

# fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



**Titelbild: Luftbild des Very Large Telescope-Ensembles auf dem Cerro Paranal in Chile** mit den vier 8,2m-Teleskopen. Im Vordergrund ist »Yepun« zu sehen, dahinter folgen von links nach rechts »Antu«, »Kueyen« und »Melipal«, benannt nach indianischen Wörtern der hellsten Gestirne. Hinter den Teleskopen ist links das Flachdach des Kontrollgebäudes zu erkennen. ESO

Liebe Leserinnen und Leser,

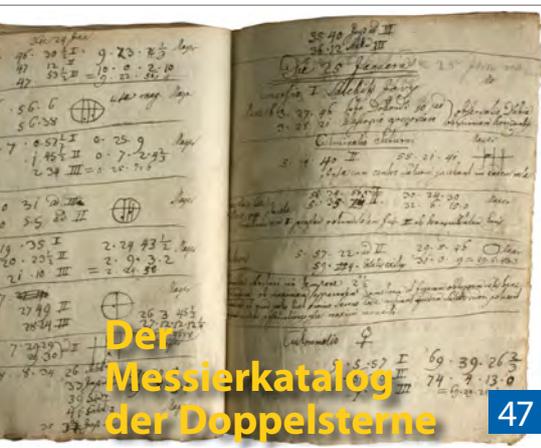
**beobachten wie die Profis** – das ist der Traum vieler Hobby-Astronomen. Doch wie läuft eigentlich eine Nacht an einer chilenischen Großsternwarte auf über 2500m Höhe ab? Wer wählt die Beobachtungsobjekte aus? Was passiert wenn Wolken aufziehen? Und wie bedient man die gewaltigen Teleskope? Martina und Ullrich Dittler erhielten bei einem Aufenthalt am Very Large Telescope (VLT) auf dem Cerro Paranal in Chile Einblick in den Alltag der Astronomen vor Ort. Und Gero Rupprecht, maßgeblich für die Instrumentierung der vier 8,2m-Teleskope verantwortlich, berichtet aus eigener Erfahrung, was alles im Laufe einer Beobachtungsnacht passieren kann (Seite 14).

**Eines der beeindruckendsten astronomischen Erlebnisse** bleibt für viele von uns der Anblick des nächtlichen Sternhimmels. Doch mehr als ein Viertel aller Menschen kann dies nur eingeschränkt genießen, denn sie leiden unter einer nur nachts auftretenden Kurzsichtigkeit. Für Jürgen Kemmerer, der sein Leben lang einen unscharfen Nachthimmel für normal hielt, brachte die Verwendung einer extra angefertigten »Astro-Brille« eine Offenbarung (Seite 53). Während man Kurzsichtigkeit am Teleskop jedoch leicht ausgleichen kann, mussten Astigmatiker bisher auch am Teleskop eine Brille tragen. Unser Proband Norman Schmidt hat getestet, ob neuartige Korrekturlinsen für Televue-Okulare wirken, und kommt zu einem ähnlich augenöffnenden Schluss (Seite 56).

**Die Sonnen-Relativzahl galt für Jahrzehnte** als eines der beliebtesten Beobachtungsprojekte für Amateurastronomen. Die klassische Relativzahl wird aber nur im Weißlicht ermittelt, die mit den in den letzten Jahren populär gewordenen H-alpha-Teleskopen zu sehenden Erscheinungen bleiben davon unberührt. In Zusammenarbeit mit Peter Völker und der Fachgruppe Sonne stellen wir in dieser Ausgabe eine neuartige H-alpha-Relativzahl vor, die insbesondere auf die Besitzer des weit verbreiteten PST-Sonnenteleskops zugeschnitten ist (Seite 36). Wir möchten alle Sonnenbeobachter herzlich einladen mitzubeobachten – auch wenn dies nur gelegentlich geschieht: Jeder Wert ist wichtig! Ergebnisse können online unter [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de) gemeldet werden. Über Auswertungen werden wir in der Rubrik »Sonne aktuell« in jedem Heft berichten.

Ihr

*Ronald Stoyan*



## Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **Eine Nacht in Chile**  
Am Teleskop mit Profi-Astronomen beobachten
- 21 **Technik-Wissen: Wie bekommt man Beobachtungszeit an Großobservatorien?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **Ein kosmischer Vogel**
- 11 **Erster Flare auf einem Stern entdeckt**  
Doppelter Einsteinring
- 12 **Raumfahrt aktuell: Rückkehr nach 33 Jahren: Merkur, »ein ganz neuer Planet«**

## Himmel

- **Ereignisse**
- 22 **Saturnmonderscheinungen im April und Mai**  
Merkur am Abendhimmel
- 23 **Halleys Boten – die η-Aquariden im Mai 2008**  
Mond bedeckt Mars am 10. Mai 2008
- **Sonnensystem**
- 26 **Sonne aktuell: Der erste Fleck des 24. Zyklus**
- 27 **Planeten aktuell: Mars 2007 – ein Fazit**
- 28 **Kometen aktuell: Komet Boattini am Abendhimmel**
- **Sternhimmel**
- 31 **Astronomie mit bloßem Auge: Der Große Wagen – Collinder 285**  
Astronomie mit dem Fernglas: Hevelius' Nebelstern
- 32 **Objekt der Saison: M 106**
- 33 **Objekt der Saison: NGC 4449**
- 35 **Deep-Sky Herausforderung: NGC 4236**

## Praxis

- **Sonne**
- 36 **Die Ha-Relativzahl**  
Ein Beobachtungsprogramm für das Personal Solar Telescope
- **Mond**
- 40 **Down under**  
Das südliche Hochland des Mondes
- 44 **Warum ist der Mond manchmal so groß?**  
Überlegungen und Experimente zur Mondillusion



- **Deep-Sky**
- 47 **Der Messierkatalog der Doppelsterne**  
Die vergessene Liste von Christian Mayer
- 53 **Den Schleier lüften**  
Viele Sternfreunde leiden unter Nachtkurzsichtigkeit – ohne es zu wissen
- 55 **Praxis-Wissen: Wie orientiere ich mich am Frühlingshimmel?**

## Technik

- **Produktvergleich**
- 56 **Geschärfter Blick**  
Die Dioptr-Vorsatzlinsen in der Praxis
- **Astrofotografie**
- 60 **Autoguiding für Jedermann**  
Guidemaster im Praxistest
- 65 **Technik-Wissen: Wie macht man bei Strichspuraufnahmen die Sternfarben besser sichtbar?**
- **Produktspiegel**
- 59 **Konkurrenz für Coronado**  
Neue Filter und Teleskope zur Sonnenbeobachtung  
Okularauszüge von Baader-Planetarium  
TMB bessert nach

# Eine Nacht in Chile

## Am Teleskop mit Profi-Astronomen beobachten

Es wird Nacht über dem Very Large Telescope, einem der größten Observatorien der Erde. Die Kuppeln der vier 8,2m-Teleskope öffnen sich und richten ihre Blicke auf den Nachthimmel über dem 2635m hohen Cerro Paranal in Chile. Wie sieht eine Beobachtungsnacht für einen professionellen Astronomen aus? Was passiert, wenn Wolken in die quere kommen? Und wie kommt man überhaupt an heißbegehrte Beobachtungszeit mit den Riesenteleskopen? Erfahren Sie aus erster Hand, wie es ist an einem Großobservatorium zu beobachten.

