videodatei erstellen, können die exportierten Einzelbilder anschließend auch mit dem ebenfalls kostenfreien »Movie Maker« von Microsoft sehr einfach zusammengefügt werden (vgl. Surftipp).



▲ Abb. 3b: In diesem Beispiel wurden im Vergleich zu Abb. 3 deutlich mehr Punkte gesetzt, insbesondere auch am Rand des Planeten, sowie an Jupitermond Ganymed und an dessen Schatten. Das Ergebnis im rechten Fenster ist nun frei von auffälligen Artefakten.

Liegen mehr als zwei Bilder eines Planeten für eine Animation vor, müssen die Übergänge leider einzeln erzeugt werden, da Morph Maker nur zwei Bilder verarbeiten kann. Weiterhin gibt es als Alternative das kostenpflichtige Programm »Abrosoft FantaMorph«, dieses erlaubt das Erstellen von Morphing-Animationen aus mehreren Bildern und zudem ist der Export in moderneren Formaten wie Flash möglich. Die Vorgehensweise ist dabei die gleiche wie mit Morph Maker.

SURFTIPPS

- PaintStar Homepage
- Abrosoft FantaMorph
- Microsoft Movie Maker

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/08pt

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

-36°

Polarlichtbeobachtung extrem

von Ronald Stoyan



▲ Abb. 1: **Astronomie bei arktischen Temperaturen** – das ist nicht jedermanns Sache. Doch das spektakuläre Polarlicht lässt die Kälte vergessen. *Franz Peter Pauzenberger*

Jubelschreie, Tränen in den Augen, Gänsehaut am ganzen Körper. Gerade ist die Korona auf uns herabgefallen. Wir liegen alle rücklings auf dem Eis – die Köpfe nach oben. Unter uns der 168m tiefe Grund des Torneträsk-Sees in Schweden. Über uns in 200km Höhe das Polarlicht in einer Pracht, die man sich nicht vorstellen kann. Überall zuckt und huscht es, man weiß gar nicht, wo man hinschauen soll. In diesem Augenblick ist die Kälte wie verfliegen.

Wer im Februar über den Polarkreis reist, sollte eigentlich wissen, worauf er sich einlässt. Schon der unfreiwillige Kontakt mit der Schneewehe am Flughafen hätte eine Warnung sein können. Oder die 2m hohen Eiswände zu beiden Seiten der nur mit Spikesreifen befahrbaren Straße. Oder der beißende Schneesturm mit Sichtweiten unter 10m am ersten Tag.

Feuerwerk gezündet

Die ersten Nächte unserer Polarlichtreise waren noch bescheiden gewesen – zögerliche Aurora-Erscheinungen und durchwachenes Wetter ließen die Lust steigen, mehr zu sehen.

In der dritten Nacht nahmen wir das Schicksal selbst in die Hand und fuhren mit den Mietautos tiefer ins Landesinnere. Schließlich erreichten wir einen geräumten Rastplatz im Niemandsland der schneebedeckten Wildnis.

Ringsumher knisternder Sternhimmel allerbesten Qualität, Sirius tief im Süden, Wega zirkumpolar. Aber keine Spur von lodernnden Himmelslichtern. Dann, plötzlich, erhob sich im Nordwesten ein Glimmen. Lautlos kroch es höher, schemenhaft nur die Veränderungen. Doch auf einmal kam Bewegung in die Formen, und aus dem Nichts konkretisierten sich feine scharfe Strahlen, die in wenigen Sekunden über den Himmel huschten. Wie von unsichtbarer Hand geführt beschleunigten und

bremsten sie, kehrten die Richtung um oder explodierten plötzlich in einem Feuerwerk.

In Nacht und Eis

Die Pracht am Himmel veränderte sich ständig – man konnte den Blick nicht abwenden. Doch die immer grimmigere Kälte forderte ihren Tribut: -36°C zeigten die Thermometer. Eine solche Temperatur hatte noch niemand von uns erlebt. Jedes Ausziehen der Handschuhe, die Bedienung der Kameras, das Putzen der Brille wurde zum schmerzvollen Kontakt mit dem arktischen Winter.

