fokussiert

Liebe Leserinnen und Leser,

unsere Milchstraße war bereits Thema in Heft 60. Nachdem dort die Form unserer Galaxis diskutiert wurde, widmen wir uns diesmal dem Galaktischen Zentrum: Hohe Eigenbewegungen einzelner Objekte deuten darauf hin, dass ein supermassives Schwarzes Loch den Platz im Zentrum der Milchstraße einnimmt. Die Fachastronomen Stefan Gillesen, Norbert Junkes und Peter Predehl zeigen die Beobachtungen im Radio-, Infrarot und Röntgenbereich – dabei entsteht ein detailliertes Gesamtbild der Vorgänge im Kern unserer Heimatgalaxie (Seite 15).

42 Neuheiten, 64 Montierungen, 84 Okularreihen, 530 Teleskope: So viel Inhalt gab es kaum jemals zuvor über die Ausrüstung zu unserem Hobby zu lesen. Das Themenheft Teleskope – noch bis Ende des Jahres im Handel – bietet außerdem drei Produktvergleiche in interstellarum-Qualität und die Auswertung der größten jemals durchgeführten Umfrage zur Nutzerzufriedenheit von Teleskopbesitzern. Abonnenten, die das Heft noch nicht als Teil Ihres Abos erhalten haben, können das Themenheft noch kurzfristig beim Verlag bestellen.

2009 verspricht wieder ein besonderes Astro-Jahr zu werden. Ein Höhepunkt ist sicherlich die längste Totale Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts, die am 22.7. unter anderem in Indien und China zu sehen sein wird (Seite 36). Wir haben uns entschlossen, eine Leserreise zu diesem astronomischen Großereignis anzubieten, nicht zuletzt auch deshalb, weil bis zum Jahr 2017 keine Totale Finsternis mehr so leicht zu erreichen sein wird. Unsere Reise ermöglicht es Ihnen nicht nur unter fachkundiger Anleitung die Finsternis zu beobachten, sondern Sie lernen selbst die aufstrebende Großmacht China und ihre Weltmetropolen Shanghai und Hongkong kennen. Ich werde die Reise astronomisch begleiten und würde mich freuen, mit Ihnen diese erlebnisreiche Fahrt anzutreten (Seite 39).







Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Die beeindruckende Nebellandschaft der Plejaden (M 45) ist auch visuell unter dunklem Himmel detailreich zu sehen (Seite 48). Davide De Martin erstellte dieses hochauflösende Komposit aus 50 verschiedenen Einzelbilders des Palomar Observatory Sky Survey (POSS), die in zwei verschiedenen Wellenlängen (rot und blau) zwischen 1986 und 1989 aufgenommen worden waren. Die Nebel reflektieren das Licht der blauen Plejadensterne und erzeugen so die beeindruckende, aber nur fotografisch dokumentierbare Farbe. Caltech, Palomar Observatory, Digitized Sky Survey, Davide De Martin









Hintergrund

Hauptartikel

15 **Den Staubvorhang gelüftet**

Das Galaktische Zentrum im Röntgen-, Infrarot- und Radiobereich

- 21 Astro-Wissen: Wie funktioniert Speckle-Technik und Adaptive Optik?
- Schlagzeilen
- 10 Zwei Supernovae gleichzeitig in NGC 2770
- 11 Gestaffelte Sternentstehung Polarisationsfilter zeigt Farbe von Akkretionsscheiben
- 12 Raumfahrt aktuell: Europas erster Asteroidenbesuch

Himmel

- Ereignisse
- 22 Venus verschwindet

Venusbedeckung am 1. Dezember 2008

Merkur am Abendhimmel

- 23 Titan vor Saturn am 22. Dezember
- Sonnensystem
- 26 Sonne aktuell: Fleckenlose Sonne nicht ungewöhnlich
- 27 Planeten aktuell: Rückblick auf Jupiter, Vorschau auf Saturn Kometen aktuell: Fernglaskomet am Morgenhimmel
- Sternhimmel
- Astronomie mit bloßem Auge: Melotte 25 Astronomie mit dem Fernglas: 40 Eridani B
- 32 Objekt der Saison: M 37 Objekt der Saison: NGC 1907
- 35 Deep-Sky Herausforderung: Sharpless 216

Praxis

- Sonne
- 36 Wenn der Drache die Sonne verschluckt

Die Jahrhundertfinsternis am 22. Juli 2009

- Mond
- 42 Das Mare Imbrium (Teil2)

Krater und Rillen

Deep-Sky

46 Exotische Sterne

ε Aur – der wahre Teufelsstern

aktuell auf www.interstellarum.de

astroeinstieg.de by interstellarum Zeitschrift für praktische Astronomie

Die interstellarum-Einsteigerseiten

AstronomieNewsletter

Beobachtungen, Forschung, Szene aktuell informiert alle 14 Tage



ausgewählte Angebote für interstellarum-Leser

Online-Ressourcen

Einstieg ins Hobby Astronomie
Teil 10: Einfache Astronomie mit dem Teleskop

Das Astronomische Sehen, Teil 1: Die Wirkung der Heidelbeere

48 **Die Plejadennebel**

Eine visuelle Annäherung an M 45

50 Praxis-Wissen: Wie orientiere ich mich am Winterhimmel?

Technik

- Selbstbau
- 53 Holz ist Trumpf

Ein kleiner Newton aus Sperrholz

- Astrofotografie
- 57 **Mit kühlem Kopf**

Die Farb-CCD-Kamera ST-4000XCM von SBIG

65 Technik-Wissen: Der »Sterntest« für Fotoobjektive

Beobachtungen

- Rückblick
- 63 Die Partielle Mondfinsternis am 16.8.2008
- First Light
- 64 Geheimnisvolle Dunkelbilder
- Objekte der Saison
- 69 IC 410 / M 38
- Galerie
- 70 Astrofotos unserer Leser



Service

- Szene
- 72 Astronomie im Mittelpunkt

Das Internationale Jahr der Astronomie 2009 steht vor der Tür

- 74 Georg Reus (1938–2008)
- Rezensionen
- 75 **Unmasking Europa**Sternenklar Ein kleines
 Buch über den Himmel
 Unmasking Europa
- Astromarkt
- 77 Kleinanzeigen



- 1 fokussiert
- 2 Inhaltsverzeichnis
- 6 Leserbriefe, Leserhinweise
- 78 Vorschau, Impressum

Verbesserungen am Astrotrac

Ich habe mir schon vor einiger Zeit die Montierung AstroTrac TT320 (vgl. interstellarum 60) gekauft. Leider war in der Beschreibung nichts darüber zu lesen, für welches Jahr welche Markierung im Polsucher zu verwenden ist. Eine Anfrage bei Astrotrac ergab, dass die Jahren von 1990 bis 2010 abgedeckt sind. Inzwischen gibt es auch ein Update für den Zeitraum bis 2030.

Außerdem habe ich herausgefunden, dass der Polsucher von Losmandy (Kenko) fast genau gleich aussieht, dort sind aber auch die Jahreszahlen bei den Markierungen zu sehen.

Der Polsucher ist wirklich zu hell, das Einstellen der zwei Sterne δ UMi und 51 Cep erweist sich dadurch nicht leicht.

■ Thomas Grieshofer

Der Astro Trac TT320 wurde weiter verbessert, das neue Modell heißt TT320X. Am neuen Modell befinden sich links und rechts des Gewindetriebs zusätzliche Führungsschienen, damit soll offensichtlich der periodische Fehler weiter verringert werden. Entscheidender als der periodische Fehler ist der verbleibende Driftfehler, also die mittlere Steigung der Fehlergeraden, hier wurde als bester Wert bisher 0,15"/s bzw. 1% der Erddrehung erreicht.

Viele Leute berichten von Schwierigkeiten, auf diese geringen Driftwerte zu kommen, weil sie den Sucher nicht richtig verstehen oder die Montierung erst ausrichten und dann beladen, dabei kann die Poljustage wieder verloren gehen! Nach dem Beladen und Ausrichten sollte man unbedingt noch einmal die Poljustage prüfen. Der Stundenwinkel des Pols ist nur dann korrekt, wenn zwei Sterne in den Markierung eingestellt werden, denn nur dann stimmt der Positionswinkel des Pols gegenüber Polaris.

Gegenüber der getesteten Version hinzugekommen sind außerdem Einstellungen für die Geschwindigkeit von Sonne, Mond und Sternen, erreichbar über eine zusätzliche Taste. Das dürfte insbesondere Beobachter von Sonnen- und Mondfinsternissen freuen.

Noch ein Hinweis zum Polsucher: Die kurze Marke für den zweiten Stern (»Second Star«), die am weitesten von der durchgehenden Linie entfernt ist, ist die aktuelle. Sie gilt für das Jahr 2010, der Abstand der Markierungen

beträgt 10 Jahre. Man kann sich das herleiten aus der linksdrehenden Präzession des nördlichen Himmelspols um den Pol der Ekliptik. Polaris liegt dabei noch außerhalb dieser Bahn.

■ Sighard Schräbler

Zwei Supernovae gleichzeitig in NGC 2770

m 9. Januar 2008 entdeckten die Instrumente auf dem Satelliten Swift während einer Beobachtung der Supernova 2007uy in der Galaxie NGC 2770 zufällig einen fünf Minuten währenden Röntgenstrahlungsausbruch. Allerdings kam die Röntgenstrahlung nicht von dieser Supernova, sondern von einer anderen Stelle in NGC 2770 – wie sich kurz darauf zeigte,

hatte sich eine weitere Supernova in der Galaxie ereignet; ihre Katalogbezeichnung lautet SN2008D.

Sterne, die bei ihrer Geburt acht oder mehr Sonnenmassen haben, explodieren am Ende ihres Lebens als Supernova und werden zu einem Neutronenstern oder Schwarzen Loch. Die massereichsten unter ihnen senden dabei einen <u>kurzen en-</u> ergiereichen Röntgen- oder Gammastrahlenblitz aus. Man denkt mittlerweile, dass SN2008D zu einem Schwarzen Loch kollabierte und einen schwachen Jet erzeugt hat, wie man ihn von den wesentlich gewaltigeren Gamma Ray Bursts (GRB) kennt. Die beobachtete Röntgenstrahlung wäre für solch ein Ereignis allerdings um drei Größenordnungen zu gering und passt bes-



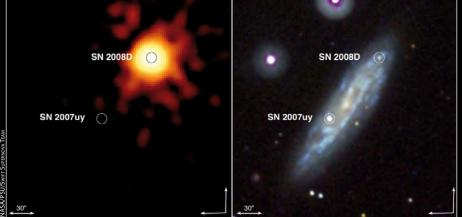


Abb. 1: NGC 2770, eine Galaxie in 90 Millionen Lichtjahren Entfernung im Sternbild Luchs, zu drei verschiedenen Zeitpunkten: Zunächst ist nur die Supernova SN 2007uy und ab der Aufnahme vom 12. Januar 2008 auch SN2008D mit zunehmender Helligkeit zu erkennen. Zwei Supernovae gleichzeitig in einer Galaxie sind selten, da statistisch nur alle hundert Jahre eine Supernova in einer Galaxie aufleuchtet.

◆ Abb. 2: NGC 2770 mit Supernova 2008A im Röntgenlicht (links) und im sichtbaren Licht (rechts).

ser zu einem normalen Supernovaausbruch. Beobachtungen am Asiago-Observatorium in Norditalien stellten jedoch fest, dass es sich um eine Supernova vom Typ Ic handelt, die von Sternen erzeugt wird, die ihre äußeren Wasserstoff- und Heliumschichten verloren haben. Sie werden als einzige mit langen Gamma Ray Burst in Verbindung gebracht, die einige Minuten dauern. Einige Tage nach der Explosion tauchten Heliumlinien im Spektrum auf, die zeigen, dass

der Vorgängerstern seine Heliumschicht doch nicht völlig verloren hatte. Modellrechnungen ergeben, dass der Vorgängerstern auf der Hauptreihe etwa 30 Sonnenmassen besessen hatte und zum Zeitpunkt
der Explosion davon nur noch 8–10 Sonnenmassen übrig waren. Da die Masse und die
Energie beim Ausbruch geringer war als bei
anderen bekannten GRBs, entwickelte sich
nur ein schwacher Jet, dessen Ausbreitung
und Kollimation zudem durch die noch vor-

handene restliche Heliumschicht erschwert wurde. Diese Interpretation impliziert, dass in allen Supernovae, die in einem Schwarzen Loch enden, der Mechanismus zu einem GRB vorhanden ist. Andere Forscher sind dagegen zu dem Schluss gekommen, dass es sich um eine heliumreiche Supernova vom Typ Ibc handelt. [ESO Science Release 23/08, Nature 453, 469 (2008), Science Express vom 24. Juli 2008]

Gestaffelte Sternentstehung

Sterne entstehen nicht alleine, sondern in großen Gruppen, und zwar aus Gaswolken, die kühl genug sind, dass sie sich zusammenziehen. Einzelheiten dieses über einen längeren Zeitraum währenden Sternentstehungsprozesses konnten nun durch Infrarotbilder zweier junger Sternhaufen in IC 1848 mit dem Weltraumteleskop Spitzer nachvollzogen werden.

Das Modell der getriggerten Sternentstehung besagt, dass in einer kontrahierenden Gaswolke die Sterne nicht alle gleichzeitig entstehen. Wenn die ersten Sterne entstanden sind, beeinflussen sie ihre Umgebung: Insbesondere die massereichen heißen Sterne blasen verbliebenes Gas und Staub durch Winde und Strahlung aus ihrer Umgebung fort - es entstehen Höhlungen in den Gaswolken, die mit der Zeit immer größer werden. An den Rändern solcher Aushöhlungen, dort wo die Materie verdichtet wird, wird weitere Sternentstehung ausgelöst. Auch diese neue Sterngeneration wird dann zu einer weiteren Ausdehnung der Höhlung führen, damit zu neuen Verdichtungen und neuer Sternentstehung. Andererseits wird durch die Strahlung und den starken Sternwind massereicher Sterne Gas wegblasen, wodurch die Sternentstehung zum Erliegen kommen kann. Das genaue Verständnis dieser Abläufe ist nicht nur für unser Wissen über Sternentstehung wichtig, sondern ist auch für unser Wissen über die Entwicklung der Sternentstehung auf galaktischer Ebene und damit für die Entstehung und Entwicklung von Spiralarmen von Relevanz.

Sollte unser Bild von einer getriggerten Sternentstehung richtig sein, sollte man in einer Gaswolke mit Sternentstehung wie IC 1848 eine Altersstaffelung der Sterne vom Zentrum der Höhlung zum Rand hin nachweisen können. Folgende Überlegungen helfen bei der Bestimmung des Alters der Sterne. Zum einen gibt es in IC 1848 massereiche O-Sterne, die nicht älter als 10 Millionen Jahre sein können, so dass man annehmen kann, dass auch die anderen Sterne in der Region nicht älter sind. Junge Sterne zeigen einen Überschuss an Infrarotstrahlung, die von heißem Staub in ihrer Umgebung herrührt. Entweder befindet sich der Stern noch innerhalb einer Staubund Gashülle, die während der protostellaren Phase auf den Stern herabfällt, oder der Staub bleibt nach Abschluss der Sternentstehung übrig. Mit der Zeit verschwindet der Staub ganz und der Infrarotexzess, wie der Überschuss genannt wird, nimmt als Funktion des Sternalters ab. Zur Bestimmung der Abnahme werden häufig näherungsweise Infrarotfarben herangezogen. Nach der Analyse von 18000 Punktquellen in IC 1848, davon gut 2000 mit Infrarotexzess, ergibt sich folgendes Bild: Es existieren mindesten zwei Generationen von Sternen. Innerhalb der Höhlungen befinden sich etwa 7 Mal mehr ältere Objekte als in der Nähe des verdichteten Randes, was für eine getriggerte Sternentstehung spricht. [JPL News Release 164, Koenig et al., Astrophys. J. im Druck]



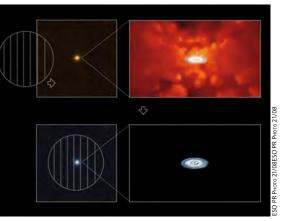
Infrarotkomposit des Gasnebels IC 1848. Blau dargestellt ist Strahlung bei 3,6µm, grün solche bei 8µm und rot solche bei 24µm. Die ältesten Sterne verraten sich als blaue Punkte im Zentrum der Höhlungen, alle anderen blauen Punkte sind entweder Vorder- oder Hintergrundsterne. Jüngere Sterne sind am Rand der Höhlungen und als rosa Punkte am Ende so genannter »Elefantenrüssel« zu erkennen. Die jüngsten Sterne befinden sich in der weißen Region. Erhitzter Staub zeigt sich in rot, während verdichtete Regionen grün leuchten.

Polarisationsfilter zeigt Farbe von Akkretionsscheiben

Quasare sind extreme helle und kompakte Kernbereiche von Galaxien; es besteht wenig Zweifel daran, dass sie ihre Leuchtkraft aus der Fütterung eines enorm massereichen Schwarzen Lochs (typisch:

1 Milliarde Sonnenmassen) beziehen. Die verfütterte Materie fällt nicht unmittelbar ins Schwarze Loch, sondern sammelt sich in einer Scheibe darum, in der sie durch Reibung ihren Drehimpuls verliert, sich dabei

stark aufheizt und strahlt. Solche Scheiben - man nennt sie Akkretionsscheiben - sind auf Grund ihrer geringen Größe und ihrer versteckten Lage im Galaxienzentrum nicht unmittelbar zu beobachten.



Jetzt ist es gelungen, das Licht der Akkretionsscheibe aus der Lichtfülle seiner Umgebung herauszufiltern, und zwar mittels eines Polarisationsfilters. Das von der Akkretionsscheibe ausgesandte Licht wird in ihrer unmittelbaren Umgebung gestreut und dabei im Unterschied zum Umgebungslicht polarisiert. Der Polarisationsfilter erlaubt eine entsprechende Trennung des Lichts. Das Ergebnis der Beobachtung zeigt, dass Akkretionsscheiben tatsächlich, wie von Modellrechnungen vorhergesagt, bläulich erscheinen. Frühere Beobachtun-

So funktionieren die Polarisationsmessungen: Das rote Objekt in der linken oberen Hälfte zeigt einen der beobachteten Quasare, den leuchtenden Kern einer aktiven Galaxie. Staubwolken in dessen Umgebung verunreinigen die Strahlung der Akkretionsscheibe erheblich (oben rechts). Ein Polarisationsfilter (unten) unterdrückt den unpolarisierten Anteil der Strahlung der Staubwolken und der Anteil der Akkretionsscheibe bleibt übrig. So können die Forscher die tatsächliche spektrale Verteilung – die Farbe – der Akkretionsscheibe ableiten.

gen ohne die hier angewandte Technik hatten verfälschte Farben ergeben.

Für die Beobachtungen kamen einige der größten Teleskope weltweit zum Einsatz: eines der VLT-Instrumente der ESO und das United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT) auf dem Mauna Kea in Hawaii. [Nature 452, 492 (2008), MPG SP / 2008 (163), ESO Science Release 21/08)

Surftipps

JPL/NASA:

www.jpl.nasa.gov

Space Telescope Science Institute:

www.stsci.edu

ESO Presse Mitteilungen:

www.eso.org/outreach/press-rel

Max-Planck-Gesellschaft:

www.mpg.de

Raumfahrt aktuell Europas erster Asteroidenbesuch

igentlich war es nur eine Zugabe auf dem langen Weg zum eigentlichen Kometen-Ziel, aber die Beobachtung des Kleinplaneten (2867) Šteins durch die ESA-Sonde Rosetta am 5. August war ihr erster wissenschaftlicher Einsatz. Frühere Vorbeiflüge an der Erde und dem Mars dienten der Ausnutzung der Schwerkraft der Planeten, und die zahlreichen Instrumente Rosettas waren nur nebenher eingeschaltet. Jetzt stand zum ersten Mal die Forschung im Mittelpunkt: Noch nie war eine europäische Raumsonde bei einem Asteroiden gewesen. Freilich waren insbesondere die Kameras Rosettas nicht für dieses Ziel optimiert, an dem die Sonde in 800km Distanz mit 8,6km/s vorbeihuschte, und die Sicherheit der Instrumente ging vor. So kam es leider, dass sich neun Minuten vor der größten Annäherung die Telekamera von selbst abschaltete, weil sich ein Parameter einem extra niedrig eingestellten Grenzwert näherte. Bald danach arbeitete sie zwar wieder (und die Details des in den Medien etwas aufgebauschten Zwischenfalls werden noch untersucht), aber auf die schärfsten Bilder von Šteins müssen wir verzichten. Alle anderen Instrumente haben indes ihren Plan erfüllt: Ein gewagtes Drehmanöver Rosettas – autonom gesteuert – hielt den Klein-



planeten genau in ihren Sichtachsen, und eine Menge Bilder wie Spektren sind im Kasten, von denen am nächsten Tag eine erste Übersicht präsentiert wurde.

Eine lange Aufnahmeserie der Weitwinkelkamera zeigt den diamantförmigen Kleinkörper erst in Vollphase, dann unter immer schrägerer Beleuchtung. Die Albedo ist mit 35%±5% geringer als vermutet, der Asteroid daher mit 5,9km × 4km etwas größer. Seine generelle Gestalt allerdings war allein aufgrund der Lichtkurve – beobachtet von der Erde aus wie von Rosetta im Anflug – nahezu perfekt vorausgesagt worden. 23 Krater von mindestens 200m Durchmesser sind auf der beobachteten Hemisphäre zu erkennen, die zwei größten messen 1,5km bis 2km: Die Einschläge, die sie verursacht haben, müssen den ganzen Asteroidenkörper innerlich zertrümmert haben. Besonders kurios ist eine Kette aus sieben Kratern, die stark an entsprechende Catenae auf diversen - und stets viel größeren - Planetenmonden erinnert. Wenn die lineare Aufreihung der Krater kein Zufall ist, dann könnte es sich entweder um Sekundäreinschläge nach einem der großen Impakte handeln, oder aber ein ganzer Schwarm von Miniasteroiden hat den Winzling getroffen. Auf dessen grauer Oberfläche gibt es Regolith, erkennbar an teilweise verfüllten Kratern. Aber es gibt - auch das ein, erwartetes, Rosetta-Messergebnis - keinerlei Staub in der Nähe: Das GIADA-Instrument registrierte null Einschläge. Nach einem dritten und letzten Erdbesuch wird Rosetta im Juli 2010 mit (21) Lutetia noch einen viel größeren Asteroiden besuchen, rund 100km groß, bevor sie 2014 endlich den Kometen Churyumov-Gerasimenko erreicht.

■ Daniel Fischer

Asteroid Šteins, wie ihn die Weitwinkelkamera von Rosetta aus verschiedenen Richtungen sah, rund um den mit 800km geringsten Abstand. Oben ein 1,5km großer Krater, erstaunlich für eine nur 5km große Welt.

DEN STAUBVORHANG GELÜFTET

Das Galaktische Zentrum im Röntgen-, Infrarot- und Radiobereich

VON STEFAN GILLESSEN, NORBERT JUNKES UND PETER PREDEHL

Mit nur 25000 Lichtjahren Entfernung ist das Milchstraßenzentrum das unserem Sonnensystem nächstgelegene Zentrum einer Galaxie – hundert Mal näher als das der nächsten großen Nachbargalaxie, der Andromedagalaxie. Dennoch blieb der Blick ins Zentrum unserer Galaxis lange Zeit verwehrt, denn das Galaktische Zentrum liegt hinter dunklen Wolken interstellarer Materie verborgen. Der modernen Astronomie stehen jedoch Beobachtungsinstrumente zur Verfügung, die nicht nur das sichtbare Licht, sondern einen weiten Bereich des elektromagnetischen Spektrums nutzen. In drei verschiedenen Wellenlängenbereichen ist der Blick zum Galaktischen Zentrum möglich, da die betreffende Strahlung kalim absorbiert wird: im Radio-, Infrarotund Röntgenbereich.



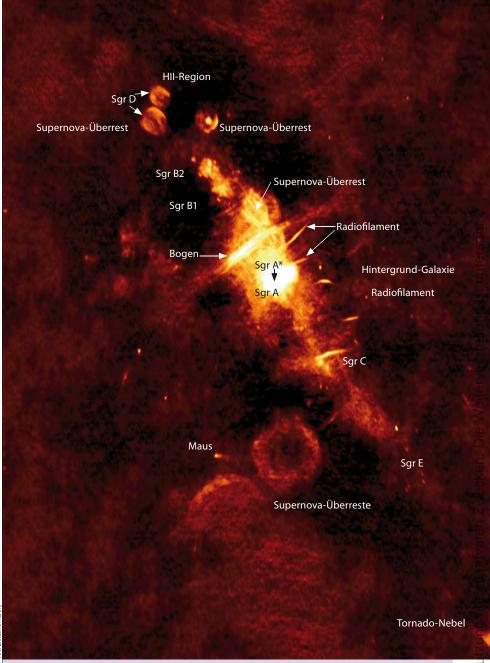


Abb. 2: Radiokarte des Galaktischen Zentrums, gemessen bei 90cm Wellenlänge mit dem VLA. Eine Vielzahl von Objekten ist in den 4°×5° großen Ausschnitt zu erkennen.

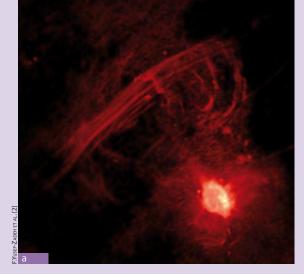
Verborgen hinter dichten Staubwolken

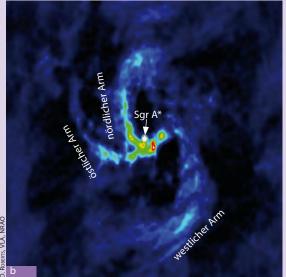
Da sich Erde und Sonne etwa in der Hauptebene der Milchstraße befinden, beträgt die interstellare Absorption in Richtung Galaktisches Zentrum etwa 30 Größenklassen. Das entspricht in etwa einer Abschwächung des Lichts von Sonnenhelligkeit auf die (scheinbare) Helligkeit des Polarsterns. Grund für die starke Absorption sind die interstellaren Staubwolken, die sich in der gesamten Milchstraßenebene

finden – und die die markante Form des Milchstraßenbandes mit seinen Dunkelwolken am Himmel verursachen (Abb. 1).

Die Astronomie ist aber nicht mehr nur auf das sichtbare Licht beschränkt, ihr steht inzwischen die Möglichkeit offen, auch bei anderen Wellenlängen das Weltall zu beobachten. Es gibt astronomische Detektoren für Radiowellen, für Mikrowellen, für Infrarot- und Ultraviolettlicht, für Röntgenstrahlen und für Gammastrahlen. Im Radio-, Infrarot- und Röntgenbereich gelingt der Blick bis ins Milchstraßenzentrum. Ra-

◆ Abb. 1: Das Zentrum der Milchstraße im Sternbild Schütze ist durch interstellaren Staub verdunkelt.





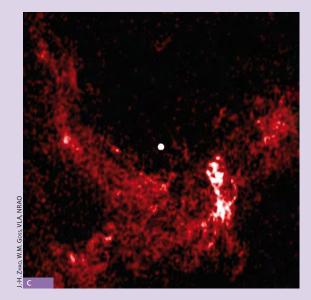


Abb. 3: a) Radiokarte der Zentralregion mit dem Very Large Array bei einer Wellenlänge von 20cm. Die stärkste Radiostrahlung kommt von Sgr A (unten rechts).

- b) Radiokarte des Zentralbereichs der Milchstraße mit dem VLA bei einer Wellenlänge von 3,6cm. Sagittarius A West wird hier aufgelöst; Sgr A* ist separat als hellste Quelle in der Bildmitte sichtbar.
- c) Radiokarte des Galaktischen Zentrums mit dem VLA bei noch höherer Winkelauflösung. Das Bildfeld umfasst 15" oder knapp 2 Lichtjahre. Sgr A* erscheint nach wie vor als unaufgelöste Punktquelle.

diowellen werden vor allem von Gasund Molekülwolken erzeugt, sowie bei der relativistischen Bewegung geladener Teilchen entlang von Magnetfeldlinien (Synchrotronstrahlung). Dementsprechend sieht ein Blick ins All mit Radiowellen ungewohnt aus. Die Phänomene, die so sichtbar werden, sind ganz andere als im sichtbaren Licht. Beispielsweise sieht man keine normalen Sterne. Radiowellen haben aber einen unglaublichen Vorteil: Man kann weltweit Radioteleskope zusammenschalten und so die bislang höchstmögliche Auflösung überhaupt in der Astronomie erreichen – also die schärfsten Bilder machen. Röntgenstrahlen werden vor allem von Materie mit sehr hohen Temperaturen ab etwa 1 Million Grad erzeugt. Leider sind der Beobachtungstechnik bezüglich der Auflösung starke Grenzen gesetzt - Röntgenteleskope sehen in etwa nur so scharf, wie es normale Amateurteleskope tun. Infrarotastronomen können sich dagegen über Auflösungen freuen, die fast so gut sind wie die von Radioteleskopen - und sie sehen das Universum in etwa so, wie es auch im sichtbaren Licht aussieht: sternenreich. Allerdings ist Infrarotlicht Wärmestrahlung, und de facto strahlt sowohl das Teleskop mit samt dem Instrument als auch die Nachtatmosphäre selbst Infrarotlicht ab. Einen großen Teil dieses Untergrunds kann man durch Kühlung des Instruments unterdrücken - aber Kühlung mit flüssigem Stickstoff stellt hohe technische Anforderungen.

Erste Beobachtungen

1932 wurde Radiostrahlung kosmischen Ursprungs durch Karl Jansky zufällig bei der Suche nach Störungen im interkontinentalen Funkverkehr entdeckt. Die Signale kamen aus Richtung des Sternbilds Sagittarius; es handelte sich dabei, wie wir heute wissen, um ausgedehnte Radiostrahlung aus dem Zentralbereich unserer Milchstraße. Grote Reber erstellte als erster eine noch recht grob aufgelöste Karte der kosmischen Radiostrahlung, die schon den Verlauf der Milchstraße und erste Einzelquellen wiedergab. Es ließes sich drei Intensitätsmaxima unterscheiden, wobei die stärkste Intensität in der Radiostrahlung wiederum mit dem zentralen Bereich unserer Milchstraße identifiziert werden kann: Als hellste Radioquelle im Sternbild Sagittarius wurde sie Sgr A genannt. Die großen Radioteleskope von heute zeigen gegenüber diesen Pionierbeobachtungen ein wesentlich besser aufgelöstes Bild. Abb. 2 zeigt eine Radiokarte des Galaktischen Zentrums bei einer Wellenlänge von 90cm mit dem Very Large Array (VLA) aufgenommen, einem Interferometer, das sich aus 27 einzelnen Parabolspiegeln zusammensetzt. Die Auflösung beträgt 43" und zeigt eine Vielzahl von Objekten in dem 4°×5° großen Himmelsausschnitt.

Die Struktur von Sgr A im Radiobereich

Bereits die Radiokarte in Abb. 2 zeigt, dass das Milchstraßenzentrum aus mehreren Komponenten besteht. Abb. 3a zeigt die Zentralregion bei einer Wellenlänge von 20cm. Der ausgedehnte Bereich der Quelle, gegenüber dem Strahlungsmaximum etwas nach links verschoben, wird als Sgr A Ost bezeichnet. Dabei handelt es sich vermutlich um einen Supernova-Überrest, der sogar noch die eigentliche Zentralquelle der Milchstraße umfasst (s.u.). Sgr A West ist die kompaktere Struktur im rechten Teil der Gesamtquelle. Bei nochmals höherer Auflösung mit dem VLA bei 3,6cm Wellenlänge (Abb. 3b) zeigt sich hier eine Spirale (»Mini-Spirale«) mit drei Armen. Dieses Erscheinungsbild wird mit dem Einfall von heißem ionisierten Gas in Richtung des galaktischen Zentrums erklärt [3] – damit hätte man die erste direkte Beobachtung von Akkretion in Richtung Kernbereich einer Galaxie.

Die hellste Radioquelle im Feld erscheint auch in diesem Bild nicht aufgelöst. Sie liegt etwas oberhalb des Mittelpunkts der »Spiralarme«. Diese im Jahr 1974 entdeckte Quelle wird als Sgr A* bezeichnet. Auch in Abb. 3c erscheint Sgr A* noch als Punktquelle, obwohl die gesamte Ausdehnung dieser Radiokarte bei weniger als zwei Lichtjahren liegt. Sgr A* lässt sich auch auf Winkelskalen von deutlich unter einer Bogensekunde, also auf Größenordnungen

von einem Lichtmonat, nicht auflösen. Erst VLBI-Messungen [4] haben dies geschafft. Demnach hat Sgr A* einen Radius von 0,125 Millibogensekunden oder einer Astronomischen Einheit, wenn man eine Entfernung zum Galaktischen Zentrum von 26000Lj annimmt.

...und im Röntgenbereich

Bereits in der Anfangszeit der Röntgenastronomie vor 35 bis 40 Jahren wurde mit Hilfe von Beobachtungsinstrumenten auf Raketen- und Satelliten klar, dass das Galaktische Zentrum auch reich an Röntgenquellen ist, meist mit variabler Helligkeit. Diese Instrumente hatten aber noch kaum ausreichende Abbildungsqualität. So konnte der erste Röntgensatellit Uhuru, gestartet im Jahre 1971, lediglich erkennen, dass sich im Galaktischen Zentrum eine ausgedehnte Röntgenquelle befindet, ohne aber deren Größe oder Gestalt bestimmen zu können. Der Satellit HEAO-B oder Einstein-Observatorium (gestartet 1978) hatte zum ersten Mal ein abbildendes Röntgenteleskop an Bord, ein so genanntes Wolterteleskop mit einer Geometrie, die nach dem Kieler Physiker Hans Wolter benannt ist. Auch heutige Röntgenteleskope sind zumeist Wolterteleskope. Einstein fand eine in Nordost-Südwest-Richtung, (dies entspricht der galaktischen Ebene) lang gezogene, diffuse Röntgenemission mit einer Ausdehnung von etwa 0,5° (ca. 200Lj). Obwohl das Winkelauflösungsvermögen lediglich 1' betrug, konnten in diesem Feld auch 12 punktförmige Quellen entdeckt werden, eine davon im Galaktischen Zentrum selbst. Allerdings blieb die Natur der Strahlung sowohl der 12 Quellen als auch der des ausgedehnten Gebietes unklar.