### Beobachtungen

- **Rückblick**
- 66 Die Marsbedeckung vom 24.12.2007
- **Objekte der Saison**
- 68 M 98 / NGC 4216
- **Galerie**
- 72 Astrofotos unserer Leser

### Service

- **Szene**
- 76 Termine für Sternfreunde: April bis Juni 2007
- **Rezensionen**
- 74 Beobachtungs-Logbuch mit Observation Manager 0.516
- 75 Deep-Sky Companions: Hidden Treasures  
Astronomical Sketching: A Step-by-Step Introduction
- **Astromarkt**
- 77 Astroschnäppchen
- 77 Kleinanzeigen

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

## Produktvergleich: Die Dioptrx-Vorsatzlinsen in der Praxis



# Ein kosmischer Vogel

Die im Infraroten sehr leuchtkräftige Galaxie ESO 593-IG 008 (IRAS 19115–2124), die wegen ihres Aussehens von den Wissenschaftlern »der Vogel« genannt wird, war das Ziel einer Untersuchung im optischen und infraroten Spektralbereich mit erdgebundenen Teleskopen und vom Weltraum aus, um die Struktur dieses wechselwirkenden bzw. verschmelzenden Systems zu erforschen. Solch leuchtkräftige Infrarot-Galaxien sind fast immer die Folge einer Verschmelzung zweier Galaxien und beherbergen meist einen Starburst oder Aktiven Galaxienkern, die aber von Gas und Staub verdeckt werden. Das Besondere an diesem System ist, dass hier drei Galaxien miteinander wechselwirken, ein Aktiver Galaxienkern konnte jedoch nicht nachgewiesen werden. Dafür dominiert Sternentstehung, durchschnittlich 190 Sonnenmassen pro Jahr werden in Sterne verwandelt.

Das Dreifach-System besitzt im infraroten Spektralbereich fast die  $10^{12}$ -fache Sonnenleuchtkraft, wobei der »Kopf« des Vogels, eine irreguläre Galaxie, am leuchtkräftigsten ist. Hier werden auch die meisten neuen Sterne gebildet. Das »Herz« des Vogels wird vom Kern einer Balkenspirale gebildet, während der Körper von einer Galaxie gebildet wird, deren Morphologie gestört ist und sowohl Spiralarme zeigt als auch ein Helligkeitsprofil, das typisch für elliptische Galaxien ist. Diese beiden Galaxien sind mit  $3\text{--}7 \cdot 10^{10}$  Sonnenmassen massereicher als die Kopfgalaxie mit  $1\text{--}2 \cdot 10^{10}$  Sonnenmassen. Kinematische und dynamische Untersuchungen sprechen dafür, dass es sich bei letzterer in der Tat um eine unabhängige Galaxie handelt und nicht um eine Struktur, die durch die Wechselwirkung der beiden großen Galaxien entstanden ist. Die Entstehung des Systems könnte man sich so vorstellen, dass sich vor einigen 100 Millionen Jahren die beiden großen Galaxien annähernten – insbesondere die Galaxie, die den Körper bildet, befindet sich bereits in einem Übergangsstadium zu einer elliptischen Galaxie – und die kleine Galaxie gerade bei ihrer ersten Annäherung beobachtet wird, wofür die verstärkte Sternentstehung spricht. Das gesamte System ist etwa 650 Mio. Lj entfernt. [ESO Press Photo 55/07, P. Väisänen et al. arXiv: 0708.2365v2]

Abb. 1: **Der kosmische Vogel.** Dieses System aus drei Galaxien, die miteinander wechselwirken, ist insbesondere im infraroten Spektralbereich aufgrund der hohen Sternentstehungsrate sehr hell. Die Aufnahme ist ein Komposit aus einer K-Band Aufnahme des VLT und zwei HST-Aufnahmen im B- und I-Band.

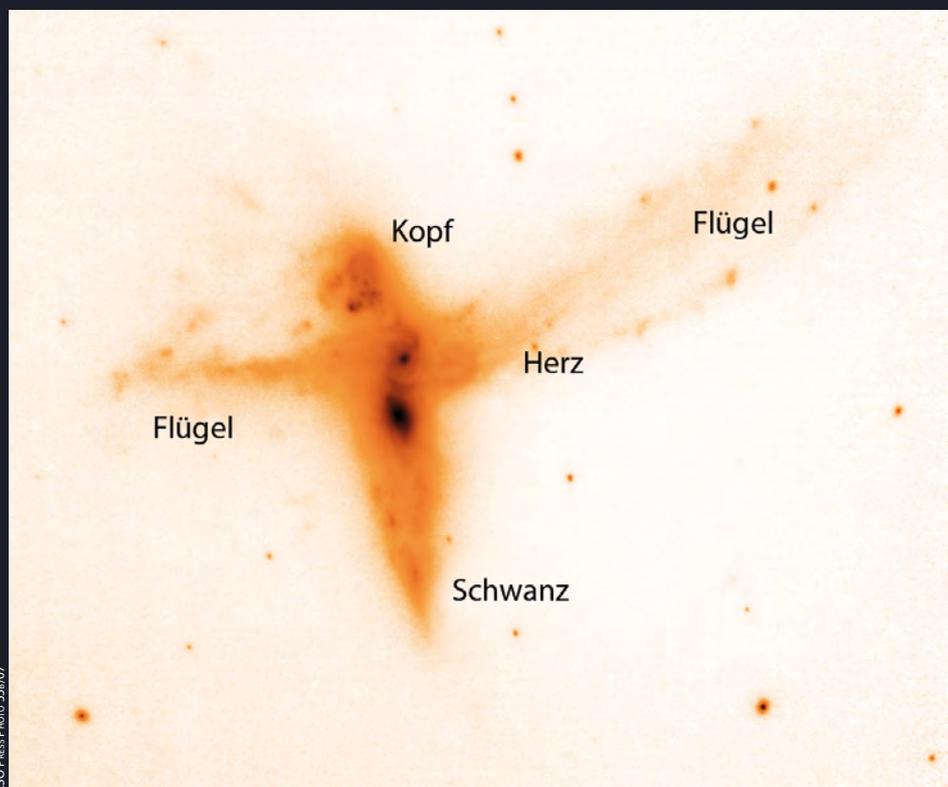


Abb. 2: **Im infraroten Spektralbereich** kann man sehr schön die einzelnen Galaxien erkennen, die dem System den Namen »der Vogel« geben. Der Körper und das Herz werden von einer gestörten Spiralgalaxie und einer Balkenspirale gebildet, während der Kopf eine kleinere irreguläre Galaxie ist, die sich den beiden größeren nähert.