Selbst in der Kälte zu stehen, mehrere Stunden bewegungslos auf Eis und Schnee, ein-



▲ Abb. 2: Ein plötzlicher Ausbruch lässt den gesamten Himmel aufleuchten. Der Höhepunkt ist die Korona. *Christian Rausch*

gehüllt in Daunenjacken und fellgefütterte Stiefel; das ist etwas anderes, als davon in einem Bericht zu lesen. Auch sieben »hochgebirgsgängige« Deep-Sky-Beobachter auf Abwegen, die schwache Nebel gegen helle Polarlichter und Teleskope gegen Kameras eintauschten, brachte die nordschwedische Kälte an ihre Grenzen.

Flackernde Flammen

Die Temperaturen pendelten sich in den folgenden Nächten zwischen -22°C und -28°C ein. Das großartige Himmelschauspiel ließ uns jeweils fünf bis sechs Stunden dieser »moderateren« Kälte ertragen, denn die Polarlichter wurden mit jeder Nacht großartiger.

Besonders unerwartet traf uns das pulsierende Polarlicht, das in der vierten Nacht am frühen Morgen aufzog. Aus einem hellen, den ganzen Himmel überspannenden Band löste sich ein breiter Streifen, der in seiner Gänze flackerte wie eine kaputte Neonröhre. Über mehrere Stunden zerbrach er in einzelne Tei-

le, jeder für sich in seinem Zehntelsekunden-Rhythmus pulsierend. Nach zwei Stunden stand der gesamte südliche Himmel in Flammen, übersät von zahlreichen skurril geformten, unterschiedlich flackernden Wolken – ein genauso unvergesslicher Anblick wie die Korona am Abend zuvor, jener Gipfel des aktiven Polarlichts, der im Zenit schwebt und dann auf die Erde herabzufallen scheint.

Wir kommen wieder

Wer in Namibia oder anderswo zum ersten Mal den südlichen Sternhimmel erlebt, kennt den Südhimmel-Virus: Das Verlangen, dieses großartige Erlebnis zu wiederholen. Wir wurden infiziert von seinem nördlichen Pendant: Wer einmal das Polarlicht in seiner Pracht gesehen hat, wird sich seiner Anziehungskraft kaum widersetzen können.

► Abb. 3: Auch mit bescheidener Ausrüstung gelangen schöne Bilder: in diesem Fall mit einer Canon EOS 1000D. *Ronald Stoyan*



Himmels- wunder



▲ Abb. 1: SL 39-40, Dunkelnebel in der Südlichen Krone. Digitalfoto, 135mm-Teleobjektiv bei f/5,6, Canon EOS 1000Da, ISO 1600, 40×3min. *Andreas Schnabel, Uwe Neumann*

▼ Abb. 2: »Radebeul from day to night«, Digitalfoto, Sony α580. Panorama aus 21 überlagerten Aufnahmen. Nachtaufnahmen aus 6×5 Einzelbildern (Dynamic Range Increase). *Mario Ludwig*



Nutzung nur urheberrechtlich geschützt



▲ Abb. 3: **Abell 39 im Herkules**. CCD-Aufnahme, 8"-Cassegrain bei 1150mm, SBIG ST-8300M, 7×8min (L), 8min (je RGB), Baader LRGB-Filter. *Michael Deger*



▲ Abb. 4: **Omega Centauri**, Digitalfoto, 3"-Refraktor bei 500mm, Pentax K5, ISO 800, 3×7min, 3×5min. *Markus Weber*