12 Jahre später wurde die gleiche Region mit dem deutschen Röntgensatelliten RO-SAT (gestartet 1990) mit wesentlich besserer Auflösung beobachtet. Die von Einstein exakt im Zentrum gefundene Quelle konnte ROSAT bereits in drei einzelne auflösen, von denen wiederum eine mit der Position von Sgr A* auf wenige Bogensekunden genau übereinstimmt.

Seit 1999 sind zwei große Röntgensatelliten in einer Erdumlaufbahn und in Betrieb, das amerikanische Observatorium Chandra und das europäische XMM-Newton. Während Chandra ein räumliches Auflösungsvermögen von 0,5" besitzt, und damit Bilder von bisher unerreichter Schärfe erzeugen kann, glänzt XMM-Newton mit einer großen Sammelfläche und sehr gutem Energieauflösungsvermögen, so dass damit detaillierte Spektren auch weit entfernter

Röntgenquellen gewonnen werden können (siehe Abb. 4). So konnte Chandra die von ROSAT an der Position von Sgr A* gefundene Röntgenquelle noch weiter auflösen und fand dabei eine Punktquelle, die nicht ständig zu sehen bzw. aus dem Hintergrund der umgebenden Röntgenstrahlung heraus zu lösen ist. Vielmehr sieht man diese Quelle nur bei Helligkeitsausbrüchen, die im Mittel etwas mehr als einmal pro Tag stattfinden.

Sgr A*: Ein Schwarzes Loch?

Aus (Radio-)Messungen war schon länger bekannt, dass sich die Materie im Herzen der Milchstraße extrem schnell bewegt, so als ob sie einer starken Kraft unterliegen würde. Zusammen mit der Entdeckung der kompakten, punktförmigen Quelle Sgr A*, lag der Verdacht nahe, dass im Zentrum der Milchstraße ein Schwarzes Loch sitzt. Nur beweisen konnte man es nicht – noch nicht.

1992 wurde am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) damit begonnen, das Zentrum der Milchstraße im infraroten Spektralbereich mit Hilfe der Speckle-Technik zu untersuchen (siehe S.21). Erklärtes Ziel war, die Geschwindigkeiten von Sternen im Infraroten zu messen, um das Gravitationsfeld im Milchstraßenzentrum zu studieren. Zehn Jahre lang wurden diese Messungen durchgeführt. Bereits 1996 war aus den bis dahin vorliegenden Messungen klar, dass sich eine Handvoll Sterne mit bis zu 1000km/s in der zentralen Bogensekunde bewegen. Ein weiteres Mosaiksteinchen kam 2000 hinzu, als es einer Beobachtergruppe der University of California gelang, für ein paar Sterne Beschleunigungen zu messen. Der Durchbruch gelang 2002, als von April bis Oktober am neu gebauten Very Large Telescope die ersten Aufnahmen mit adaptiver Optik (siehe S.21) gewonnen werden konnten. Einer der beobachteten Sterne (S2) hat sich in diesen Monaten mit bis zu 10000km/s bewegt und eine scharf gekrümmte Bahn durchlaufen. Sofort war klar: S2 durchfliegt das Perizentrum seiner Ellipsenbahn (Abb. 6). Die Bahn konnte mit guter Genauigkeit bestimmt werden: 15 Jahre dauert ein Umlauf von S2, und die Bahn ist mit e=0.88 sehr exzentrisch. Außerdem kann man bereits mit Oberstufen-Physik aus der Ellipse ausrechnen, wie schwer die gemeinsame Masse von S2 und der dunklen Masse ist - es ergaben sich 4 Millionen Sonnenmassen, also erheblich mehr als die Masse von S2 selbst, der etwa zehn Sonnenmassen wiegt.



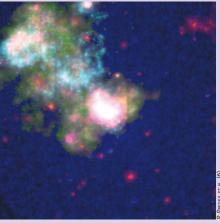
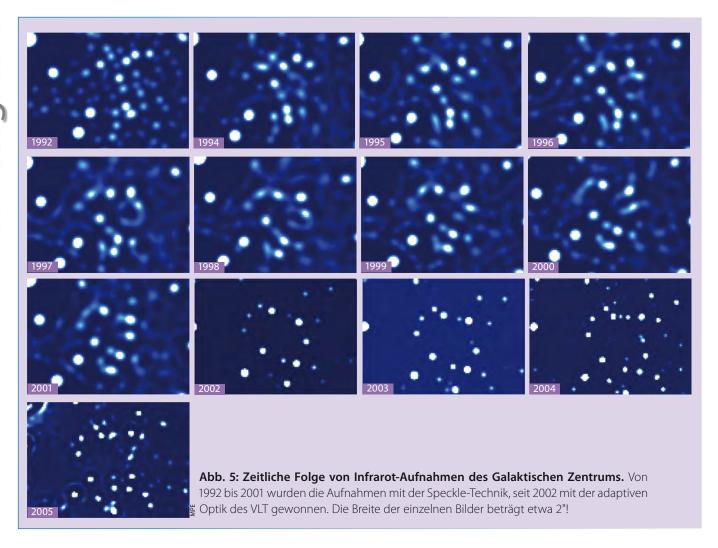


Abb. 4: Die Sgr A-Region als Röntgen-Farbbilder von XMM-Newton (unten) und Chandra (oben). Chandra mit seinem hohen Auflösungsvermögen zeigt mehr Detailreichtum, XMM-Newton dagegen mehr spektrale Feinheiten: So entsprechen die türkisfarbenen Filamente (links) der Strahlung von Eisen bei 511keV. Das Chandra-Bild enthält eine ganze Reihe von kleinen Blasen und Bögen, Hinweise auf frühere Explosionen im Galaktischen Zentrum.

Die Position der 4 Millionen Sonnen schweren Masse stimmte mit der Radioquelle Sgr A* überein. Wie kann man 4 Millionen Sonnenmassen in eine Kugel mit einem Drittel des Erdbahnradius [5] packen kann, und zwar so, dass sie viel weniger leuchtet als ein Stern mit 10 Sonnenmassen? Die konservativste Erklärung für diesen Befund stellt ein gigantisches Schwarzes Loch dar; alle anderen Erklärungen sind bei weitem noch abenteuerlicher. Die Messungen des MPE haben also zum ersten Mal ein superschweres Schwarzes Loch wirklich dingfest gemacht.

Vergleicht man Sgr A* jedoch mit anderen galaktischen Kernen ist es ein weniger auffälliges Objekt, ein eher langweiliger Vertreter seiner Art. Deswegen spricht man häufig auch von einem »hungernden« Schwarzen Loch.



Das Flackern des Schwarzen Lochs

Auch im Infrarotbereich konnte das periodische Flackern, das bereits von Chandra im Röntgenbereich bemerkt worden war, beobachtet werden. Etwa einmal pro Nacht war ein schwaches Glimmen an der Stelle der dunklen Masse im Infraroten zu sehen. Dieses Glimmen ist stark variabel mit einer Periode von rund 20 Minuten. Auch die von Chandra im Röntgenbereich beobachteten Helligkeitsausbrüche treten quasiperiodisch auf mit Perioden zwischen 100s und 2000s.

Perioden sind oft ein Hinweis auf einen Rotationsvorgang, so dass vermutet wird, dass man Materie nahe um das Schwarze Loch sieht. Dazu muss man wissen, dass

Surftipps

Homepage von Stefan Gillessen:

www.mpe.mpg.de/~ste/

- H. Falcke: The Black Hole in the Galactic Center (Diashow), www.astro.ru.nl/~falcke/bh/
- S. Markoff et al.: Galactic Center Newsletter, www.aoc.nrao. edu/~gcnews/index.shtml

das Schwarze Loch Materie aus seiner Umgebung anzieht und verschluckt. Diese Materie stürzt mit großer Geschwindigkeit auf das Schwarze Loch zu, kann aber nicht so ohne weiteres hinein fallen. Dazu ist zunächst notwendig, dass sie ihren Drehimpuls verliert. Dies geschieht dadurch, dass sich die Materie in einer Scheibe um das Schwarze Loch sammelt. Diese Scheibe dreht sich, verliert ihren Drehimpuls durch innere Reibung und heizt sich dabei auf. Dabei entsteht ein Teil der von Schwarzen Löchern beobachteten Röntgenstrahlung. Die Scheibe dreht sich aber nicht nur, sondern vollführt auch eine Präzession und kann in mehrere Richtungen »schwingen«, und zwar entsprechend ihrer Geometrie mit charakteristischen Resonanzfrequenzen. Die nun im Röntgenbereich und im Infrarotbereich beobachteten quasiperiodischen Oszillationen entsprechen nach Berechnungen einer Scheibe um ein Schwarzes Loch mit 4 Millionen Sonnenmassen; dabei rotiert das Schwarze Loch mit maximaler von der Relativitätstheorie erlaubter Geschwindigkeit. Die Temperatur der Scheibe und deren Oszillationen können allein nicht für die Flares verantwortlich sein - dafür sind zusätzlich andere Mechanismen notwendig. Diese sind zwar noch weitgehend unverstanden, aber die Tatsache, dass Flares gleichzeitig im Röntgen- und im Infrarotbereich beobachtet werden, legt nahe, dass beidem derselbe Mechanismus zugrunde liegt. Zum Beispiel können niederenergetische Photonen aus dem Millimeter- oder Sub-Millimeter-Bereich an äußerst energetischen, d.h. »relativistischen« Elektronen gestreut werden, wobei sie Energie aufnehmen, die sie zu Röntgenphotonen machen kann. Diesen Prozess nennt man »Synchrotron-Self-Compton-Effekt«. In der Nähe eines Schwarzen Lochs bewegt sich die Materie fast mit Lichtgeschwindigkeit. Dabei spielt ein weiterer Effekt eine Rolle, der die Strahlung in einen engen Kegel in Flugrichtung bündelt (»Doppler Boosting«): Je nachdem, ob der Kegel entgegen der Beobachtungsrichtung liegt oder nicht, sehen wir entsprechende Helligkeitsunterschiede.

Kann man aber in 20 Minuten um ein Erdbahn-großes Schwarzes Loch herumfliegen? Das würde in etwa dreifache Lichtgeschwindigkeit erfordern – für ein ruhendes Schwarzes Loch. Die Tatsache, dass die Bewegung so schnell erfolgt, kann man als Hinweis auf eine Eigenrotation des

Schwarzen Loches werten. Die Gesetze der Allgemeinen Relativitätstheorie erlauben für rotierende schwarze Löcher nämlich kürzere Umlaufszeiten.

Weitere Objekte des Galaktischen Zentrums

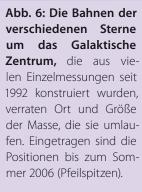
Der Supernova-Überrest Sgr A Ost

Die ovale, hüllenartige Struktur von Sgr A Ost legt nahe, dass es sich hierbei um einen einzigen Supernova-Überrest handelt, obwohl man früher von einer Vielzahl von Explosionen ausging. Der Fehler war dabei, dass man eine viel zu hohe kinetische Energie voraussetzte, die zur Erzeugung dieser explodierenden Blase in einem dichten Medium notwendig gewesen wäre. Vor allem Messungen mit Chandra und XMM-Newton zeigten, dass es sich bei Sgr A Ost um einen »normalen« Supernova-Überrest handelt - nicht einmal besonders energetisch. Aufgrund seiner Ausdehnungsgeschwindigkeit schätzt man sein Alter auf etwa 8000 Jahre.

Mit Hilfe der Spektroskopie konnte man Informationen über die Temperatur und die Dichte gewinnen: Sgr A Ost ist innen heißer als außen, die Temperaturen liegen zwischen 15 und 30 Millionen Grad. Auch die chemische Zusammensetzung ist unterschiedlich: Schwerere Elemente, wie zum Beispiel Eisen, sind in der Mitte des Überrests weitaus häufiger zu finden als am Rand.

Das Radio-Spektrum des Supernova-Überrests Sgr A Ost ist im Bereich von Sgr A West stark absorbiert. Dies bedeutet, dass Sgr A Ost in Blickrichtung hinter Sgr A West liegt, allerdings kennt man den Abstand nicht genau. Ein Supernova-Überrest dehnt sich mit Geschwindigkeiten von mehreren 1000km/s aus, so auch Sgr A Ost. Es gibt Hinweise darauf, dass die Front der expandierenden Hülle mittlerweile Sgr A* im Zentrum von Sgr A West erreicht und ȟberlaufen« hat. Eine heftige Debatte wird darüber geführt, ob diese Stoßfront vor vielleicht 1000 Jahren viel Material, d.h. Gas und Staub zum zentralen Schwarzen Loch geschoben und damit zu einem hellen Aufleuchten von Sgr A* geführt hat. In der Folge wäre dann alle Materie von Sgr A* wieder weg geschoben worden - eine mögliche Erklärung für die ansonsten unverständlich geringe heutige Leuchtkraft von Sgr A* im Vergleich zu zentralen Schwarzen Löchern in anderen Galaxien.

Zu beiden Seiten von Sgr A Ost beobachtet man lang gezogene »Bögen« von Röntgenstrahlung mit einer Orientierung fast senkrecht zur galaktischen Ebene. Spektrale



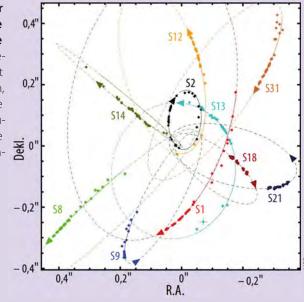
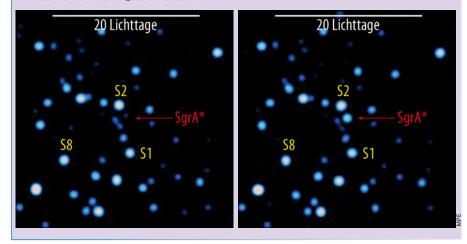


Abb. 7: Helligkeitswechsel von Sgr A*: Im linken Bild ist Sgr A* nicht zu erkennen, im rechten als helle Ouelle nahe S2.



Untersuchungen dieser Bögen weisen ebenfalls auf heißes Gas (~15 Millionen Grad) hin. Da sie symmetrisch sind, spricht man auch von bi-polaren Bögen (»bipolar lobes«). Es handelt sich bei ihnen vermutlich um einen sehr energetischen Massenausfluss (»Jet«) oder vielleicht sogar um eine frühere Explosion aus der unmittelbaren Umgebung des zentralen Schwarzen Lochs Sgr A*.

Der Radiobogen »Galactic Center Arc«

In der Nähe von Sgr A wird im Radiobereich eine Reihe filamentartiger Strukturen sichtbar, vor allem auch ein Bogen (»Galactic Center Arc«), der sich über mehrere 100 Lichtjahre erstreckt. Abb. 3a zeigt die Verbindung des Bogens mit der Zentralquelle, aufgenommen mit dem VLA. Diese Verbindung erfolgt über die so genannten »arches«, gebogenen Filamenten, die fast rechtwinklig von dem Bogen abgehen. Eine Erklärung für diese Strukturen könnte heißes Plasma sein, das sich entlang der Feldlinien eines Magnetfelds bewegt. Dass in der Tat ein

starkes Magnetfeld innerhalb des Bogens vorliegt, zeigen Messungen polarisierter Radiostrahlung bei 9mm Wellenlänge. Der Bogen selber, in einer Entfernung von ca. 80 Lichtjahren vom Zentrum, ist über einen weiten Bereich hoch polarisiert.

Molekülwolken im Röntgenlicht

Vom Rand der Riesen-Molekülwolke Sgr B2 (siehe Abb. 2), die etwa 300 Lichtjahre vom Galaktischen Zentrum in Richtung Nord-Ost in einer eventuell etwas geringeren Entfernung liegt, wird intensive Strahlung bei einer Energie von 6,4keV emittiert. Sie wird von Eisenatomen ausgesandt, die einfallende Röntgenstrahlung absorbieren und mit der Emission von Strahlung bei einer bestimmten Energie reagieren. In der Physik nennt man diesen Vorgang Fluoreszenz.

Diese Strahlung wurde zuerst von dem japanischen Röntgensatelliten ASCA gesehen und mittlerweile von Chandra und XMM-Newton detailliert untersucht. Da in der näheren Umgebung von Sgr B2 keine Quellen mit genügender Röntgenintensität gefunden werden konnten, kam die Idee auf, dass das zentrale Schwarze Loch Sgr A* selbst für die notwendige Einstrahlung sorgte. Derzeit reicht die Intensität von Sgr A* bei weitem nicht dafür aus, dies könnte aber möglicherweise in der Vergangenheit anders gewesen sein - schließlich war das Röntgenlicht wegen der Entfernung zwischen Sgr A* und Sgr B2 300 Jahre länger unterwegs. Im Zusammenhang mit dem Supernova-Überrests Sgr A Ost wurde schon die Möglichkeit diskutiert, dass die Stoßfront der Supernova beim Überlaufen über Sgr A* soviel aufgeschwemmte Materie dem Schwarzen Loch zugeführt hat, dass dieses sehr viel heller gewesen sein könnte als heute. Danach nahm die Helligkeit wieder kontinuierlich ab.

Allerdings gibt es zu dieser Theorie auch Gegenargumente: Die 6,4keV-Strahlung sollte von einer Absorptionskante im Spektrum bei 7,1keV begleitet sein. Es muss nämlich bei Eisen etwa dreimal mehr Strahlung absorbiert werden, als durch Fluoreszenz wieder ausgesandt werden kann. Diese Kante wird zwar im Röntgenspektrum von Sgr B2 gesehen, nicht aber bei einigen filamentartigen Strukturen, bei denen wir dennoch die Eisenlinie sehen. Zudem können diese Röntgenstrukturen Molekülwolken zugeordnet werden, die sehr viel näher an Sgr A* liegen als Sgr B2, zum Teil weniger als 40 Lichtjahre. Vor 40 Jahren wurde bereits Röntgenastronomie betrieben. Aber in keinen, auch älteren, Daten finden sich Hinweise auf eine wesentlich erhöhte Aktivität des Schwarzen Lochs.

Deswegen wird auch eine andere Erklärung heftig debattiert. Treffen Elektronen mit genügend hoher Energie auf Materie, so wird ebenfalls Röntgenstrahlung erzeugt, mit ähnlichen Eigenschaften, also bei Eisen mit eben dieser 6,4keV-Spektrallinie. So funktionieren klassische Röntgenröhren. Man weiß aus Radiobeobachtungen, dass es diese Elektronen gibt, weil sie durch die Wechselwirkung mit starken Magnetfeldern Synchrotronstrahlung erzeugen. Diese Elektronen könnten auch für die diffuse Röntgenemission verantwortlich sein. Versucht man diese Emission einem ultra-heißen Plasma zuzuordnen, wie es dem Spektrum entsprechen würde, gerät man nämlich in eine andere Schwierigkeit: Ein solches Plasma

könnte gar nicht stabil sein, es würde aufgrund seiner hohen Temperatur sehr schnell aus dem Galaktischen Zentrum entweichen oder müsste ständig nachgeheizt werden. Dafür aber gibt es keinerlei Hinweise.

Junge Sterne

Die Infrarotspektroskopie zeigte, dass beinahe alle Sterne (darunter S2) im Zentrum der Milchstraße jung sind - nur wenige Millionen Jahre alt und das ist sehr wenig verglichen mit dem Alter der Milchstraße von rund 10 Milliarden Jahren. Wie können dort junge Sterne sein? Diese Sterne können sich eigentlich noch nicht weit von ihrem Entstehungsort fortbewegt haben, andererseits sollten in der Nähe eines Schwarzen Lochs durch die starken Gezeitenkräfte eigentlich gar keine Sterne entstehen können. Die Frage ist letztlich ungeklärt: Wo kommt S2 eigentlich her? Wieso gibt es S2 überhaupt?

Man sieht, dass das Galaktische Zentrum nicht nur voll von verschiedenartigen Objekten ist, sondern dass es für die Beobachtungen auch viele Interpretationsmöglichkeiten gibt. Vielleicht wird es mit zukünftiger Technik und der Weiterentwicklung der Radiointerferometrie möglich sein, die Radioquelle Sgr A* räumlich aufzulösen und das zentrale Schwarze Loch direkt zu beobachten. Viele Fragen sind noch offen, so dass die Geschichte der Erforschung des Galaktischen Zentrums längst nicht abgeschlossen ist.

- [1] LaRosa, T. N. et al.: A Wide-Field 90 Centimeter VLA Image of the Galactic Center Region, Astron. J. 119, 207 (2000)
- [2] Yusef-Zadeh, F., Morris, M., Chance, D.: Large, highly organized radio structures near the galactic centre, Nature 310, 557 (1984)
- [3] Lo, K. Y., Claussen, M. J.: High-resolution observations of ionized gas in central 3 parsecs of the Galaxy – Possible evidence for infall, Nature 306, 647 (1983)
- [4] Shen, Z.-Q.: High-resolution Millimeter-VLBI Study of Sgr A* — A Supermassive Black Hole at the Galactic Center, ASP Conference Series 373, 37 (2007)
- [5] Doeleman, S. et al.: Event-horizon-scale structure in the supermassive black hole candidate at the Galactic Centre, Nature 455, 78 (2008)
- [6] Predehl, P. et al.: XMM-Newton observation of the galactic centre – evidence against the X-ray reflection nebulae model?, Astron. Nachr. 324, 73 (2003)

Wie funktioniert Speckle-Technik und Adaptive Optik?

lle normalen Aufnahmen des Nachthimmels (auch im infraroten Spektralbereich) werden durch die Luftunruhe auf etwa 1" Schärfe begrenzt. Ohne spezielle Tricks erreicht ein optisches Teleskop oder Infrarotteleskop also gar nicht sein volles Auflösungsvermögen. Die einfachste (und historisch zuerst angewandte) Lösung des Problems ist die so genannte Speckle-Technik. Viele Hobbyastronomen verwenden sie heute mit CCD-Kameras im optischen Licht: Anstelle einer langen Belichtung macht man unzählige kurze Aufnahmen. Wenn die Belichtungszeit kürzer als die Zeit ist, in der sich die Atmosphäre typischerweise bewegt (also wenige Millisekunden), erhält man ein statisches, beugungsbegrenztes Bild. Dieses Bild hat zwar meistens keine besonders gute Abbildungsfunktion (und sieht dadurch also unscharf aus), aber theoretisch enthält es die gewünschte Information. Hobbyastronomen verwenden dann meistens die Lucky-Imaging-Technik: Man blättert alle Bilder durch, oftmals viele Tausend, und behält nur diejenigen, bei denen die Abbildungsfunktion zufällig etwa kreisförmig war. Dann schiebt man die so selektierten Bilder im Rechner aufeinander und addiert sie. Das Ergebnis ist dann ein beugungsbegrenztes Bild - im Falle von Amateurastronomen häufig das Bild eines Planeten. Mit etwas mehr mathematischem Aufwand kann man die Methode noch verfeinern, man spricht dann von Speckle-Imaging.

Die Speckle-Technik hat jedoch zwei Nachteile: Wegen der kurzen Belichtungszeiten addiert man das Ausleserauschen des Instruments viele Male in jedes Bild hinein, wodurch die erreichbare Grenzhelligkeit limitiert ist. Zum anderen ist bei der Speckle-Technik das erhaltene Bild zwar im Prinzip beugungsbegrenzt, aber das gilt nur für wenige Prozent des Lichts. Der größte Teil des Lichts landet dagegen in einem Halo, dessen Größe eben durch die jeweilige Luftunruhe gegeben ist. Adaptive Optik behebt diese Mängel: Man kann mit ihr rund 50% des Lichtes beugungsbegrenzt abbilden und beliebig lange (also viele Minuten) belichten. Diese wundervolle Technik passt mehrere hundert Mal pro Sekunde die Form eines

Spiegels im Strahlengang so an, dass der verformte Spiegel genau die Verschmierungen kompensiert, die durch die Erdatmosphäre entstanden sind. Dazu muss das System natürlich diese Verschmierungen zunächst einmal messen. Man benötigt also einen Leitstern im Gesichtsfeld, von dem man weiß, dass er punktförmig ist. Durch Analyse des Bildes dieses Leitsterns bestimmt die adaptive Optik dann, wie der verformbare Spiegel zu biegen ist, um eben wieder ein sauberes Bild zu erzeugen. Da dies mehrere hundert Mal pro Sekunde erfolgen muss, ist klar, dass man einen leistungsfähigen Rech-

ner benötigt, aber vor allem einen hellen Leitstern – denn in nur wenigen Millisekunden muss von diesem Leitstern genug Licht gesammelt werden, um die Analyse der Wellenfronten zu erlauben.

Steht ein solcher Leitstern nicht zur Verfügung, kann er künstlich erzeugt werden: Mit Hilfe eines Lasers wird die in der Erdatmosphäre vorhandene Schicht von Natriumatomen in 90km Höhe zum Leuchten angeregt. Es entsteht ein Lichtpunkt, ein sog. künstlicher Stern, der obwohl 20 Mal schwächer als der schwächste mit bloßem Auge sichtbare Stern ausreicht, um die Turbulenzen der Atmosphäre zu messen.

Abb. 1: Das Teleskop »Yepun« des VLT sendet einen Laserstrahl gen Himmel zur Erzeugung eines künstlichen Sterns.





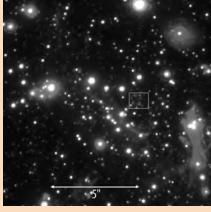


Abb. 2: Das Galaktische Zentrum im Infrarotlicht: links ohne adaptive Optik, rechts mit adaptiver Optik. Das Sternchen im linken Bild markiert das Galaktische Zentrum.

Himmelsereignisse im Dezember/Januar 2009

Wenn Venus verschwindet

Venusbedeckung am 1. Dezember 2008

Die Bedeckung eines hellen Sterns oder Planeten durch den Mond ist immer sehenswert, besonders wenn dabei die Mondphase recht klein und das bedeckte Objekt sehr hell ist und das Ereignis während der Dämmerung oder in den Nachtstunden stattfindet. Leider geschieht solch eine Bedeckung unter solch günstigen Umständen relativ selten. All diese vorteilhaften Bedingungen sind am Abend des 1. Dezember 2008 zumindest beim Beginn der Bedeckung der Venus erfüllt: Die nautische Dämmerung (Sonne 12° unter dem Horizont) hat bereits begonnen, der Mond ist zu 13% beleuchtet (vier Tage nach Neumond) und der Eintritt der -4^m1 hellen Venus erfolgt an der dunklen Seite des Mondes. Ein Wermutstropfen findet sich leider - im deutschsprachigen Raum wird der Eintritt je nach Beobachtungsort in einer Höhe von nur 15° bis 8° über dem Südwest-Horizont stattfinden und der Austritt außer im äußersten Südwesten bei Höhen von 2° bis 3° über dem Horizont schon kompliziert zu beobachten sein. Der Ein-

bzw. Austritt der »zunehmenden Venus« (69% beleuchtet) dauert fast eine Minute (siehe Tabelle), so dass die Helligkeitsänderung nur allmählich erfolgt. Gutes Wetter und freie Horizontsicht vorausgesetzt wird dieses Ereignis schon mit bloßem Auge gut zu beobachten sein - ein Teleskop zeigt die Details der Venusphase und das langsame Verschwinden hinter dem Mondrand. Als zusätzlicher Blickfang (und sicherlich als perfektes Motiv für Fotografen) wird sich während der Bedeckung der -2^m,0 helle Jupiter nordöstlich von Mond und Venus befinden. Die nächste im deutschsprachigen Raum beobachtbare Planetenbedeckung eine Jupiterbedeckung während der Nacht durch den Mond werden wir erst am 15. Juli 2012 und die nächste Venusbedeckung am Taghimmel des 6. April 2016 erleben können.

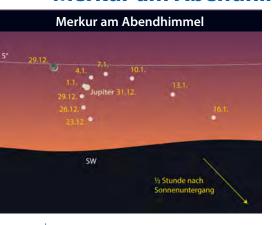
■ André Knöfel

Abb.: Anblick des Südwesthimmels am **1. Dezember 2008** kurz vor der Venusbedeckung.

| Venusbedecku | ng am 1.12.2008 |
|--|--|
| Nürnberg Bonn Zürich Hamburg Potsdam Wien | • • • • • • • • • • • • • • • • • • • |
| 17:07:30 16:59:31 17:04:55 17:02:10 17:07:28 17:18:33 | |
| Eintritt | 18:25:32 18:23:06 18:24:48 18:23:23 18:25:16 18:26:32 |
| | Austritt |

| Kontaktzeiten der Venusbedeckung am 1.12. | | | | | | | | |
|---|--------------|----------|-------|--------------|----------|-------|--|--|
| 0rt | Eintritt | Mondhöhe | Dauer | Austritt | Mondhöhe | Dauer | | |
| Nürnberg | 17:07:30 MEZ | 12° | 50s | 18:25:32 MEZ | 5° | 45s | | |
| Bonn | 16:59:31 MEZ | 13° | 48s | 18:23:06 MEZ | 6° | 44s | | |
| Zürich | 17:04:55 MEZ | 15° | 51s | 18:24:48 MEZ | 8° | 46s | | |
| Hamburg | 17:02:10 MEZ | 9° | 46s | 18:23:23 MEZ | 3° | 42s | | |
| Potsdam | 17:07:28 MEZ | 9° | 47s | 18:25:16 MEZ | 2° | 43s | | |
| Wien | 17:18:33 MEZ | 11° | 54s | 18:26:32 MEZ | 3° | 49s | | |

Merkur am Abendhimmel

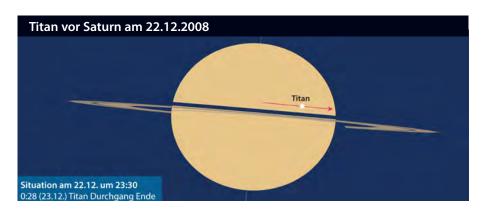


Bereits mit dem Jahreswechsel kommt es zur ersten Abendsichtbarkeit des sonnennahen Planeten Merkur. Er erreicht seine größte östliche Elongation am 4. Januar 2009. Aber schon am Silvesterabend kann der –0,77 helle Merkur etwa 40 Minuten nach Sonnenuntergang um kurz nach 17 Uhr rund 5° über dem Südwesthorizont aufgespürt werden, wenn die Sichtbedingungen am Horizont gut sind. Erleichtert wird die Suche durch Jupiter, der nur gut 1° rechts oberhalb steht. Die eigentliche Konjunktion, das heißt der geringste

Abstand zwischen beiden, tritt bereits am Silvestermorgen um 6:55 MEZ ein – allerdings unbeobachtbar. Im Laufe der nächsten Tage entfernt sich der flinke Merkur deutlich von Jupiter. Die Sichtbedingungen sind um die größte östliche Elongation (19,3°) am 4. Januar am besten. Gleichzeitig nimmt aber die Merkurhelligkeit langsam ab, was daran liegt, dass sich seine Gestalt zunehmend zur Sichel wandelt. Dies lässt sich allerdings nur im Teleskop bei bestem Seeing beobachten.

■ Peter Friedrich

Titan vor Saturn am 22. Dezember



Einer der seltenen Durchgänge von Titan vor Saturn kann in der Nacht vom 22. auf den 23. Dezember beobachtet werden. Der insgesamt 5½ Stunden dauernde Transit beginnt weit vor dem Aufgang Saturns, der erst nach 23:00 MEZ über dem Osthorizont auftaucht. Titan hat dann bereits den größten Teil seines Weges vor der Saturnscheibe zurückgelegt, wobei er etwas nördlich des Rings läuft. Kurz nach Mitternacht, um 0:28:23 MEZ, endet der Vorübergang am östlichen Saturnrand. Da Saturn eine Phase von 6° zeigt und der Ostrand knapp im Dunklen liegt, ergibt sich dabei ein schöner Kontrast zu dem hellen Lichtpunkt Titans. Kurz zuvor, um 0:05:07 MEZ, endet die Bedeckung von Tethys am gegenüberliegenden Westrand. Dies geschieht jedoch so nahe der Äquatorebene Saturns, dass Tethys anschließend noch einige Zeit von dem sehr schmal gewordenen Ring verdeckt wird.

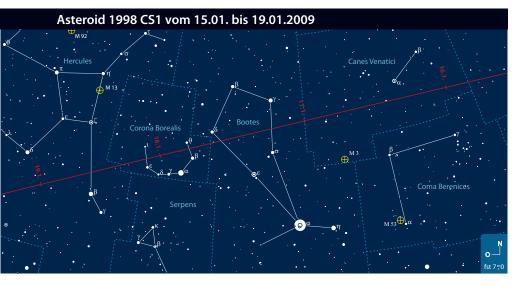
■ Peter Friedrich

(136849) 1998 CS1 – ein Schnellläufer am Himmel

Im Januar 2009 fliegt ein Asteroid von rund 1,3km Durchmesser in komfortabler 11-facher Mondentfernung an der Erde vorbei. Der Asteroid (136849) 1998 CS1 wurde am 9. Februar 1998 an der chinesischen Xinglong-Station, etwa 100km nordöstlich von Peking gelegen, von J. Zhu, J. Chen und Z. Y. Zheng mit einem 600mm-Schmidt-Teleskop entdeckt. Er gehört zu den Apollo-Objekten und wurde als potenziell gefährlich (PHA) eingestuft, weil theoretisch seine Bahn der Erdbahn sehr nahe kommen kann und daher ein Einschlagrisiko besteht. Dies wird aber in absehbarer Zeit noch nicht passieren. Trotz der großen Entfernung bei diesem Vorbeiflug wird dieser

Asteroid Mitte Januar eine Helligkeit von 12^m erreichen und sich dabei mit bis zu 50"/min vom Sternbild Löwe zum Haar der Berenike bewegen. Auch in den Folgenächten wird der Kleinplanet heller als 13^m erscheinen und vom Bootes, durch die Nördlichen Krone weiter in den Herkules wandern. Mit kleineren Teleskopen kann er während des Zeitraumes dann zumindest fotografisch verfolgt werden. Genauere Ephemeriden können erst kurz vor dem Ereignis berechnet und veröffentlicht werden. Die Abbildung zeigt den nach den derzeitigen Bahnelementen erwarteten Weg des Asteroiden am Himmel.