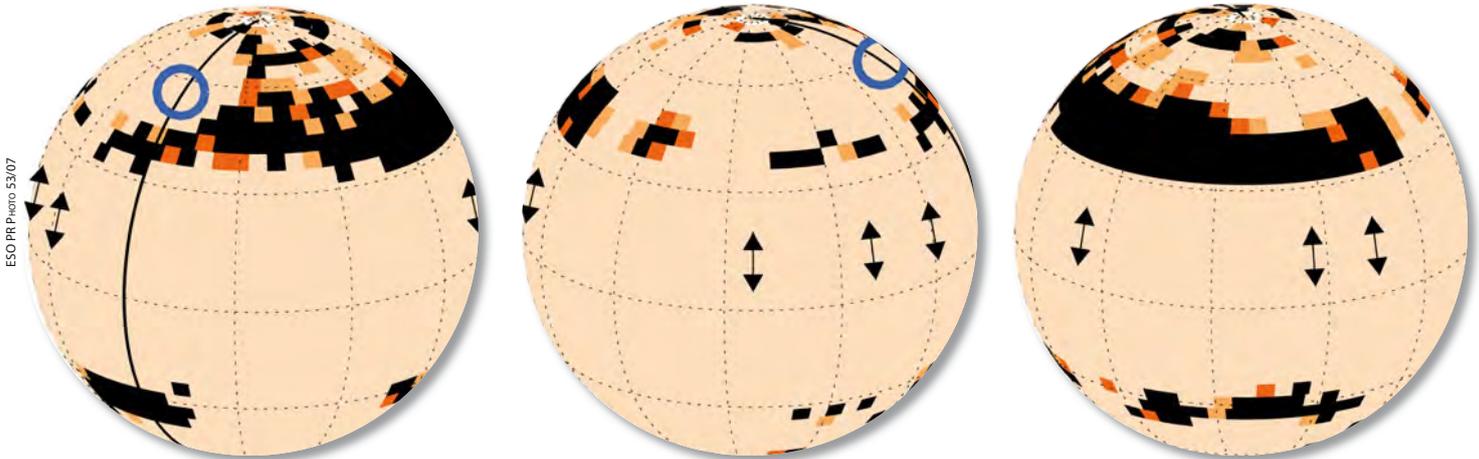
# Erster Flare auf einem Stern entdeckt

Zum ersten Mal ist es gelungen, einen Flare auf einem anderen Stern als der Sonne zu beobachten. Dazu mussten Messungen des VLT und des Röntgensatelliten XMM-Newton miteinander kombiniert werden.

die Emissionslinien stammen und damit die Lage von Aktivitätszentren, also Flares, Flecken und Protuberanzen. Mit den simultanen Beobachtungen von XMM-Newton im Röntgenbereich konnte dies bestätigt

zone. Der Flare war etwa hundert Mal energiereicher als ein typischer Sonnenflare.

Der Stern BO Microscopii ist ein 150Lj entfernter K-Hauptreihenstern mit etwa 0,9 Sonnenmassen, der in gut neun Stunden



**Rekonstruierte Oberflächenkarten des Sterns BO Mic** bei verschiedenen Rotationsphasen. Der blaue Kreis markiert die Stelle, an der der Sternflare beobachtet wurde. Schwarz, dunkel- und hellorange eingefärbte Gebiete geben den Grad der Bedeckung mit Sternflecken von 100%, 67% und 33% an. Einige wenige Flecken liegen in der Nähe des sichtbaren Pols, die meisten jedoch in mittleren Breiten. Die Pfeile kennzeichnen die Lage von Protuberanzen. Das Längen- und Breitengradnetz ist in 30°-Schritte unterteilt.

Mit dem VLT wurden die Positionen der Ca K-Linie bei 3693,4nm und der H $\alpha$ -Linie bei 656,3nm präzise vermessen. Aus deren Dopplerverschiebung lässt sich eine Geschwindigkeit messen, die aus der Rotation des Sterns resultiert. So kann der Ort auf dem Stern rekonstruiert werden, von dem

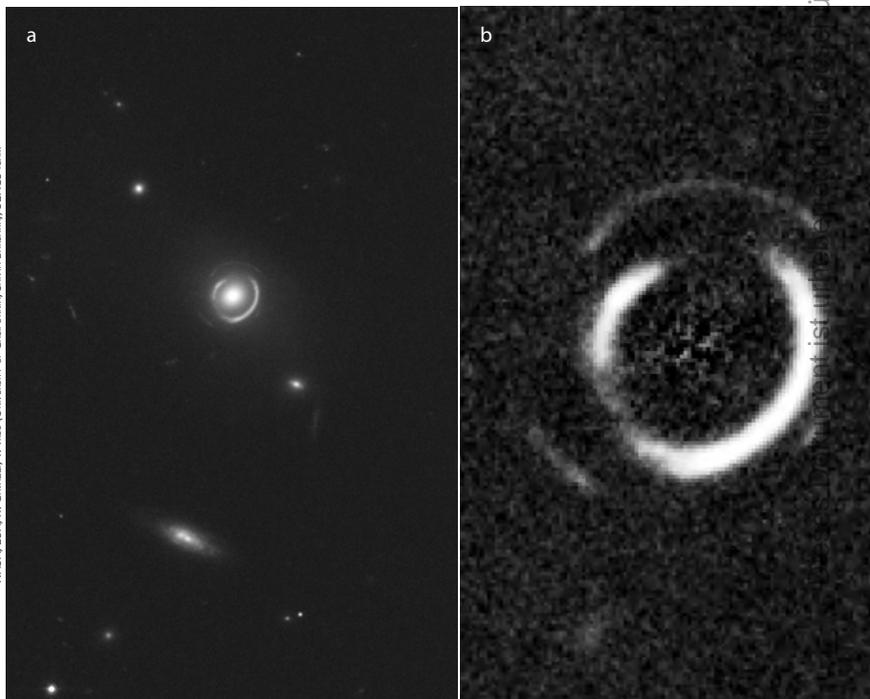
werden: Ein Flare, der sich als verstärkte Emission der Ca K- und H $\alpha$ -Linie verriet, konnte gleichzeitig mit XMM-Newton im Röntgenbereich detektiert werden. Seine Position auf der Sternoberfläche lag erstaunlicherweise am Rand der Aktivitäts-

einmal um seine Achse rotiert. Mit einem Alter von 30 Millionen Jahren ist er viel jünger als die Sonne und könnte ihre jungen Jahre darstellen. [ESO Science Release 53/07, Wolter et al., Astron. Astrophys. 478, L11 (2008)]

# Doppelter Einsteinring

Lichtstrahlen werden durch Gravitation verbogen. Dies ist nicht nur eine theoretische Schlussfolgerung aus Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie, sondern kann auch praktisch beobachtet werden: Wenn das Licht entfernter Galaxien eine Vordergrund-Galaxie passiert, wird es in seiner Richtung abgelenkt, wodurch das Bild der weiteren Galaxie wie mit einer Linse vergrößert, aber auch verzerrt wird. Im seltenen Fall, dass Vordergrund- und Hintergrundgalaxie gerade in einer Linie stehen, erscheint das Licht der Hintergrundgalaxie als Ring um die Vordergrundgalaxie –

**Der doppelte Einstein-Ring**, der um die elliptische Galaxie SDSSJ 0946+1006 gefunden wurde. Die Wahrscheinlichkeit einen solchen Ring zu finden beträgt nur 1:10000. Das linke Bild (a) zeigt das Gesamtsystem, während im rechten Bild (b) die helle, zentrale Vordergrundgalaxie entfernt wurde, um die Einstein-Ringe besser sichtbar zu machen.



MASA, ESA, R. Gwiazdz, T. Treu (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, SANTA BARBARA), SLACS TEAM

## Surftipps

JPL/NASA:

[www.jpl.nasa.gov](http://www.jpl.nasa.gov)

Space Telescope Science Institute:

[www.stsci.edu](http://www.stsci.edu)

ESO Presse Mitteilungen:

[www.eso.org/outreach/press-rel](http://www.eso.org/outreach/press-rel)

Max-Planck-Gesellschaft:

[www.mpg.de](http://www.mpg.de)

dieses Phänomen nennt man Einstein-Ring. Jetzt wurde mit dem Hubble-Weltraumte-

leskop sogar ein doppelter Einstein-Ring gefunden! Dabei stehen gleich zwei Hintergrund-Galaxien in der Verlängerung der Sichtlinie zur Vordergrund-Galaxie. Diese befinden sich in Entfernungen von 6 bzw. 11 Milliarden Lichtjahren, und selbst die Vordergrund-Galaxie ist bereits 3 Milliarden Lichtjahre entfernt. Diese Entdeckung ist nicht nur eine besonders schöne Visualisierung der Allgemeinen Relativitätstheorie, sondern eröffnet auch Möglichkeiten kosmologischer Forschung. So kann zum Beispiel die Masse der mittleren Galaxie recht

genau bestimmt werden – in diesem Fall zu einer Milliarde Sonnenmassen. Solche Messungen können auch Aufschluss über die Dunkle Materie liefern, die zwar nicht sichtbar, aber durch ihre Gravitation messbar ist. Könnte man einige Dutzend solcher doppelter Einstein-Ringe entdecken, wäre es auch möglich, die Raumkrümmung des Universums auf großen Distanzen zu messen, und zwar unabhängig von den bisher angewandten Verfahren. [STScI-2008-04]