Nutzung nur

in geschützter

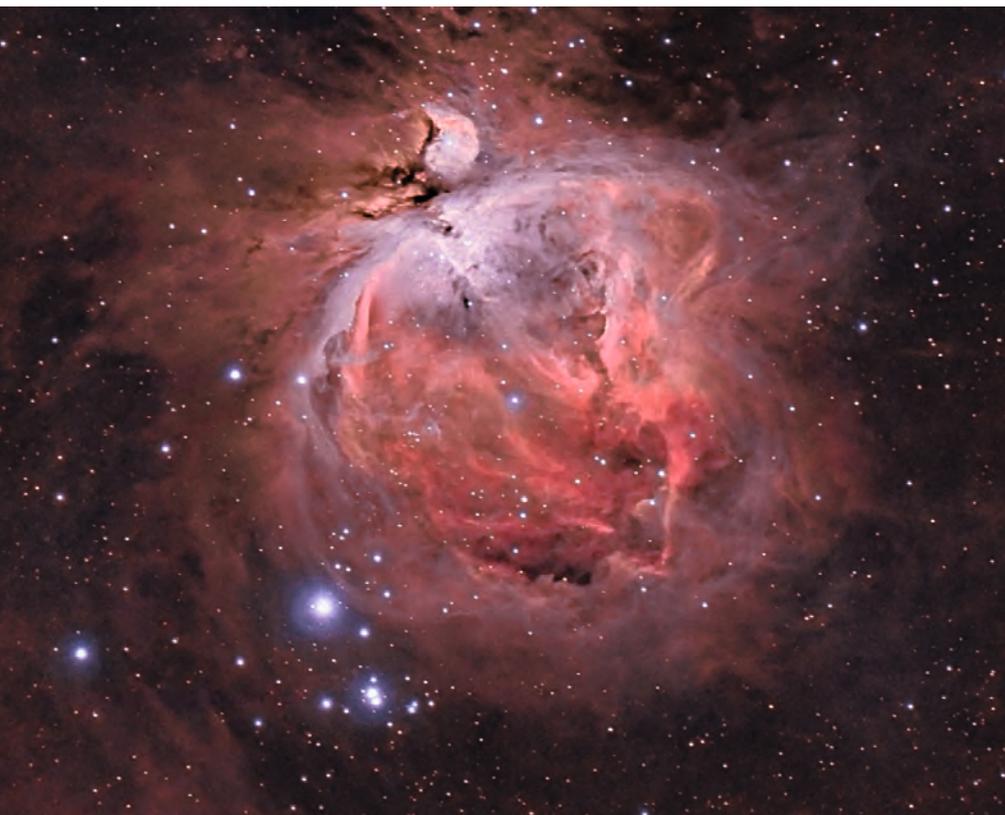
Leser beobachten

M 42



▲ Abb. 1: CCD-Aufnahme, 3"-Refraktor bei 500mm, QHY8pro, 8×500s, 6×400s, 8×300s, 8×120s, 10×60s, Aufnahmeort Donzdorf. *Andreas Eisele*

▼ Abb. 2: Digitalfoto, 3,1"-Astrograph bei 520mm, Canon EOS 1100Da, ISO 400, Ha-Filter, HaRGB als 64 Bit-HDR mit 12h Belichtungszeit. *Stefan Zimmermann*