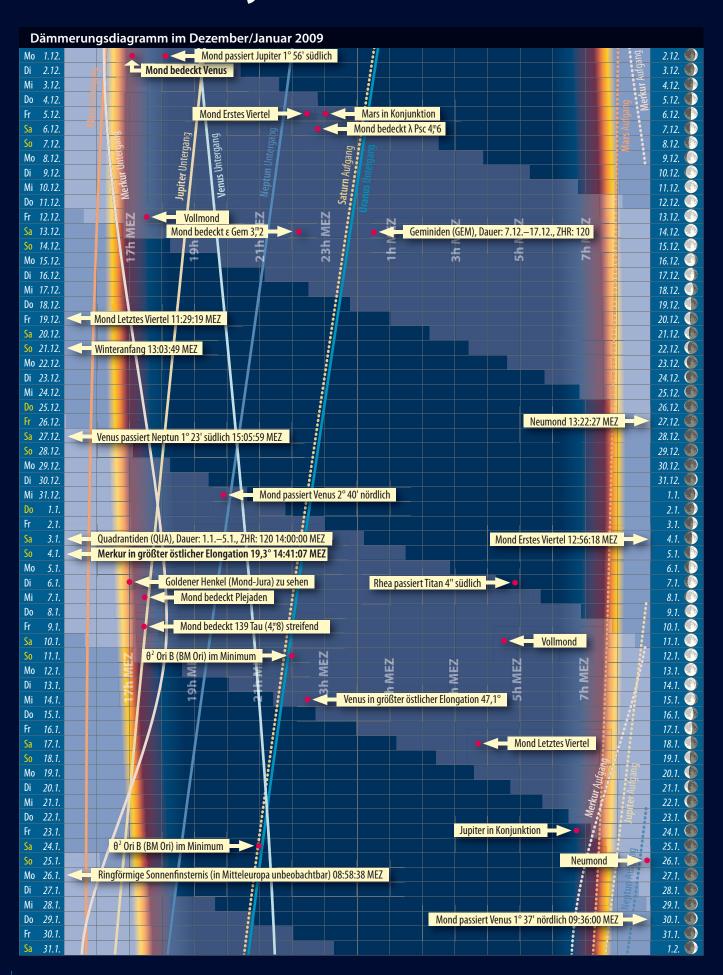
■ André Knöfel



| Astrono Januar | | sse im Dezember/ |
|-------------------|--------------|--|
| 1.12. | 17:07:33 MEZ | Mond bedeckt Venus |
| 1.12. | 18:06:00 MEZ | Mond passiert Jupiter 1° 56' südlich |
| 5.12. | 22:25:41 MEZ | Mond Erstes Viertel |
| 5.12. | 23:03:45 MEZ | Mars in Konjunktion |
| 6.12. | 22:45:03 MEZ | Mond bedeckt λ Psc 4,76 |
| 12.12. | 17:37:13 MEZ | Vollmond |
| 13.12. | 22:11:56 MEZ | Mond bedeckt ε Gem 3,72 |
| 14.12. | 00:30:00 MEZ | Geminiden (GEM), Dauer: 7.12.—17.12., ZHR: 120 |
| 19.12. | 11:29:19 MEZ | Mond Letztes Viertel |
| 21.12. | 13:03:49 MEZ | Winteranfang |
| 27.12. | 15:05:59 MEZ | Venus passiert Neptun 1° 23' südlich |
| 27.12. | 13:22:27 MEZ | Neumond |
| 31.12. | 19:53:59 MEZ | Mond passiert Venus 2° 40' nördlich |
| 3.1. | 14:00:00 MEZ | Quadrantiden (QUA), Dauer: 1.1.—5.1., ZHR: 120 |
| 4.1. | 12:56:18 MEZ | Mond Erstes Viertel |
| 4.1. | 14:41:07 MEZ | Merkur in größter östlicher Elongation 19,3° |
| 6.1. | 17:00:00 MEZ | Goldener Henkel (Mond-Jura) zu sehen |
| 7.1. | 04:48:35 MEZ | Rhea passiert Titan 4" südlich |
| 7.1. | 17:25:02 MEZ | Mond bedeckt Ple- jaden |
| 9.1. | 17:29:09 MEZ | Mond bedeckt 139 Tau (4,78) streifend |
| 11.1. | 04:26:50 MEZ | Vollmond |
| 11.1. | 22:00:00 MEZ | θ² Ori B (BM Ori) im Minimum |
| 14.1. | 22:23:30 MEZ | Venus in größter öst- licher Elongation 47,1° |
| 17.1. | 00:45:27 MEZ | Titan passiert Rhea 3" südlich |
| 18.1. | 03:45:48 MEZ | Mond Letztes Viertel |
| 24.1. | 06:44:17 MEZ | Jupiter in Konjunktion |
| 24.1. | 21:00:00 MEZ | θ² Ori B (BM Ori) im Minimum |
| 26.1. | 08:55:21 MEZ | Neumond |
| 26.1. | 08:58:38 MEZ | Ringförmige Sonnen- finsternis (in Mitteleu- ropa unbeobachtbar) |
| 30.1. | 09:36:00 MEZ | Mond passiert Venus 1° 37' nördlich |

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

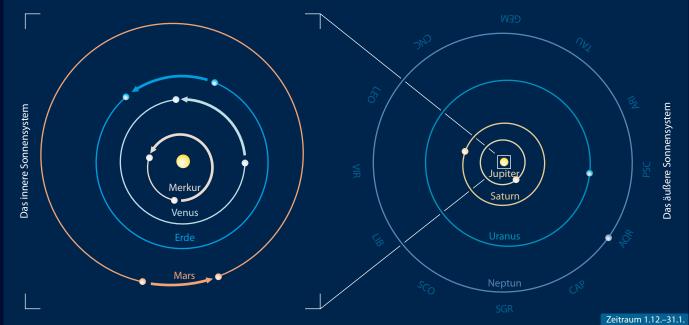
Das Sonnensystem im Dezember/Januar 2009

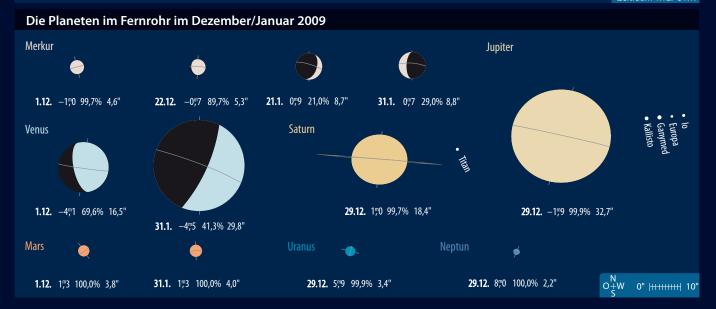












Sonne aktuell Fleckenlose Sonne nicht ungewöhnlich

Per tägliche Blick zur Sonne mit ihren fehlenden Flecken scheint ein besonders tiefes Aktivitätsminimum zu offenbaren. Daran ändert auch die jüngste, im Weißlicht am 22. und 23.9. (und im Hα bereits am 21.9.) auf der Nordhalbkugel zu beobachtende Fleckengruppe des neuen Zyklus nicht viel.

War man früher eher der Auffassung, ein Zykluswechsel erfolge stets mit dem definierten Minimum, setzt sich durch Verbesserungen in der Messtechnik langsam die Auffassung durch, dass ein neuer Zyklus beim ersten Erscheinen eines echten Aktivitätsgebietes mit umgekehrter magnetischer Polarität beginnt. Gleichwohl werden, wenn überhaupt, überwiegend Aktive Regionen des alten Zyklus beobachtet und man muss sich ernsthaft fragen, welche der beiden Definitionen der Realität am nächsten kommt, wenn nach dem »offiziellen« Zyklusbeginn in großer Zahl Flecken des Vorgängers beobachtet werden.

Zuletzt war die Sonne im Weißlicht im Zeitraum vom 21.7.2008 bis zum 20.8.2008 an 31

Abb. 1: Fleckenlose Sonne am 12.9.2008, 3"-Refraktor bei 1000mm Brennweite, Baader-Folienfilter, Canon EOS 350D, 1/320s belichtet. *Manfred Holl*

Tagen fleckenfrei, im Vergleich mit anderen Zyklen ist das aber immer noch nicht außergewöhnlich. So gab es 1996 vom 13.9. bis zum 24.10. an 42 aufeinander folgenden Tagen keine Sonnenflecken und das Minimumsjahr 1913 ist mit 52 Tagen (8.4. bis 8.8.) der bisherige Rekordhalter [1, 2]. Der Quelle ist jedoch nicht zu entnehmen, ob zu dem Zeitpunkt schon ein Fleck des Folgezyklus gesehen worden war.

Dabei ist die Sonne auch im Minimum kein vollkommen inaktiver Stern. Das konnten Sonnenphysiker der Universität Göttingen mit Hilfe neu entwickelter Software zur Mustererkennung belegen. Sie beobachteten Magnetogramme der Sonne, die mit dem Michelson Doppler Imager im Licht des Kohlenwasserstoffs (CH) und des ionisierten Kalziums (Ca+) von der Sonnensonde SOHO auf-

genommen worden waren, und fanden bei ihrer Untersuchung 660000 kleine, zumeist inaktive magnetische Gebiete. Nach dem unlängst in Astronomy & Astrophysics veröffentlichten Bericht [3] ziehen sich die vorhandenen Magnetfeldlinien anscheinend bis in Tiefen von 100000km unter die Sonnenoberfläche zurück und werden erst wieder aktiv, wenn sie dazu aus dem Sonneninnern angeregt werden.

■ Manfred Holl





Abb. 2: Aktivitätsgebiet des neuen Zyklus am 22.9.2008, 3"-Refraktor bei 5000mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik, Fuji Finepix S5700, 1/60s belichtet. *Erich Kopowski*

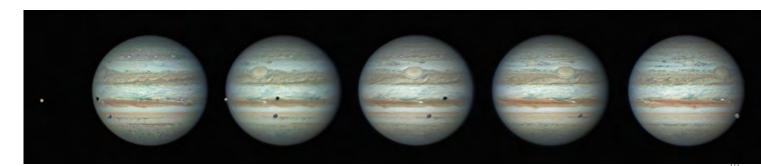
- [1] Statistik der fleckenfreien Tage: users.telenet.be/j.janssens/Spotless/Spotless.html#Wolf
- 2] Schulze, W.: www.schulze-md. de/tabellen/zyklus13.htm
- [3] Bovelet, B., Wiehr, E.: The quiet Sun's magnetic flux estimated from Ca II H bright inter-granular G-band structures, Astron. Astrophys 488, 1101 (2008)

Surftipp

Hα-Relativzahl: www. interstellarum.de/halpha.asp

Planeten aktuell Rückblick auf Jupiter, Vorschau auf Saturn

Abb. 1: Ganymed vor Jupiter. CCD-Aufnahme, 9.9.2008, 20:00:00 MESZ, 14"-SCT bei 19000mm, DBK 31AU03.AS, Bildbearbeitung: Giotto, PS CS3. *Sebastian Voltmer*



rotz der schlechten Sichtbarkeitsbedingungen für Mitteleuropa geht eine der spannendsten Jupiter-Saisons der letzten Jahre zu Ende – nicht nur wegen der spektakulären Dreier-Begegnung der roten Flecken (vgl. interstellarum 60). In allen Breitenzonen zeigte der Riesenplanet Aktivität: Kleine weiße Ovale zogen im SSTB ihre Kreise, das STB zeigte sich teilweise ausgebildet und mit dem jetzt orangen Fleck BA, im SEB herrschte turbulente Aktivität, während das System der sonst auffälligsten Jupiterflecken überhaupt am Südrand des NEB dieses Jahr eigentümlich blass blieb. Am Nordrand dieses Bandes konnten vier Verschmelzungen von dunklen barrenförmigen Flecken beobachtet werden, während das NTB eigentümlich leuchtend orange gefärbt ist. Es bleibt spannend zu beobachten, wie Jupiter im kommenden



Frühjahr nach der Sonnenkonjunktion aussehen wird

Während Jupiter nun abtritt, betritt Saturn für eine besonders ereignisreiche Saison die Bühne: Nur etwa alle 15 Jahre findet die Ringkantenstellung statt, die für 2009 angekündigt ist. Die Saturnringe weisen zum Erscheinungszeitpunkt dieses Heftes nur noch eine Dicke von 1" auf - dieser Wert wird bis Jahresende weiter bis auf 0.5" absinken, um dann wieder anzusteigen. Die Ringe werden dann dennoch auch in kleinen Teleskopen, deren Auflösungsvermögen über 1" liegt, gut sichtbar sein – zunächst. Für den weiteren Verlauf der Sichtbarkeit wird sich dies mehrfach ändern, wir werden in einem ausführlichen Bericht in der nächsten Ausgabe darauf vorbereiten.

Schon seit Beginn des Jahres haben wir die interstellarum-Leser darauf hingewiesen, dass mit der Kantenstellung auch Monderscheinungen verbunden sind. Nun sind auch die großen Monde Rhea und Titan aktiv (vgl. interstellarum 60), so dass auch Beobachter mit kleineren und mittleren Teleskopen diese Ereignisse verfolgen können. Senden Sie uns gelungene Zeichnungen und Fotos für diese Kolumne – im Internet finden Sie eine Möglichkeit zum Hochladen der Dateien auf den interstellarum-Server.

■ Ronald Stoyan

Abb. 2: Ios Schatten vor Jupiter. CCD-Aufnahme, 24.8.2008, 22:28:20 MESZ, 8"-Newton bei 4500mm, DMK21AF04.AS, RRGB bei sehr gutem Seeing. *Torsten Hansen*

Kometen aktuell

Fernglaskomet am Morgenhimmel

Der hellste Komet dieses Herbstes, C/2008 A1 (McNaught), ist im Dezember weiterhin am Abendhimmel zu sehen.

Mit einer Helligkeit von immerhin noch etwa 9^m,0 bewegt er sich zu Monatsbeginn durch die nördlichen Bereiche des Sternbildes Schlangenträger. Er wandert in Richtung Norden und erreicht zur Monatsmitte das Sternbild Herkules. Ab Ende Dezember

| Saturnmondereignisse mit Rhea und Titan | | | | | | |
|---|--------|----------|--|--|--|--|
| Datum | Beginn | Ereignis | | | | |
| 6.12. | 04:32 | Rhea BE | | | | |
| 7.12. | 01:17 | Titan DE | | | | |
| 8.12. | 05:41 | Rhea SA | | | | |
| 8.12. | 06:51 | Rhea DA | | | | |
| 26.12. | 07:25 | Rhea SA | | | | |
| 2.1. | 07:10 | Rhea BE | | | | |
| 6.1. | 19:33 | Rhea BE | | | | |
| 7.1. | 17:35 | Titan DA | | | | |
| 7.1. | 23:14 | Titan DE | | | | |
| 8.1. | 20:29 | Rhea SA | | | | |
| | 21:49 | Rhea DA | | | | |
| 9.1. | 00:04 | Rhea SE | | | | |
| | 01:46 | Rhea DE | | | | |
| 11.1. | 01:53 | Rhea VA | | | | |
| 15.1. | 18:23 | Titan BA | | | | |
| | 20:21 | Rhea BE | | | | |
| 16.1. | 00:08 | Titan BE | | | | |
| 17.1. | 21:32 | Rhea SA | | | | |
| | 22:37 | Rhea DA | | | | |
| 18.1. | 00:00 | Rhea SE | | | | |
| | 02:32 | Rhea DE | | | | |
| 20.1. | 03:45 | Rhea VA | | | | |
| 23.1. | 21:33 | Titan DE | | | | |
| 24.1. | 21:05 | Rhea BE | | | | |
| 26.1. | 22:25 | Rhea SA | | | | |
| | 23:21 | Rhea DA | | | | |
| 27.1. | 01:55 | Rhea SE | | | | |
| | 03:17 | Rhea DE | | | | |
| 29.1. | 04:39 | Rhea VA | | | | |
| 31.1. | 21:57 | Titan BE | | | | |

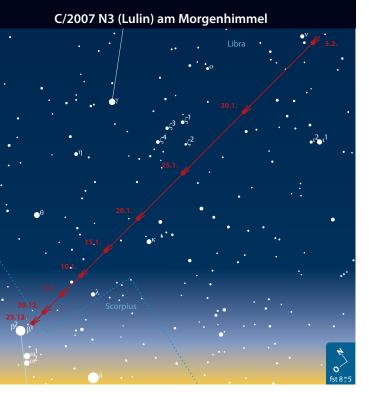




Abb. 1: Komet C/2006 W3 (Christensen) am 24.9.2008, 10"-Newton bei 1500mm, Canon 350D, 400 ASA 6,5min. *Christian Harder*

kann der Schweifstern auch am Morgenhimmel beobachtet werden. Zum Jahreswechsel wird er nur noch etwa 10\,\tilde{n}\)0 hell sein und im Januar bald als Beobachtungsobjekt für kleinere Instrumente zu streichen sein.

Im Rahmen des Catalina Sky Surveys (USA) entdeckte Eric Christensen am 18. November 2006 einen 18^m hellen Kometen. Wie sich herausstellte war **C/2006 W3 (Christensen)** zu diesem Zeitpunkt noch mehr als 8AE von Erde und Sonne entfernt und auch im Perihel, dass er erst im Sommer 2009 durchlaufen wird, erreicht er nur einen Sonnenabstand von 3,1AE. Dennoch ließ die Entwicklung im Herbst 2008 eine Maximalhelligkeit

von rund 8^m möglich erscheinen. Die Bahn von C/2006 W3 verläuft so ideal, dass der Komet noch ein volles Jahr über beobachtbar bleibt und sich erst im Dezember 2009 in Richtung Südhimmel verabschieden wird. Aktuell steht der Komet sehr günstig am Nachthimmel und im Dezember und Januar bewegt er sich durch den Grenzbereich der Sternbilder Fuhrmann, Schwan und Eidechse. Zu Weihnachten wandert er durch den Dunkelnebel Barnard 168 und zieht nahe am Cocoon-Nebel vorbei. Die Helligkeit dürfte etwa 10\",0 betragen und nur langsam ansteigen.

C/2007 N3 (Lulin), der am 10. Januar sein Perihel durchläuft, befindet sich noch immer im Sternbild Skorpion, wo er Ende November in Konjunktion mit der Sonne stand. Ende Dezember wird er langsam wieder am Morgenhimmel sichtbar werden. Die beste Beobachtungszeit sollte um etwa 6:00 MEZ sein, wobei der Komet zunächst noch sehr tief im Südosten steht. Am 20. Dezember könnte β Scorpii als Aufsuchhilfe genutzt werden,

um den Kometen erstmals aufzufinden: Der etwa 8\(^n\)0 helle Komet steht nur knapp s\(^u\)dlich des hellen Doppelsternes. Zum Jahresende wechselt Lulin ins Sternbild Waage, und gewinnt zunehmend Sonnenabstand. Auch die Helligkeit nimmt stetig zu und k\(^u\)nte bis Mitte Januar etwa 6\(^u\)5 erreichen. Der Komet sollte dann ein sch\(^u\)nes Objekt f\(^u\)r das Fernglas sein und Ende des Monats vielleicht schon die Grenze der Freisichtigkeit erreichen. Im Februar wird Lulin noch heller und auch g\(^u\)nstiger zu beobachten sein und damit ein erster H\(^u\)hepunkt dieses hoffentlich interessanten Kometen-Jahres werden.

Aktuelle Informationen zu allen beobachtbaren helleren Kometen finden Sie wie gewohnt im interstellarum-Newsletter.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder: www.kometarium.com

Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen: kometen.fg-vds.de Aufsuchkarten,

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

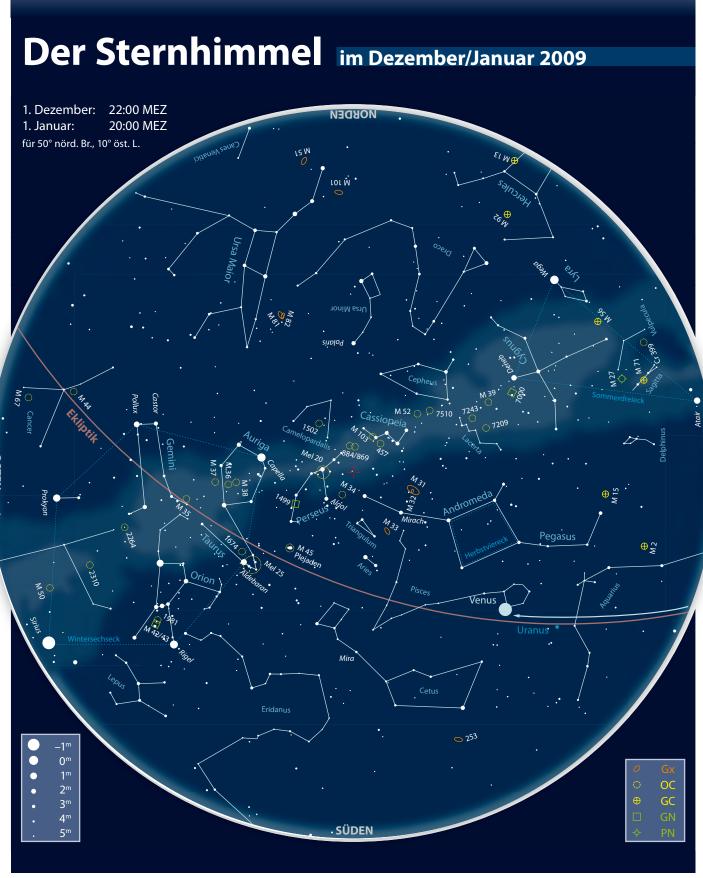
interstellarum Newsletter: www. interstellarum.de/newsletter.asp

Verschollener Komet wiederentdeckt

Am 10. September 2008 gelang zwei japanischen Amateurastronomen eine interessante Entdeckung: K. Itagaki and H. Kaneda fanden auf CCD-Aufnahmen einen 13^m,5 hellen Kometen im Sternbild Adler. Noch am selben Tag vermutete der deutsche Kometenexperte M. Meyer, dass das Objekt mit dem verschollenen D/1896 R2 (Giacobini) identisch sein dürfte. M. Giacobini hatte diesen Kometen am 4. September 1896 entdeckt, es war die erste Entdeckung des vor allem durch den Kometen 21P/Giacobini-Zinner bekannten französischen Astronomen. Der Schweifstern konnte damals bis Anfang Januar 1897 verfolgt werden und eine elliptische Bahn mit einer Umlaufzeit von 6,5 Jahren wurde errechnet. Dennoch konnte er weder 1903 noch bei einer folgenden Rückkehr in Sonnennähe beobachtet werden – erst nach 112 Jahren gelang jetzt die Wiederentdeckung. Der Komet, der inzwischen die ständige Bezeichnung 205P/Giacobini erhalten hat, lief exakt am Tag seiner Wiederentdeckung durch sein Perihel und ist inzwischen im Sternbild Wassermann mit einer Helligkeit von nur noch rund 15^m zu finden.

■ Burkhard Leitner

| Kometen im Dezember/Januar | | | | | | | | |
|----------------------------|------------|--------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|--|--|
| Name | Entdeckung | Perihel | Erdnähe | Beobachtungsfenster | erwartete Helligkeit | | | |
| C/2008 A1 (McNaught) | 10.1.2008 | 29.9.2008 (1,07AE) | 4.9.2008 (1,32AE) | Oktober bis Dezember 2008 | 9 ^m —11 ^m | | | |
| C/2007 N3 (Lulin) | 11.7.2007 | 10.1.2009 (1,21AE) | 24.2.2009 (0,41AE) | Januar bis April 2009 | 8 ^m -6 ^m | | | |
| C/2006 W3 (Christensen) | 18.11.2006 | 6.7.2009 (3,12AE) | 13.8.2009 (2,31AE) | November 2008 bis Oktober 2009 | 10 ^m | | | |



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

| Beobachtungsempfehlungen für Dezember/Januar 2009 | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----|------------------------------------|---------|-------------------|---------|------------|-------------|--|
| Name | Empfehlung für | Тур | R. A. | Dekl. | Helligkeit | Größe | Entfernung | DSRA/Uran. | |
| Melotte 25 | bloßes Auge | 0C | 4 ^h 26,9 ^{min} | 15° 52' | 0, ^m 8 | 329' | 147Lj | 9/178 | |
| 40 Eri B | Fernglas | St | 4 ^h 13,5 ^{min} | –7° 37' | 9 <u>"</u> 5 | - | 16Lj | 17/268 | |
| M 37 | Teleskop | 0C | 5 ^h 52,5 ^{min} | 32° 33' | 5 <u>7</u> 6 | 25' | 4900Lj | 9/98 | |
| NGC 1907 | Teleskop | 0C | 5 ^h 28,1 ^{min} | 35° 19' | 8 <u>,</u> ,2 | 7' | 5076Lj | 9/97 | |
| Sharpless 216 | Teleskop | GN | 4 ^h 45,0 ^{min} | 46° 50' | - | 22'×35' | 390Lj | -/65 | |

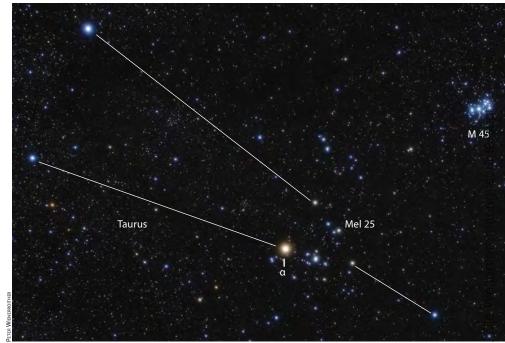
Sternhaufen im Blick

Astronomie mit bloßem Auge Melotte 25

er seit Menschengedenken bekannte der Sternhaufen der Hyaden zählt neben den Plejaden (M 45) zu den visuellen Fixpunkten im Sternbild Stier (Taurus). In der Mythologie wird das Objekt auch als Regengestirn bezeichnet (griech.: hyein – regnen lassen). Trotz ihrer Helligkeit erfolgte die erste Katalogisierung als Sternhaufen erst im 20. Jahrhundert durch P. J. Melotte, der sie als Nummer 25 in seinem 1915 veröffentlichten Katalog aufführt.

Mit einer Entfernung von 147 Lichtjahren sind die Hyaden nach Collinder 285 der zweitnächste Sternhaufen. Deshalb zählt der Sternhaufen auch zu den bestuntersuchten Objekten des Himmels und stellt einen wichtigen Bezugspunkt für die Entfernungsbestimmung von Deep-Sky-Objekten dar.

Visuell fallen die Hyaden als V-förmige Sterngruppe in dem ansonsten eher sternarmen Feld auf. Sie gehören zur Gruppe von Objekten, die am besten mit bloßem Auge beobachtet werden können. Bereits mit einem kleinen Fernglas verliert sich der Haufeneindruck. Unter aufgehelltem Vorstadthimmel sind mit bloßem Auge etwa zehn Sterne erkennbar. Ein dunkler Landhimmel steigert den Haufeneindruck nochmals, wobei nun im Zentralbereich des Haufens 25 Sterne gezählt werden können - darunter auffällig viele Sternpaare. Die mögliche Gesamtzahl der freisichtig wahrnehmbaren Hyaden-Sterne dürfte allerdings noch über diesem Wert liegen, denn aufgrund der Nähe verteilen sich die Mitglieder über einen großen Teil des Himmels.



Die Hyaden, Katalognummer Mel 25, beherrschen den zentralen Teil des Sternbilds Stier. Sie sind etwa drei Mal näher als die benachbarten Plejaden.

Der hellste Stern im Bereich der Hyaden ist der Rote Riese Aldebaran oder α Tauri. Jedoch liegt er mit 66 Lichtjahren Entfernung deutlich im Vordergrund des Haufens. Aufgrund der unterschiedlichen Raumbewegung befand sich Aldebaran noch vor 320000 Jahren als hellster Stern des Himmels im Sternbild Perseus. In wenigen zehntausend Jahren werden Stern und Sternhaufen wieder getrennte Wege gehen.

Auch das hellste physische Mitglied der Hyaden stellt mit dem engen Sternpaar θ^1/θ^2 Tauri ein interessantes Beobachtungsobjekt dar. Mit einer Distanz von knapp θ' sind sie ein viel anspruchsvollerer Augenprüfer als das Paar Alkor/Mizar. Für scharfe Augen stellt diese Distanz jedoch trotz des leichten Helligkeitsunterschiedes der Komponenten noch keine Schwierigkeit dar.

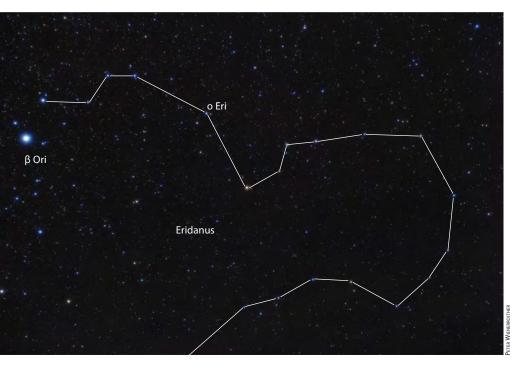
■ Matthias Juchert

Astronomie mit dem Fernglas 40 Eridani B

Weiße Zwergsterne oder kurz Weiße Zwerge sind die exotischsten Sterne, die für Hobbyastronomen noch visuell erreichbar sind. Allerdings sind für ihre Beobachtung größere Optiken nötig – bis auf eine Ausnahme: 40 Eridani B. Als schwacher Lichtpunkt ist er der am einfachsten zu beobachtende und sogar der einzige Weiße Zwerg, der auch mit einem Fernglas entdeckt werden kann. Doch überraschenderweise wurde ihm als Fernglasobjekt bisher so gut wie keine Beachtung geschenkt.

Der lichtschwache Begleiter von 40 Eridani (o² Eridani) sieht zwar unscheinbar aus, doch umso interessanter ist seine Natur. Dies zeigt sich allein, wenn man sich vergegenwärtigt, dass er der ausgebrannte Kern eines sonnenähnlichen Sterns ist, in dem eine halbe Sonnenmasse in eine weißbläulich glühende Kugel nur etwas größer als die Erde zusammengepresst ist. Weil er über keine zentrale Energiequelle mehr verfügt und über Jahrmilliarden auskühlt, wird er nur durch einen quantenmecha-

nischen Effekt stabilisiert. Wolfgang Pauli, einer der bedeutendsten Physiker des 20. Jahrhunderts, erkannte als Professor an der Universität Hamburg vor mehr als 80 Jahren, dass auch Elektronen den Gesetzen der schwer vorstellbaren Quantenwelt unterliegen. Da zwei Elektronen nicht den gleichen Quantenzustand annehmen können, entsteht bei extrem hoher Dichte, wie sie im Inneren von Weißen Zwergen herrscht, ein so genannter Entartungsdruck, welcher der Schwerkraft der kompakten Sternleiche



entgegenwirkt und so den Kollaps aufhält. Für sein nach ihm benanntes Ausschließungsprinzip (Pauli-Prinzip) erhielt er 1945 den Nobelpreis. Vor genau 50 Jahren starb Wolfgang Pauli in Zürich. Ausgehend von Rigel (β Orionis), dem rechten Fußstern des Orion, ist das 4%0 helle optische Paar o¹ und o² Eridani einfach zu finden. Es steht westlich im rechten Winkel zur Verbindungslinie von γ zu β

Mit dem bloßen Auge erscheint 40 alias o² Eridani als gewöhnlicher Stern, erst im Fernglas zeigt er seine Doppelnatur.

Orionis, wobei der Abstand etwa genauso groß ist wie der zwischen den beiden genannten Sternen. Während die nördliche Komponente o¹ Eridani ebenfalls ein optisches Sternpaar darstellt, ist o² Eridani mit dem Weißen Zwerg ein physischer Doppelstern. Unter einem dunklen Landhimmel (5^m,5 bis 6^m,0) sollte ein geübter Beobachter den schwachen Begleiter mit einem stativgestützten Fernglas von 50mm Öffnung aufblitzen sehen können. Ein 10×50-Glas etwa zeigt unter diesen Bedingungen mit indirektem Sehen bereits Sterne bis zu 10^m,3. Der Begleiter der 9. Größenklasse steht in 83" Distanz zur 4^m,4 hellen Hauptkomponente, etwa »auf 8 Uhr« bzw. einem Positionswinkel von 100°. Einfacher wird die Beobachtung schon mit einem 60mm-Feldstecher. Unter Verwendung eines Stativs oder einer Bildstabilisation ist der Weiße Zwerg leicht nahe des hellen Sterns auffindbar und lässt sich gut beobachten.

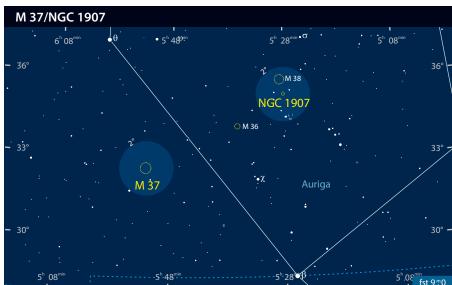
■ Nico Schmidt

Objekt der Saison M 37

nter den vielen Himmelswundern der winterlichen Milchstraße nehmen die drei im Fuhrmann gelegenen Sternhaufen M 36, M 37 und M 38 eine herausragende Stellung ein. Jeder dieser Haufen besticht durch einen völlig eigenständigen Charakter und bietet schon mit kleinen und kleinsten Instrumenten einen stimmungsvollen Anblick. M 37, der sternreichste und kompakteste der Messier-Haufen im Fuhrmann, bildet dabei den östlichen Endpunkt der von π Aur ausgehenden Dreierkette;

er liegt fast exakt auf der Verbindungslinie zwischen θ Aur und ζ Tau, etwa 5° von θ Aur entfernt.

M 37 wurde möglicherweise schon im 17. Jahrhundert von Hodierna entdeckt, der drei in Sterne auflösbare Nebel im Fuhrmann beschreibt, damit allerdings auch mehrere mit freiem Auge sichtbare Sternketten gemeint haben könnte. Unabhängig davon wird der Haufen in der Nacht vom 2. auf 3. September 1764 von Charles Messier aufgefunden – derselben Nacht übrigens,



in der er auch M 36 entdeckt. Messier sieht ihn als »Haufen von schwachen Sternen, wenig entfernt vom vorigen [M 36]; [...] die Sterne sind schwächer, stehen enger beisammen und schließen Nebel mit ein.« Spätere Beobachter, wie etwa die Herschels, berichten übereinstimmend vom immensen Sternreichtum des Haufens. Besonders schön liest sich dabei die Beschreibung, von Smyth in seinem Bedford Catalogue [1]: Er notiert ein »großartiges Objekt, das ganze Feld erscheint wie von glitzerndem Goldstaub bedeckt; die Gruppe ist auflösbar in etwa 500 Sterne von der 10. bis zur 14. Größenklasse, die Außenbereiche nicht mit eingeschlossen.« In Bezug auf Messiers Beobachtung von Nebel im Sternhaufen meint Smyth: »Diese [bei geringen Vergrößerungen beobachtete] nebelhafte Materie [...] löst sich auf in unendlich schwache Lichtpunkte zwischen den deutlich erkennbaren kleinen Einzelsternen.« Er deutet den von Messier beobachteten Nebel also richtig als das unaufgelöste Hintergrundleuchten der schwächeren Haufensterne!