## Raumfahrt aktuell Rückkehr nach 33 Jahren: Merkur, »ein ganz neuer Planet«

Nach vier Tagen waren alle Daten auf der Erde, die die NASA-Sonde MESSENGER während ihres ersten Vorbeiflugs am Planeten Merkur am 14. Januar gewonnen hatte: darunter auch 1213 Aufnahmen ihrer Kameras in nie gekannter Schärfe und oft auch von jenen 55% der Planetenoberfläche, die noch keine

und alle sprechen für eine überraschend dynamische Geschichte. Jede Menge Vulkanismus hat Spuren hinterlassen, Lava ist in manchen Impaktkrater geflossen, und lange Steilhänge sind allgegenwärtig: eine Folge von Kompression der Oberfläche. An manchen Stellen sieht man viele Episoden der Aktivität übereinander. Das größte Rätsel aber ist »die Spinne«, wo ein Grabensystem radial auf einen 40km-Krater zentriert erscheint, ohne dass klare Kausalzusammenhänge zu erkennen wären.

Auch von MESSENGERs anderen Instrumenten gab es manche Überraschung: zur Chemie der Merkuroberfläche etwa, die sich im Sonnenwind verändert, zum Abströmen seiner extrem dünnen Atmosphäre darin und seinem verblüffend erdähnlichen Magnetfeld. Der Merkur ist mit seinem kleinen Durchmesser, seiner hohen Dichte und Sonnennähe ein Extremfall unter den vollwertigen Planeten und damit auch von grundlegendem Interesse für die Planetenforschung, aber außer kurzen Vorbeiflügen von Mariner 10 in den Jahren 1974 und 1975 war nie eine Raumsonde herangekommen. Jetzt hat ihn die Raumfahrt wieder: Noch zwei weitere Male wird MESSENGER am Merkur vorbeifliegen, schon am 6. Oktober dieses Jahres und im September 2009, bevor die Sonde genug Bahnenergie abgebaut hat, um schließlich am 18. März 2011 in eine Umlaufbahn einschwenken zu können. Nur mit Treibstoff allein wäre dieses Manöver unmöglich, und so haben die drei Flybys in erster Linie himmelsmechanische Gründe, aber stets sind auch die wissenschaftlichen Instrumente eingeschaltet. Und der amerikanischen soll 2019 auch eine europäische Sonde folgen, wenn der nochmals leistungsfähigere ESA-Orbiter BepiColombo nach dem Start 2013 mitsamt zwei kleinen Subsatelliten in einen Merkurorbit einschwenkt.

■ Daniel Fischer



NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington

Abb. 1.: **55 Minuten vor der größten Annäherung** erschien der Merkur den MESSENGER-Kameras noch in Sichelgestalt: Dieses Bild ist Teil eines kompletten Mosaiks aus rund 18000km Entfernung.

Raumsonde sah. Aber nicht nur diese Bilder, sondern auch die Ansichten eigentlich bekannter Landschaften haben mit MESSENGERs überlegenen Kameras den Blick auf einen »ganz neuen Planeten« eröffnet, staunten die Merkurforscher auf einer Pressekonferenz zwei Wochen später. Der Planet kennt Geländetypen, wie man sie teilweise noch auf keiner anderen Welt gesehen hat,

## Surftipps

MESSENGER Bildergalerie:

[messenger.jhuapl.edu/gallery/sciencePhotos](http://messenger.jhuapl.edu/gallery/sciencePhotos)



# Eine Nacht in Chile

Am Teleskop mit Profi-Astronomen beobachten

VON ULLRICH UND MARTINA DITTLER



Für die Astronomie in Chile gibt es keinen Ruhetag, 350 Nächte im Jahr ist es hier sternklar. Bereits am Nachmittag herrscht auf dem 2635m hohen Cerro Paranal im Norden Chiles reger Betrieb im Observatorium. Wissenschaftler aus zahlreichen Ländern sitzen in ihren Büros und im Kontrollraum an den Computern und stimmen die vorgesehenen Himmelsbeobachtungen ab, Techniker montieren Geräte und warten hochempfindliche Instrumente, Ingenieure steuern Hilfsteleskope auf speziellen Schienennetzen in die optimale Position. Seit 1. April 1999, als der erste 8,2m-Spiegel seine reguläre Arbeit aufnahm, wird auf dem Cerro Paranal in jeder klaren Nacht beobachtet und seit 2002 sind alle vier Teleskope des Very Large Telescope (VLT) in Betrieb.

**M**it der entsprechenden Rücksichtnahme auf die konzentriert arbeitenden Wissenschaftlerinnen und technischen Mitarbeiter darf man sich als Besucher erstaunlich frei bewegen in den heiligen Hallen des Cerro Paranal. Für einige Stunden wenigstens wird man Zeuge astronomischer Forschung bei der ESO (European Southern Observatory) und taucht wie selbstverständlich ein in die wissenschaftliche Atmosphäre des modernsten und leistungsfähigsten Observatoriums der Welt.

Auf dem Cerro Paranal leben ständig rund 130 Mitarbeiter, die im  $\frac{4}{3}$ - oder  $\frac{8}{6}$ -Rhythmus arbeiten, d.h. nach 8 Tagen Arbeit haben die Mitarbeiter 6 Tage frei und fahren nach Hause zu ihren Familien, die mehrheitlich in Santiago de Chile oder in Antofagasta wohnen. Während der 4- oder 8-tägigen Arbeitseinsätze leben die Techniker und Astronomen nur unweit der Teleskope entfernt in der so genannten Residencia, einem in den Berg gebauten

Gebäude, das neben dem Wissenschaftlerhotel und Gastronomie auch über ein Schwimmbad und zwei Innengärten verfügt – und damit die einzige Abwechslung innerhalb der Wüste um den Cerro Paranal darstellt. Die Abgeschiedenheit des Cerro Paranal macht nicht nur die tägliche Heimfahrt unmöglich, sondern führt auch dazu, dass die gesamten für den Betrieb der Teleskopanlage benötigten Güter (von Trinkwasser über Treibstoff für die Generatoren bis hin zum Stickstoff für die Gerätekühlung etc.) mit Lastwagen auf den Berg geliefert werden müssen.

## Ausgefeilte Konzepte und leistungsstarke Technik

Bereits die Auffahrt zum rund 120km südlich von Antofagasta gelegenen Cerro Paranal auf einer holprigen Piste durch die Wüste, marsähnlich die rot gefärbte Landschaft mit unzähligen windgeschliffenen Felsen, ist ein kleines Abenteuer. Die

erste Ansicht der fantastischen Vier, wenn sie endlich silbern glänzend in ihren Aluminiumummantelungen und unerwartet überdimensioniert und futuristisch vor dem strahlend blauen Himmel auftauchen, ist ein Erlebnis ganz besonderer Art.