 **BEOBSACHTUNGEN**

Für Einsteiger: M 42

- **120/1000-Refraktor:** fst 5^m0; das Trapez war glasklar vor dem Nebel stehend. Bei 130× waren feine Nebelfasern zu erkennen. Der Nebel ist in der Region um das Trapez heller, die drei Sterne darunter wirken wie Vordergrundsterne, zwei schwache Sterne oberhalb des Trapezes wirken wie in den Nebel eingebettet. Ein UHC-Filter hat diesen Eindruck nicht verbessert. *Stefan Deichsel*
- **150/750-Newton:** Bei 42× ein phantastischer Anblick. Die einzelnen Strukturen sind zu zahlreich, um sie einzeln aufzuzählen. Das Trapez ist aufgelöst (vier Sterne). Die Trapezsterne sind bläulich-weiß. Nördlich vom Trapez kann ich eine auffällige Einbuchtung erkennen. Mit dem [OIII]-Filter erkenne ich die äußeren Bereiche noch besser. *Gerd Kohler*
- **300/1200-Newton:** Schon bei niedriger Vergrößerung überwältigend in Form und Struktur. Mit dem UHC-Filter kommt er besser zur Geltung, der Kontrast zum Hintergrund steigt deutlich. Huygens-Region: Vergrößerungen 343× und 400× (UHC-Filter). In dieser Region sind viele Wirbelungen und dunkle Einschlüsse zu erkennen, die Vielfalt an kleinräumigen Strukturen ist enorm. Pons Schröteri kann ich als einen strukturierten Steg in der Sinus Magnus erkennen. Die Kante der Frons ist deutlich heller als die Huygens-Region. Auch diese ist von dunklen Strukturen durchzogen. Die Südkante der Frons ist scharf begrenzt und deutlich zur Regio Subnebulosa abgesetzt. Die Kante vom Occiput ist sehr strukturiert. Die Kante grenzt an die Dunkelwolke Sinus Gentilii. Die Dunkelwolke ist sehr strukturiert (gut bei bei mittlerer Vergrößerung). Über die Hälfte der Wolke zieht sich in die Regio Subnebulosa hinein. Bei 38× (UHC) kommt der große Bogen im Süden gut zur Geltung, auch er hat unterschiedliche Helligkeiten und strukturierte Ränder. M 43 ist deutlich abgegrenzt zu M 42. Unregelmäßige Form. *Gerd Kohler*

 **BOBACHTUNGEN**
**Für Stadtbeobachter:
NGC 1502**

- **110/660-Refraktor:** fst 5^m5; kleiner, eher unauffälliger lockerer Sternhaufen. Wenig Sterne. 132×. *Stefan Westphal*
- **200/800-Newton:** Hell und gut zu sehen. Aufgelöst. Fast dreieckige Form. Sehr verschieden helle Sterne mit dem Doppelstern Σ 484 in der Mitte. Locker angeordnete Sterne und bis auf einige sternleere Gebiete gleichmäßig verteilt. 57×. *Gerd Kohler*
- **250/1250-Newton:** fst 5^m3; der Offene Sternhaufen NGC 1502 liegt direkt am Ende von Kembles Kaskade. Er ist sehr kompakt und hat eine leicht dreieckige Form, die mit etwas Fantasie auch ein kleines Sternenmännchen zeigt (Kopf = HD 25594). Der hellste Stern ist der leicht zu trennende Doppelstern Σ 485 im Zentrum des Haufens. 52× – 156×. *Frank Lange*
- **254/1270-Newton:** SQM-L 21^m0/□"; der Sternhaufen hat eine dreieckige Form. An seiner Basis sitzen einige Sternpärchen (inkl. dem Doppelstern Σ 485, welcher leicht aufzulösen ist), die Spitze bildet ein heller Stern. 115×. *Hans-Georg Purucker*

▼ Abb. 3: **Zeichnung**, 110/660-Refraktor: fst 5^m5; 132×. *Stefan Westphal*


Leser beobachten

NGC 1502

▲ Abb. 1: **CCD-Aufnahme**, 4"-Refraktor bei 670mm, SBIG STL-11000M, 16×180s (L), 5×150s (R), 5×115s (je G,B), Astronomik LRGB-Filter. Aufnahme aus der Stadt heraus. *Mario Weigand*

▼ Abb. 2: **Digitalfoto**, 8"-SCT bei 1260mm, Canon EOS 450D, ISO 200, 126×30s. *Heino Niebel*



Leser beobachten

NGC 1300

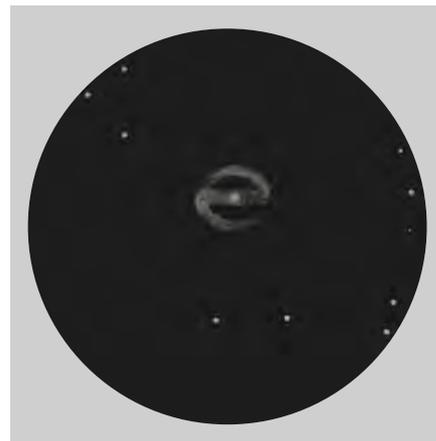
▲ Abb. 1: **CCD-Aufnahme**, 50"-Ritchey-Chrétien bei 9867mm, Andor Tech DZ 436, 6×10min (R), 6×12,5min (G), 6×15min (B). Belichtung am Skinakas Observatorium, Insel Kreta, Griechenland. *Stefan Binnewies, Makis Palaiologou, Josef Pöpsel*