M 37 ist nach neuesten Erkenntnissen knapp 4900Lj vom Sonnensystem entfernt und damit Teil des Perseusarms unserer Galaxis, der im Bereich zwischen Perseus und Taurus seine minimale Distanz zum Son-

nensystem erreicht. Die Schwächung des Haufenlichts durch interstellaren Staub fällt dabei moderat aus und beträgt weniger als 1^m [2]. Untersuchungen der Sternverteilung zeigen eine Gliederung des Haufens in einen dichten Kern von wenigen Bogenminuten Durchmesser und eine ausgedehnte Korona, in der die Anzahl der Haufensterne graduell nach außen hin abfällt. Insgesamt konnte eine erhöhte Sterndichte bis zu einem Radius von 17' nachgewiesen werden, was bei oben genannter Entfernung einem tatsächlichen Haufendurchmesser von knapp 50 Lichtjahren entspricht [3]. Der hellste Haufenstern ist ein weit entwickelter, 9^m,2 heller Roter Riese im unmittelbaren Haufenzentrum. Etwa 150 der Mitglieder, darunter knapp 20 weitere Riesensterne, sind heller als 12,5; insgesamt dürfte der Haufen einige Tausend Sterne sein Eigen nennen.

Die Anwesenheit von Roten Riesen in der stellaren Population von M 37 ist ein Hinweis auf das schon etwas fortgeschrittene Alter des Objekts. Während in älteren Publikationen überwiegend Werte zwischen 100 und 300 Millionen Jahre genannt sind, konnte in den letzten Jahren aufgrund verbesserter Stern- und Entwicklungsmodelle gezeigt werden, dass das wahre Alter des Haufens wohl eher im Bereich von 400 bis 650 Millionen Jahre liegt [2–5]. Diese Zahlen werden zudem durch Studien der knapp zwei Dutzend zum Haufen gehörenden Weißen Zwerge gestützt [6, 7].

Eine Besonderheit von M 37 ist die große Anzahl an bekannten veränderlichen Sternen im Haufengebiet. Waren bis 2007 lediglich 7 Sterne mit Lichtwechsel bekannt, konnte diese Zahl mittlerweile auf mehr als 1400 (!) erhöht werden. Dies ist in erster Linie einer Studie des Haufens zu verdanken, die kürzlich mit dem auf dem Mount Hopkins in Arizona stationierten MMT durchgeführt wurde [8]; zwar war das primäre Ziel der Studie der Nachweis von Planeten im Haufen mittels der Transitmethode, dank der dafür eingesetzten hochpräzisen Photometrie konnte – sozusagen als Nebenprodukt - jedoch auch ein umfassender Katalog variabler Haufenmitglieder erstellt werden. Beim überwiegenden Teil der Veränderlichen handelt es sich dabei um schnell rotierende Sterne geringer Masse und Helligkeitsvariationen auf der Oberfläche, allerdings sind darunter auch einige Dutzend pulsierende Sterne, Bedeckungsveränderliche sowie zwei mögliche kataklysmische Variable.

M 37 ist der hellste der drei Messier-Haufen im Fuhrmann und auch in stadtnahen Bereichen ein dankbares Beobachtungsziel. Mit 5^m,6 Gesamthelligkeit ist er etwas hel-



M 37 ist der hellste und jüngste der drei Messier-Sternhaufen im Fuhrmann.

ler als M 13 und unter gutem Landhimmel kein allzu schwieriges Objekt für das bloße Auge. Sind die äußeren Bedingungen nicht gut genug für eine freisichtige Beobachtung, reicht bereits ein kleines Fernglas aus, um den Haufen als kompakten Nebelfleck erkennbar zu machen. Erste Einzelsterne werden in größeren Ferngläsern ab 70mm oder im kleinen Fernrohr ab 2" aufgelöst. Ein Dreizöller zeigt bereits bis zu 50 Sterne, die sich zum Teil in engen Zweier- und Dreiergruppen anordnen und als solche teilweise im Washington Double Star Catalog von Mason et al. gelistet sind [9]. Der Haufen wirkt zudem wesentlich stärker konzentriert als etwa M 36 und M 38, die beide eine weitaus lockerere Sternverteilung aufweisen. In größeren Teleskopen zerfällt der 8' bis 9' durchmessende Zentralbereich des Haufens schließlich in mehrere Untergruppen, die ihm insgesamt ein unregelmäßiges, annähernd dreieckiges Aussehen verleihen. Mit Teleskopen ab 8" ist der Anblick dann schlichtweg atemberaubend: Mehrere Dutzend Sterne, 12^m und heller, betten sich auf einen glitzernden, halb aufgelösten Hintergrundschimmer, der bei hohen Vergrößerungen in eine Vielzahl schwacher und schwächster Lichtpunkte zerfällt. Außerhalb des dichten Zentralbereiches schließt sich ein kugelförmiger Halo mit einer Gesamtausdehnung von knapp 25' an; auffällig sind dabei auch einige Sternketten und –schleifen, die sich vom Zentrum nach außen winden und bereits von d'Arrest beschrieben wurden. Zusätzlichen Reiz gewinnt der Haufen durch den hellen Riesenstern im unmittelbaren Zentrum, dessen

orangerotes Leuchten sich ab 4" zeigt und mit steigender Öffnung an Intensität gewinnt. Bei Beobachtungen mit Geräten ab 8"–10" sollten außerdem einige weitere Riesensterne als gelbliche Lichtpunkte sichtbar werden. Achten Sie bei der Beobachtung darauf!

■ Matthias Kronberger

- [1] Smyth, W. H.: A Cycle of Celestial Objects.
 Volume II. The Bedford Catalogue, John
 W. Parker, London (1844)
- [2] Hartman, J. D. et al.: Deep MMT Transit Survey of the Open Cluster M37. I. Observations and Cluster Parameters, Astrophys. J. 675, 1233 (2008)
- [3] Nilakshi, S. R.: A comprehensive study of the rich open star cluster NGC 2099 based on deep BVI CCD observations, Astron. Astrophys. 381, 65 (2002)
- [4] Mermilliod, J.-C. et al.: Red giants in open clusters. V. NGC 2099, Astron. Astrophys. 307, 80 (1996)
- [5] Kiss, L. L. et al.: A variable star survey of the open cluster M 37, Astron. Astrophys. 376, 561 (2001)
- [6] Kalirai, J. S. et al.: The CFHT open star cluster survey. III. The white dwarf cooling age of the rich open stars cluster NGC 2099 (M37), Astron. J. 122, 3239 (2001)
- [7] Kalirai, J. S. et al.: The initial-final mass relationship: spectroscopy of white dwarfs in NGC 2099 (M37), Astrophys. J. 618, L123 (2005)
- [8] Hartman, J. D. et al.: Deep MMT Transit Survey of the Open Cluster M37. II. Variable Stars, Astrophys. J. 675, 1254 (2008)
- [9] Mason, B. D. et al.: The Washington Double Star Catalog, Astron. J. 122, 3466 (2001); aktuelle Version unter ad.usno.navy.mil/wds/

Objekt der Saison NGC 1907

itten in den abwechslungsreichen Sternfeldern des Fuhrmanns findet sich mit NGC 1907 einer der attraktivsten Sternhaufen der nördlichen Wintermilchstraße. Dass dem Haufen die große Popularität unter Beobachtern verwehrt bleibt, ist vorwiegend auf die große Konkurrenz zu gleich drei hellen Messier-Sternhaufen (M 36, M 37 und M 38) in direkter Nachbarschaft zurückzuführen. NGC 1907 bildet zusammen mit M 38, der sich nur etwa 0,5° nordöstlich befindet, eines der interessantesten Sternhaufenpaare am Himmel, das durch seinen unterschiedlichen Charakter an M 35 und NGC 2158 in den Zwillingen erinnert.

Angesichts der prominenten Lage im Umfeld des möglicherweise schon vor 1654 durch Hodierna entdeckten M 38 sollte man mit einer frühzeitigen Entdeckung rechnen. Zudem befindet sich NGC 1907 bereits in Reichweite von Ferngläsern und kleinen Teleskopen. Doch scheinbar nahm der Anblick von M 38 so bedeutende Beobachter wie Le Gentil, Messier und Bode gefangen. Selbst

Herman von Ein

NGC 1907 steht für kleine Teleskope im Schatten seines großen Nachbarn M 38, ist aber bei genauerem Hinsehen der vielleicht attraktivste Sternhaufen im Fuhrmann.

William Herschel und seine Schwester Caroline übersahen den Sternhaufen bei ihren ersten Musterungen der Region. Schließlich gelang W. Herschel am 17.1.1787 die erste, dokumentierte Beobachtung [1]. Herschel beschreibt in seinen Notizen NGC 1907 als recht gedrängten Haufen schwacher Sterne. Sein Sohn John vermerkt in seinem Katalog einen recht reichen und gedrängten Sternhaufen mit Mitgliedern von 9^m–12^m. Diese Beschreibung basiert auf den insgesamt fünf Beobachtungen, die W. und J. Herschel durchführten.

NGC 1907 findet sich im Hintergrund des Taurus-Auriga-Dunkelnebelkomplexes, der den Sternhaufen immerhin um eine halbe Größenklasse schwächt [2] und daher mit einer visuellen Helligkeit von 8^m,2 erscheinen lässt. Bemerkenswert ist die Lage nur wenige Bogenminuten oberhalb des galaktischen Äquators. Der Sternhaufen ist bereits im Perseus-Arm unserer Milchstraße angesiedelt. Die exakte Entfernung ist einer der großen Unsicherheitsfaktoren bei der Erforschung von NGC 1907. Die Angaben schwanken zwischen 3900Lj [3] und 15500Lj [4]. Aufgrund dieser Schwankungsbreite erscheint es sogar möglich, dass sich M 38 und NGC 1907 in ähnlicher Entfernung befinden und so wurden sie von Subramaniam und Sagar [5] als mögliches Sternhaufenpaar klassifiziert. In diesem Fall würden die Sternhaufen nur etwa 60 Lichtjahre trennen.

Gute Farbaufnahmen lassen jedoch auf Anhieb die unterschiedliche Zusammensetzung von NGC 1907 und M 38 erkennen. Während M 38 hauptsächlich von weißblauen Sternen des Spektraltyps B dominiert wird [6], zeigt NGC 1907 eine Vielzahl Roter Riesen, die auf ein größeres Alter hinweisen. Zudem erreichen die hellsten Haufenmitglieder von NGC 1907 nur etwa 11^m und sind somit fast drei Größenklassen schwächer als die hellsten Mitglieder von M 38. Aufgrund der ähnlichen Rötungswerte ist dies ein deutliches Indiz für eine unterschiedliche Distanz der beiden Haufen. Im Jahre 2002 untersuchten de Oliveira et al. [7] die These und fanden heraus, dass beide Haufen in unterschiedlichen Bereichen der Galaxie entstanden. Die heute akzeptierte Entfernung nach Kharchenko et al. [8] liegt bei 5076Lj womit sich NGC 1907 deutlich im Hintergrund des nur 3477Lj entfernten M 38 befindet. Insgesamt wurden etwa 110 Sterne als Haufenmitglieder von NGC 1907 identifiziert.

Die Aufsuche von NGC 1907 wird durch die Nähe von M 38 erleichtert. Bei niedriger

Vergrößerung befinden sich beide Objekte gleichzeitig im Gesichtsfeld. Doch während M 38 unter ausgezeichnetem Himmel bereits mit bloßem Auge erkennbar ist, so verlangt der schwächere Nachbarsternhaufen unter gleichen Bedingungen zumindest einen 2"-3"-Sucher oder -Fernglas. Mehr als ein sehr schwaches Nebelchen sollte man allerdings nicht erwarten. In einem 4"-Teleskop zeigt sich bei niedriger Vergrößerung eine schwache aber deutliche Nebelwolke, die einem Kometen nicht unähnlich ist. Die hellsten Haufensterne blitzen mit indirektem Sehen bereits hervor. Durch die Steigerung der Vergrößerung gelingt auch die Auflösung des stark kondensierten Zentralbereiches. Mit größeren Teleskopen ab 8"-10" Öffnung steht genügend Licht zur Verfügung, um den kompakten Sternhaufen auch bei sehr hohen Vergrößerungen bestaunen zu können. Während sich bei M 38 allmählich der Haufeneindruck verliert und der Anblick eher an eine reiche Milchstraßenwolke erinnert, zeigt NGC 1907 eine komplexe und unregelmäßige Struktur mit mehreren Doppelsternen, Sterngruppen und -ketten. Die schwachen Nebel, die den nördlichen Teil von NGC 1907 überdecken, sind dagegen wohl nur für Astrofotografen erreichbar.

■ Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Historic NGC, www.klima-luft.de/ steinicke/ngcic/Historic_NGC.txt (2008)
- [2] WEBDA-Datenbank: www.univie.ac.at/ webda, Universität Wien (2007)
- [3] Hoag, A. A., Applequist, N. L.: Distance Moduli of Open Clusters, Astrophys. J. Suppl. 12, 215 (1965)
- [4] Collinder, P.: On structural properties of open glactic clusters and their spatial distribution, Ann. Obs. Lund 2, 1 (1931)
- [5] Subramaniam, A., Sagar, R.: Multicolor CCD photometry and stellar evolutionary analysis of NGC 1907, NGC 1912, NGC 2383, NGC 2384, and NGC 6709 using synthetic color-magnitude diagrams, Astron. J. 117, 937 (1999)
- [6] Kronberger, M.: Objekte der Saison M38, interstellarum 55, 31 (2008)
- de Oliveira, M. R. et al.: NGC 1912 and NGC 1907: A close encounter between open clusters?, Astron. Astrophys. 390, 103 (2002)
- [8] Kharchenko, N. V. et al.: Astrophysical parameters of galactic open clusters, Astron. Astrophys. 438, 1163 (2005)

Deep-Sky-Herausforderung Sharpless 216

Wer ist der scheinbar größte Planetarische Nebel am Himmel? Wer ist der nächste Planetarische Nebel in unserer Nachbarschaft und einer der ältesten und absolut ausgedehntesten Exemplare seiner Art? Kenner möchten vielleicht das 2003 entdeckte Objekt Hewett 1 einwerfen, das über 2° Durchmesser hat und als Planetarischer Nebel gehandelt wurde. Nach neuesten Erkenntnissen handelt es sich aber wohl doch nicht um einen solchen [1].

Sharpless 216 (andere Schreibweisen Sh 2-216 oder S 216) wurde bereits 1959 von Steward Sharpless bei der Untersuchung der Aufnahmen des Palomar Observatory Sky Survey entdeckt und zunächst als HII-Region katalogisiert. Fesen, Blair und Gull haben 1981 auf ein für eine HII-Region untypisches Spektrum hingewiesen und Hinweise dafür gefunden, dass es sich um einen Supernovarest oder einen Planetarischen Nebel handeln könnte [2]. Allerdings konnten sie für den Fall eines Planetarischen Nebels keinen möglichen Zentralstern finden. Weinberger hat 1983 die Vermutung aufgestellt, dass sich der Zentralstern aufgrund der intensiven Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium nicht mehr in der Mitte befinden dürfte. Besonders lässt sich dies anhand des hellen Ostrandes nachvollziehen - hier staut sich der expandierende Nebel am interstellaren Medium auf. In anderen Himmelsrichtungen fehlen solche hellen Ränder, der Nebel wird hier gleichmäßig schwächer. Die Wechselwirkung mit dem interstellaren Material hat den Nebel deformiert. 1985 wurde von Reynolds ein blauer Stern gefunden, dessen Eigenbewegung konsistent mit der vorgefundenen Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium zu sein scheint und nun als der Zentralstern von Sharpless 216 angesehen wird. Der Zentralstern hat die Bezeichnung LS V +46°21 und ist mit einer visuellen Helligkeit von 12",67 einer der hellsten Weißen Zwerge am Himmel. Er befindet sich etwa 24' östlich vom geometrischen Zentrum und der Verbindungsvektor vom Zentrum zum Zentralstern zeigt genau zur Mitte des hellen Ostbogens.

Aus der Verschiebung der Spektrallinien gegenüber ihren Ruhewellenlängen lässt sich die Expansionsgeschwindigkeit der Nebelhüllen bestimmen (Doppler-Effekt). Sie ist mit einer mittleren Geschwindigkeit von 4km/s sehr niedrig, durch die starke Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium ist die Ausdehnung fast zum Stillstand gekommen!

Die Entfernung des Objektes wurde aus Messungen der **Parallaxe** des Zentralsterns zu etwa 390 Lichtiahren bestimmt. Damit ist er der nächste bekannte Planetarische Nebel. Die absolute Ausdehnung ist demnach elf Lichtjahre - ein wahrer Riese unter den Planetarischen Nebeln. Zum Vergleich: Die Ausdehnung

des Saturnnebels NGC 7009 ist 1Lj und die des Helixnebels NGC 7293 etwa 4Lj.

Interessant ist die Betrachtung des Nebels im Licht verschiedener Spektrallinien. Im Licht der Ha-Linie zeigt der Nebel viele feine Filamente von etwa 10"-20" Dicke. Diese sind im Licht der [NII]-Linie nicht zu sehen, dafür aber einige breite, etwa parallel Nordost-Südwest orientierte Filamente die wiederum im Bild von Ha nicht zu sehen sind. Die parallele Ausrichtung der Filamente ist vermutlich auf die Wechselwirkung mit dem Magnetfeld des interstellaren Mediums zurückzuführen. Im Licht des doppelt ionisierten Sauerstoffs [OIII], das für die visuelle Beobachtung am interessantesten ist, zeigt sich der Nebel deutlich kleiner, mit nur etwa der halben Ausdehnung des gesamten Nebels in Ha – also etwa 50' Durchmesser, und auch nur an dessen östlichem Rand [3].

Für die visuelle Beobachtung ist, wie für alle nebligen Objekte mit geringer Flächenhelligkeit, ein dunkler Standort die wichtigste Voraussetzung. Da wir uns nur für die Strahlung in der [OIII]-Linie interessieren, sollte auch unbedingt ein entsprechender Filter verwendet werden, um einen maximalen Kontrast zum umgebenden Himmelshintergrund zu erhalten. Im 10"-Teleskop erscheint der Nebel als etwa 30' ausgedehntes rundes Obiekt, dessen hellste Partie etwa 20' Durchmesser hat, oval Nord-Süd orientiert ist und sich im Osten der runden Fläche befindet. Etwas größere Teleskope bieten den Vorteil, das Objekt bei maximaler Austrittspupille etwas höher vergrößert zu beobachten. Das erreichbare Gesichtsfeld sollte aber etwa 1° nicht unterschreiten.



Abb. 1: Sharpless 216 ist mit 50' Durchmesser der größte Planetarische Nebel des Himmels.

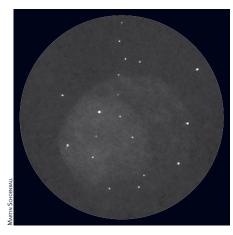


Abb. 2: Visuell sind nur die zentralen 30' zu sehen. Zeichnung, 10"-Newton, 66×, [Olll]-Filter, fst 7",0, Bortle 2 (Alpenhimmel).

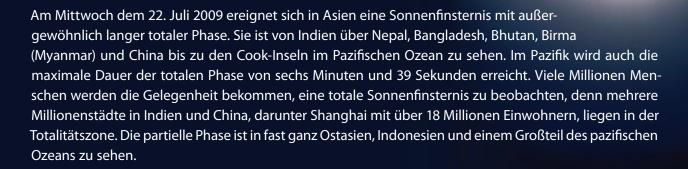
■ Martin Schoenball

- [1] Crisp, R.: Hewett 1, amastro Mailing List, Message #21489, tech.groups.yahoo.com/group/amastro/
- [2] Tweedy, R. W., Martos, M. A., Noriega-Crespo, A.: The closest planetary nebula, Sh 2-216, and its interaction with the insterstellar medium, Astrophy. J. 447, 257 (1995)
- [3] Parker, R. et al.: An Emission Line Survey of the Milky Way; NASA SP-434, Washington (1979)

Wenn der Drache die Sonne verschluckt

Die Jahrhundertfinsternis am 22. Juli 2009

VON PETER UND SUSANNE FRIEDRICH



FRIEDHELM DORST

Wenn der Mond die Sonne bedeckt

Sonnenfinsternisse treten nur zu Neumond auf, wenn sich der Mond zwischen Sonne und Erde befindet. Jedoch kommt es nicht zu jedem Neumond zu einer Sonnenfinsternis, da die Bahnebene des Mondes um etwa 5° gegen die Ebene geneigt ist, in der Erde und Sonne liegen. Sie ereignen sich nur, wenn sich der Mond zu Neumond in unmittelbarer Nähe eines Bahnknotens, also dem Schnittpunkt der Mondbahn mit der Erdbahnebene (Abb. 2), befindet. Dies ist mindestens zweimal und maximal fünfmal im Jahr der Fall. Als Folge der Erdrotation und der Mondbewegung zieht der Mondschatten mit hoher Geschwindigkeit über die Erdoberfläche. Die Spur der Schattenmitte nennt man Zentrallinie. Nur an Orten, die von dem nur wenige 100km großen Mondschatten getroffen werden, kann eine totale Sonnenfinsternis beobachtet werden. Etwa 3000km zu beiden Seiten dieser Zone ist eine partielle Sonnenfinsternis sichtbar, bei der die Sonne nur teilweise von der Mondscheibe verfinstert wird. Die Sonne scheint dann nahezu mit unverminderter Helligkeit am Himmel. Eine Beobachtung ist deshalb auch mit dem bloßen Auge nur mit einem sicheren Filter möglich, etwa

einer zertifizierten Sonnenfinsternisbrille. Benutzen Sie keine Schweißergläser, Filme, CDs oder rußgeschwärzten Gläser. Mit einem Fernrohr müssen sichere Objektivfilter verwendet werden (siehe Kasten).

Die Saros-Serie 136

Die Periodizität im Auftreten der Sonnenfinsternisse wird vom so genannten Saros-Zyklus bestimmt, der 18 Jahre elf Tage und acht Stunden (oder 18 Jahre zehn Tage acht Stunden, wenn in diesen Zeitraum fünf statt vier Schaltjahre fallen) dauert. Zwei Finsternisse, die in diesem Abstand auftreten, ähneln sich, da sie beim selben Mondknoten mit dem Mond in ähnlicher Erdentfernung und zur selben Zeit im Jahr auftreten. Finsternisse, die jeweils durch einen Saros-Zyklus getrennt sind, werden in einer Saros-Serie zusammengefasst. Solch eine Serie dauert mehr als 1000 Jahre und zu ihr gehören 70 oder mehr Finsternisse. Die Finsternis am 22. Juli 2009 ist die 37. Finsternis in der Saros-Serie 136, die am 14.6.1360 in der Antarktis mit einer partiellen Finsternis begann und am 30.7.2622 im östlichen Sibirien mit einer partiellen Finsternis enden wird. Im 20. Jahrhundert zeichnete sich die Serie durch außergewöhnlich lange Totalitäts**Abb. 1: Am 22. Juli 2009** erwartet mehr als eine Milliarde Menschen in Indien und China die längste Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts.

zeiten von meist über sieben Minuten aus. Die Vorläuferin der Finsternis am 22. Juli, die totale Finsternis vom 11. Juli 1991, die in Hawaii, Mexiko, Zentral- und Südamerika zu sehen war, bringt es noch auf 6min 53s. Auch die kommende Finsternis kann noch mit 6min 39s und damit der längsten Totalitätsdauer des 21. Jahrhunderts aufwarten. Eine weitere totale Sonnenfinsternisse dieser Serie sollte man noch erwähnen: Bei der Finsternis am 29. Mai 1919 wurde zum ersten Mal versucht, die Ablenkung von Lichtstrahlen im Schwerefeld der Sonne zu messen, wie es von der Allgemeinen Relativitätstheorie von Einstein vorhergesagt wurde.

Der globale Verlauf der Finsternis

Die Finsternis beginnt um 00:53 UT im Golf von Khambhat vor der nördlichen Westküste von Indien. Da der Mond erst 4½ Stunden zuvor sein Perigäum passiert hat, steht er der Erde sehr nahe, wodurch zu Beginn der Totalitätspfad mit 205km sehr breit ist. Wenn sich die Sonne kurz danach in der indischen Küstenstadt Surat für

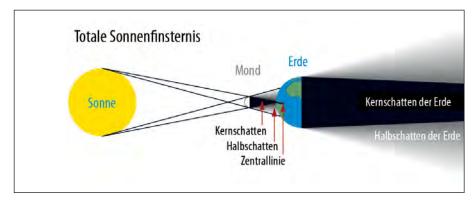
| Tab. 1: Kontaktzeiten für einige Städte in der Totalitätszone | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|--|--|--|
| 0rt | 1. Kontakt | 2. Kontakt | Mitte | 3. Kontakt | 4. Kontakt | Dauer Totalität | | | |
| Varanasi (Indien) | 00:00:04,4 UT | 00:54:4,7 UT | 00:55:45,1 UT | 00:57:16,2 UT | 01:57:34,7 UT | 3min 1s | | | |
| Patna (Indien) | 23:59:58,1 UT | 00:54:40,2 UT | 00:56:31,6 UT | 00:58:23,8 UT | 01:59:29,5 UT | 3min 44s | | | |
| Chengdu (China) | 00:07:06,3 UT | 01:11:10,9 UT | 01:12:48,3 UT | 01:14:26,4 UT | 02:26:23,3 UT | 3min 16s | | | |
| Chongqing (China) | 00:07:59,9 UT | 01:13:16,4 UT | 01:15:18,8 UT | 01:17:22,2 UT | 02:30:50,5 UT | 4min 6s | | | |
| Wuhan (China) | 00:14:54,6 UT | 01:23:59,9 UT | 01:26:41,6 UT | 01:29:24,5 UT | 02:46:17,4 UT | 5min 25s | | | |
| Shanghai (China) | 00:23:26,3 UT | 01:36:48,4 UT | 01:39:18,0 UT | 01:41:48,5 UT | 03:01:38,1 UT | 5min | | | |
| lwojima (Japan) | 01:01:04,9 UT | 02:25:30,3 UT | 02:28:07,0 UT | 02:30:43,6 UT | 03:52:49,9 UT | 5min 13s | | | |

3min 14s verfinstert, steht sie nur 3° hoch. Um 00:53:30 UT wird die Stadt Indur für 3min 5s in Dunkelheit getaucht und eineinhalb Minuten später dürfen in Bhopal 1,8 Millionen Menschen für gut drei Minuten das Ereignis einer totalen Sonnenfinsternis erleben. Um 00:59 UT verlässt der Schatten Indien für kurze Zeit, um den kleinen Staat Bhutan zu überqueren. Zuvor hat er bei Patna den Ganges gekreuzt; in Kalkutta ist die Finsternis mit einer Größe von 0.911 - damit ist der Bruchteil des Sonnendurchmessers, der vom Mond bedeckt wird, gemeint - jedoch nur partiell zu beobachten. Die chinesische Grenze wird um 1:05 UT überschritten, wobei der südliche Teil des Kernschattens Birma (Myanmar) streift. Nachdem der Schatten Tibet passiert hat, läuft er mitten durch Sichuan, wo u.a. 2,3 Millionen Menschen in der Hauptstadt Chengdu um 1:13 UT für 3min 16s Zeuge der totalen Sonnenfinsternis werden. 88km südlich auf der Zentrallinie dauert die Totalität schon 4min 52s. In Chongqing, 69km südlich der Zentrallinie sind es sogar 4,1 Millionen Bewohner, die für 4min 6s in den Genuss der Totalität kommen. 9,7 Millionen Menschen werden um 1:27 UT in Wuhan, der viertgrößten Stadt Chinas und 20km südlich der Zentrallinie gelegen, die Finsternis für 5min

25s verfolgen können. Mittlerweile hat die Sonne eine Höhe von 48° erreicht. Um 1:39 UT wird Shanghai mit 18,7 Millionen Bewohnern, die größte Stadt Chinas, erreicht. Obwohl die Metropole 66km nördlich der Zentrallinie liegt, dauert die Totalität noch 5min, auf der Zentrallinie aber immerhin mit 5min 55s fast eine Minute länger. Der Schatten verlässt jetzt das Festland, überquert die Bucht von Hangzhou mit einer Vielzahl von Inseln, das Ostchinesische Meer und erreicht um 1:57 UT die japanischen Inseln Ryukyu (Riukiu). Von den vielen Inseln ist Akuseki-shima der Zentrallinie am nächsten, was ihr eine Totalitätsdauer von 6min 20s beschert. Tokio hingegen erlebt um 2:13 UT nur eine partielle Finsternis der Größe 0,747. Gegen 2:27 UT streicht der Schatten über die japanischen Inseln Iwojima und Kita-Iwojima (Kitaio Jima) mit Totalitätsdauern von 5min 13s bzw. 6min 34s bevor um 2:35:19 UT über offenem Meer der Punkt mit der größten Totalitätsdauer von 6min 39s erreicht wird. Die Sonne steht hier mit 86° Höhe fast im Zenit.

Die Hälfte seines Weges über die Erdoberfläche von 15150km hat der Mondschatten bereits zurückgelegt, die verbleibenden 7600km verlaufen zum größten Teil über Wasser; nur kleinere Atolle lie-

Abb. 2: Der Schattenwurf des Mondes während einer totalen Sonnenfinsternis. Dabei berührt der Kernschattenkegel des Mondes die Erde. Die totale Phase ist nur in einer begrenzten Region um die Zentrallinie des Schattenwurfs sichtbar. In der Zone des Halbschattens ist die Finsternis dagegen nur partiell sichtbar.



gen auf der Zentrallinie. So erreicht der Schatten um 3:31 UT das zu den Marshall-Inseln gehörige Atoll Enewetak, das in den 1950er Jahren traurige Berühmtheit als Testplatz für Nuklearwaffen erlangte. Hier wird die 58° hoch stehende Sonne für 5min 38s verfinstert. Namorik, Kili und Jaluit, die ebenfalls zu den Marshall-Inseln gehören, liegen auch auf der Zentrallinie.

Die Finsternis neigt sich bereits ihrem Ende entgegen, wenn um 3:56 UT das nahe der Zentrallinie liegende Butaritari-Atoll, das zu den Gilbert-Inseln (Kiribati) gehört, für 4min 48s verfinstert wird. Um 4:11 UT berührt der Schatten auf Nikumaroro, einer Insel der Phönix-Inseln (Kiribati), zum letzten Mal Land. Sieben Minuten später endet die totale Sonnenfinsternis.

Das Wetter zur Finsternis

Globale Wetterlagen im Finsternis-

Kennzeichen dieser Finsternis sind die schlechten Wetterprognosen entlang ihrer Zentrallinie, die keine höheren Wahrscheinlichkeiten für Sonnenschein als 54% ergeben. Eine genaue Beobachtung der Wetterentwicklung - am besten an Hand von Satellitenbildern - kurz vor der Finsternis ist deshalb essentiell.

Zur Zeit der Finsternis herrscht in allen Teilen des Festlandes, wo sie sichtbar ist, Monsun. Dies bedeutet Maximaltemperaturen über 30°, hohe Luftfeuchtigkeit um die 80% - 90%, instabile Wetterlagen und Gewitter mit vielen Wolken. Durch die Erwärmung der Landmassen und damit der Luft im Sommer entstehen Tiefdruckgebiete über Land, wodurch feuchte Luftmassen aus subtropischen Gewässern einströmen: in Indien der Südwestmonsun aus dem Arabischen Meer und dem Indischen Ozean, in China und Japan der Südostmonsun aus Südostasien und dem Südchinesischen Meer. Während in Indien der Monsun bis zu den Hängen des Himalaja reicht, stößt der Monsun in China und Japan im Norden auf die kühlere und trockenere Polarluft, wodurch eine breite Front entsteht, die sich je nach großräumiger Wetterlage nord- bzw. südwärts über China hin und her bewegt. Während die Front, die die Japaner »tsuyu« nennen, sich über Japan bereits abschwächt, liegt sie (im Chinesischen »mei-yu« genannt) in China mit unverminderter Stärke im Juli und August typischerweise über dem Tal des Yangtse. Auf Satellitenbildern verrät sie sich durch starke Bewölkung, während Gebiete jen-

| • . | | | | · | : | | | : | |
|--------------------------------|--|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------|---|
| 0rt | Wahrscheinlich- keit für Sonnen- schein für Juli | mittlerer Be- wölkungsgrad (berechnet) ¹ | Häufigkeit 0/8 Bewöl- kung² | Häufigkeit 1/8–2/8 Bewöl- kung² | Häufigkeit 2/8–4/8 Bewölkung² | Häufigkeit 8/8 Bewöl- kung² | Regentage im Juli | Nieder- schlag im Juli | Auftreten von Sichtbehin- derungen ^{2,3} |
| Varanasi (Indien) | _ | 71% | 0,9% | 2,7% | 21,6% | 14,1% | - | - | - |
| Patna (Indien) | 43% | 79% | 0,1% | 1,7% | 9,4% | 24,6% | 19 | 266mm | 26,8% |
| Chengdu (China) | 34% | 72% | 11% | 7,9% | 7,7% | 46,3% | 13 | 231mm | 65,2% |
| Chongqing (China) | _ | 65% | 16,5% | 11,9% | 3,4% | 37% | 13 | 171mm | 72,6% |
| Wuhan (China) | _ | 61% | 17,8% | 10,3% | 5,6% | 24,8% | 11 | 151mm | 25,3% |
| Shanghai (China) | _ | 66% | 7% | 15,4% | 7,8% | 26,3% | 9 | 128mm | 41,8% |
| Shanghai Hongqiao (4 Jahre) | 54% | 51% | 22,1% | 14,7% | 13,2% | 19,1% | - | _ | _ |
| Shanghai Pudong (4 Jahre) | - | 47% | 26,7% | 10% | 16,7% | 8,3% | - | _ | - |
| lwojima (Japan) | <u> </u> | 58% | 0% | 16,9% | 30,1% | 2,9% | 15 | 154mm | - |

seits der Front einzelne Wolken zeigen, die sich jedoch zu nachmittäglichen Gewittern entwickeln können. Das Wettergeschehen entlang des Finsternispfades, der über Meer führt, wird durch die Hochdruckgebiete entlang des 30. Breitengrades, den Nordostpassat und die Kalmen entlang des Äquators bestimmt. Taifune und Zvklone Im Juli ist im westlichen Pazifik Hochsaison der Taifune, die den Hurricanes des Atlantiks entsprechen. Nördlichere Stürme erreichen die asiatische Küste von Südosten und Osten und drehen entweder nach Norden ab

Abb. 3: Karte der Sonnenfinsternis von 22. Juli 2009 (orthographische Projektion). Eingezeichnet sind auch die Gebiete, in denen die Finsternis partiell zu sehen ist mit ihrer jeweiligen Größe (Bruchteil des Sonnendurchmessers, der vom Mond bedeckt wird) und der Uhrzeit der maximalen Bedeckung. Die Bögen am westlichen und östlichen Ende des Finsternispfades geben die Orte an, an denen die Finsternis mit Sonnenaufgang beginnt bzw. Mit Sonnenuntergang endet. Die Bögen werden jeweils von der Ortslinie geschnitten, wo das Maximum der Finsternis bei Sonnenaufgang (westlicher Bogen) bzw. bei Sonnenuntergang (östlicher Bogen) eintritt.

tigen Regenfällen (~250mm) können sie für starke Bewölkung selbst nach ihrem Abzug sorgen. Diese Bewölkung ist bereits in der Wolkenstatistik berücksichtigt. Zusätzlich bedeuten Taifune eingeschränkte Mobilität (insbesondere auf Schiffen) und die Einhaltung von Sicherheitsmaßnahmen. Die Winde lassen schnell nach, sobald ein Taifun Land erreicht, jedoch können heftige Regenfälle noch tagelang anhalten. Die Statistiken sagen für die Tage um den 22. Juli für Shanghai eine 5%ige Wahrscheinlichkeit für einen Taifun voraus, 8% für die Inseln südlich von Japan und 6% für Iwojima (Japan). Sie fällt schnell auf weniger als 2%, wenn man sich von der Küste ins Inland bewegt. Südlich des Südchinesischen Meeres sinkt die Häufigkeit der Taifune und bei den Marshall-Inseln kann man alle 3-4 Jahre mit einem tropischen Sturm, alle 10 Jahre mit einem Taifun rechnen. El Niño, der alle 2-6 Jahre auftritt, erhöht die Wahrscheinlichkeit für einen Taifun, da er aber zuletzt im Winter 2006/2007 auftrat, wird er 2009 wahrscheinlich keine Rolle spielen. Südlich der Marshall-Inseln treten Taifune praktisch nicht auf, bei den Cook-Inseln am Ende des Finsternispfades gibt es hingegen gelegentlich Zyklone, wie Taifune südlich des Äquators genannt werden.