Wenig später befinden wir uns im Inneren von »Kueyen« (UT2), einem der insgesamt vier identischen 8,2m-Hauptteleskope, die das Herzstück der VLT/VLTI-Anlage bilden. Die zylindrische Aluminiumkonstruktion, die das Teleskop gegen Witterungseinflüsse schützt, hat allerdings mit einer klassischen Teleskopkuppel kaum mehr etwas gemeinsam. Längst wissen wir, dass »Very Large Telescope« ein geradezu bescheidener Name ist für die anzutreffende geballte Hochtechnologie auf dem Cerro Paranal, dem modernsten Observatorium der Welt. Überall sind die technologischen Errungenschaften der Astronomie sichtbar und – spürbar: Im Kueyen-Teleskop wird es langsam kalt, da die Abkühlung auf Nachttemperatur



STEFAN SEIP

Abb. 1: **Ein Galsort der Astronomie auf 2635m Höhe:** Die vier Teleskope des VLT auf dem Cerro Paranal in den chilenischen Anden.

über leistungsstarke Belüftungsanlagen auf Hochtouren läuft.

Sieben Jahre lang wurde nach einem geeigneten Standort für das VLT mit seinen vier Teleskopen Antu (UT1), Kueyen (UT2), Melipal (UT3) und Yepun (UT4) gesucht. Der Cerro Paranal schlug alle anderen Standortalternativen um Längen: Das Plateau gehört zu den günstigsten, weil höchsten und trockensten Plätzen der Welt. Durch seine reine Luft gilt es als einer der besten Orte zur Himmelsbeobachtung. Mit dem Bau des VLT wurde 1991 begonnen, nachdem dem Cerro Paranal der Kopf weggesprengt und auf dem entstandenen 20000m<sup>2</sup> großen Plateau eine Plattform für die Teleskopanlage geschaffen worden war. Die Teleskope Antu (Sonne), Kueyen (Mond), Melipal (Kreuz des Südens) und Yepun (Venus) tragen Namen aus der Mapuche-Sprache der Ureinwohner dieser Region.

### Gigantische Augen

Der Größenunterschied zwischen Mensch und Technik ist gigantisch: Allein das Kueyen-Teleskop hat eine bewegte Masse von 430t. Die vier Teleskope sind nahezu identisch: Ritchey-Chrétien-Teleskope

mit riesigen Primärspiegeln aus Zerodur von je 8,2m Durchmesser und einem Öffnungsverhältnis von f/1,8. Bedingt durch ihre geringe Dicke von 17,56cm bringen sie dabei jeweils nur 23,5t auf die Waage. Eventuelle Unebenheiten, die durch die Schwenkbewegungen entstehen können, werden mit Hilfe der integrierten aktiven Optik ausgeglichen. Dabei sorgen jeweils 150 elektromagnetische Aktuatoren dafür, dass die Spiegeloberflächen in jeder Te-

leskopausrichtung die richtige Form und damit die notwendige präzise Abbildung behalten. Über Aktuatoren verfügt auch der konvex-hyperbolisch geformte Fangspiegel, der mit einem Durchmesser von 1,12m und einem Gewicht von 51kg hoch über der Hauptspiegelzelle (11t) in einer Gitterrohrkonstruktion befestigt ist.

Während wir die ausgefeilte Konstruktion im Innenraum von Kueyen weiter besichtigen, schließt ein technischer Mit-

Abb. 2: **Die »Residencia«** bietet den Mitarbeitern und Gastastronomen auf dem Cerro Paranal etwas Komfort in der kargen Landschaft. Der Swimming-Pool dient nicht nur zum Schwimmen, sondern auch zur Befeuchtung der Raumluft. Links oben ist die Verdunkelungsvorrichtung zu sehen, die verhindert, dass nachts Licht nach außen dringt.



ESO PR Photo 05F/02



ULRICH DITTLER

Abb. 3: Anfang der 1990er Jahre wurde dem Cerro Paranal der Kopf weggesprengt und auf dem entstandenen Plateau eines der modernsten und leistungsfähigsten Observatorien der Welt errichtet, ein Paradies für Astronomen. Höhe: 2635m (2660m vor Sprengung des Gipfels). Die Atmosphäre über dem Gipfel zeichnet sich durch trockene und außergewöhnlich ruhige Luftströmung aus. Der Standort verfügt mit einem Seeing von 0,18" über den besten jemals gemessenen Wert weltweit.

arbeiter einen Stickstoffbehälter am FORS 1 (Focal reducer and low dispersion Spectrograph 1) an, einem am Cassegrain-Fokus montierten Forschungsinstrument, damit dessen Kühlung für die bevorstehende

Beobachtungsnacht gewährleistet ist. Bei diesem Instrument handelt es sich um eine Kamera im visuellen Spektralbereich mit großem Gesichtsfeld, die es mittels Spaltblenden ermöglicht, mehrere Objekte

gleichzeitig in niedriger Auflösung zu spektroskopieren.

Wie bei Großteleskopen üblich, verfügen auch die vier VLT-Teleskope nicht nur über einen Cassegrain-Fokus, der an der Rückseite des Hauptspiegels ein Bild zur Verfügung stellt (Öffnungsverhältnis  $f/13,4$ , Brennweite 108,8m, Bildfeld 15'), sondern zusätzlich über zwei Nasmyth-Foki (Öffnungsverhältnis  $f/15$ , Brennweite 120m, Bildfeld 30'). Bei diesem von James Nasmyth entwickelten Teleskopdesign handelt es sich um eine Kombination aus Newton- und Cassegrain-Teleskop. Bei den VLT-Teleskopen wird das Licht also nicht durch das Loch im Hauptspiegel geleitet, sondern durch einen um  $45^\circ$  zur Mittelachse geneigten Tertiärspiegel aus Zerodur (Größe  $124\text{cm} \times 86\text{cm}$ , Gewicht: 105kg) rechtwinklig in die Höhenachse abgelenkt, um dann seitlich auszutreten. Die Lage der Nasmyth-Foki in den Höhenachsen der Montierung hat den Vorteil, dass dort deutlich schwerere Instrumente angeschlossen werden können als am Cassegrain-Fokus; die beiden Nasmyth-Foki A/B können bis zu sechs Tonnen schwere Instrumente tragen.

## Eine Beobachtungsnacht am VLT Interview mit Dr. G. Rupprecht (ESO)

**interstellarum:** Bereits am Nachmittag werden die Mitarbeiter des VLT aktiv, welche Arbeiten werden tagsüber durchgeführt?

**Dr. Rupprecht:** Neben den normalen Wartungsarbeiten, wie beispielsweise Flüssigstickstoff für die Kühlung der Detektoren nachfüllen und Überprüfung der Hydrauliksysteme, beginnen am späten Nachmittag auch die konkreten Vorbereitungen für die kommende Beobachtungsnacht: Es treffen sich zunächst alle Mitarbeiter, die in der Nacht an einem Teleskop arbeiten, zu einer kurzen Besprechung der anstehenden Beobachtungsaufgaben.

Etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang werden die Teleskope dann für die Nacht vorbereitet: Nach einer Überprüfung aller technischen Systeme werden zunächst die Teleskope aus Sicherheitsgründen in eine waagerechte Position gefahren, ehe die Kuppeln geöffnet werden – dies nur um zu verhindern, dass beim Öffnen der Kuppeln etwas auf den Spiegel fallen könnte. Es werden anschließend die Kuppelspalte und alle Lüftungsklappen und -tore geöffnet, um einen möglichst umfassenden Luftaustausch in der Kuppel zu ermöglichen. Zu diesem Zeitpunkt wird auch die Klimaanlage ausgeschaltet, die die Teleskopkuppeln tagsüber gekühlt hat. Mit Sonnenuntergang wird das Teleskop dann formal von den Technikern an die wissenschaftliche Betriebsmannschaft zur Beobachtung übergeben.