▼ Abb. 2: **Zeichnung**, 20"-Newton: Bortle1; Farm Tivoli, Namibia. 278×. *Hubert Schupke*

BOBACHTUNGEN

Für Landbeobachter: NGC 1300

- **254/1270-Newton**: SQM-L 20^m9/□"; südlich zweier Sterne (beide ca. 10^m hell), die Galaxie erscheint als ein längliches »Leuchten«, parallel zur Verbindungslinie der Sterne, 1:2 - 1:3 elongiert. Die Spiralstruktur ist auch nach eingehender Beobachtung bestenfalls angedeutet sichtbar. 144×. *Hans-Georg Purucker*



Zarte Farben

▲ Abb. 1: **Venus und Jupiter standen am 18.8.2014 bei M 44.** Die Aufnahme wurde auf der Buchbergwarte am frühen, windigen Morgen über dem Wienerwald (ca. 30km westlich von Wien) erstellt. Visuell waren die Sterne von M 44 nicht zu sehen, konnten aber fotografisch erfasst und aus der fortschreitenden Dämmerung geschält werden. Über eine iterative unscharfe Maske und den geeigneten Schwellenwert wurden die helleren Pixel verstärkt. Digitalfoto, 4:32 MESZ, 200mm-Teleobjektiv bei $f/2,2$, Canon EOS 5D Mark II, ISO 400. *Sebastian Voltmer*

▼ Abb. 2: **Polarlicht und Meteor** am 19.8.2014, 23:42 MESZ, aufgenommen in Nysättern im Nationalpark Sonfjället in Schweden. Nikon D 5100, ISO 400, 15s, 11-16mm Weitwinkel bei $f/2,8$. *Frank Wächter*

Der Mann vom Mond und seine Kamera

Buzz Aldrin eröffnete das Zeiss Forum Oberkochen

von Marion Faisst

Carl Zeiss



▲ Abb. 1: Buzz Aldrin eröffnete am 11.7.2014 das neue Zeiss-Forum in Oberkochen.

Eine gespannte Stille herrschte, als er nach langem Warten endlich den Raum betrat. Astronauten-Legende Edwin, genannt »Buzz« Aldrin, war am 11. Juli im schwäbischen Oberkochen Ehrengast bei der Eröffnung des neuen Veranstaltungszentrums Zeiss-Forum und des erweiterten Zeiss-Museums der Optik. »Der Moment, in dem Raum für neue Perspektiven entsteht« – so lautet das Motto der Eröffnung.

Aldrin war nach Neil Armstrong der zweite Mensch, der am 20. Juli 1969 um 20:17 Uhr seinen Fuß auf den Mond setzte. Er hatte seinerzeit mit einer Hasselblad-Kamera mit Zeiss-Objektiv (Biogon 5,6/60mm) einige sehr berühmte Fotos geschossen, unter anderem das von seinem Fußabdruck auf der Mondoberfläche, welches zum Synonym

für die Eroberung des Weltraums durch den Menschen wurde.

Buzz Aldrin, 83 Jahre alt, lebt heute in St. Paul, Minnesota, und ihm wird auch in Oberkochen die immer gleiche Frage gestellt: »Weshalb stieg Armstrong 20 Minuten vor Ihnen aus?« Seine Antwort: »Es wurde behauptet, Neil habe den Ruhm für sich gewollt oder jemand bei der NASA habe so entschieden. Die Wahrheit war: Ich wollte nicht als Erster hinaus, wollte die Öffentlichkeit nicht.«

Dann lässt er sich das neue Zeiss-Museum zeigen. Auf einer Fläche von rund 1000m² werden in dem neu gestalteten Museum zum Teil einmalige Exponate aus der knapp 170-jährigen Zeiss-Optikgeschichte gezeigt. Es sind dort über 1000 Ausstellungsstücke zu sehen – so auch jenes Handfernrohr, mit dem Napo-

leon Bonaparte bei der Schlacht von Waterloo nach dem Feind Ausschau gehalten hatte.