Auch in Indien treten zwischen April und November Wirbelstürme auf. Im

Sicherheitsregeln zur Sonnenbeobachtung

1. Filter vor jeder Benutzung prüfen

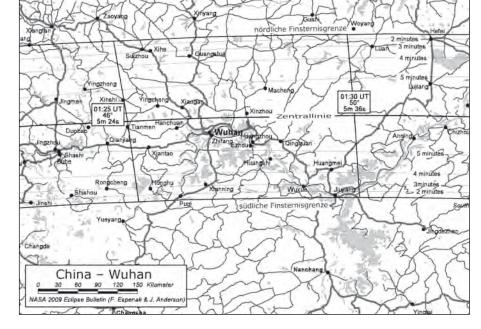
oder überqueren das Festland. Im Gebiet

der Zentrallinie zwischen Wuhan (China)

und Iwojima (Japan) enden viele Taifune.

Neben zerstörerischen Winden und hef-

- 2. Sucherfernrohr abdecken oder mit Filter ausrüsten
- 3. sicherstellen, dass der Filter fest auf dem Teleskop sitzt
- 4. Teleskop am eigenen Schatten ausrichten
- 5. vor dem Entfernen des Filters Teleskop aus der Sonne drehen
- 6. Teleskop niemals unbeaufsichtigt lassen



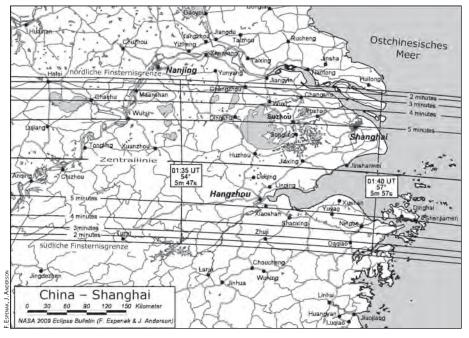


Abb. 4: Karte um Wuhan und Shanghai in China mit eingezeichneter Totalitätszone.

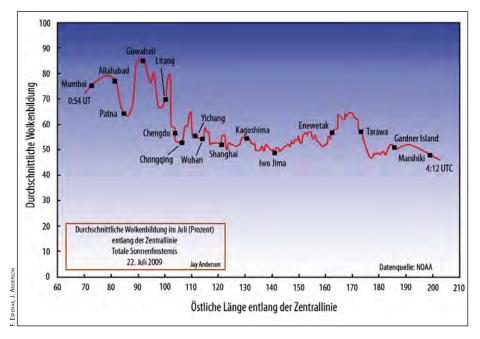


Abb. 5: Mittlerer Bewölkungsgrad im Juli entlang des Finsternispfades, beobachtet vom Satelliten NOAA Pathfinder von 1981 bis 2000.

Juni und Juli geht jedoch die Aktivität zurück und die Stürme sind auch nicht so stark.

Entlang der Totalitätszone

Für ganz Indien herrschen trübe Aussichten: Aufgrund des Monsuns ist klarer Himmel zu dieser Jahreszeit Mangelware und durchschnittliche Bewölkungswahrscheinlichkeiten im Juli von 70% - 80% sprechen eine deutliche Sprache. In der Gegend östlich von Patna, die nördlich eines 700m hohen Plateaus liegt, von dem Luft ins tiefer gelegene Ganges-Tal strömt, sich dabei erwärmt und trockener wird, sind die Bedingungen mit 63% mit die besten in Indien. Auch in Varanasi, das von Patna aus den Ganges flussaufwärts liegt, herrschen mit 71% Bewölkungswahrscheinlichkeit zur Finsterniszeit und einer 48%-Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein mit die besten Bedingungen in Indien.

Weiter nordostwärts zieht sich der Finsternispfad in Nepal, Bangladesh und Bhutan entlang der südlichen Hänge des Himalaya, wo die feuchte Luft des Monsuns in die Höhe steigt, abkühlt und schnell mit Feuchtigkeit gesättigt ist. Hier fallen die meisten Niederschläge der Erde. Mit 85% mittlere Bewölkungswahrscheinlichkeit im Juli wird das Maximum entlang des gesamten Pfades erreicht, nur eine Chance von 29% auf Sonnenschein sind zu erwarten.

Für das gebirgige Gelände zwischen Indien und China mit Gipfeln, die 7000m erreichen, liegen kaum Wetterdaten vor. Es ist aber davon auszugehen, dass die mittlere Bewölkungswahrscheinlichkeit im Juli nicht unter 60% sinkt und in Tälern im Windschatten bessere Bedingungen herrschen als an in Windrichtung liegenden Hängen.

Erst mit Erreichen der Provinzen Sichuan und Chongqing sinkt die mittlere Bewölkungswahrscheinlichkeit im Juli auf 50%-60%, die sich auch für die restliche Totalitätszone in China nicht wesentlich ändert. Obwohl in Wuhan die Bewölkungswahrscheinlichkeit zur Finsterniszeit mit 61% höher als in küstennahen Städten ist, sollte die Stadt als Beobachtungsort in Erwägung gezogen werden, da es weniger Dunst und Verschmutzung gibt. Die Stadt ist kompakt angelegt, aber geeignete, größere Beobachtungsplätze in der Umgebung müssen gesucht werden, da das Land stark durch landwirtschaftliche Nutzung geprägt ist. Andererseits geht die Totalitätszone durch den Flughafen, der sich als Beobachtungsplatz anbieten würde. Darüber hinaus gibt es in der Stadt viele öffentliche Parks und geeignete Stellen am Fluss.

Östlich von Wuhan liegen die Berge von Dabie Shan, wo die Bewölkungswahrscheinlichkeit im Juli etwas in die Höhe geht, bevor sie in der Küstenebene bis Shanghai und Hangzhou wieder auf Werte um 50% absinkt. Diese Gegend bietet die besten Bedingungen in China, trotz reichlicher Luftverschmutzung, die aber bei der großer Sonnenhöhe zur Finsternis nicht so ins Gewicht fallen dürfte. Wetterstatistiken von 2006 und 2007 zeigen, dass der südliche Rand des mei-yu in der Nähe von Shanghai liegt. Die Bewegungen der Front nach Norden oder Süden bescheren Schanghai entweder Sonne oder starke Bewölkung. Ein Teil der Bewölkung wird durch Instabilitäten und Konvektion durch die Erwärmung während des Tages verursacht, so dass Orte an der Küste etwas sonniger sein sollten. Gemeinsame Wetterstatistiken der beiden Flughäfen von Shanghai, Hongqiao im Landesinneren und Pudong an der Küste scheinen dies zu bestätigen. Sie reichen allerdings nur vier Jahre in die Vergangenheit und sind daher von beschränkter Aussagekraft. Demnach ist die Bewölkungswahrscheinlichkeit in Pudong 4% geringer, was für einen Beobachtungsplatz südöstlich von Shanghai an der Küste spricht, wo der Finsternispfad das Festland verlässt. In Jinshan (oder Jinshanwei), das gerade nördlich der Zentrallinie liegt, gibt es einen großen künstlichen Strand, der sich für die Beobachtung anbieten würde. Allerdings muss an der Küste immer mit Wind gerechnet werden, so dass ein Beobachtungsplatz einige 100m von der Küste entfernt günstiger sein könnte. Der Wind in der Gegend um Shanghai kommt vorherrschend aus Süden oder Südosten und bringt kühlere und sauberere Luft vom Meer.

Über dem offenen Meer nimmt die mittlere Bewölkungswahrscheinlichkeit im Juli ab, bis bei Iwojima (Japan) ein Minimum mit 49% erreicht wird. Dieser Wert wurde aus Satellitendaten ermittelt, während Beobachtung von Wetterstation am Boden einen höheren Bewölkungsgrad aufweisen. Dies kommt daher, dass sich Wolken über den Inseln durch das Aufsteigen warmer Luft bilden und Beobachter auf dem Boden nur etwa 30km weit sehen, während die Satellitendaten über 100km×100km große Gebiete gemittelt werden. Daten von Beobachtern am Boden weisen deshalb ei-

Surftipp

NASA Eclipse Homepage von Fred Espenak: sunearth.gsfc.nasa.gov/ eclipse/eclipse.html

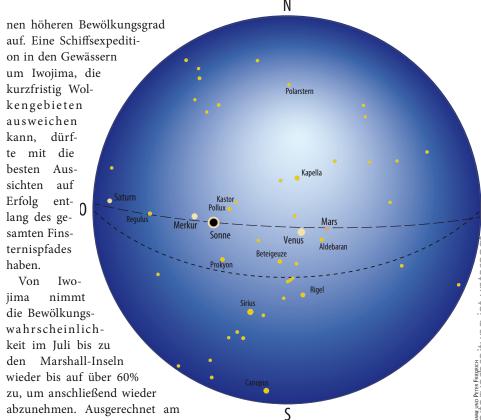


Abb. 6: Der Sternhimmel, wie er sich über Shanghai während der Totalität zeigt.

Beobachtung vom Meer aus

die besten Bedingungen überhaupt.

Ende des Pfades bei Manihiki herrschen

Da Totalitätsdauern mit über sechs Minuten erst über dem Meer erreicht werden, gepaart mit schlechten Wetterbedingungen über dem Festland, sollte man eine Beobachtung von einem Schiff aus ins Auge fassen. Neben dem Vorteil der Mobilität gibt es aber auch Nachteile, die sich im wesentlichen für Fotografen ergeben. Das Rollen, Kränken und Vibrieren des Schiffes beschränkt die Fotografie auf kurze Brennweiten und Belichtungszeiten, wenn keine speziellen Vorkehrungen getroffen werden. Für eine Einschätzung sind Angaben über die Wellenhöhe nützlich, die sich aus Dünung und Windwellen ergibt. Im südchinesischen Meer ist mit Höhen von 2,6m, in der Nähe von Iwojima mit 2,8m zu rechnen.

Der Sternhimmel zur Finsternis

Zur Totalität entspricht die Helligkeit des Himmels in etwa dem Dämmerungshimmel eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang, so dass helle Planeten und Sterne sichtbar werden. Am auffälligsten ist Venus, die zur Totalität mit –3^m,9 41° westlich der Sonne leuchtet. Merkur befindet sich in nur 9° Entfernung östlich von der Sonne und sollte mit einer Helligkeit von –1^m,4 kein Problem darstellen. Mars und Saturn hingegen, die beide nur 1^m,1 hell

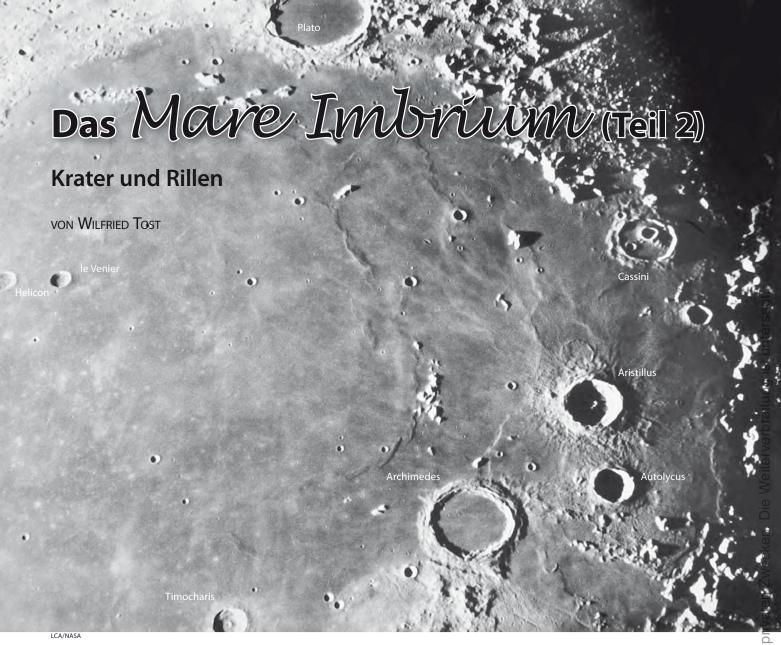
sind und sich 52° westlich bzw. 49° östlich der Sonne befinden, könnten schwieriger auszumachen sein. Saturn steht zudem in China nahe dem Horizont, was eine Sichtung verhindert. Die Sonne steht zum Finsterniszeitpunkt im Sternbild Stier, so dass einige der hellen Sterne der Wintersternbilder wie z.B. Prokyon, Sirius, Kapella, Rigel oder Beteigeuze sichtbar werden könnten (Abb. 6).

Die nächsten Sonnenfinsternisse

Auf die nächste totale Sonnenfinsternis im deutschsprachigen Raum müssen wir noch bis zum Jahr 2081 warten. Aber auch weltweit folgt eine Durststrecke. Bis zur totalen Sonnenfinsternis am 21. August 2017 über den USA verlaufen alle Finsternisse größtenteils über Wasser und berühren Land meist entweder nur zu Beginn oder Ende des Finsternispfades, so dass die Sonne nahe dem Horizont steht. Zudem sind die Wetteraussichten meistens ungünstig.

- [1] Espenak, F., Anderson, J.: Total Solar Eclipse of 2009 July 9, NASA/TP-2008-214169 (2008)
- Friedrich, S., Friedrich, P.: Finsternisse

 verstehen, beobachten und fotografieren, Oculum-Verlag, Erlangen (2005)



Der letzte Mondspaziergang (interstellarum 59) behandelte ausführlich die Berge und Meeresrücken des Mare Imbrium. Diesmal geht es um die wesentlichen Krater und einige Rillen, die sich hier im Laufe der Zeit gebildet haben. Da das Mare Imbrium fast ein Drittel der uns zugewandten Mondseite in West-Ost-Richtung überdeckt, können die ersten Objekte im Osten bereits ab dem 6. Tag nach Neumond beobachtet werden, während die letzten Bergspitzen im Westen des Mare erst im Montalter von 25 Tagen im Schatten versinken.

as Mare Imbrium ist nach dem Oceanus Procellarum das größte mit Lava gefüllte Einschlagbecken auf dem Mond. Die unterschiedlich dunkle Färbung des Bodens zeugt von einer komplexen Abfolge von Magmaausflüssen in der Zeitperiode zwischen 3,9 und 2 Mrd. Jahren.

Krater im Ostteil

Es gibt etwa ein Dutzend nennenswerte Krater, von denen Archimedes mit 83km der größte ist. Weitere vier sind um 40km bis 60km groß, alle anderen sind

kleiner. Die größten Krater befinden sich am Ostrand des Mare Imbrium und drei von ihnen tauchen bereits zwischen dem sechsten und siebten Tag aus dem Schatten der Mondnacht auf. Im Norden und unmittelbar am Ostrand liegt der 57km große Krater Cassini. Er gehört zu den älteren Kratern im Mare Imbrium und ist zum größten Teil von Lava überflutet, weshalb er nur noch eine Tiefe von 1240m besitzt. Reizvoll sind die beiden recht großen Sekundärkrater Cassini A und B in seinem Inneren, anhand derer Cassini sich leicht einprägen und wieder erkennen lässt. Cassini A mit seinen 17km

Abb. 1: Das Mare Imbrium zeigt neben den auffälligen Einzelbergen und Meeresrücken auch zahlreiche Krater und einige Rillen.

nimmt immerhin ein Viertel des Durchmessers des Hauptkraters ein und ist gleichzeitig mit 2830m Tiefe mehr als doppelt so tief wie der überflutete Cassini.

Nur zwei Cassini-Durchmesser südlich liegt der 55km große Aristillus mit 3650m Höhe. Anders als bei Cassini erkennt man bei niedrigem Sonnenstand um ihn herum den von seinem Impakt aufgewühlten Boden. Da dieser noch unverändert in dieser Form erhalten ist, ist der Krater erst entstanden, als die Lavaförderung in diesem Teil des Mare Imbrium schon beendet war. Eine Gruppe von Zentralkegeln im Aristillus ist leicht zu sehen, sobald die Sonne wenige Tage später in den Krater hinein scheinen kann. Ein zusätzlich ausgebildetes Strahlensystem zeigt sich allerdings erst kurz vor Vollmond. Noch ein wenig weiter im Süden finden wir den dritten der größeren Krater: Autolycus hat immerhin 39km Durchmesser und besitzt eine Tiefe von 3430m.

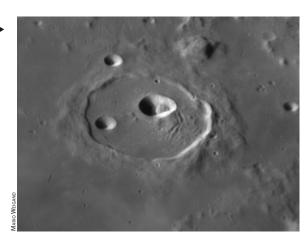
Schon ab einem Mondalter von acht Tagen werden sie aber alle von Archimedes übertroffen, der westlich von Autolycus liegt und mit 83km Durchmesser der größte Krater im gesamten Mare Imbrium ist. Er ist zwar nur 2150m hoch, aber er begeistert durch seine Terrassen und seinen flachen Boden, der nur mit sehr kleinen Kratern überzogen ist, die schwer auszumachen sind. In seiner ganzen Erscheinung erinnert er stark an den Krater Plato, mit dem er auf

Abb. 2: Der Krater Cassini besitzt ▶ zwei große Sekundärkrater in seinem Inneren.

Detailbildern häufig verwechselt wird. Beide Krater besitzen sogar eine fast identische abgebrochene Ecke, die auf den Kraterboden abgerutscht zu sein scheint. Bei Plato liegt diese am westlichen Rand, bei Archimedes liegt der Abbruch im Süden. Der im Norden zwischen dem Mare Imbrium und dem Mare Frigoris gelegene Plato ist eine Wallebene mit 101km Durchmesser und ist damit noch größer als Archimedes. Dies ist kein Widerspruch zur vorherigen Aussage, dass Archimedes der größte Krater im Mare Imbrium sei, denn Plato liegt streng genommen nicht mehr im Mare Imbrium, sondern auf dem Rand des Imbrium-Beckens. Ein schmaler, aber deutlich sichtbarer Höhenzug trennt Plato von der tiefer liegenden Mare-Ebene. Da sich dort kein Auswurfmaterial mehr ausmachen lässt, muss Plato entstanden sein, als die Lavaförderung im Mare Imbrium noch nicht abgeschlossen war.

Rillen

Im Süden von Archimedes und an der Ostseite des nach ihm benannten Gebirges vorbei treffen wir in knapp 100km Entfernung auf das Apenninengebirge (Montes Apenninus), welches das Mare Imbrium mit bis zu 5500m hohen Bergen begrenzt. Bekannt gewor-



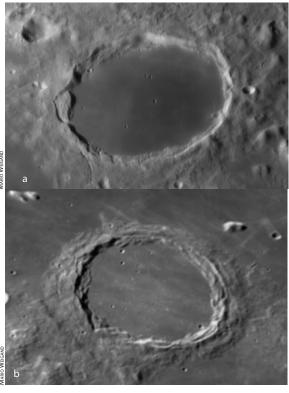


Abb. 3: Plato (a) und Archimedes (b) zeichnen sich beide durch einen ebenen, durch Lava geformten Boden aus, der sie leicht verwechselbar macht.

interstellarum GRUNDLAGEN

Wie lange dauert ein Vollmond?

Der Vollmond auf der Erde ist definiert als die Oppositionsstellung des Mondes zur Sonne bezogen auf geozentrische Koordinaten, also auf den Mittelpunkt der Erde. Vollmond ist, wenn Sonnen- und Mondmittelpunkt 180° in ekliptikaler Länge auseinander liegen. Dies wird nur zu einem einzigen **Zeit-Punkt** erreicht.

Bei topozentrischer Betrachtung eines Vollmondes ergibt sich diejenige Zeitspanne, in der sich nacheinander alle Orte auf der Erde genau zwischen der Sonne und dem Mond befinden. Streng genommen gilt dies für die ekliptikale Länge der Orte. Läuft der Mond bei einer Mondfinsternis genau durch die Mitte des Erdschattens, kann man unmittelbar sehen, dass alle Orte der

Erde zu ihrem entsprechenden Zeitpunkt zwischen der Sonne und dem Mond zu liegen kommen. Damit entspricht die Dauer eines topozentrischen Vollmondes etwa der einer maximalen Mondfinsternis.

Für Puristen: Der Mittelpunkt des Mondes muss eine Distanz überqueren, die etwa dem Durchmesser der Erde entspricht (12750km). Da sich der Mond mit etwa 1km/s auf seiner Umlaufbahn bewegt, benötigt er dafür etwa 12750 Sekunden oder 3,5 Stunden

Ein »bürgerlicher« Vollmond, bei dem der Mond intuitiv »rund« erscheint, beginnt und endet etwa zwei Tage vor und nach Vollmond.



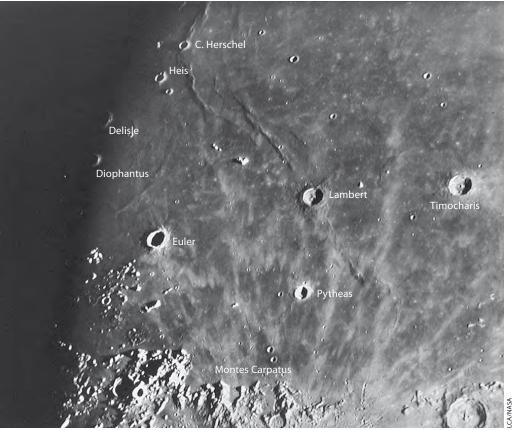


Abb. 5: Der Westteil des Mare Imbrium bis zu den Hängen der Karpaten.

den ist diese Gegend durch die Hadley-Rille, dem Ziel der Mondmission Apollo 15. Auch wenn die Rille mitunter sehr schwer zu erkennen ist, so zeigt sich in diesem Bereich ein glatter, von Lava überfluteter Bereich, der nur sehr wenige Krater enthält und damit ein junges Alter verrät. Eine ältere Bruchstruktur,

Abb. 4: Die Hadleyrille ist ein beliebtes Beobachtungsziel in den Mond-Apenninen. Deutlich schwieriger ist die benachbarte Rima Bradley zu sehen.

die Bradley-Rille, ist hier von Lava überflutet worden und ist nicht mehr sichtbar, während zu beiden Seiten die geradlinig verlaufenden Bruchlinien deutlich zu erkennen sind. Ein schönes anschauliches Beispiel für die relative Einordnung von jüngeren und älteren Vorgängen auf dem Mond. Erst gab es den Impakt, der das Mare-Becken entstehen ließ, dann füllte es sich mit Lava. Beim Absinken des Beckenbodens ins Zentrum entstanden lineare Bruchzonen, die dann später von erneuten Lavaflüssen überschwemmt wurden. Dazwischen muss Archimedes entstanden sein, denn es liegt kein Schutt seines Impaktes auf der Oberfläche. Stattdessen ist der Schutt von einer Lavaschicht überdeckt worden, die teilweise sehr dunkel ist.

Flecken

In den Tagen um den Vollmond herum erlebt man auf dem ansonsten monotonen Mareboden ein wenig Abwechslung durch den unterschiedlich dunkel gefärbten Boden, der auf mehrere Episoden von Lavaförderung hinweist. In letzter Zeit ist es ein beliebter Sport geworden, großflächige Farbaufnahmen der Mare anzufertigen und die Farben kräftig zu strecken. Dabei entstehen sehr ansprechende und ästhetische Bilder, die auf unterschiedliche Oberflächenstrukturen und Materialien hinweisen. Ohne weitere Anhaltspunkte kann man damit aber weder auf die Zusammensetzung schließen noch auf ihr Alter, da für ersteres den kommerziellen Digitalkameras die erforderliche Kalibrierung fehlt und für letzteres die Detailaufnahmen fehlen, die z.B. die Möglichkeit einer Kraterzählstatistik zulassen. Derart deutliche farbliche Details sind dem visuellen Beobachter am Teleskop leider nicht zugänglich. Dennoch erkennt man dunkle und helle Gebiete: Im Norden des Mare Imbrium finden sich viele dunkle Flächen, im Süden sind sie heller. Hinzu kommt, dass sich hier viele der hellen Strahlen aus dem Krater Copernicus auf der dunklen Oberfläche finden. Wenn man aufmerksam schaut, dann sieht man, dass diese hellen Streifen ungleichmäßig auf der Ebene verteilt sind. Offenbar hat die etwa 400km lange Bergkette Montes Carpa-

tus, die genau zwischen Copernicus und dem Mare Imbrium liegt, eine natürliche Barriere für die Auswurfmassen des prominenten Strahlenkraters gebildet. Die bis zu 2400m hohen Berggipfel haben offenbar eine Menge Material abgefangen, während durch die Lücken deutlich mehr Material und über größere Distanzen in das Mare Imbrium geschleudert worden ist. Die Strahlen sind deshalb so hell, weil sie hauptsächlich aus hellem Hochlandgestein bestehen. Dies ist zunächst überraschend, da Copernicus inmitten des dunklen Mare Insularum liegt, aber die Lavadecke ist dort sehr dünn und unter ihr befindet sich der helle Hochland-Anorthosit.

Krater im Westteil

Im Süden des Mare Imbrium auf einem dunklen Untergrund, eingerahmt vom hellen Auswurfmaterial des Copernicus, liegt der junge Krater Pytheas (20km), dessen Rand ungewöhnlich hell erscheint. Unmittelbar nördlich davon liegt Lambert (30km) und östlich davon auf halbem Wege zu Archimedes liegt Timocharis (34km), in dessen Mitte man einen kleinen Zentralberg erkennen kann. Lambert bietet hingegen eine andere Herausforderung: Während er selbst 700m über die Ebene hinaus ragt, berührt er im Süden den Geisterkrater Lambert R. Nur noch der obere kreisrunde Rand ist von dem ansonsten vollständig überfluteten Krater (55km) zu erkennen: Schwierig zu sehen, aber nicht unmöglich. Bei dieser Gelegenheit sollten wir auch einen Blick auf die beiden Berge Lambert gamma (1000m) im Nordosten und Mons La Hire (1500m) im Nordwesten werfen (s. interstellarum 59). Beide steigen auf einer kleinen Grundfläche von etwa 10km × 20km steil aus der Ebene hervor.

Im nördlichen Drittel des Mare Imbrium unterhalb des Promonorium Laplace befinden sich die beiden Krater Helicon und Le Verrier. Sie fallen jedem Beobachter sofort auf, weil sie nahezu gleich groß sind (25km und 20km) und nur 30km voneinander entfernt liegen. Sie sind etwa 2000m tief, wie man es von klassischen Impaktkratern ihrer Größe auf dem Mond erwartet. Ebenso wie Messier und Messier A im Mare Fecunditatis oder Ritter und Sabine im Mare Tranquillitatis dürften sie gleichzeitig durch einen doppelten Impakt als Zwillingskrater entstanden sein. Es gibt sogar noch zwei weitere augenfällige Kraterpärchen ca. 150km entfernt in südwestlicher Richtung. Am weitesten

Doppelkrater

Doppelkrater nennt man dicht nebeneinander liegende Krater von etwa gleicher Größe und gleichem Aussehen. Statistische Untersuchungen zeigen, dass nur 25% aller Doppelkrater zufällig nebeneinander entstehen; 75% der Doppelkrater bilden sich durch den gleichzeitigen Aufschlag von zwei Impaktoren. Als Ursache werden Asteroiden angenommen, die kurz vor dem Aufprall durch Gezeitenkräfte auseinander gerissen werden, oder bereits zuvor ein binäres System bilden. Entstehen zwei Krater unmittelbar nebeneinander, so bilden sich typische quer liegende Wälle zwischen ihnen, die sich auch bei entsprechenden Projektiltests auf der Erde bilden. Einige Beispiele:

- Ritter und Sabine: 30km Durchmesser, getrennte Doppelkrater
- Plato K und Plato KA: 6km Durchmesser, berührend mit Druckwall
- Steinheil und Watt: 67km Durchmesser, zufällig überlappend, da Steinheil jünger als Watt ist

| Name | Тур | Breite | Länge | Colongitude | Fläche/Größe/Länge | Höhe | Rük |
|--------------|-----------|--------|--------|-------------|--------------------|-------|-----|
| Mare Imbrium | Mare | 33° | -16° | 354°-40° | 830000km²/1123km | : | 11 |
| Cassini | Krater | 40,2° | 4,6° | 354°–357° | 57km | 1240m | 12 |
| Cassini A | Krater | 40,2° | 4,6° | 355° | 17km | 2830m | 12 |
| Aristillus | Krater | 33,9° | 1,2° | 358°-0° | 55km | 3650m | 12 |
| Autolycus | Krater | 30,7° | 1,5° | 358°–359° | 39km | 3430m | 12 |
| Archimedes | Krater | 29,7° | -4,0° | 2°-6° | 83km | 2150m | 22 |
| Plato | Wallebene | 51,6° | -9,3° | 7°–12° | 101km | | 3 |
| Rima Hadley | Rille | 25° | 3° | 357°–358° | 80km | | 22 |
| Rima Bradley | Rille | 23° | -2° | 359°–2° | 130km | : | 22 |
| Pytheas | Krater | 20,5° | -20,6° | 21° | 20km | 2530m | 20 |
| Lambert | Krater | 25,8° | -21,0° | 21°–22° | 30km | 2690m | 20 |
| Timocharis | Krater | 26,7° | -13,1° | 13°-14° | 34km | 3110m | 21 |
| Helicon | Krater | 40,4° | –23,1° | 23°-24° | 25km | 1910m | 10 |
| le Verrier | Krater | 40,3° | -20,6° | 21°–22° | 20km | 2100m | 11 |
| Diophantus | Krater | 27,6° | -34,3° | 35° | 18,5km | 2790m | 19 |
| Delisle | Krater | 29,9° | -34,6° | 35°–36° | 25km | 2550m | 9 |
| Heis | Krater | 32,4° | -31,9° | 32° | 14km | 1910m | 10 |
| C. Herschel | Krater | 35,5° | -31,2° | 32° | 13,4km | 1850m | 10 |

im Süden liegt Diophantus und darüber sein Partner Delisle. Etwas weiter nördlich schließlich das Paar Heis und C. Herschel, beide 13km bis 14km groß. C. Herschel hilft beim Aufsuchen von Dorsa Heim, einem 130km langen Meeresrücken, denn der 1850m tiefe Krater hat diesen genau durchschlagen. Damit lässt sich Dorsa Heim bei jedem Sonnenstand zwar finden, aber möglicherweise nicht erkennen. Die Beobachtungsperiode beginnt für Krater und Dorsa bei 11 Tagen Mondalter und endet bei 24 Tagen.

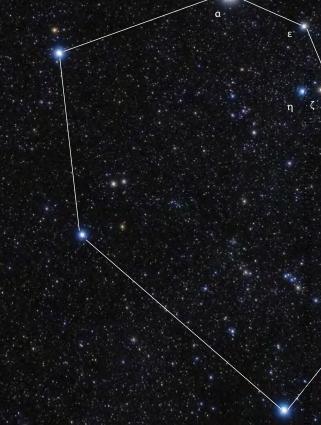
Benannt ist C. Herschel nach Caroline Herschel, eine der wenigen großen Frauen in der Astronomie. Der Kratername Herschel ist an ihren (noch berühmteren) Bruder Wilhelm vergeben, der u.a. den Planeten Uranus entdeckte. Sein Sohn John wurde zudem mit dem Krater J. Herschel geehrt. Das Leben von Caroline Herschel war ungleich schwieriger als das ihres Bruders. Sie assistierte ihm 40 Jahre lang bei seinen astronomischen Beobachtungen, doch als Frau blieb ihr vor 250 Jahren (sie lebte von 1750-1848) lange Zeit die gebührende Anerkennung versagt. Erst in späten Jahren wurde ihr die verdiente Ehre als große Astronomin erwiesen, als sie (als erste Frau) in die Britische und Irische Royal Astronomical Society aufgenommen wurde: Ein Grund mehr, diesen kleinen Krater inmitten des Mare Imbrium einmal gezielt zu suchen und zu würdigen.