**interstellarum:** Wie viele Mitarbeiter sind dann nachts bei der Beobachtung pro Teleskop im Einsatz?

**Dr. Rupprecht:** Es gibt zunächst einen Unit Telescope Manager, der tagsüber das Sagen hat und als einziger den Überblick besitzt, welche Tätigkeiten gerade an den vier Teleskopen durchgeführt werden. Nachts übernimmt diese Aufgabe ein Astronom, der shift leader. Zur nächtlichen Beobachtung braucht man dann pro Teleskop mindestens zwei Personen: einen Techniker und einen Astronomen, mehr Personen sind nicht nötig. Der Techniker, der so genannte Telescope and Instrument Operator (TIO) ist in der Regel ein chilenischer Ingenieur oder eine Ingenieurin – wir haben schon seit längerem auch einige Frauen, die diesen Job machen. Neben dem TIO ist nachts noch ein Astronom, der so genannte Nighttime Astronomer (NA) im Einsatz, er ist in der Regel ein europäischer Wissenschaftler aus einem der ESO-Mitgliedsstaaten.

**interstellarum:** Wie wählen die Nacht-Astronomen nun ihre Beobachtungsaufgaben für die anstehende Nacht aus?

**Dr. Rupprecht:** Die 4000 bis 5000 Astronomen aus den 13 ESO-Mitgliedsstaaten können zweimal im Jahr, immer zum 1. April und 1. Oktober, ihre Beobachtungsanträge einreichen. Das Observing Programmes Committee hier bei der ESO in Garching bei München begutachtet dann die nicht selten bis zu 10 Seiten langen Anträge und muss eine Auswahl treffen, da die zur Verfügung stehende Beobachtungszeit etwa um das 3–6fache überbucht ist. Es ist ein harter Kampf um Beobachtungszeit!

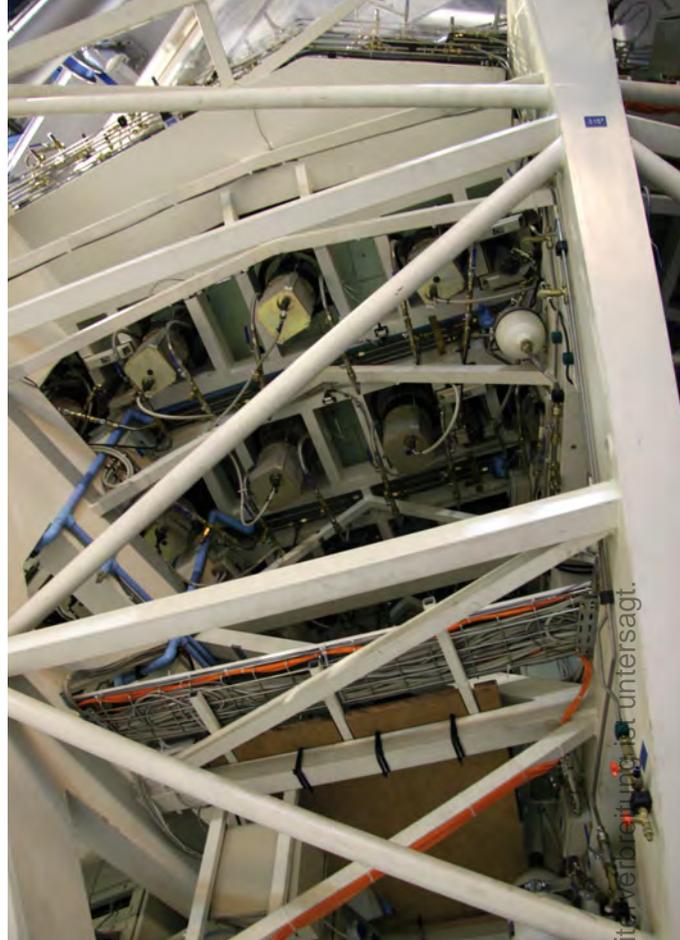
**interstellarum:** Gehen wir davon aus, dass ein Beobachtungsantrag erfolgreich war...

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



ÜLLRICH DITTLER

Abb. 4: **Ansicht des Teleskops »Kueyen«.** Deutlich zu erkennen ist der Fangspiegel und das unterhalb der vergitterten Hauptspiegelzelle angebrachte Forschungsinstrument.



ÜLLRICH DITTLER

Abb. 5: **Blick in die den Fangspiegel tragende Gitterrohrkonstruktion.** Deutlich sind im oberen Bildbereich mehrere Aktuatoren zu erkennen.

**Dr. Rupprecht:** ...dann muss der Astronom seine geplanten Beobachtungen mit einer Software exakt spezifizieren: von den Koordinaten des Objektes, über die Eigenbewegung, die verwendeten Filter und Belichtungszeiten bis hin zum einzuhaltenden Mindestabstand zum Mond, Seeing etc. Diese detaillierten Beobachtungsaufträge sind die so genannten Observation Blocks, die dem Telescope and Instrument Operator und dem Nighttime Astronomer eine durchzuführende Beobachtung komplett spezifizieren. Diese Observation Blocks werden in Garching in Queues für die einzelnen Teleskope zusammengestellt und zu den Teleskopen übertragen. Der Nighttime Astronomer entscheidet dann nachts vor Ort auf dem Cerro Paranal, welcher Observation Block am besten zu den aktuellen Bedingungen, Seeing, Wind, Stand des Mondes etc. passt. Da sich die Bedingungen im Laufe der Nacht ändern können, müssen diese Entscheidungen regelmäßig überprüft werden, um bei veränderten Bedingungen ggf. andere Observation Blocks abzuarbeiten.

**interstellarum:** Das heißt, der Wissenschaftler, der seit der Antragstellung auf »seine« Daten wartet, weiß nicht, wann er seine Daten erhält?

**Dr. Rupprecht:** Genau, er kann nicht wissen, wann er seine Daten erhält – er weiß aber, dass seine Daten genau unter den von ihm spezifizierten Rahmenbedingungen erhoben werden. Und dies unterscheidet die im Service Mode aufgenommenen Daten von denen im Visitor Mode. Als Service Mode wird die eben beschriebene Datenerfassung bezeichnet, bei der der Antragsteller seinen Beobachtungsauftrag elektronisch übermittelt und dieser im Laufe eines halben Jahres auf dem Paranal von einem Nighttime Astronomer abgearbeitet wird, während im Visitor Mode ein Gastwissenschaftler zum VLT kommt und seine Beobachtungen

genau in den zwei bis drei Nächten durchgeführt werden, wenn er auf dem Berg ist – auf die Beobachtungsbedingungen hat er dann keinen Einfluss mehr.

**interstellarum:** Und nach der Auswahl eines Observation Blocks aus der Queue oder Vorgabe durch den Visiting Scientist beginnt die Beobachtung?