Das Museum der Optik ist eingebettet in das rund 5000m² große Zeiss-Forum, in dem das Unternehmen künftig für Kunden und eigene Mitarbeiter Konferenzen und Seminare anbieten will. Ein Mini-Planetarium mit einer 4,6m großen Kuppel bildet das Herzstück des Museums, welches unabhängig vom Zeiss-Forum kostenlos besucht werden kann.

Bei der Führung durch die Schätze lässt sich Aldrin ein Exemplar der Hasselblad-Kamera mit Zeiss-Objektiv in die Hand drücken. Er erkennt seine Kamera vom Mond sofort wieder, als ob es erst kürzlich gewesen wäre, und schmunzelt. Das Original musste auf dem Mond bleiben, es war schlicht zu schwer, um es wieder mit zurückzunehmen. Was er dabei empfinde, fragt ihn ein Journalist und er antwortet spontan: »Sie ist schwer hier auf der Erde. Auf dem Mond war sie sehr viel leichter.«

◀ Abb. 2: Blick in das neue Zeiss-Museum in Oberkochen. Der Eintritt ist von Montag bis Freitag möglich und kostenlos.



Carl Zeiss

SURFTIPPS



- Zeiss-Museum der Optik

🔗 **Kurzlink:** oc1m.de/08ao

Die Nacht – Reise in eine verschwindende Welt

Die bisher erschienen Bücher zum Thema Lichtverschmutzung und dem Verschwinden der Nacht behandeln das Problem eher nüchtern-sachlich. Paul Bogard, ein US-amerikanischer Aktivist für den Schutz der Nacht, bedient sich in seinem Buch hingegen dem Stilmittel der Reisereportage. Er begibt sich auf einen Roadtrip von Las Vegas, der hellsten Stadt der Welt, zum dunkelsten Ort. Als Landkarte dient ihm dabei die Bortle-Skala. Diese auf den Astronomen John E. Bortle zurückgehende Skala beschreibt das Maß der Lichtverschmutzung. Das besondere an ihr ist, dass der Grad durch die eigene Wahrnehmung selbst bestimmt werden kann. Das erste Kapitel ist mit »Klasse 9« überschrieben, das ist der Grad der schlimmsten Aufhellung des Nachthimmels, die in Städten wie Las Vegas gewollt ist. Von hier ausgehend bereist der Autor von Kapitel zu Kapitel Orte mit zunehmend ungetrübtem Nachthimmel. Welchen Ort mit perfektem Himmel er im Kapitel »Klasse 1« bereist hat, sei an dieser Stelle nicht verraten.

Bei seiner Reise behandelt der Autor die wichtigen Teilaspekte des Problems der Licht-

verschmutzung: Das verschwindende Naturerlebnis Nachthimmel, die Illusion der Sicherheit durch Beleuchtung und vor allem auch Erkrankungen durch fehlende Dunkelheit. Darüber hinaus diskutiert er aber auch ausführlich einen nicht so naheliegenden Aspekt: Gerade im innerstädtischen Bereich werden Sehenswürdigkeiten durch falsche Beleuchtung zumeist eher entstellt, statt wirkungsvoll zur Geltung gebracht. Mit weniger Licht klug in Szene gesetzt, würde so manches alte Gemäuer stimmungs- und eindrucksvoller wirken.