Exotische Sterne

ε Aur – der wahre Teufelsstern

VON NICO SCHMIDT

Ob gewaltiger Meteoritenschwarm, ein Stern extrem geringer Dichte, größter Stern überhaupt oder Schwarzes Loch: Über den unsichtbaren Begleiter des 3π0 hellen Bedeckungsveränderlichen ε Aur wurde im zurückliegenden Jahrhundert viel spekuliert. Und obwohl es heute ein führendes Erklärungsmodell gibt, hält das Sternsystem immer noch einige offene Fragen bereit. Pünktlich zum Internationalen Jahr der Astronomie wird sich 2009 der »dunkle Begleiter« für die nächsten zwei Jahre erneut vor ε Aur schieben.



PETER WIENERROITHE

Entdeckung eines »merkwürdigen Systems«

1904 wurde der als wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Astrophysikalischen Observatorium Potsdam angestellte Hans Ludendorff damit beauftragt, den Lichtwechsel des Sterns ε Aur zu untersuchen und wertete dazu 2100 Originalbeobachtungen aus. Wie Ludendorff dabei erwähnt, fiel die Veränderlichkeit des Sterns als erster dem Oberprediger der Benediktikirche in Quedlinburg, Johann Heinrich Fritsch, Anfang des Jahres 1821 auf. In einem Brief an Johann Elert Bode, Direktor der Alten Berliner Sternwarte, schrieb Fritsch: »Den Stern ε in der Ziege des Fuhrmanns sah ich oft gegen ζ und η so schwach, dass er kaum zu erkennen war. Hat man dies schon beobachtet?« [1] Damals befand sich der ansonsten 3,0 helle Stern tatsächlich in einem Minimum. Aus den Aufzeichnungen und Lichtkurven von mehreren Beobachtern, darunter Notizen des Apothekers und Entdeckers des Sonnenfleckenzyklus' Schwabe und des bedeutenden Bonner Astronomen Argelander, schloss Ludendorff auf eine Helligkeitsdifferenz von 0π/8 und eine Periode von 27,12 Jahren. Er folgerte weiter, dass ε Aur ein Bedeckungsveränderlicher des Algol-Typs ist, doch auch die ungewöhnlich lange Periode und Dauer der Verfinsterung fielen ihm bereits auf: Er bezeichnete den Stern als »merkwürdiges System«.

Normalerweise sind die Perioden von Algol-Veränderlichen nicht länger als zehn Tage, dabei dauert die gegenseitige Bedeckung der Sterne nur einige Stunden. Setzt man nun bei ε Aur die Umlaufzeit **Abb. 1: Das Sternbild Fuhrmann** (Auriga) mit Kapella und ϵ Aurigae.

von etwa 27 Jahren mit der überaus langen »Sonnenfinsternis« von fast genau zwei Jahren ins Verhältnis, wird schnell klar, dass der Begleiter ungeheure Ausmaße aufweisen muss: Grund genug ϵ Aur als wirklichen Teufelsstern zu bezeichnen – statt den Namensgeber der Bedeckungsveränderlichen Algol.

Erklärungsversuche

Ludendorff versuchte 1924 als erster, die sonderbare Natur des Sterns zu erklären, indem er von einem gewaltigen »Schwarm

| Tab 1: ε Auri | gae | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----------|---|-----------------|------------|------------|------|
| Name | Тур | Sternbild | R.A. | Dekl. | Helligkeit | Entfernung | DSRA |
| ε Aur, 7 Aur, HD 31964 | Vr | Aur | 5 ^h 1 ^{min} 58,1 ^s | +43° 49' 23,91" | 3,0-3,8 | 2000Lj | 9 |



von Meteoriten« ausging, der den hellen Hauptstern regelmäßig verfinstern sollte [2]. Doch nicht nur die riesige Ausdehnung warf Fragen auf, bei späteren Bedeckungen stellte sich durch spektroskopische Untersuchungen heraus, dass das Spektrum von ε Aur blieb während der Minima nahezu unverändert blieb. Es schien, als würde der Überriese von einem »halbtransparenten Objekt« [3] umkreist, doch wie passt das zu der Amplitude von 0^m/₂8? 50 Jahre nach Ludendorffs Arbeit interpretierten u.a. Gerard Kuiper und Otto Struve die bisherigen Er-

| Tab. 2: Die »Sonnenfinsternis« von ε Aur in Zahlen | | | | | |
|---|------------------------------|--|--|--|--|
| 6. August 2009 | Beginn der partiellen Phase | | | | |
| 21. Dezember 2009 | Beginn der Totalität | | | | |
| 1. August 2010 | Mitte der »Sonnenfinsternis« | | | | |
| 12. März 2011 | Ende der Totalität | | | | |
| 15. Mai 2011 | Ende der partiellen Phase | | | | |
| 2036 | nächste Sternbedeckung | | | | |

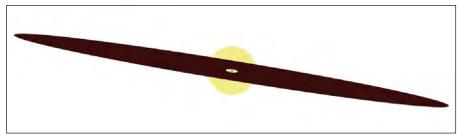


Abb. 2: Modell des Systems ε Aur während der Bedeckung des Überriesen durch die riesige Scheibe. Ein Objekt im Zentrum der Scheibe ist noch nicht entdeckt worden, obwohl vermutet wird, dass sich dort ein Einzel- oder Doppelstern mit einer Gesamtmasse von etwa 15 Sonnenmassen befindet, da sonst die Scheibe nicht stabil wäre

gebnisse folgendermaßen: Der unsichtbare Begleiter sollte die aufgeblähte Hülle eines Infrarotsterns mit dem 2700-fachen Sonnendurchmesser, einer Masse von 30 Sonnenmassen und einer Temperatur von nur rund 1000 Kelvin sein [4]. Mit diesen Ausmaßen würde es sich tatsächlich um den größten bekannten Stern handeln, fälschlicherweise wird er sogar noch heute als solcher bezeichnet. Es folgten bald weitere Modelle, die sich mit der Frage beschäftigten, warum der massereiche Begleiter fast keine Strahlung abzugeben scheint. Die Ideen reichten von einer ionisierten Gashülle eines heißen B-Sterns, einem Protostern mit einem entstehenden Planetensystem bis hin zu einem Schwarzen Loch [5].

Doch in dieser Zeit erschien auch Su-Shu Huangs Modell [6], welches ε Aur, einen der merkwürdigsten Sterne des Nachthimmels, am besten beschreibt und eine bis heute bestehende Interpretation lieferte. Sie besagt, dass sich eine gigantische Gas- und Staubscheibe, die 1AE dick ist und eine Ausdehnung von 10AE hat, in einer Umlaufsbahn um einen F0-Überriesen befindet! Beweise dafür wurden 1983 (während der letzten Bedeckung) mit dem Satelliten IRAS in Form starker Infrarotstrahlung beobachtet [7]. Für diese Erklärung spricht auch, dass ein wenig Licht (des Überriesen) zur Finsternismitte durch das zentrale Loch der fast in Kantenstellung befindlichen Scheibe fiel. Diese Entdeckungen lüfteten erstmals den Schleier um dieses unerklärliche Sternsystem. Demnach bedeckt ein riesiges Staubband während des 27 Jahre dauernden Umlaufs für zwei Jahre die Hauptkomponente. Allerdings hätte sich die rotierende Scheibe ohne einen Zentralkörper längst aufgelöst, darum vermutet man einen Einzel- oder Doppelstern in der staubfreien Scheibenmitte mit zusammengenommen ca. 15 Sonnenmassen.

Aktivität zu erwarten

Pünktlich zum Internationalen Jahr der Astronomie wird sich ab August die ausgedehnte Staubscheibe erneut für zwei Jahre vor ϵ Aur schieben, im nächsten Winter beginnt schließlich die »Totalitätsphase« und

der Stern wird $0^m_{.78}$ schwächer erscheinen. Seine Helligkeit wird dabei mit der von ζ Aur vergleichbar sein, womit sich Fritschs Entdeckung der Veränderlichkeit vor fast 190 Jahren leicht selbst nachvollziehen lässt. Unerfahrene Beobachter von Veränderlichen können die geringen Helligkeitsunterschiede der umliegenden Vergleichssterne – η ($3^m_{.75}$) und ζ ($3^m_{.75}$) – vielleicht besser zur Zeit der Dämmerung erfassen.

Auch wenn uns heute - nach einem Jahrhundert der Forschung - ein schlüssiges Erklärungsmodell vorliegt, soll es zur bevorstehenden Bedeckung mit modernen Beobachtungstechniken, den neuesten Sternmodellen und verbesserter Datengewinnung und -analyse genau überprüft werden, wobei außerdem noch so manche offene Frage beantwortet werden soll: Wie viele Sterne befinden sich im Zentrum der Scheibe und wie entstand sie, wie sieht die weitere Entwicklung aus und warum scheint der helle Überriese zu schrumpfen? Damit werden wir hoffentlich 2011 nach der Bedeckung die Natur eines der seltsamsten Sterne besser verstehen. »Die Geschichte des Bedeckungsveränderlichen ε Aur ist in vielerlei Hinsicht die Geschichte der Astrophysik seit dem Anfang des 20. Jahrhunderts.« – so wie es Otto Struve einst mit diesen Worten beschrieb, ist das 2000 Lichtjahre entfernte Sternsystem auch heute noch für die moderne Astrophysik von großer Bedeutung.

- [1] Ludendorff, H.: Untersuchungen über den Lichtwechsel von & Aurigae, Astron. Nachr. 164, 81 (1904)
- [2] MacRobert, A.: The Puzzle of Epsilon Aurigae, Sky & Telescope, 70, 527 (1985)
- [3] Struve, O., Elvey, C. T.: Preliminary results of spectrographic observations of 7 ε Aurigae, Astrophys. J. 71, 136 (1930)
- [4] Kopal, Z.: The nature of the eclipses of ε Aurigae, The Observatory 74, 14 (1954)
- [5] Cameron, A. G. W.: Evidence for a Collapsar in the Binary System ε Aur, Nature 229, 178 (1971)
- [6] Huang, S.-S.: An Interpretation of ε Auriae, Astrophys J. 141, 976 (1965)
- [7] Backman, D. E., Gillett, F. C.: Epsilon Aurigae during eclipse – IRAS observations of the cool secondary component, Astrophys J. 299, L99 (1985)



mels. Fotografisch erscheinen diese Reflexionsnebel nicht nur blau, sondern auch leicht rötlich.

Die Plejaden sind eines der am meisten beobachteten astronomischen Objekte des Himmels – ob mit bloßem Auge, Fernglas oder großem Teleskop. Doch viele Beobachter verpassen eine der aufregendsten Nebellandschaften des Himmels, die aus Reflexionsnebeln um einige der hellen Sterne besteht. Dabei reicht schon ein bescheidenes Instrumentarium aus, um NGC 1435 und andere Nebel in M 45 zu entdecken.

Übersehene Nebel

Wer zum ersten Mal die Plejaden beobachtet, ahnt meistens nichts davon, dass einige der hellsten Sterne dieses beeindruckenden Sternhaufens von Nebeln umgeben sind – zu beeindruckend ist der Glanz von Atlas und seinen zu Sternen gewordenen Töchtern. So verwundert es nicht, dass bei der ersten Beobachtung des



| Name | Stern | | R. A. | Dekl. | Helligkeit des Sterns | Spektrum des Sterns |
|---------------------------------|-------------|--------------------------|--|--------------|--------------------------|------------------------|
| Ced 19c | 16 Tau | Celaeno | 3 ^h 44 ^{min} 48 ^s | +24° 17' 22" | 5,55 | B7 |
| vdB 20 (Ced 19d) | 17 Tau | Elektra | 3 ^h 44 ^{min} 52 ^s | +24° 06' 48" | 3 ^m ,7 | B6e |
| Ced 19e | 19 Tau | Taygeta | 3 ^h 45 ^{min} 13 ^s | +24° 28' 02" | 4 ^m 3 | B6 |
| NGC 1432 (vdB 21, Ced 19f) | 20 Tau | Maia | 3 ^h 45 ^{min} 50 ^s | +24° 22' 04" | 3,79 | B8 |
| Ced 19h | 21 Tau | Asterope | 3 ^h 45 ^{min} 55 ^s | +24° 33' 16" | 5 ^m 8 | B8e |
| Ced 19h | 22 Tau | HD 23441 | 3 ^h 46 ^{min} 03 ^s | +24° 31' 40" | 6 ^m 4 | A0 |
| NGC 1435 (VdB 22, Ced 19j–k) | 23 Tau | Merope | 3 ^h 46 ^{min} 20 ^s | +23° 56′ 54″ | 4,,2 | B6 |
| IC 349 (Ced 19i) | 23 Tau | Merope | 3 ^h 46 ^{min} 20 ^s | +23° 56′ 54″ | 4,,2 | B6 |
| vdB 23 (Ced 19I) | HD 23629 | Begleiter von Alkyone | 3 ^h 47 ^{min} 21 ^s | +24° 06' 59" | 6 ^m 3 | A0 |
| vdB 23 | η (25) Tau | Alkyone | 3 ^h 47 ^{min} 29 ^s | +24° 06' 19" | 2,,9 | B7e |
| Ced 19 | o (27) Tau | Atlas | 3 ^h 49 ^{min} 10 ^s | +24° 03' 12" | 3 <u>*</u> 6 | B8 |
| Ced 19p | 28 (BU) Tau | Pleione | 3h 49 ^{min} 11 ^s | +24° 08' 12" | 5 ₇ 1 | B7e |

Vergrößerungen waren damals Trumpf. Heutige Amateure wissen es besser: Die Austrittspupille ist entscheidend, also eine möglichst geringe Vergrößerung, während die Öffnung des Instruments keine Rolle spielt. Erst ein Kometenbeobachter wie Tempel, der diese Regeln verinnerlicht hatte, konnte die Nebel mit einem kurzbrennweitigen 4"-Refraktor sichten.

tungstaktik: Große Öffnungen und hohe

Irdisch oder kosmisch?

Aber auch wenn man vom Nebel um die Sterne Merope und Maia schon einmal gehört hat, ist der erste Kontakt nicht einfach. Tempel beschrieb die Erscheinung treffend mit »wie Atem auf einem Spiegel« und deutete damit auf den Kern des Problems: In der kalten Jahreszeit sind beschlagene Optiken nicht zu vermeiden. Wie soll man dann einen kosmischen von einem irdischen Nebelhauch unterscheiden? Verstärkt wird der Effekt durch Staubteilchen auf Okular und Linse oder in der Luft: Alle hellen Sterne scheinen einen Nebelhof zu haben.

Viele Beobachter haben Schwierigkeiten, diese künstlichen von den »echten« Plejadennebeln zu unterscheiden. Wenn die Optik sauber und die Luft nicht zu sehr lichtverschmutzt ist, gibt es jedoch eine einfache Methode: Man vergleicht den Lichthof um gleich helle Sterne, in dem man diese nacheinander ins Zentrum des Gesichtsfeldes führt. Drei Jahre nach der ersten teleskopischen Plejadenbeobachtung gelang mir auf diese Weise die erste Detektion des Meropenebels NGC 1435

mit 120mm Öffnung unter sehr klarem Himmel. Hat man einmal den Dreh raus, kann man sich die Plejaden kaum noch ohne Nebel vorstellen: Bereits wenige Wochen später empfand ich die Sichtung als »einfach«, unter Alpenhimmel erschien der Nebel sogar »überaus auffällig«. Die Flächenhelligkeit von NGC 1435 verglich ich damals mit dem Nordamerikanebel ohne Filter.

Details in NGC 1435

Mit mehr Beobachtungserfahrung und dem Mut, entgegen der oben zitierten Weisheit doch einmal höhere Vergrößerungen anzuwenden, offenbart der Meropenebel noch mehr als seine bloße Existenz. Zunächst scheint die Ostkante des Nebels im Vergleich zur restlichen Begrenzung besser definiert, aber bei genauerem Hinsehen erkennt man hier zarte Dunkelstrukturen, die ein Nebelfilament vom Rest der Masse abtrennen. Das ist schon mit 120mm Öffnung unter dunklem Landhimmel zu erkennen. Gleichzeitig reicht der Nebel weiter nach Süden und man sieht, dass er eine ganz gehörige Fläche einnimmt.

Dies ist auch mit beeindruckend kleinen Teleskopen zu sehen: In einer sehr klaren und windigen Nacht konnte selbst mit dem 50mm-Refraktor nur niedrig vergrößert werden, aber 14× stellte sich als ideale Vergrößerung für den Meropenebel heraus, der hell und in seiner dreieckigen Form deutlich sichtbar war. Unter Alpenhimmel kann man diese Beobachtung auch mit einem 10×50-Fernglas nachvollziehen.

Autors 1989 mit einem 114/900-Newton von den Nebeln nichts bemerkt wurde.

Ähnlich erging es allen großen Beobachtern bis Mitte des 19. Jahrhunderts: Wilhelm und John Herschel haben die Nebel übersehen, von Messier ganz zu schweigen. Als der noch weitgehend unbekannte Amateurbeobachter Wilhelm Tempel im Oktober 1859 als erster auf die Plejadennebel hinwies, hielten die meisten Astronomen den Gedanken an Nebel um M 45 für derart unmöglich, dass sie die Beobachtungen anzweifelten oder meinten, die Nebel müssten sich erst gebildet haben. Dass niemand die Nebel vorher gesehen hatte, lag aber an der falschen Beobach-



Abb. 2: Die erste Zeichnung der Plejadennebel am 114/900mm-Newton bei 45×.



Abb. 3: Am 120/1000mm-Refraktor sind bei 64x unter dunklem Himmel die Nebel um Merope und Maia deutlich zu sehen.



Schwieriger zu sehen als NGC 1435, aber durchaus auch mit kleinen bis mittleren Teleskopen erreichbar, sind die weiteren Nebel. Mit dem 120mm-Refraktor erschienen vor allem die Sterne 17 und 20 Tauri eingehüllt. Letzterer ist unter der Katalognummer NGC 1432 oder als Maianebel bekannt.

Geduld wird belohnt

Für die meisten Deep-Sky-Beobachter bleiben die Plejadennebel diffuse Gebilde um zwei bis drei Sterne. Dunkler Himmel und viel Beobachtungserfahrung lassen aber noch einen tieferen Blick zu, der aus dem diffusen Bild eine der spektakulärsten Nebellandschaften des Himmels macht. Auf Fotos fällt die durch Magnetfelder verursachte faserige Struktur des Nebels auf. Mit größerer Optik, guten Bedingungen und der richtigen Vergrößerung/ Austrittspupille kann man auch visuell in dieses Geflecht eindringen. Dabei werden die Nebelfasern einzeln sichtbar, und auch die diffusen

Abb. 4: Bei geduldiger Beobachtung ist die Wunderwelt der Plejadennebel auch visuell zugänglich. Zeichnung am 360/1780mm-Newton bei 81x.

Abb. 5: Die atemberaubende ▶ Struktur des Nebels um Merope. Neben dem hellen Filament am Rand des Nebels ist auch der kleine IC 359 direkt neben dem hellen Stern zu sehen.

Nebelflächen nehmen ein linearfransiges Aussehen an. Die hellste Faser ist das schon erwähnte helle Nebelfilament nordöstlich von Merope, das mit 14" bei 200× an eines der Filamente des Cirrusnebels erinnert - nur helfen Nebelfilter hier gar nicht, denn das kontinuierliche blaue Spektrum der Plejadennebel weist keine Emissionslinien auf. Die anderen Fasern sind deutlich schwächer und z.T. auch feiner. Hier kommt es ganz wesentlich auf die richtige Vergrößerung an (wie beim Cirrusnebel): Bei zu geringer Vergrößerung ist zwar der Nebel heller, die faserigen Strukturen werden aber nicht richtig aufgelöst. Bei zu hoher Vergrößerung nehmen die einzelnen Fasern eine zu große Fläche ein und die Helligkeit sinkt, so dass keine Wahrnehmung mehr möglich ist. Es braucht nicht erwähnt zu werden, dass zu solchen Experimenten dunkler Himmel (>21^m/□") unbedingte Voraussetzung ist, genauso wie die vollendete Beherrschung des indirekten Sehens, um sich nicht von den hellen Plejadensternen blenden zu lassen. Mir gelang diese Wahrnehmungssteigerung 2003.

Barnards Herausforderung

Die Plejaden haben noch eine weitere neblige Herausforderung zu bieten, die sich dem Autor mit seinem 14"-Teleskop immer verborgen hatte: IC 359. Dieser schwache Nebel steht unmittelbar neben Merope und verschwindet meist in dessen Lichthof. Erst mit 760mm Öffnung gelang es mir im Frühjahr 2008 bei 420×, dieses wirklich schwierige Objekt zu sehen, das wie ein Geisterbild eines Sterns aussieht. Es nötigt ungeheuren Respekt ab, wenn man weiß, dass E. E. Barnard diesen Nebel mit einem 36"-Teleskop visuell entdeckt hat: eine unglaubliche Leistung!





Abb. 6: Visuell ein extrem schwieriges Objekt ist IC 359, Barnards Meropenebel. Die Zeichnung zeigt den Nebel nahe des hellen Sterns am 760/3780mm-Newton bei 420x.

Wie orientiere ich mich am Winterhimmel?

as wichtigste Hilfsmittel, um sich mit bloßen Augen am Himmel zurechtzufinden, ist eine gute drehbare Sternkarte. Zusätzlich mit einer rot leuchtenden Taschenlampe ausgerüstet, sollte man einen dunklen Beobachtungsplatz aufsuchen, um den Glanz des Winterhimmels zu bestaunen.

Der Winterhimmel ist reich an hellen Sternen: Es ist nicht

schwer, sich hier zurechtzufinden. Sehr prägnant und
bekannt ist das Sternbild Orion, welches als Ausgangspunkt unserer Erkundung
dient. Das markante Rechteck des »Himmelsjägers«, das
in der Mitte durch drei Sterne
geteilt wird, steht im Dezember erst gegen Mitternacht
im Süden, im Januar gegen
22 Uhr und im Februar schon
abends um acht.

Links unterhalb des Orion befindet sich der hellste Stern des gesamten Himmels: Sirius. Er gehört zum Sternbild Großer Hund, dessen gesamte Ausdehnung wegen der südlichen Lage schwer auszumachen ist. Sirius selbst ist nur 8 Lichtjahre entfernt, was seine große Helligkeit erklärt. Ansonsten ist es ein ganz normaler, so genannter Hauptreihenstern mit etwa zwei Sonnenmassen.

Der Kleine Hund, welchen der Himmelsjäger auch bei sich hat, ist links neben Orion zu finden. Sein Hauptstern Prokyon ist auffallend hell. Auch seine Helligkeit rührt von der geringen Entfernung von nur elf Lichtjahren her. Der Stern, welcher Orions rechten Fuß bildet, heißt Rigel. Dieser Stern hat die größte Leuchtkraft aller Sterne der näheren Sonnenumgebung. Er strahlt fast 40 Tausend Mal soviel Energie ab wie die Sonne! Als massereicher so genannter Überriese leuchtet er sichtbar bläulich.

Mit Sirius, Prokyon und Rigel haben wir schon die Hälfte des großen Wintersechsecks beisammen, welches den Weg durch den Himmel der kalten Jahreszeit weist. Da die Seitenlänge des Sechsecks vor Augen liegt, sind die Zwillinge Pollux und Kastor, die Kapella im Fuhrmann und Aldebaran, der Hauptstern des Stiers, leicht zu finden.

Auriga

Capella

Persent

Plejaden

Rigel

Auriga

Auriga

Capella

Procest

Plejaden

Aldebaran

Hyaden

Rigel

Sirius

Sehr auffällig ist das Siebengestirn (die Plejaden), ein Offener Sternhaufen. Die Sternansammlung um Aldebaran ist übrigens auch ein Sternhaufen, das Regengestirn (die Hyaden). Beide Sternhaufen liegen der Sonne sehr nahe und sind deshalb so groß und hell.

Oberhalb von Kapella steht der Perseus, welcher dem Mythos nach die Medusa mit den Schlangenhaaren besiegte. Auch um seinen Hauptstern Mirfak herum sprenkelt ein offener Sternhaufen mit der unprosaischen Bezeichnung Melotte 20.

Unter einem dunklen Himmel fällt es leicht, sich unterhalb des kleinen Hundes die Sterne des Einhorns zusam-

menzusuchen. In dieser Konstellation liegen viele mit dem Fernglas sichtbare Offene Sternhaufen. Auch der bekannte Rosettennebel ist hier beheimatet.

Links neben Zwillingen und dem Kleinen Hund bildet der aus schwachen Sternen bestehende und schwer erkennbare Krebs den Übergang zu den Frühlingssternbildern. Sein Zentrum bildet die Krippe (Praesepe) – wiederum ein Offener Sternhaufen. Sie kann unter einem dunklen Himmel mit dem freien Auge erkannt werden und entfaltet im Fernglas ihre Pracht.

Holz ist Trumpf

Ein kleiner Newton aus Sperrholz

VON WERNER KLINGER

Nach dem Einstieg in die Astronomie mit einem kleinen GoTo-Newton, entstand der Wunsch, ein leistungsfähigeres Gerät anzuschaffen. Motiviert durch den Spruch, »Mach es selbst, dann bekommst du, was du willst« auf einer Selbstbauseite im Internet, wurde das Vorhaben angegangen. Viele Möglichkeiten wurden gegeneinander abgewogen. Manches skizziert, wieder verworfen und erst weitergebaut wenn eine praktikable, funktionelle Lösung gefunden war. Dabei ist ein Newton-Teleskop in Dobson-Bauweise mit 156mm Öffnung und 774mm Brennweite entstanden.





Tubus, Spiegelzelle und Fangspiegeleinheit

Das Grobkonzept sah eine verwindungssteife Gitterrohr-Spanten-Konstruktion vor, die mit Papier umwickelt werden sollte. Die Maße für den Tubus ergaben sich nach Eingabe der Spiegeldaten aus dem Programm »My Newton« von Hein

Otterstedt. Über die Tubusbauweise entspann sich im Selbstbau-Forum eine hilfreiche Diskussion. Auch die Rücksprache mit einem Flugzeug-Modellbauer war Gewinn bringend. Er gab den Tipp, eine Zeichnung der Rundspanten zu kopieren und auf das Sperrholz aufzukleben.

Alle gesammelten Erkenntnisse wurden zunächst in eine Zeichnung im Maßstab 1:5 umgesetzt. Die zehn Ring-Spanten aus 4mm-Pappelsperrholz waren so zu setzen, dass der Okularauszug und die Spiegelzelle Platz hatten.

In die Ringspanten wurden für zwei Hauptträger aus Buchenholz mit $30\text{mm} \times 10\text{mm} \times 750\text{mm}$ und sechs Kieferngurte

mit 20mm × 5mm × 750mm, davon drei senkrecht und drei waagerecht zur optischen Achse, Ausschnitte gezeichnet. Schon beim ersten Zusammenstecken der ausgeschnittenen Teile zeigte sich, dass der Aufbau nach dem Verleimen sehr steif sein würde (Abb. 2).

Im Bereich des Okularauszuges wurden zwei Spanten für eine bessere Auflagefläche aufgedoppelt und zur Verstärkung ein vorgebogenes 4mm-Pappelsperrholz eingeklebt. Das Brettchen wurde vorher in heißem Wasser eingeweicht und über Nacht im Schraubstock rund gebogen. Es behielt die gewünschte Form und konnte spannungsfrei eingeklebt werden. Nach dem Aushärten des Klebers wurde der Ausschnitt für den 2"-Okularauszug angebracht.

Entgegen der früheren Planung gab es statt der Papierwicklung eine Beplankung aus 1mm-Birkensperrholz.

Abb. 2: Das
Gitterrohr im
Rohbau. Die Spanten
ohne Mittelausschnitt wurden
vor dem Ausschneiden im Bereich des
Okularauszuges aufgedoppelt Auf den
breiten Längsträgern wurde die Beplankung angeschlagen.

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

Surftipps

ATM-Wiki mit weiterführenden Links:
www.otterstedt.de/wiki/index.php/
Stathis Kafalis' Spiegelschleiftipps:
www.stathis-firstlight.de
VdS-Fachgruppe-Selbstbau:
www.zellix.de/selbstbau/
Selbstbau-Diskussionsforum:
www.astrotreff.de

Dieses war erfreulicherweise bereits, wie der zukünftige Tubus, 750mm lang und ließ sich leicht biegen.

Sowohl das Gitterrohr als auch die Beplankung wurden vorher mit schwarzem Schultafellack gestrichen. Die Beplankung wurde sodann nicht geleimt, sondern mit einem einkomponentigen Konstruktionskleber befestigt. Zur Fixierung der Beplankung bis zur Aushärtung des Klebers wurde diese an die beiden Buchenträger getackert, anschließend verspachtelt und geschliffen. Die an zahlreichen Punkten mit dem Gitterrohr verklebte Beplankung ergab eine sehr gute Verwindungssteife des Tubus.

Die Spiegelzelle besteht aus einem Grundring von 12mm-Multiplex, auf dem der Spiegelträger aus 8mm-Siebdruckplatte mit drei M8-Griffschrauben gegen Federdruck justierbar gehalten wird. Seitlich halten drei Aluminium-Bleche den Spiegel. Gegen Herausfallen ist er durch drei gebogene Stahlstifte gesichert. Gelagert ist der Spiegel auf 2mm-Moosgummi-Polstern. Der Grundring ist entsprechend den Spanten ausgeschnitten.

Nachdem das Rad nicht neu erfunden werden muss, ist die Fangspiegel-Spinne nach einem Beispiel von Stathis Kafalis (siehe Surftipps) exzentrisch aufgebaut und der Fangspiegel mit einer kleinen Achse von 43mm mit Silikon auf dem Träger aus 40mm Buchenrundholz aufgeklebt. Zur besseren Haftung wurden die

Klebeflächen mit Silikonprimer vorbehandelt (Abb. 4).

Montierung

Nach diversen Internet-Recherchen (siehe Surftipps) stand fest, dass eine Rockerbox gebaut werden sollte, die bequemes Beobachten im Sitzen ermöglicht, schwingungsarm sowie gut zu tragen ist, genügend Stauraum und Ablageflächen hat und schön aussehen muss. Sie sollte einen 90°-Ausschnitt für Höhenräder bekommen, die dem Tubusdurchmesser von 205mm ungefähr entsprechen. Im Zenit sollte der Tubus auch noch ein kurzes Stück durchschwenkbar sein.

Aus einer Rohskizze entstand eine Zeichnung mit Bemaßung und Stückliste. Die Basis der Rockerbox bilden zwei Tischlerplatten mit 500mm × 500mm × 22mm. Die untere Platte wurde rund zugeschnitten mit einem Durchmesser von 500mm und auf drei 10cm hohe und fast ebenso breite Füße gestellt. Das verhindert das Einsinken und hebt die Grundplatte ein wenig über Gras und Steine. Die Grundplatte der Rockerbox ist aus ästhetischen und praktischen Erwägungen achteckig. Die Achse besteht aus einem in der unteren Platte eingeklebteN 12mm-VA-Bolzen. Auf diesen wird die Rockerbox nur aufgesteckt. In der Rockerbox ist die Bohrung mit zwei versenkten VA-Beilagscheiben verstärkt. Die Lager bestehen aus drei Teflonstücken, die Gleitfläche aus Ebony-Star, das in einem 500mm-Ring unter die Rockerbox geklebt wurde (Abb. 5).

Der Aufbau der Rockerbox besteht aus verschraubten und verleimten Teilen aus 18mm-Multiplex-Birke und erhält durch die seitlichen Stützen eine sehr gute Steife, trotz relativ niedriger Mittenteile. Das Maß für die Breite der Mittenteile ergab



Abb. 3: Die Spiegelzelle mit noch nicht versilbertem Spiegel.

sich aus der Breite der Rohraufnahme plus beidseitig 0,5mm Spiel sowie 0,8mm für das Teflon, welches als Gleitfläche innen an den Seitenteilen angebracht ist. Die Höhe ergab sich nach dem Schwenkradius des Tubus, die Seitenteilhöhe durch den komfortablen Einblick im Sitzen.

Okularablagen, Deckel und Fächer bestehen aus 4mm-Sperrholz, verstärkt mit Rahmen aus 10mm × 10mm-Kiefer. Der Deckel ist selbstschließend und dient ausgeklappt als Tischchen für Atlas oder Sternkarte und als Hebel für eine ergonomische Positionierung des Teleskops. Um die Scharniere nicht zu überstrecken, klappen beim Aufmachen die Stützen nach unten (Abb. 8). Tischchen und Okularablage besitzen eine regelbare rote LED mit 4,5V-Versorgung aus einem Batteriepack als Beleuchtung. Innen finden zahlreiche Okulare Platz. Sie werden in stoffbezogenen Schaumstoffelementen gelagert (Abb. 6).

Höhenräder und Rohrhalterung sind aus 21mm-Multiplex hergestellt. Die Rohraufnahme besteht aus einem verleimten »Kasten« ohne Deckel und Boden. Vorne und hinten ist eine Aussparung für das

Abb. 4: Blick in den Tubus mit der selbst (nach)gebauten Fangspiegel-Spinne. Die Streben sind aus 1mm Aluminium gefertigt, die in geschlitzten M4-Gewindestangen befestigt sind.

| 2 | |
|--|----------------------------------|
| Öffnung | 156mm |
| Brennweite | 774mm, Öffnungsverhältnis f/4,96 |
| Fangspiegel kleine Achse | 43mm von Orion/UK |
| Okularauszug | Helical 2" Kineoptics |
| Sucher | Starpointer-Visiereinrichtung |
| Gewicht Tubus alleine mit o.a. Zubehör | 3,6kg |
| Gewicht Rohraufnahme mit Höhenrädern | 2,2kg |
| Rockerbox ohne Okulare etc. | 11kg |
| Gesamtgewicht | 16,8kg |



halbe Rohr angebracht, plus 3mm »Luft« für die Polsterung aus Moosgummi, welcher mit Filz überzogen ist.

Das Rohr wird mit zwei Klettbändern von 40mm Breite gehalten. Den nötigen Druck für sicheren Halt erreicht man über die Führung der Klettbänder durch Tiefzug-Ösen (Abb. 7). Die Höhenräder sind reichlich groß und sollen Okularwechsel ermöglichen, ohne dass sich das Teleskop verstellt. Sie laufen ebenfalls auf Teflon und sind mit der Rohraufnahme verschraubt. Der Kasten dient auch als Führung zum Nachführen in Azimut und ist mit selbstklebender Teflonfolie gegen die Seitenteile mit innen angebrachtem Ebony-Star gelagert. Zuletzt wurden alle Holzteile bis Körnung 240 geschliffen und mit fünf Schichten Yachtlack gestrichen, was eine schöne, glatte Oberfläche ergab.