**Dr. Rupprecht:** Nach der Auswahl des Observation Blocks werden als erstes die Positionsdaten des zu beobachtenden Objektes ausgelesen, das Teleskop und die Kuppel fahren automatisch in die entsprechende Position. Eine erste Aufnahme von beispielsweise einer Minute Belichtungszeit wird angefertigt, um auf dieser Basis den momentanen Bildfehler, d.h. Koma etc., zu bestimmen und die Positionen der einzelnen Aktuatoren der aktiven Optik zu berechnen, die dann den Spiegel in die optimale Position bringen. Dieser Vorgang ist sehr eindrucksvoll zu beobachten, innerhalb 0,5s bis 1s wird so aus der wabernden Seeingscheibe ein nahezu punktförmiger Stern. Anschließend wird, basierend auf den Daten des Beobachtungsobjektes, in einem Katalog wie beispielsweise dem Hubble Guide Star Catalog automatisch ein Stern für die Nachführung ausgewählt. Sobald das Teleskop entsprechend ausgerichtet und einsatzbereit ist, kann die Arbeit mit dem Beobachtungsinstrument beginnen, d.h. die erste Belichtung – in der Regel nicht länger als 30 Minuten – beginnt. Bei den laufenden Belichtungen hat der Nighttime Astronomer nicht mehr viel zu tun, d.h. er kontrolliert die Wetterbedingungen, wählt die folgenden Observation Blocks aus und kontrolliert ggf. dass die Daten der Belichtungen korrekt gespeichert werden.

**interstellarum:** Wie wird vorgegangen, wenn sich im Laufe der Nacht die Wetterbedingungen verändern?

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



Die Instrumente der vier Teleskope des VLT				
	Nasmyth A	Cassegrain	Nasmyth B	Interferometrie
Antu (UT1)	CRILES: hochauflösender Echelle-Spektrograph im infraroten Spektralbereich	FORS2: Fokalreducer und Spektrograph, optimiert für den roten Spektralbereich bis 1100nm	ISAAC: Infrarot-Kamera und -Spektrograph (1–5µm)	MIDI: kombiniert Strahlen zweier Teleskope im mittleren infraroten Spektralbereich (N-Band) AMBER: Spektrograph, der die Strahlen von zwei oder drei Teleskopen im nahen Infrarotbereich kombiniert
Kuyen (UT2)	FLAMES: Multiobjekt-Spektrograph mittlerer bis hoher Auflösung im optischen Spektralbereich	FORS1: Fokalreducer und Spektrograph, optimiert für den blauen Spektralbereich kleiner 600nm	UVES: Hochauflösender Echelle-Spektrograph für den optischen Spektralbereich von 300–1100nm	
Melipal (UT3)	Besucher-Fokus (für individuelle Instrumente von Gastwissenschaftlern)	VISIR: Spektrograph und Kamera mit geringer bis hoher Auflösung für das N- und Q-Band im mittleren Infrarot	VIMOS: Weitfeldkamera und Multiobjekt-Spektrograph im optischen Spektralbereich von 360–1000nm	
Yepun (UT4)	HAWK-I: 7,5'x7,5' Weitfeldkamera im nahen Infrarotbereich	SINFONI: Integral-Feldspektrograph mit adaptiver Optik für den nahen Infrarotbereich von 1,1–2,45µm	NAOS-CONICA (NACO): Kamera, Koronograph und Spektrograph mit adaptiver Optik im infraroten Spektralbereich von 1–5µm, Fabry-Pérot Spektrograph bei 2–2,5µm	
Laser Guide Star				

An den Nasmyth-Foki A/B von Kueyen werden aktuell die Instrumente FLAMES (Fibre Large Area Multi-Element Spectro-

graph an Nasmyth A) und UVES (Ultra-violett and Visual Echelle Spectrograph an Nasmyth B) eingesetzt. FLAMES er-

möglicht die gleichzeitige Spektroskopie von bis zu 132 Objekten in mittlerer Auflösung (oder durch Zusammenlegung von

**Dr. Rupprecht:** Gastbeobachter am VLT bringen sog. »Backup targets« mit, die man z.B. bei Wind aus der Beobachtungsrichtung einstellen kann. Diese sollten bei Ankunft auf dem Berg eingereicht werden. Sie werden dann daraufhin überprüft, dass sie sich nicht mit anderen genehmigten Objekten anderer Beobachter überschneiden. Letztlich muss der Beobachter selbst entscheiden, ob die Bedingungen für sein Programm adäquat sind. Als Gastbeobachter kann man eigentlich nur gezwungen werden, seine Zeit an eine Service Mode Beobachtung abzugeben, wenn der Wind so stark aus der Richtung aller Objekte bläst, dass man nicht mehr beobachten darf und es keine alternativen Ziele windabgewandt gibt. Schlechtes Seeing oder Wolken: Pech.

Im Service Mode wählt man ein zu den veränderten Wetterbedingungen passendes Programm aus.

**interstellarum:** Kann ein Beobachtungsprogramm eines Gastastronomen für ein »Target of Opportunity«, also ein vorhergesehenes Himmelsereignis, das aber als wissenschaftlich bedeutend erachtet wird, unterbrochen werden?

**Dr. Rupprecht:** Ja, mit Einwilligung des Beobachters schon. Meist wird dann die ausgefallene Zeit im Service Mode nachgeliefert.

**interstellarum:** Bei diesen hochkomplizierten Geräten gibt es sicher einmal Fehlfunktionen, die den Beobachtungsplan für eine Nacht durcheinander bringen. Wie wird darauf reagiert?

**Dr. Rupprecht:** Im Service Mode gibt es keinen festen Plan, also macht man weiter, wenn die Anlage wieder funktioniert, unter den dann herrschenden Bedingungen. Die meisten Ausfälle sind kurz (<30min) und werfen ein Programm im Visitor Mode meist nicht wirklich über den Haufen. Falls wirklich ein größerer technischer Ausfall (halbe Nacht) auftritt, dann muss

der Beobachter selbst sein Programm neu arrangieren, evtl. entscheiden, welche Objekte er opfert. Kompensation gibt es offiziell keine, bei Wetter in keinem Fall (dieses Risiko ist der Preis der Anwesenheit auf dem Berg), bei größeren technischen Ausfällen kann ESO Kulanz walten lassen, in der Regel ebenfalls durch Service Mode, aber das geht immer auf Kosten anderer Programme.

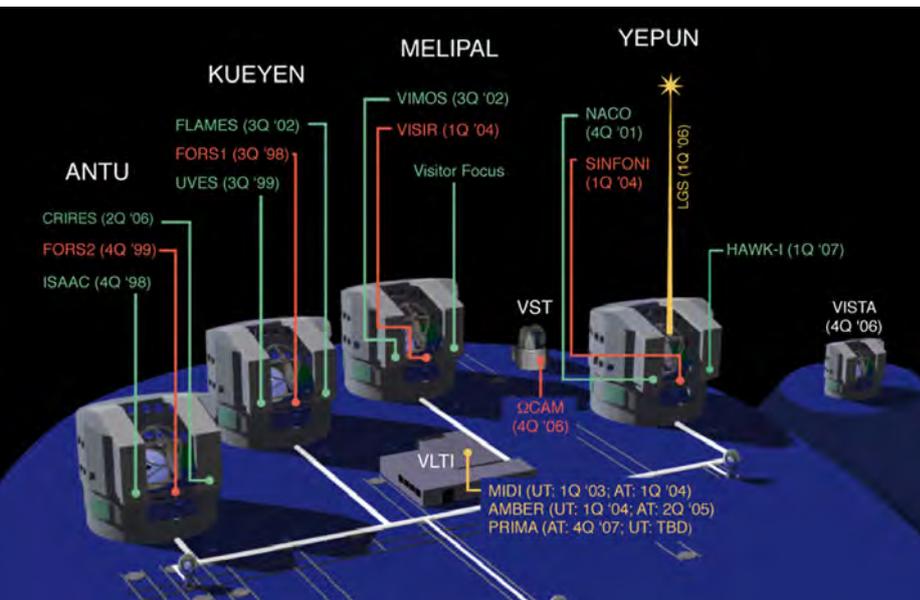
**interstellarum:** Welche Probleme treten typischerweise auf?