Auch wenn Paul Bogard ausführlich auf die Beleuchtungsgeschichte und -politik der europäischen Metropolen London und Paris eingeht, liegen doch viele seiner Reiseziele und Quellen für Anekdoten im amerikanischen Kulturraum. Das stört beim Lesen aber nicht, denn das Problem der Lichtverschmutzung ist längst ein globales. Dem amerikanischen Aktivist zum Schutz der Nacht, Paul Bogard, ist ein facettenreiches und unterhaltsames Buch zu einem sehr dringlichen Problem gelungen.

► Stefan Taube



▲ Paul Bogard: *Die Nacht*, Karl Blessing Verlag, München 2014, ISBN 978-3-89667-467-8, 22,99€

Atlas Novus Coelestis

Nach dem Erstlingswerk »Neuester Himmels-Atlas« (vgl. interstellarum 92) hat der Kölner Albireo-Verlag um interstellarum-Kolumnist Karl-Peter Julius nun sein zweites Faksimile eines historischen Sternatlas vorgelegt. Diesmal ist das Ergebnis noch eine Nummer größer und beeindruckender geworden.

Der »Atlas Novus Coelestis« von Johann Gabriel Doppelmayr (1677–1750) aus dem Jahr 1742 ist mehr als ein reiner Sternatlas. Auf 130 Seiten wird hier das astronomische Wissen der damaligen Zeit zusammengefasst. Neben schönen handkolorierten Sternkarten findet man auch Darstellungen der Planetenbahnen, Übersichten der zu Beginn der Neuzeit konkurrierenden Weltbilder und Ansichten verschiedener Himmelskörper. Dabei bediente sich Doppelmayr – Professor für Mathematik am Nürnberger Egidien-Gymnasium, der durch seine Globen Ruhm erlangt hatte und die Nachfolge von Georg Christoph Eimmart als Leiter einer der ersten Sternwarten in Deutschland antrat – bei zahlreichen Quellen: Die doppelseitig abgebildete Mondkarte stammt von Hevelius, Zeich-



▲ Doppelmayr, J. G.: *Atlas Novus Coelestis*, Albireo-Verlag Köln 2014, ISBN 978-3-9816040-1-6, 130S., 198€

nungen der Planeten sind von Cassini oder Fontana, und sogar Abbildungen des Orionnebels sind wiedergegeben.

Wie auch beim Erstlingswerk schaffen es die Enthusiasten bei Albireo vorzüglichst, die Anmutung der Originalausgabe zu imitieren. Dies beginnt beim aufwendigen Halbledereinband und endet nicht mit der schwieri-

gen Mittelfalzbindung. Vom Papier bis zur Reproduktion wurden Experten beauftragt, die ihr Metier meisterlich verstehen. Das Ergebnis ist eine mit 55cm × 32cm äußerst beeindruckende Zeitreise in die Astronomie des 18. Jahrhunderts.

► Ronald Stoyan



▲ Celestron SkyPortal, 148MB, Version 1.0/1.3 (iOS/Android), iOS 7 oder höher bzw. Android 4.0 oder höher erforderlich, kostenlos.

Android-/iOS-App: SkyPortal

Celestron brachte mit »SkyQ« bereits vor Jahren eine erste App für Smartphones auf den Markt. Verglichen mit anderen digitalen Planetariumsprogrammen kann diese (nicht mehr aktualisierte) App heute nicht mehr ganz überzeugen. Celestron hat jedoch die Zwischenzeit genutzt, um eine neue App zu entwickeln, die eng mit der neuen Teleskopreihe des Unternehmens verzahnt ist: Unter dem Namen »SkyPortal« wurde diese diesmal kostenlose App nun veröffentlicht.

»SkyPortal« ist wiederum eine digitale Sternkarte, in deren Entwicklung aber zahlreiche Erfahrungen eingeflossen sind, die Celestron mit SkyQ sammeln konnte. »SkyPortal« kann nicht nur mit seiner zeitgemäßen visuellen Gestaltung überzeugen, sondern beeindruckt auch mit seinen umfangreichen Einstellmöglichkeiten, die es erlauben, die visuelle Darstellung der Beobachtungsbedingungen vor Ort anzupassen. So kann der Nutzer wählen, bis zu welcher Größenklasse Sterne dargestellt werden sollen (bis max. 9^m5), ebenso kann er die Anzeige der Planeten, aber auch von Sternnamen und Sternbildlinien differenziert ein- oder ausschalten. Auch die Anzei-

ge von Deep-Sky-Objekten orientiert sich an den Erfordernissen des Nutzers – hier kann gewählt werden, bis zu welcher Helligkeit deren Anzeige auf dem Display sinnvoll ist.