Danach wurde der Spiegel versilbert. Im Internet fand sich über die ATM-Seite Hein Otterstedts Rezept zum Versilbern in acht Schritten. Der vierte Versuch ergab ein befriedigendes Ergebnis. Leider entstanden beim Aufpolieren drei Kratzer. Diese wirken sich aber nicht merkbar aus. Auf teures Beschichten wird zunächst verzichtet, zumal eine neue Schicht schnell und preiswert hergestellt werden kann.

In der Praxis

Der Deckel als Tisch hat sich bewährt. Die regelbare Beleuchtung ist gerade für einen Anfänger geeignet um Sternkarten zum Aufsuchen benutzen zu können. Die Position des Tischchens direkt unter dem Okularauszug erwies sich ideal um mit einem Blick vom Okular zur Sternkarte und zurück zu wechseln. Nebenbei hat auf dem mitdrehenden Tisch auch noch die Kaffeetasse Platz.

◆ Abb. 5: Die Basis der Rockerbox mit den Teflon-Gleitlagern und dem auf die Unterseite der Rockerbox aufgeklebten Ring aus Ebony-Star.

Abb. 8: Das fertige Teleskop. Die Stützen des Tischchens sind mit Scharnieren angeschlagen und klappen beim Öffnen der Rockerbox nach unten. Der Objektivdeckel hat eine weiche Schaumstoffdichtung und ist mit Gummilitzen in den Stellschrauben der Fangspiegel-Spinne mit leichtem Zug eingehängt.

Abb. 6: Das Innenleben der Rockerbox. Die Polster sind aus Schaumstoff mit einem Elektromesser ausgeschnitten und mit fusselfreiem Stoff bezogen. Auf den Innendeckeln ist noch genug Platz für andere Dinge, die eine Beobachtungsnacht erfordert. Der Innenraum ist durch Filzdichtungen nach Einklappen des Tischchens staubdicht.

Die Lager laufen relativ streng, aber ohne Rucken, auch bei stärkerem Wind kann das Teleskop nicht unbeabsichtigt verstellt werden. Hier sind auch die kurzen Hebel von Vorteil. Ein Okularwechsel verläuft ebenfalls überwiegend ohne Probleme. Die Nachführung ist auch noch bei höherer Vergrößerung fein dosierbar.

Der Tubus lässt sich mit den textilen »Rohrschellen« so feinfühlig festschnallen, dass er rotierbar ist, ohne durchzurutschen. Auch das Verschieben des Tubus zum Ausgleich verschiedener Okulargewichte ist ohne das Lösen der Gurte möglich.

In den bisher etwa zehn Beobachtungsnächten seit dem Firstlight musste noch nicht nachjustiert werden, obwohl die Zufahrt zum Beobachtungsplatz recht holprig ist. Auch eine nasse Nacht mit extremem Taufall war dabei. Der Holztubus verkraftete dies, ohne dass an Abbildung oder Justierung etwas aufgefallen wäre.

Die ringförmigen Spanten mit Innendurchmesser von 160mm dienen gleichzeitig als Blenden. Tagbeobachtungen des Mondes sind so ohne störende Reflexe möglich. Der Kontrastleistung in der Nacht kommt dies auch entgegen. Die Feuertaufe des Geräts war die Vorstellung beim Landshuter Astronomietreff. Neben der besseren Leistung des neuen Teleskops begeistert der schnelle Aufbau sowie ein intensiveres Naturerlebnis ohne Motorengeräusche.





Abb. 7: Detailansicht der »Textilschelle«. Zu sehen sind die Tiefzugösen aus 2mm Aluminium. Auf der anderen Seite sind die 40mm-Klettgurte mit großen Beilagscheiben angeschraubt.





Mit kühlem Kopf

Die Farb-CCD-Kamera ST-4000XCM von SBIG



Gekühlte CCD-Kameras stellen trotz des großen Erfolges von digitalen Spiegelreflexkameras noch immer die erste Wahl für engagierte Astrofotografen dar. Die aktuelle Single-Shot-Farbkamera ST-4000XCM von SBIG stellt eine interessante Alternative zu digitalen Spiegelreflexkameras dar.

Abb. 1: Mit kühlem Kopf gegen das Rauschen: Wer die Grenzen der digitalen Spiegelreflexkameras erreicht hat, wird mit dem Erwerb einer gekühlten CCD-Kamera liebäugeln – wie mit der ST-4000XCM von SBIG.

it digitalen Spiegelreflexkameras (DSLR) können in der Astrofotografie beachtliche Ergebnisse erzielt werden. Der relativ günstige Preis, die einfache Bedienung, der große Chip (in der Regel 22mm × 18mm) und die Verwendbarkeit auch außerhalb der Astrofotografie sind gewichtige Pluspunkte und große Vorteile einer DSLR.

Da die in DSLR verwendeten Chips jedoch nicht für die in der Astrofotografie notwendigen langen Belichtungszeiten konzipiert wurden, werden auch die Nachteile des DSLR-Einsatzes in der Astrofotografie schnell offensichtlich: Das thermische Bildrauschen ist im Vergleich zum Signal, das von einem astronomischen Objektes kommt, relativ hoch, so dass – je nach Kamera-Modell – die Aufnahmen sehr rau wirken und auf den Aufnahmen am rechten Bildrand ein unschönes rotes Verstärkerglühen

Abb. 2: Das Innenleben der adaptiven Optik AO-8: Zwei Schrittmotoren kompensieren millisekundenschnell das Seeing. Das Resultat sind deutlich schärfere Aufnahmen.



rgeschützt. Nutzung nur zu privaten Zwec

Abb. 3: Bildbeispiele mit einem vierzölligen Refraktor bei 660mm Brennweite.

- a) Der Pferdekopfnebel Barnard 33 (30min)
- b) Die Plejaden M 45 (15min)
- c) Der Lagunennebel M 8 (15min)
- d) Der Cirrusnebel NGC 6992/5 (15min)
- e) Die Andromedagalaxie M 31(5×15min)
- f) Der Nordamerikanebel NGC 7000 (15min)

sichtbar wird. Auch der Dynamikbereich der verwendeten Chips ist in der Regel auf 12 Bit beschränkt. Darüber hinaus beschneidet der auf dem Detektor der DSLR aufgebrachte Infrarotschutzfilter die Empfindlichkeit des Chips im roten Licht, worunter viele Aufnahmen von Deep-Sky-Objekten leiden (ein Austausch dieses Filters durch einen Filter eines Fremdherstellers ist möglich und wird von einigen Händlern inzwischen auch als Dienstleistung angeboten). Eine DSLR ist ein guter Einstieg in die digitale Astrofotografie, da sie sich gut für Strichspuraufnahmen und nachgeführte Aufnahmen von Sternbildern und -konstellationen eignet - bei der Deep-Sky-Fotografie sind ihre Grenzen jedoch schnell erreicht.

Für die Königsdisziplin der Astrofotografie, die Deep-Sky-Fotografie, sind gekühlte Astrokameras noch immer erste Wahl. Astro-CCD-Kameras eignen sich hervorragend für die im H α -Licht leuchtenden Gasnebel, für lichtschwache Galaxien und für filigrane Supernova-Überreste.

Ein wesentlicher Vorteil dieser speziell für die Astrofotografie hergestellten Kameras besteht darin, dass der Aufnahmechip gekühlt wird, um so das thermische Rauschen zu vermindern. Eine Faustregel besagt, dass ein Absenken der Chiptemperatur um jeweils 6°C bis 7°C das Rauschen halbiert; aktuelle Modelle können ihre Chips problemlos auf 30° unter Umgebungstemperatur kühlen - der Einsatz einer Wasserkühlung kann die Chiptemperatur oft noch weiter senken. Darüber hinaus verfügen die Chips von Astro-CCD-Kameras in der Regel über einen großen Dynamikumfang von 16 Bit und eine hohe Empfindlichkeit über den gesamten für das menschliche Auge sichtbaren Spektralbereich hinweg. Über ein breites Zubehörprogramm, das von Filterrädern über externe Guider und adaptive Optiken bis hin zu kameraspezifischen Spektrografen reicht, können die gekühlten Astro-CCD-Kameras vielen Aufnahmeanforderungen perfekt angepasst werden.

Auf der Negativseite sind der relativ hohe Preis, die ausschließliche Verwendbarkeit für die Astrofotografie und die im Vergleich umständlichere Handhabung derartiger Kameras zu nennen.

SBIG ST-4000XCM

Durch die Erfolge der DSLR in der Astrofotografie ist auch in den Markt der gekühlten Astrokameras wieder Bewegung gekommen: Die Preise der gekühlten Astrokameras sinken (auch wegen der aktuellen Entwicklung des Dollars), während gleichzeitig die Chipgrößen derartiger Kameras steigen. Das etwa seit Anfang 2008 verfügbare Modell ST-4000XCM aus dem Hause Santa Barbara Instrument Group (SBIG) ist eine Kamera, die sich an den engagierten Astroamateur wendet, der für die Deep-Sky-Fotografie einen ausgereiften Detektor sucht.

SBIG knüpft mit der ST-4000XCM an die erfolgreiche ST-Baureihe an und unternimmt gleichzeitig einen Brückenschlag zu den Research-Kameras der STL-Baureihe: In der ST-4000XCM findet der Kodak-Chip KAI 4020CM Verwendung, der bisher ausschließlich in den Modellen STL-4020M/CM der STL-Reihe eingesetzt wurde. Dieser Farbchip zeichnet sich durch eine Quanteneffizienz von: 35% (Rot), 42% (Grün), 45% (Blau) aus. Die Empfindlichkeit des Chips ist gerade in dem für die Astrofotografie wichtigen Ha-Spektralbereich optimiert, während die Empfindlichkeit im Bereich der Wellenlänge der gelben Natrium D-Linie, die bei der Straßenbeleuchtung auftritt, reduziert ist. Eine detaillierte Grafik zur Chip-Empfindlichkeit und Quanteneffektivität ist auf der Homepage des Autors zu finden (s. Surftipp).

Es handelt sich mit einer Chipgröße von 15,2mm × 15,2mm um den größten Chip,

der in einer ST-Kamera verbaut wird (er ist doppelt so groß wie der Chip der ST-2000XM/XCM). Auf dieser Fläche verteilen sich 2048×2048 quadratische Pixel mit einer Kantenlänge von 7,4µm, so dass die Astro-CCD-Kamera insgesamt über 4,2 Megapixel verfügt. Bei der Kamera handelt es sich, um eine Single-Shot-Farbkamera, d.h. der Chip verfügt über eine direkt auf den Chip aufgebrachte Bayer-Matrix, die die direkte Aufnahme von Farbbildern ermöglicht. Auf den Einsatz eines Filterrades mit RGB-Filtersatz und das anschließende Erstellen eines (L)RGB-Komposits kann daher verzichtet werden. Der Chip verfügt zudem über so genannte Antiblooming-Gates, die ein Ȇberlaufen« der Photonen verhindern, um so Blooming-Artefakte bei hellen Sternen zu vermeiden.

Die ST-4000XCM ist in traditioneller SBIG-Bauweise eine dual-Chip-Kamera und verfügt daher über einen eingebauten Guiding-Chip (vom Typ TC-237H mit 657 × 495 Pixeln à 7,4μm × 7,4μm) für die SBIG-typische Auto- und Selfguiding-Funktion, mit welcher eine Belichtung auf dem Primär-Chip bei gleichzeitiger Nachführung durch den zweiten CCD-Chip ermöglicht wird; ein optionaler und externer Guiding-Kamerakopf kann zusätzlich angeschlossen werden (ebenfalls mit dem Guiding-Chip TC-237H).

Die integrierte thermoelektrische Peltierkühlung der ST-4000XCM ermöglicht ein Senken der Chiptemperatur um rund 30° unter die Umgebungstemperatur (wobei die Temperatur um ±0,1°C genau geregelt werden kann); der Anschluss einer optionalen Wasserkühlung ist an der ST-4000XCM zudem bereits vorbereitet, womit die Chiptemperatur um insgesamt 40° unter die Umgebungstemperatur gesenkt

| CCD-Kamera ST-4000) | CCM von SBIG |
|---------------------|---|
| Chip | Kodak KAI-4022CM |
| Bildgröße | 2048×2048 Pixel (4,2 Megapixel) |
| Chipgröße | 15,2mm × 15,2mm |
| Antiblooming | Ja |
| Kühlung | 30° unter Umgebungstemperatur mit Luftkühlung, bis zu 40° unter Umgebungstemperatur mit optionaler Wasserkühlung |
| Temperaturregelung | ±0,1°C |
| Stromversorgung | 5V Gleichspannung, Netzteil wird mitgeliefert |
| PC-Schnittstelle | USB 1.1 |
| Guiding | Self-Guiding mit integriertem Guidingchip TC-237 oder optional erhältlichem externen Kamerakopf |
| Gewicht | 0,9kg |
| Fokussierweg | 2,3cm |
| Preis | 3875,- € |

werden kann. Die verwendete Peltierkühlung besitzt den Vorteil, dass die nächtliche Belichtungssituation auch tagsüber nachgestellt werden kann und so die benötigten Dunkelbilder nicht in unmittelbarem zeitlichen Zusammenhang mit den nächtlichen Aufnahmen erstellt werden müssen. Der Anwender kann sich tagsüber ganze Bibliotheken von Dunkelbildern mit unterschiedlichen Belichtungszeiten und Temperaturen anlegen, um so stets die passenden Dunkelbilder zur Hand zu haben (bedingt durch Veränderungen der Chips müssen diese Dunkelbild-Bibliotheken jedoch nach einigen Monate neu erstellt werden).

Adaptive Optik AO-8

Große Teile des Zubehörprogramms von SBIG können auch an der ST-4000XCM verwendet werden; besonders soll an dieser Stelle auf die Adaptive Optik AO-8 eingegangen werden: Der Einsatz von adaptiven Optiken zur Minimierung der Auswirkungen des Seeings ist bereits seit einiger Zeit aus der Arbeit von Großobservatorien bekannt. SBIG war die erste Firma, die (mit AO-7) eine adaptive Optik auch für Amateure anbot. Die adaptive Optik AO-8 ist eine Weiterentwicklung von AO-7 und funktioniert nach einem einfachen Prinzip: Die Seeing-bedingten Bildunschärfen werden dadurch vermindert, dass eine im Gehäuse der AO-8 aufgehängte planparallele Glasplatte von zwei Schrittmotoren innerhalb von Millisekunden durch Verkippung in jede Richtung verstellt werden kann.

Aber das AO-8-System hat für den Amateur noch einen weiteren Vorteil, da die Adaptive Optik geeignet ist, nicht nur Seeing-bedingte Unschärfen zu minimieren, sondern auch Nachführungenauigkeiten der verwendeten Teleskopmontierung auszugleichen. Während der Belichtung wird immer wieder die Position des Guiding-Sterns gemessen und die Adaptive Optik korrigiert in Sekundenbruchteilen die gemessenen Fehler und lenkt das Sternenlicht wieder auf die gewünschte Stelle auf dem Chip. Erst wenn 75% der durch die adaptive Optik möglichen Korrektur erreicht sind, werden Steuersignale an die Montierung gesendet, um eine entsprechende Korrektur der Nachführung vorzunehmen. Für den Amateur, der es gewohnt ist, während der nächtlichen Belichtungen dem leisen Klacken der Relais zu lauschen, ist es erstaunlich, wie selten die Adaptive Optik entsprechende Impulse sendet und wie

groß offensichtlich der Bereich ist, den sie selbst korrigieren kann.

Im nächtlichen Einsatz

Nachdem die Adaptive Optik mit der ST-4000XCM verschraubt und mit einem Kabel verbunden wurde (alle Signale zwischen AO-8 und Kamera sowie die benötigte Spannungsversorgung laufen über dieses eine Kabel), kann diese Kombination mit der Beobachtungsoptik verbunden werden. Hierzu kann entweder der enthaltene 2"-Steckanschluss verwendet werden oder die Aufnahmeoptik wird direkt mit dem T-Gewinde am Okularauszug angebracht.

Die nächtlichen Aufnahmen mit der ST-4000XCM in Verbindung mit der Adaptiven Optik gestalten sich ähnlich wie bei anderen SBIG-Kameras; einzelne Arbeitsschritte werden durch die Adaptive Optik jedoch vereinfacht: Zunächst muss die Verbindung der Kamera mit dem Computer hergestellt und die Chip-Kühlung gestartet werden. Nach dem Aufsuchen eines hellen Sterns kann anschließend das Fokussieren mittels der mitgelieferten Software CCDOPS erfolgen. Zum Finden des Fokus bietet sich die Funktion »Focus« und »Frame Size: Planet« an, ehe ein Deep-Sky-Objekt aufgesucht und mittels Aufnahmen mit der Einstellung »Focus - Frame Size: full low« zentriert werden kann.

Während beim Einsatz einer ST-Kamera ohne AO-8 nun zunächst eine Kalibration für das Autoguiding erfolgen müsste, kann dieser Schritt beim Einsatz des AO-8 entfallen, da die Adaptive Optik unabhängig von der Ausrichtung der Kamera selbständig erkennt, in welche Richtung die Korrektur zu erfolgen hat. Dies ist - neben der eigendlichen Aufgabe der adaptiven Optik, die darin besteht die Luftunruhe auszugleichen - ein willkommener Nebeneffekt. Bei Start einer Aufnahme ist zunächst die gewünschte Belichtungszeit für die geplante Aufnahme des Hauptchips sowie eine Belichtungszeit für den Nachführchip und gegebenenfalls die adaptive Optik anzugeben. Der Nachführchip startet umgehend seine Aufnahmen und die Adaptive Optik nimmt ebenfalls die Arbeit auf, der Anwender muss nun nur noch in einem zweiten Schritt mit einem Klick die Aufnahme des Hauptchips starten. Während der gesamten Aufnahme korrigiert die Adaptive Optik die Seeing- und/oder Montierungs-bedingten Bildfehler und sendet erst beim Erreichen von 75% des

möglichen Korrekturwegs ausgleichende Steuerimpulse an die Montierung.

Nach der Aufnahme sind in gewohnter Weise ein Dunkelbild und ein Flat abzuziehen. Durch einen Klick auf »SSC – Single Shot Color Processing« rechnet CCDOPS die zunächst schwarz/weiß dargestellten Aufnahmedaten sofort in ein Farbbild um, das anschließend z.B. in Photoshop weiterbearbeitet werden kann. Insgesamt kann zwischen folgenden Dateiformaten gewählt werden: »SBIG compressed«, »SBIG uncompressed«, FITS, TIFF, GIF, BMP und JPG.

Fazit

Trotz der hervorragenden Ergebnisse, die sich mit dieser Kamera erzielen lassen, sollte sich der interessierte Amateur über die Nachteile der ST-4000CXM bewusst sein: Im Vergleich zu s/w-Kameras ist die Empfindlichkeit der Single-Shot-Kamera durch die verwendete Farbmatrix verringert. Auch Schmalbandfilter lassen sich mit der Farbkamera nicht in der Form einsetzen, wie dies bei s/w-Kameras der Fall ist. Darüber hinaus funktioniert die »Track&Accumulate«-Funktion von CC-DOPS mit der Farbkamera nicht. Leider stoppt auch das Guiding der Kamera, sobald die Aufnahme beendet ist und der Chip ausgelesen wird - automatische Aufnahmeserien sind damit mit der ST-4000CXM und CCDOPS nicht möglich.

Nichtsdestotrotz ist die ST-4000XCM – gerade in Verbindung mit der Adaptiven Optik AO-8 – eine sehr leistungsfähige Kamera für den engagierten Amateur, der sich der Astrofotografie von Deep-Sky-Objekten verschrieben hat – und ein empfehlenswerter Schritt für alle die, die an die Grenzen der Astrofotografie mit DSLR gestoßen sind. Die ST-4000XCM öffnet eine Tür zu einer neuen Sicht auf die Deep-Sky-Astrofotografie.

Surftipps

SBIG-Hompage: www.sbig.com, www.sbig.de Homepage des Autors mit weiteren mit der Kamera gewonnenen

Aufnahmen und Dunkelbildern: www.sternenstaub-observatorium.de

Der »Sterntest« für Fotoobjektive

strofotografie bedeutet nicht immer, dass lange Brennweiten im Spiel sind. Eindrucksvolle Aufnahmen lassen sich auch mit großen Bildwinkeln erzielen, um beispielsweise Meteore, die Milchstraße oder ganze Sternbilder aufzunehmen. Dafür kommen Fotoobjektive zum Einsatz, angefangen von Fischaugen-Optiken mit 180°-Rundumblick bis hin zu Teleobjektiven. Doch selbst bei bester Fokussierung (vgl. interstellarum 54) macht sich nach den Fotos oft Ernüchterung breit, denn die Abbildungsqualität vieler Fotoobjektive im Astrobereich ist alles andere als ideal. Sterne sind nämlich winzige Lichtpunkte in dunkler Umgebung, ein Sonderfall, der bei Standardmotiven nicht auftritt und dazu geeignet ist, Abbildungsfehler in aller Deutlichkeit sichtbar werden zu lassen. So ist es zu erklären, wenn manches Objektiv, mit dem man technisch hervorragende Alltags-Fotografie bestreitet, bei Sternfeldaufnahmen Schwächen zeigt. Insbesondere abseits der Bildmitte werden die Sterne nicht selten verzerrt statt punktförmig erscheinen.

Der Grund dafür sind Abbildungsfehler von Fotoobjektiven, die selbst bei hochwertigen und kostspieligen Exemplaren auftreten. In der Praxis wird man diese Fehler nur im Einzelfall klar identifizieren können, denn sie überlagern und addieren sich.

Zum Testen eines Objektivs eignet sich eine Belichtungszeit von etwa 30s mit Nachführung bei ISO 800 in einer sternreichen Gegend. Die erste Aufnahme erfolgt bei vollständig geöffneter Blende. Für anschließende Fotos wird die Blende mehr und mehr geschlossen, wobei entsprechend längere Belichtungszeiten in Kauf genommen werden müssen. Durch diese Testreihe wird klar, ab welcher Blende ein Objektiv eine akzeptable Leistung

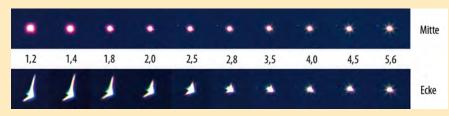


Abb. 1: Sehr lichtstarke Objektive verheißen angenehm kurze Belichtungszeiten. Diese Aufnahme entstand mit einem modernen 50mm-Objektiv bei Blende 1:1,2. Eine Minute Belichtungszeit bei ISO 800 reichten aus, um zahlreiche Sterne des Großen Wagens abzulichten. Auf den ersten Blick störend ist nur die Vignettierung in Form dunkler Bildecken. Ein Ausschnitt aus der Bildmitte dieser Aufnahme (a) zeigt jedoch, dass das Objektiv unter einem erkennbaren Farblängsfehler (Chromatische Aberration) leidet, was an den farbigen Höfen um die hellen Sterne herum zu erkennen ist. Der zweite Ausschnitt zeigt die rechte obere Bildecke (b). Die Sterne sind zu »Schmetterlingen« verformt, eine Folge von Koma und Astigmatismus.

liefert. Selbst gute Objektive erreichen erfahrungsgemäß erst nach einer Abblendung um eine oder zwei Blendenstufen ein Maximum. Objektive mit fester Brennweite liefern in aller Regel bessere Ergebnisse als Zoom-Objektive. Und die lichtstarken Ausführungen übertreffen ihre lichtschwächeren Versionen meist auch dann, wenn

man sie auf den Wert der lichtschwachen Varianten abblendet.

Abb. 2: Testaufnahme mit gleicher Optik (50mm / 1:1,2). Erst bei Blende 1:5,6 ist die Abbildungsqualität dieses Objektivs in den Bildecken auf vergleichbarem Niveau mit der Bildmitte.



| Abbildungsfehler | Erscheinungsbild | Abhilfe durch Abblende | |
|---|---|------------------------|--|
| Farblängs- u. Farbquerfehler (chromatische Aberrationen) | um alle hellen Sterne treten blaue Lichthöfe (Farblängsfehler) oder asymmetrisch farbige Ränder auf (Farbquerfehler) | teilweise | |
| Astigmatismus | verzerrte Sternabbildungen in den Randbereichen | ja | |
| Koma | verzerrte Sternabbildungen in den Randbereichen | ja | |
| Öffnungsfehler (sphärische Aberration) | scharfe, aber über die gesamte Bildfläche etwas weich gezeichnete Resultate | ja | |
| Wölbung der Schärfeebene | Teile des Bildes sind nicht optimal scharf. Bei Fokussierung auf die Bildmitte tritt Unschärfe in Richtung der Ecken auf | ja | |
| Randlichtabfall (Vignettierung) | dunklere Bildecken, wobei besonders Weitwinkelobjektive betroffen sind | ja | |
| Dezentrierung | Abbildungsmängel nicht symmetrisch zur Bildmitte | nein | |

Die Partielle Mondfinsternis am 16.8.2008





Abb. 1: Den Erdschatten nachzuzeichnen erlauben diese Kompositaufnahmen der Mondfinsternis, aufgenommen an einem 8"-Newton bei 1000mm Brennweite, Canon EOS 40D, ISO 100, 1/250s, 4s und 8s. *Oliver Szachowal, Christoph Rollwagen*

Die einzige partielle Mondfinsternis des Jahres 2008 konnte nur in einem schmalen von Nord- nach Süddeutschland verlaufenden wolkenfreien Streifen beobachtet werden. Ostdeutschland lag unter dichter Bewölkung, im Westen verhinderten vielerorts Schleierwolken einen ungestörten Blick

zu diesem Himmelsschauspiel. In Wolfsburg überquerte der tief stehende Mond kurz vor Beginn der Kernschattenphase die über dem Osthorizont stehende Wolkendecke. In Folge dessen konnte der gesamte weitere Verlauf der Finsternis ungestört beobachtet werden. Bei dieser partiellen Mond-

finsternis drang der Mond recht tief in den Kernschatten der Erde ein. Zu Beginn der Kernschattenphase stand der Mond noch nicht sehr hoch über dem Horizont und erschien daher leicht rötlich verfärbt.

■ Christoph Rollwagen





Abb. 3: Bei partiellen Mondfinsternissen blendet der noch beleuchtete Mondteil.
a) 3,2"-Refraktor bei 625mm, Canon EOS 40D, ISO 800, 4s. Jörn Leineweber
b) 4"-Refraktor bei 520mm, Canon EOS 40D, ISO 800, 3×½s. Daniel Kohl. Karl Kohl





First Light

Geheimnisvolle Dunkelbilder

VON STEFAN SEIP

rank Mittrach schickte eine Aufnahme des Nordamerika-Nebels, NGC 7000, im Sternbild Schwan (Abb. 1). Er nahm es mit einer digitalen Spiegelreflexkamera vom Typ Canon EOS 300D auf, bei der der serienmäßig eingebaute Infrarot-Sperrfilter durch ein anderes Filter mit größerem Durchlassbereich ersetzt ist. Der Erfolg dieser Umbaumaßnahme wird auf dem Foto sichtbar: Eine unmodifizierte Kamera ist nämlich für die Wellenlänge der prominenten Ha-Linie des angeregten Wasserstoffs nahezu blind. Doch gerade diese Wellenlänge von 656,3nm ist es, bei der viele Galaktische Nebel ihr typisch rötliches Licht aussenden, so auch der Nordamerika-Nebel. Eine einzige, zehnminütige Belichtung bei ISO 1600 durch ein Foto-Spiegellinsenobjektiv MTO 300mm f/4,5, der so genannten »Russentonne«, reichte aus, um den Nebel deutlich abzubilden.

Betrachtet man das Foto genauer, erkennt man außer Sternen und dem Nebel noch ein unregelmäßiges Auftreten von farbigen Bildpunkten, die sicher nicht realen Objekten am Himmel zugeordnet werden können, sondern eine Folge der digitalen Aufnahmetechnik darstellen. Was hier zu sehen ist, ist das elektronische Bildrauschen, im Wesentlichen verursacht durch den so genannten Dunkelstrom. Darunter versteht man jenen Anteil am Signal eines Bildes, den der Aufnahmechip während der Belichtungszeit auch dann produzieren würde, wenn er gar nicht von einfallendem Licht getroffen wird, sich also in völliger Dunkelheit befindet. Wie viel Dunkelstrom ein Aufnahmesensor produziert, hängt von seiner Konstruktion ab. Modernere Sensoren produzieren weniger als ältere. In jedem Fall wird der Dunkelstrom stärker mit wachsender Belichtungszeit und ansteigender Temperatur.

Für Astrofotografen ist es daher ein wichtiges Bestreben, das durch den Dunkelstrom verursachte Bildrauschen zu beseitigen. Bei speziellen Astrokameras beispielsweise ist die Kühlung des Aufnahmesensors ein wirksames Mittel, was allerdings bei digitalen Spiegelreflexkameras nicht vorgesehen ist. Doch es kann die folgende Annahme getroffen werden: Der Dunkelstrom ist, abgesehen von einem kleineren, statistischen Anteil, reproduzierbar. Das heißt, er tritt bei gleich bleibender Temperatur und Belichtungszeit in immer gleicher Art und Weise in Erscheinung. Das versetzt den Fotografen in die Lage, Bilder zu produzieren, die ausschließlich das Dunkelstromrauschen enthalten, um diese Daten dann von den eigentlichen Himmelsaufnahmen zu subtrahieren. Gewonnen werden solche Bilder, indem vor oder nach der eigentlichen Himmelsaufnahme eine weitere Aufnahme mit gleicher Belichtungszeit erfolgt, allerdings bei geschlossenem Kameraverschluss oder abgedeckter Teleskopöffnung. Wichtig ist, dass der Sensor dabei nicht belichtet wird. Diese Aufnahmen werden Dunkelstrombilder, Dunkelbilder oder »Darkframes« genannt.

Praktisch alle modernen Kameras haben im Kameramenü eine Einstellung, mit der festgelegt werden kann, dass nach einer Langzeitbelichtung grundsätzlich ein Dunkelbild erstellt und von der eigentlichen Aufnahme abgezogen wird, um das Bildrauschen zu reduzieren. Schaltet man diese Funktion ein, nimmt die Kamera im Anschluss an jede Langzeitbelichtung ein Dunkelbild mit der gleichen »Belichtungszeit«, aber bei geschlossenem Verschluss, auf. Das bedeutet, dass nach jeder Aufnahme mit zehn Minuten Belichtungszeit die Kamera für zehn weitere Minuten nicht benutzt werden kann. In einer klaren Nacht kann also nur die Hälfte der Beobachtungszeit genutzt werden. Doch der

Erfolg eines Dunkelbild-Abzuges ist deutlich sichtbar (s. 2. Schritt im Kasten).

Herrn Mittrach wird diese Empfehlung nichts nutzen, denn seine EOS 300D bietet einen solchen Menüpunkt noch nicht. Aber auch für ihn gibt es eine Lösung! Er kann bei aufgesetztem Objektivdeckel ein Dunkelbild gewinnen und mit geeigneter Software von seinen Himmelsaufnahmen abziehen (s. Kasten). Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass eine klare Nacht viel effektiver genutzt werden kann, weil nur ein einziges oder wenige Dunkelbilder für die Korrektur aller Aufnahmen einer Nacht verwendet werden können. Um Temperaturgradienten zu berücksichtigen, kann man beispielsweise zu jeder vollen Stunde ein Dunkelbild aufnehmen.

Das nachträgliche Abziehen des Dunkelbildes gelingt nur, wenn die Aufnahmen im Rohformat (RAW) aufgenommen werden und die Subtraktion erfolgt, bevor aus den Rohdaten ein Farbbild generiert

- 1. Aufnahme im RAW-Format vornehmen
- 2. Dunkelbild mit gleich langer Belichtungszeit (ebenfalls im RAW-Format) erstellen
- Mit einer geeigneten Software die Himmelsaufnahme öffnen, ohne eine Farbkonvertierung vorzunehmen
- 4. Mit der Software das Dunkelbild abziehen
- 5. Die nun kalibrierte Bilddatei in ein Farbbild konvertieren
- 6. Eventuell mit anderen, kalibrierten Bilddateien übereinander lagern und mitteln

Es wird also spezielle Software benötigt, die ein Bild im RAW-Format öffnen kann, ohne eine Konvertierung in ein Farbbild vorzunehmen. Beispielsweise ermöglichen das die Programme MaxIm DSLR, ImagesPlus, IRIS und Fitswork.



Abb. 1: Die Originalaufnahme (a) mit zehn Minuten Belichtungszeit. Außer dem Rauschen ist das Verstärkerglühen am unteren Bildrand zu erkennen, verursacht durch Abwärme der Ausleseelektronik in der Kamera. Auch dieses Verstärkerglühen wird durch die Dunkelbild-Subtraktion bekämpft. Ein stark vergrößerter Ausschnitt aus der Aufnahme (b) zeigt das starke Bildrauschen, bedingt durch den Dunkelstrom.



Abzug eines Dunkelbildes

Die Bildfolge zeigt am Beispiel der Menuoptionen von Maxim DSLR die Vorgehensweise und ihre Wirkung beim Abzug eines Dunkelbildes im Raw-Format von einem Objektbild.

1. Schritt: Öffnen der Canon-RAW-Datei in Maxlm DSLR. Wichtig ist, dass die Konvertierung in ein Farbbild unterbleibt, die entsprechende Option in der linken unteren Ecke muss abgewählt werden.

Ausschnitt der geöffneten RAW-Datei. Etliche helle Pixel, der Rauschanteil und das Raster der codierten Farbinformationen sind zu erkennen.





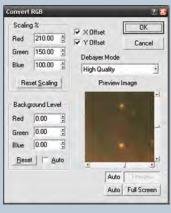
2. Schritt: Dialog, mit dem in diesem Fall zwei vorhandene Dunkelbilder ausgewählt werden.

Ergebnis nach Abzug der Dunkelbilder. Das Rauschen und die hellen Pixel sind weitgehend verschwunden.



3. Schritt: Dialogfeld von MaxIm DSLR, mit dem die Konvertierung in ein Farbbild vorgenommen wird. Hier müssen Parameter, die je nach Kameramodell abweichend sind, eingetragen werden.

Ausschnitt des erzeugten Farbbildes.

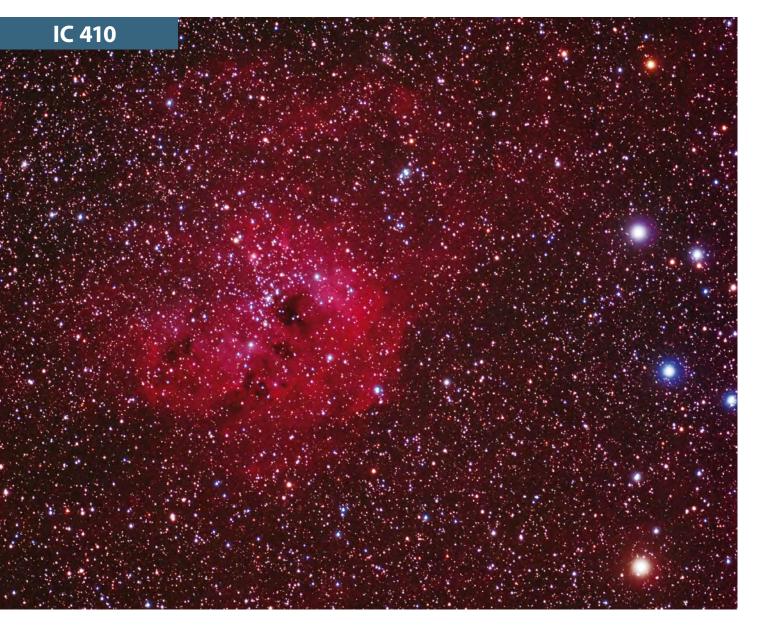




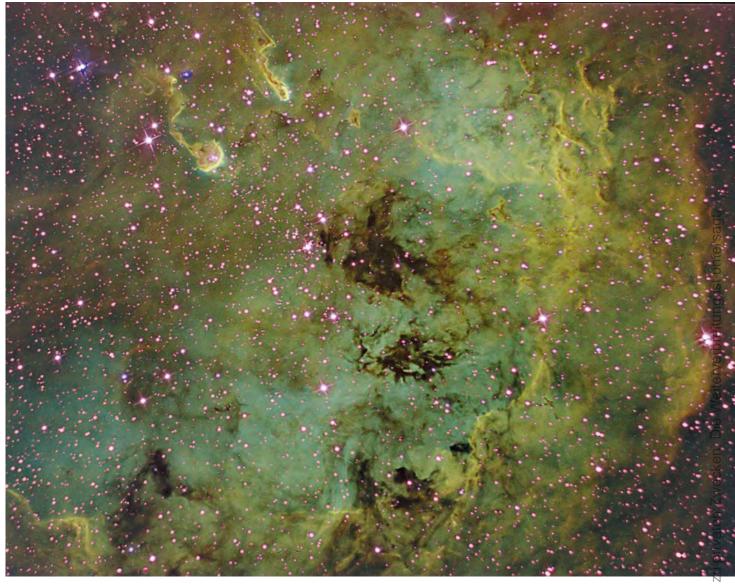
Objekte der Saison

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

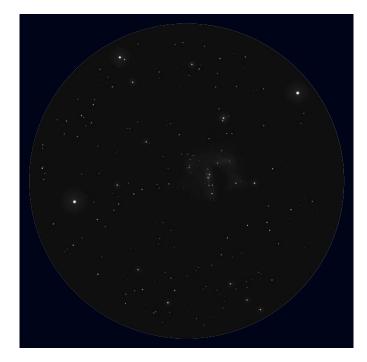
| Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben | | | | | | | |
|--|----------|-----|-----------|-------------------------------------|----------|-----------------|--|
| Ausgabe | Name | Тур | Sternbild | R.A. | Dekl. | Einsendeschluss | |
| Nr. 62, Feb./Mär. 2009 | M 46 | 0C | Pup | 07 ^h 41,8 ^{min} | -14° 49' | 20.11.2008 | |
| | M 47 | 00 | Pup | 07 ^h 36,6 ^{min} | -14° 30' | | |
| Nr. 63, Apr./Mai 2009 | M 106 | Gx | CVn | 12 ^h 19,0 ^{min} | -47° 18' | 20.1.2009 | |
| | NGC 4449 | Gx | CVn | 12 ^h 28,2 ^{min} | -44° 06' | | |
| Nr. 64, Jun./Jul. 2009 | M 12 | GC | 0ph | 16 ^h 47,2 ^{min} | -01° 57' | 20.3.2009 | |
| | NGC 6210 | PN | Her | 16 ^h 44,5 ^{min} | +23° 48' | | |
| Nr. 65, Aug./Sep. 2009 | M 27 | PN | Vul | 19 ^h 59,6 ^{min} | +22° 44' | 20.5.2009 | |
| | M 71 | GC | Sge | 19 ^h 53,8 ^{min} | +18° 47' | : | |
| Nr. 66, Okt./Nov. 2009 | M 33 | Gx | Tri | 01 ^h 33,9 ^{min} | +30° 48' | 20.7.2009 | |
| | NGC 404 | Gx | And | 01 ^h 09,4 ^{min} | +35° 43' | | |
| Nr. 67, Dez./Jan. 2010 | M 37 | 00 | Aur | 05 ^h 52,5 ^{min} | +32° 33' | 20.9.2009 | |
| | NGC 1907 | 00 | Aur | 05 ^h 28,1 ^{min} | +35° 20' | | |



Digitalfoto, 3"-Refraktor bei 500mm, mod. Canon EOS 20Da, ISO 800, 31×5min. Thomas Tuchan



CCD-Aufnahme, 20"-Newton bei 1000mm, SBIG STL6303E, 10×10min (Ha), 20×10min (je [OIII], SII), Astronomik-Filtersatz. *Thomas Westerhoff*



Zeichnung, 4"-Refraktor, 25×, UHC. *Rony de Laet*

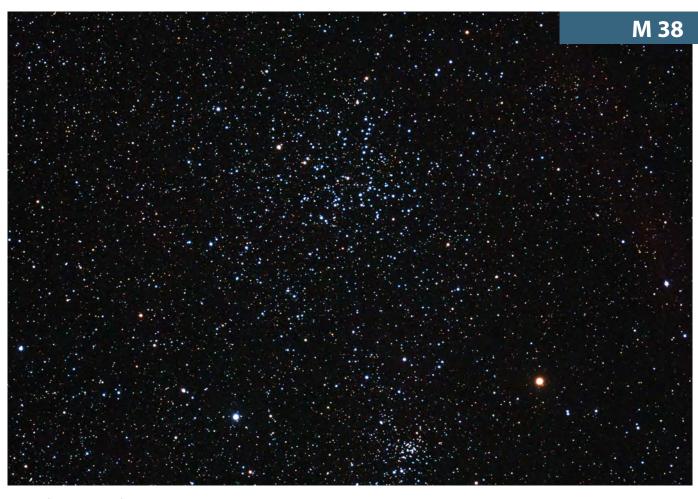
IC 410

102/500-Refraktor: fst 4"%; einfach zu lokalisieren mit 16 Aur. NGC 1893 ist deutlich zu sehen. Schon mit der kleinsten Vergrößerung ist NGC 1893 von Nebel umgeben. Stärkere Vergrößerung hält der Nebel nicht aus. Einzelne Details sind gut zu sehen, wie ein zentrales Loch im Nebel. Nur ein Blickfeld weiter liegt IC 405. UHC; 25×. Rony De Laet

200/800-Newton: Ich kann ein mattes Leuchten um den Sternhaufen NGC 1893 sehen. L- Form. Unregelmäßige scharfe Ränder. Im Nebel erkenne ich helle und dunkle Zonen. [OIII]; 57×. *Gerd Kohler*

200/1200-Newton: fst 5^m,5; nicht sichtbar, egal, welche Vergrößerung verwendet wird. Beobachtungsort: Sternwarte Kirchheim. 33×. *Manfred Holl*

250/1250-Newton: fst 5^m0; mit Filter erscheint IC 410 als schwacher Nebel, der die Form eines offenen Ringes hat. Der Nebel umgibt den Offenen Sternhaufen NGC 1893. [OIII]; 42×. *Frank Lange*



Digitalfoto, 5,12"-Refraktor bei 880mm, Canon EOS 5D, ISO 1000, 5×5min, Baader ACF III-Filter. Bernd Koch

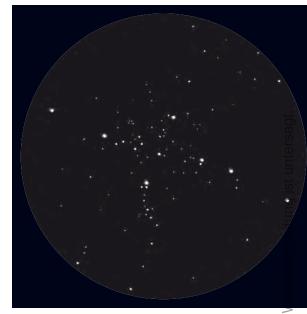
CCD-Aufnahme, 8"-Newton bei 960mm, EOS 300D, ISO 800, 4×5min, Idas LPSII-Filter. *Oliver Aders*





◆ Digitalfoto, 3"-Refraktor bei 910mm, Canon 350D, ISO 800, 40×30s. *Jan Wilhelm*

Zeichnung, 4"-Refraktor, $25\times$, UHC. Rony de Laet





Digitalfoto, 10"-Newton bei 1270mm, mod. Canon EOS 20Da, ISO 1600, 24×1min + 20×3min. *Thomas Tuchan*

M 38

8×24-Fernglas: Bortle 3; fast ein halbes Grad Durchmesser, Helligkeitszunahme zur Mitte. *Uwe Pilz*

200/800-Newton: größerer Sternhaufen. Sehr deutlich zu sehen. Aufgelöst. Reich an Sternen mittlerer Helligkeit und etwas geringerer Helligkeit. Die Form vom Haufen ist rund. Im Haufen sind viele Verästelungen. Einige Bereiche sind ohne Sterne. Die Sterne sind nicht zum Zentrum konzentriert. 57×. *Gerd Kohler*

200/1200-Newton: fst 5,0; M 38 ist mit 21' Ausdehnung ein großer, sehr schöner Offener Sternhaufen, dessen hellste Mitglieder eine scheinbare visuelle Helligkeit von 6,4 haben. Auf den ersten Blick wirkt M 38 ziemlich regellos. Erst bei längerer Beobachtung offenbaren sich Feinstrukturen, die entfernt an ein kleines »k« erinnern. Allerdings sollte man ihn lieber unter wirklich dunklem Himmel beobachten und nicht, wenn er im Lichthof einer Stadt steht. Da geht

der Haufeneindruck zwar nicht unbedingt verloren, aber der helle Himmelshintergrund lässt ihn unscheinbarer und uninteressanter wirken, als er in Wahrheit ist. 54×. *Manfred Holl*

200/1200-Newton: fst 5^m,8; der Haufen erscheint leicht ausgefranst und weist im Zentrum Verdichtungen in Form eines »P« auf. 37,5×. *Christian Steinmetzger*

254/1140-Newton: fst 6^m,2; ein wunderschönes Objekt, das mit vielen gleichhellen Sternen und etlichen Sternketten und Sternkreisen aufwarten kann. Die Kreuz- bzw. π -Form ist gut zu erkennen, wobei mich die Form des Haufens eher an eine fliegende Gans erinnert (mit dem Kopf nach Norden). Im gleichen Gesichtsfeld erscheint auch NGC 1907 als kleiner, dichter Sternenfleck. 75×. *Matthias Kronberger*

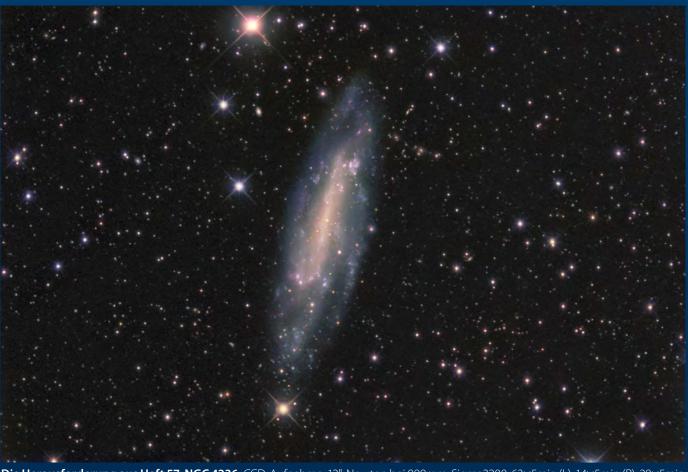
Astrofotos unserer Leser



Die Andromeda-Galaxie M 31 mit den Begleitern M 32 und M 110. CCD-Aufnahme, 6"-Refraktor bei 1085mm, STL-11000 XM, 30×5min (L), 6×5min (R), 5×5min (G), 7×5min (B), LRGB SBIG-Filter, RGB-Kanäle 2× gebinnt. Frank Steinke



Die Edge-On-Galaxie NGC 891. CCD-Aufnahme, 10,25"-Cassegrain bei 3000mm, SBIG STL 11000 M, 6×37min (L), 37min (je RGB), Astronomik-Filter. *Immo Gerber*



Die Herausforderung aus Heft 57: NGC 4236. CCD-Aufnahme, 12"-Newton bei 999mm, Sigma3200, 63×5min (L), 14×5min (R), 28×5min (G), 13×10min (B), Astronomik 2c-Filter. *Christoph Fischer*



NGC 4945 steht am Südhimmel. CCD-Aufnahme, 14"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, SBIG ST-10-XME, 8×10min (L), 3×10min (je RGB), LRGB-Filter. *Wolfgang Kloehr, Ralf Mündlein, Reinhard Nürnberger*

Astronomie im Mittelpunkt

Das Internationale Jahr der Astronomie 2009 steht vor der Tür

VON DANIEL FISCHER

Nun geht es tatsächlich bald los: »Eine globale Feier der Astronomie und ihrer Beiträge zur Gesellschaft und Kultur«, wie es sie noch nie gegeben hat, wird sich über das gesamte Jahr 2009 erstrecken. Das Internationale Jahre der Astronomie (International Year of Astronomy, IYA), das die Vollversammlung der Vereinten Nationen vor einem Jahr ausgerufen hat, soll »weltweites Interesse nicht nur an Astronomie sondern Wissenschaft im Allgemeinen« stimulieren, »besonders in Richtung junger Leute und Bildung auf allen Ebenen«. Dabei ist das IYA keineswegs ein Angebot von »denen für »uns« – ganz im Gegenteil: Wie nie zuvor sind gerade die Amateurastronomen der Welt gefordert und aufgerufen, das Projekt mit Leben zu füllen.



Abb. 1: Zahlreiche Ausstellungen und Präsentationen werden das Internationale Astronomiejahr prägen. So könnte die Ausstellung »From Earth to the Universe« aussehen – wenn sich ein lokaler Sponsor für die Umsetzung findet.

400 Jahre nach Galileo

Die Initiative war von italienischen Astronomen ausgegangen: 2009 jährt sich zum 400. Mal der Beginn teleskopischer Himmelsbeobachtungen durch Galileo Galilei. Zwar hat der berühmte Physiker damit entgegen landläufiger Meinung das kopernikanische Weltbild nicht beweisen können und war nicht einmal der erste Fernrohr-Astronom, aber eine Weile der bei weitem beste: Mit seinen vielfältigen Beobachtungen begründete er fraglos eine neue Ära der Astronomie. Galileis bahnbrechende Erfahrung des teleskopischen Blicks an den Himmel möglichst viele Menschen teilen zu lassen, die noch nie solch ein Vergnügen hatten, das war die Grundidee hinter dem IYA, und es werden

schon seit Jahren - 2003 stellte sich die Internationale Astronomische Union hinter das Projekt, 2005 auch die UNESCO - die besten Wege zu diesem Ziel diskutiert. So sollen insbesondere Völkerscharen zu öffentlichen Beobachtungsaktionen gelockt werden, welche natürlich durchweg von Sternfreunden ausgerichtet werden müssen: Wenn jeder der geschätzt 100000 Astroaktiven dieses Planeten im Laufe des Jahres hundert anderen Menschen zu ihrem ersten Blick durch ein Teleskop verhilft, stehen am Ende 10 Millionen »firsttimer«, die dann wieder anderen von den Freuden des Selberbeobachtens berichten. Manches Land wie die USA, Japan oder Kanada hat sich Millionen-Marken gar als nationales Ziel gesetzt.

Blick ins All für alle

Ein anderer Ansatz nennt sich »Teleskop-Amnestie-Programm«: Wiederum unter Anleitung erfahrener Sternfreunde sollen ungenutzt dahinvegetierende Fernrohre aus dem Kaufhaus wiederbelebt und ihre Besitzer in ihrer Handhabung unterrichtet werden. All dies ist natürlich sehr personalintensiv und könnte nie eine wirkliche Breitenwirkung erreichen: Deswegen gab es eine Weile den kühnen Plan, zu Abermillionen so genannte »Galileoskope« unters Volk zu bringen, simple Bausätze für Miniteleskope, mit denen jeder zumindest zwei der Schlüsselbeobachtungen Galileis nachvollziehen können sollte. Die optische und mechanische Qualität sollten ausreichen, um einige Landschaftstypen auf dem Mond und die vier großen Jupitermonde zu erkennen - und jedes Galileoskop sollte dabei höchstens »ein paar



Dollar« kosten und ohne persönliche Anleitung mit Gewinn einzusetzen sein. Am Ende mussten die Planer einsehen, dass geringer Preis, Handhabung durch blutige Laien und doch astrotaugliche Bildqualität schlicht unvereinbar sind: Jetzt soll es ein viel aufwändigeres Instrument in viel geringerer Stückzahl geben, das eher 10 Dollar kostet und nur unter Anleitung sprich: im Rahmen von gut organisierten Aktionen an Schulen – benutzt werden soll, mit seiner 45-fachen Vergrößerung aber wenigstens ein bisschen echte Astronomie erlauben wird. Parallel wird in Japan ein 10-Dollar-Teleskop mit 15-facher Vergrößerung vertrieben. Doch die breite Öffentlichkeit wird davon nichts haben und muss um so mehr von den Sternfreunden der Welt an die Hand genommen werden. Zwar sind auch zahllose andere Veranstaltungen angedacht, um die Freuden der Astronomie greifbar zu machen, aber Starpartys zu allen Gelegenheiten sollten im Mittelpunkt stehen. Oder noch besser, um einen anderen Anglizismus zu benutzen, Sidewalk-Astronomie.

100 Stunden Astronomie

Das Ziel ist klar: Nicht das Volk muss zu den Astronomen kommen, sondern die Sternfreunde kreuzen mit ihren Teleskopen dort auf, wo die Bevölkerung flaniert, auf öffentlichen Plätzen, auch mitten in der Stadt, oder tatsächlich auf dem Bürgersteig. Weltweite Aktionen dieser Art gelten weiterhin als (der) Kern des Astronomie-Jahres, wobei es aber stets den lokalen Sternfreunden obliegt, sich um Genehmigungen und Sicherheitsfragen aller Art zu kümmern – Zusammenar-

| Das Astronomiejahr 2009 | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Datum | Veranstaltung | Ort | | | | | |
| 20. Januar | Eröffnungsfeier und Ausstellungen | Museum für Kommunikation Berlin | | | | | |
| 8.–28. März | Saturn-Beobachtungsnächte | weltweit | | | | | |
| 2.–5. April | 100 Stunden Astronomie | weltweit | | | | | |
| Ab 2. April | Ausstellung »Sternstunden« | Gasometer Oberhausen | | | | | |
| Ab Mai | Planetariumsprogramm der ESA | zahlreiche Planetarien im deutschsprachigen Raum | | | | | |
| 18.–26. Juni | Historische Sternwarten stellen aus | Deutschland | | | | | |
| 27. Juni | Astronomisches Kulturfestival | Bonn | | | | | |
| Ende Oktober | 50 Stunden Astronomie | Deutschland, Frankreich | | | | | |
| 9.—15. November | Woche der Schulastronomie | bundesweit | | | | | |

beit mit den Kommunen ist also der erste Schritt. Ein erstes herausgehobenes Intervall reicht vom 8. bis 28. März, wenn das Cassini-Projekt der NASA zu »Saturn-Beobachtungsnächten« aufruft, in den Wochen nach der Opposition des dann günstig platzierten Ringplaneten. Allerdings ist dann Voll- bzw. abnehmender Mond: Wenn sich dieses populärste wie am einfachsten zu präsentierende Himmelsobjekt erneut dem ersten Viertel nähert, beginnen die »100 Stunden Astronomie« des IYA vom 2. bis 5. April. Mond und Saturn sind nun optimal am Abend zu sehen, und die Daten sind so gelegt, dass - egal in welcher Weltregion, nicht überall ist der Sonntag der Ruhetag! - sowohl Schultage wie das Wochenende eingeschlossen sind. So ziemlich jede Zielgruppe kann also angesprochen werden, und damit die Kunde von den »100 Hours« auch jeden erreicht, sollen die konkreten Beobachtungen durch intensive Internet- und Massenmedienaktionen angetrieben werden, vor allem in einem noch festzulegenden Zeitraum von 24 Stunden. Die Arbeitsgruppe für die 100 Stunden stellt es sich im Idealfall so vor, dass der bis dato teleskopisch unbescholtene Bürger durch die »alten« oder »neuen« Medien auf diese besonderen Tage aufmerksam wird, sich dann im Internet den Ort der nächstgelegenen Starparty sucht und vorbeischaut.

Katalysator für die Astronomie

Wie vieles sind auch diese Pläne noch recht vage und die zentrale Webseite – wo jede Starparty angemeldet wird – ist erst im Aufbau. Die 100 Stunden sind indes nur einer von elf so genannten Eckpfeilern (Cornerstones) des IYA, zu denen z.B. auch aufwändige Wanderausstellungen astronomischer Großbilder und eine ausgeklügelte Webseite zur Bündelung der besten Astronomie im Internet gehören sollen, die den kühnen Namen »The Portal

to the Universe« tragen wird - oder konzertierte Maßnahmen gegen die Lichtverschmutzung, zum Schutz astronomischen Kulturerbes, zur Förderung des Astronomieunterrichts oder von astronomischer Bildung in Entwicklungsländern. Ansonsten ist das IYA eher eine Art Marke, die Initiativen aller Art zur Förderung der öffentlichen Wahrnehmung der Astronomie verbindet und ihnen gemeinsam eine größere Aufmerksamkeit verschaffen wird als sie je allein bekämen. Die Koordinatoren des Astronomiejahres auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene verstehen sich dabei als »Katalysatoren« der Aktivitäten: Ideen werden gesammelt und verbreitet, konkrete Pläne erfasst und zentral aufgelistet. Die meiste Arbeit haben dabei derzeit die SPoCs, die »Single Points of Contact« in jedem der rund 130 Länder, die beim IYA dabei sind: In Deutschland ist dies seit Oktober 2007 Dr. Michael Geffert vom Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn. Aus dem Kreis der fleißigsten IYA-Planer des Landes heraus hat sich auch der Verein »Astronomie 2009 e.V.« gegründet, um der Arbeit eines ehrenamtlichen nationalen Komitees einen Rechtsrahmen zu geben.

Regional und national

Ein paar deutschlandweite Veranstaltungen – neben den konzertierten Beobachtungsaktionen, die noch durch »50 Stunden Astronomie« im Herbst ergänzt werden sollen – sind schon spruchreif: So wird im Mai in knapp 30 Planetarien ein von der Europäischen Weltraumbehörde teilfinanziertes aufwändiges Programm anlaufen, das den Bogen von Galilei bis zu den Satelliten Herschel und Planck schlägt, während andere Aktionen (bis hin zu einer Sonderbriefmarke und -münze) den nicht minder bedeutenden Astronomen Johannes Kepler feiern, denn das Erscheinen seiner »Astronomia Nova«



Abb. 2: Die Vorstandsmitglieder des Vereins »Astronomie 2009 e.V.«, der in Deutschland das nationale Komitee für das IYA bildet.

jährt sich 2009 ebenfalls zum 400. Mal. In manchen Regionen sind die Planungen für das IYA schon weit gediehen und auf speziellen Webseiten dokumentiert, die über die zentrale Homepage zu finden sind (siehe Kasten). Besonders nützlich für lokale Veranstalter wird eine zentrale Vermittlung von Vortragenden sein, die die Astronomische Gesellschagft organisiert. Und manch lokale Veranstaltung dürfte wiederum von überregionalem Interesse sein: Neben einem astronomischen Kulturfestival in Bonn Ende Juni wird vor allem die gigantische Ausstellung »Sternstunden - Wunder des Sonnensystems« im Gasometer Oberhausen ab Anfang April für buchstäbliches Aufsehen sorgen; der gerade zu Ende gegangene Vorgänger mit Satellitenbildern der Erde lockte immerhin rund 350000 Besucher in das gewaltige Bauwerk. Jenseits aller traditionellen oder auch völlig ungewohnten Aktionen - gerade im Zusammenspiel mit Musik, Literatur, Schauspiel, bildender Kunst oder Architektur ergeben sich erstaunliche Möglichkeiten, wenn sich geeignete Partner finden lassen - sind es vor allem neue Netzwerke, die über das Jahr 2009 hinaus noch lange nachwirken und die Astronomie als zentralen Bestandteil der Kultur im Bewusstsein der Allgemeinheit verankern sollen. Wenn denn die große Welle so richtig ins Rollen kommt: Das liegt allein an uns.

Surftipps

Deutscher Informationsknoten: www. astronomie2009.de 100 Stunden Astronomie:

www.100hoursofastronomy.org
Neues zum IYA: astrojahr.blogspot.com

Georg Reus (1938-2008)

Am 27.7.2008 verstarb der Astrofotograf und interstellarum-Autor Georg Reus unerwartet im Alter von 69 Jahren. Mit ihm verliert die deutsche Amateurastronomie einen ihrer herausragenden Fotografen, der im Jahrzehnt von 1986 bis 1996 zu den führenden seiner Zunft nicht nur in Deutschland zählte.

Georg Reus wurde am 23.12.1938 in Bamberg geboren. Seine oberfränkische Herkunft war ihm Zeit seines Lebens anzumerken, auch wenn er ab 1982 im hessischen Groß-Umstadt zu Hause war. Das Interesse für die Astronomie weckten die Mondlandungen. Er schrieb darüber 1996: »In der Nacht zum 21.7.1969 kam ich erstmals nä-



her mit der Himmelskunde in Berührung, als Neil Armstrong und Edwin Aldrin als erste Menschen den Mond betraten. Diese Leistung war für mich äußerst beeindruckend. Ich sah zum ersten Mal, wie es auf dem Mond aussah und plötzlich begann mich dieser zu interessieren. Im Jahre 1971 kaufte ich mir in einem Versandhaus mein erstes kleines Fernrohr.«

Ich lernte Georg Reus 1994 kennen, als er einen der zahlreichen Heimatbesuche bei den Bamberger Sternfreunden absolvierte. Für mich war er der Prototyp des Liebhaber-Astronomen des 20. Jahrhunderts: Trotz bescheidener Lebensumstände – er arbeitete zunächst als Lastwagenfahrer im Bamberger Eisenhof, später für eine Entsorgungsfirma – erarbeitete er sich mit viel Herzblut und Geduld nicht nur astronomische Erfolge, sondern auch Anerkennung über die Amateurszene hinaus. Für ihn war wichtig, dass seine Bilder nicht nur schön aussahen, sondern auch wissenschaftlich aussagekräftig waren – es war für ihn deshalb selbstverständlich, auch mit Profi-Astronomen in Kontakt zu stehen.

»In meinen Augen sind die Planetarischen Nebel die schönsten Objekte des Himmels« schrieb Georg Reus 1994. Seit 1976 hatte er sich näher mit ihnen beschäftigt, aber erst 1986 nach der Fertigstellung seiner Sternwarte – ausgestattet mit einem 14"-SCT, 8"-SCT-Leitteleskop und eigenhändig modifizierter Alt-Montierung – gelangen ihm jene spektakulären Bilder, die ihn bekannt machten. Fotografiert wurde auf den klassischen Negativfilm der damaligen Zeit, den TP2415, mit einem Canon F1-Gehäuse; die Nachführkontrolle erfolgte manuell bei 440×. Viele Motive wurden wiederholt aufgenommen – solange, bis sein Bild das beste Amateurfoto der damaligen Zeit war. Insbesondere seine Resultate an NGC 6984 erlangten Berühmtheit, so dass dieses Objekt in Kennerkreisen auch als »Reus'scher Nebel« apostrophiert wird.

Seine besten Bilder erschienen im »Bildatlas Planetarischer Nebel« in interstellarum 6 und 8. Im Themenheft »Planetarische Nebel« wird eine Retrospektive mit einigen noch unveröffentlichten Aufnahmen vor allem schwächerer Objekte an seine unvergessene Lebensleistung erinnern.

■ Ronald Stoyan

Sternenklar – Ein kleines Buch über den Himmel

Was schenkt ein Astronom seiner sechsjährigen Tochter zur Einschulung? Ein Fernglas! Damit erkundet Stella gemeinsam mit ihrem Vater den Nachthimmel und macht sich auf die Suche nach ihrem Glücksstern. Stellas Vater erklärt ihr nach und nach das Universum und führt sie gemeinsam mit dem Leser von so elementaren Grundlagen der Astronomie wie dem Tag/Nacht-Wechsel oder dem Gang der Jahreszeiten, über die Ursprünge der Astronomie und deren geschichtlicher Entwicklung, dem Aufbau des Sonnensystems, bis hin zur Relativitätstheorie und komplexen kosmologischen Fragestellungen.

Stets orientiert sich die Themenauswahl jedoch an alltäglichen Begebenheiten, bleibt deren Erklärung anschaulich und leicht verständlich. Es ist damit ein Buch so-

wohl für Erwachsene, die sich erstmals mit der Thematik befassen, als auch für Kinder. Wer »Sternenklar« allerdings als reine Einführung in die Astronomie betrachtet, wird dem elegant und klar geschriebenen Buch von Ulrich Woelk in keiner Weise gerecht. Denn es erklärt die kosmischen Zusammenhänge mit der Kenntnis des Astronomen aus dem Blickwinkel des Kindes. Es bewahrt das kindliche Staunen über das Gesehene und wird damit neben der bildhaften und amüsanten Einführung in die Himmelskunde fast schon zur poetischen Liebeserklärung an das Leben selbst, zumindest aber an den magischen Augenblick, wenn am Abend das Licht des Tages verlöscht und das Schauspiel der Nacht beginnt.

■ Frank Gasparini



Ulrich Woelk: Sternenklar – Ein kleines Buch über den Himmel, DuMont Buchverlag, 2008, www.gebunden, 224 Seiten, ISBN 978-3-8321-8060-7, 14,90 €

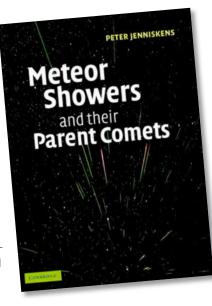
Meteor Showers

Peter Jenniskens Handbuch für Meteorastronomen erschien bereits 2006 und hat sich schnell zum aktuellen Standardwerk in seinem Gebiet entwickelt. Das ca. 800-seitige Buch widmet sich umfassend der Beziehung zwischen Himmelskörpern und den als Meteoren sichtbaren (und sehr selten als Meteorit einschlagenden) kosmischen Boten in der Erdatmosphäre. Das Buch präsentiert zunächst systematisch unsere heutige Wissensbasis über Kometen, ihre langsame Auflösung und die daraus resultierende Entstehung der auf der Erde beobachtbaren Meteorströme. Danach diskutiert der Autor zahlreiche Meteorströme und ihre Ursprungskörper im Detail, und spart ab-

schließend sporadische Meteore oder auch die offene Frage nach dem Zusammenhang von Impakten und der Entstehung von Leben nicht aus. Die 2006 erschienene Hardcover-Ausgabe wurde nun um eine Paperback-Ausgabe ergänzt, die das Buch für interessierte Amateure deutlich erschwinglicher macht.

■ Thomas Rattei

Peter Jenniskens: Meteor Showers and their parent comets. Cambridge University Press 2008, Paperback, 802 Seiten, ISBN 987-0-521853491, 69€



Unmasking Europa

Anders als zur Zeit der ersten Planetenmissionen nehmen heute die aktuellen Medien von Raumfahrtprojekten zur Erforschung unseres Sonnensystems nur noch selten Notiz. Interessierte können sich stattdessen im Internet informieren, oder in Büchern wie dieser Neuerscheinung aus der Feder des Astronomieprofessors Richard Greenberg. In dem knapp 300-seitigen Buch berichtet der Wissenschaftler über die Erforschung des Jupitermondes Europa über vier Jahrzehnte hinweg. Greenber's These von einem flüssigen Ozean aus Wasser unter der Eiskruste wurde lange Zeit als abwegig



verworfen. Aus seiner persönlichen Perspektive berichtet er über seine wissenschaftlichen Ideen, Probleme, Rückschläge und Erfolge bis zum heutigen Tag, an dem seine Theorien auch von Fachkollegen ernst genommen werden. »Unmasking Europa« ist somit nicht nur ein populärwissenschaftliches Buch über die Erforschung Europas, sondern auch ein Buch, das (angehende) Wissenschaftler zum Nachdenken über ihre Forschungsstrategien anregen soll.

■ Thomas Rattei

Richard Greenberg: Unmasking Europa. The Search for Life on Jupiter's Ocean Moon. Springer Verlag und Praxis Publishing 2008, Hardcover, 278 Seiten, ISBN 978-0-387479361, 19,95€

Demnächst in interstellarum

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

Saturnringe von der Kante

Erstmals seit 1995 blicken wir 2009 wieder auf die Kante der Saturnringe. Wir zeigen, welche beeindruckenden Phänomene man dabei beobachten kann.

Orionnebel im Teleskop

Was zeigen verschiedene Teleskope an M 42? Welche Unterschiede sind zwischen einem städtischen und ländlichen Beobachtungsort zu erwarten?



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





Heft 62 ab 16.1.2009 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

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

| Inserenten dieser A | usgabe | | | | |
|---------------------|--------|---------------------|-----|---------------------|----------|
| APM Telescopes | 7 | Astro Optik GmbH | 52 | Lunt Solar Systems | 29 |
| AP Nidderau | 76 | Bernd Röger | 76 | Meade Instruments | U4 |
| Astronomie.de | 20 | Farm Tivoli | 77 | nimax GmbH | 8/9 |
| Astro Optik Kohler | 77 | Fujinon Europe | 6 | Oculum-Verlag | 39/62/79 |
| Astro!nfo | 74 | Gerd Neumann jr. | 26 | Sahara Sky | 76 |
| Astrocom | U3 | Grab | 77 | Teleskop-Service | 56 |
| Astrolumina | 76 | Intercon Spacetec | 4/5 | The Imaging Source | 80 |
| Astro-Shop | U2 | Kosmos-Verlag | 29 | Wissenschaft Online | e 56/80 |
| Astrotreff | 76 | Kripotrib Astrofarm | 77 | Wolfgang Lille | 77 |

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

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

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694 Fax: 09131/978596

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

D-91054 Erlangen

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

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



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

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

Grafik und Layout: Diana Hoh

 $\textbf{Redaktion:} \ redaktion @interstell arum. de$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 10 vom 1.11.2008 Britta Friedsam, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596, E-Mail: werbung@interstellarum.de