Eine Besonderheit von »SkyPortal« besteht jedoch darin, dass die App mit den neuen Teleskopen der »Nexstar Evolution«-Baureihe von Celestron verbunden werden kann. Die Teleskope dieser Reihe verfügen nicht nur über eine computergesteuerte GoTo-Montierung, sie bauen zudem ein eigenes WLAN auf, mit dem sich die App zur Steuerung verbindet. Auf diese Weise kann die App nicht nur das Alignment des Teleskops (mit SkyAlign) unterstützen, sondern anschließend auch alle ausgewählten Himmelsobjekte anfahren. Der Nutzer muss hierzu nur das entsprechende Objekt in der App auswählen und die Scope-Funktion aktivieren – das Teleskop schwenkt dann zum gewünschten Objekt.

Insgesamt ist »SkyPortal« ein zeitgemäßes Planetariumsprogramm, das seine große Stärke in Verbindung mit Teleskopen der »Nexstar Evolution«-Baureihe ausspielen kann.

► Ullrich Dittler

interstellarium

Himmels-Almanach 2015



Seit 24.10.2014 im Handel.

interstellarium 98



www.startnext.de/interstellarium

Abonnement

8 Hefte jährlich: 6 Ausgaben zweimonatlich + 2 Themenhefte
69,90€ (DE, AT), 74,90€ (CH, Ausland)
Kurzlink: oclm.de/abo

Abo-Service

Britta Gehle, aboservice@interstellarium.de,
Tel. +49 9131/970694, Fax +49 9131/978596

Impressum

interstellarium

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

Verlag

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

Geschäftsführung

Ronald Stoyan

Chefredaktion

Ronald Stoyan

Redaktion

Daniel Fischer, Dr. Frank Gasparini,
Paul Hombach, 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, Lambert
Spix, Wolfgang Vollmann, Mario Weigand

Astrofotos

Siegfried Bergthall, Stefan Binnewies, Michael
Deger, Ullrich Dittler, Torsten Edelmann, Bernd
Flach-Wilken, Ralf Gerstheimer, Michael Hoppe,
Bernhard Hubl, Wolfgang Kloehr, Bernd Koch,
Siegfried Kohler, Erich Kopowski, Walter Ko-
prolin, Bernd Liebscher, Norbert Mrozek, Gerald
Rhemann, Johannes Schedler, Rainer Sparen-
berg, Sebastian Voltmer, Manfred Wasshuber,
Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch,
Peter Wienerrother, Thomas Winterer

Herstellung

Christian Fürst, Redaktionsbüro

Grafik

Christian Fürst, Dr. Frank Gasparini,
Stephan Schurig, Arnold Barmetler

Anzeigen

Es gilt die Preisliste Nr. 15 vom 1.11.2013
Kurzlink: oclm.de/mediadaten

Anzeigenleitung

Marion Faisst, werbung@interstellarium.de,
Tel. +49 9131/9239067, Fax +49 9131/978596

Vertrieb (DE, AT, CH)

Verlagsunion KG, Am Klingenweg 10,
65396 Walluf, Deutschland, 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, Eye & Telescope

Koordinaten: äquatoriale Koordinaten-
angaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders
angegeben V-Helligkeit

Deep-Sky-Objekte: DS (Doppelpstern), 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)

HEFTTIPP



Einzelhefte und CD-Archive

In unserem interstellarium-Webshop finden Sie sämtliche derzeit noch lieferbaren Heftausgaben sowie auch unsere beliebten CD-Archive älterer interstellarium-Jahrgänge.



Kurzlink: oclm.de/hefte