**Dr. Rupprecht:** Die kleineren Probleme sind meist in der Software (ein Motor initialisiert nicht beim ersten Mal, das Scansystem kann den genauen Zustand des Systems nicht ermitteln, ein Observation Block »hängt« sich auf etc.). Größere Ausfälle (halbe oder ganze Nächte) sind meist auf die Mechanik zurückzuführen. Das kann ein Instrument oder das Teleskop sein. Im Service Mode kann man meist zu einem anderen Instrument übergehen, so dass die Ausfälle dann nicht so lang sind. Insgesamt ist der Ausfall der verfügbaren Beobachtungszeit aufgrund technischer Probleme am VLT meist deutlich unter 5%.

**interstellarum:** Welche Datenmengen und Datentypen fallen bei den Belichtungen an?

**Dr. Rupprecht:** Nehmen wir als Beispiel das FORS-Instrument: Ähnlich wie auch in der Hobbyastronomie werden die aufgenommenen Bilder als FITS-Dateien abgespeichert. Bei FORS ist ein Bild rund 8MB groß. Wichtig hierbei sind auch die im FITS-Header enthaltenen Daten zu verwendeten Filtern, Belichtungszeit etc. Diese Header-Daten werden am Ende der Beobachtungsnacht nochmals von jedem Bild ausgelesen, um neue Observation Blocks zu erstellen, die dann, etwa morgens ab 6 Uhr, vollautomatisch abgearbeitet werden, um die zu den wissenschaftlichen Daten gehörenden Kalibrationsaufnahmen zu machen: Darkfields, Flatfields etc. Dies erfolgt dann nicht mehr am Himmel, sondern am dunklen oder

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



◀ **Übersicht über die auf dem Paranal vorhandenen Teleskope und ihre Instrumentierung.** Zwei zukünftige Teleskope sind bereits aufgeführt: VISTA, ein Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy der 4m-Klasse, das Mitte 2008 in Dienst gehen soll, und VST, ein Survey Telescope mit 2,6m Durchmesser.

und bis zu rund 20 Objekten in hoher Auflösung. UVES ist ein im roten und blauen Spektralbereich optimierter, hochauflösender Spektrograph, der den Wellenlängenbereich von 300nm

bis 1100nm abdeckt. Die genannten Forschungsinstrumente von Kueyen machen deutlich, dass die Teleskope der VLT-Anlage aktuell mehrheitlich zur Spektroskopie eingesetzt werden.

## Die technischen Daten der vier Hauptteleskope

Die Teleskope des VLT, Antu (UT1, Sonne), Kueyen (UT2, Mond), Melipal (UT3, Kreuz des Südens) und Yepun (UT4, Venus oder Abendstern) sind baugleich und verfügen über folgende technische Daten:

Hauptspiegel:

- Durchmesser: 8,2m
- Dicke: 17,65cm
- Gewicht: 23,5t
- Material: Schott Zerodur

Fangspiegel:

- Durchmesser: 1,12m
- Form: konvex hyperbolisch
- Gewicht: 51kg
- Material: Beryllium

Tertiärspiegel:

- Größe: 1242mm × 866mm
- Gewicht: 105kg
- Material: Zerodur

Optisches Design: Ritchey-Chrétien

Foki:

- Cassegrain: f/13,4, 108,8m
- Nasmyth A/B: f/15, 120m
- Coudé: f/47,3, 378,4m

künstlich ausgeleuchteten Kalibrationsschirm. Dadurch fallen am Ende der Nacht nochmals zusätzliche Datenmengen an. Erst nach dem Ausführen der Kalibrationsaufnahmen ist die Beobachtungsnacht beendet, so dass die Techniker ab dem späten Vormittag wieder mit Wartungsarbeiten beginnen können.

**interstellarum:** Wie gehen die gewonnenen Aufnahmen dann am Ende der Nacht den Antragstellern zu?

**Dr. Rupprecht:** Wenn Aufnahmen im Visitor Mode entstanden sind, kann der Wissenschaftler die Daten am Ende seiner Beobachtungszeit auf DVD mitnehmen und quasi auf der Heimreise mit der Auswertung beginnen. Alle im Service Mode gewonnenen Daten werden zunächst in Garching von der Abteilung Datamanagement geprüft und dann an den Antragsteller weitergeleitet.

Ab dem Beobachtungszeitpunkt hat der Antragsteller ein Jahr lang exklusiv die Möglichkeit, die gewonnenen Daten auszuwerten. Nach einem Jahr werden die Daten freigegeben, ab diesem Zeitpunkt stehen sie auch anderen Interessierten – auch Amateuren – zur Verfügung. Dies soll auch eine zeitnahe Auswertung der gewonnenen Daten und eine zeitnahe Beantwortung der aktuellen Fragestellungen sicherstellen.

**interstellarum:** Welches sind aktuell die Themenfelder und Aufgabestellungen, die mit dem VLT bearbeitet werden?

**Dr. Rupprecht:** Die europäische Astronomie ist so vielfältig, dass alle Schattierungen auch bei den bearbeiteten Forschungsfragen vertreten sind; von der Sonnensystemforschung bis zur Kosmologie. Das VLT ist natürlich alleine durch die Größe der Teleskopspiegel und die damit verbundene Fähigkeit sehr viel Licht zu sammeln, prädestiniert für die Beobachtung der schwächsten Objekte im All. Dies führt dazu, dass die Kosmologie am VLT sehr viel Beobachtungszeit bekommt, hier sind dann vor allem FORS1 und

FORS2 im Einsatz, aber auch VIMOS mit seinem im Vergleich etwa vier Mal so großen Gesichtsfeld. Neben Kosmologie zieht seit 12 Jahren natürlich auch noch der Bereich der Exoplaneten viel Aufmerksamkeit auf sich. Während die meisten Exoplaneten in La Silla mit dem 3,6m-Teleskop von einem Genfer Team entdeckt werden, entstand die erste direkte Aufnahme eines Exoplaneten um einen braunen Zwerg mit der adaptiven Optik auf dem Cerro Paranal. Derzeit ist mit SPHERE ein Instrument für das VLT in Vorbereitung, das sich ebenfalls an der Suche nach Exoplaneten beteiligen wird und zumindest die jupiterähnlichen Exoplaneten in weiteren Orbits direkt abbilden kann. Mit spannenden Entdeckungen auf dem Cerro Paranal ist also auch in den nächsten Jahren zu rechnen.

**interstellarum:** Herzlichen Dank für das Gespräch.

Das Interview führte Prof. Dr. Ullrich Dittler

Dr. Gero Rupprecht ist Mitglied des Optical Instrumentation Department der ESO in Garching.

Nach dem Studium der Astronomie in Erlangen und Bamberg war er mehrere Jahre am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Garching tätig, ehe er 1988 in die Instrumentierungsabteilung der ESO wechselte und dort als Instrument Scientist unter anderem die Entwicklung der Forschungsinstrumente FORS (1+2) und HARPS von der technischen Spezifikation über den Bau und den Test in Europa bis hin zum First Light in Chile verantwortete.



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



Abb. 6: **Das Schienennetz** und mögliche Positionen für die 1,8m-Hilfsteleskope für die Interferometrie. Die Hilfsteleskope können alleine oder in Verbindung mit den VLT-UTs eingesetzt werden. Im Hintergrund die vier 8,2m Hauptteleskope Antu, Kueyen, Melipal und Yepun.

Seit 2006 ist Yepun (UT4) als erstes der vier Hauptteleskope zusätzlich mit adaptiver Optik ausgestattet. Im Vergleich zur aktiven Optik, die mechanische Einflüsse des Teleskops ausgleichen kann, reduziert adaptive Optik störende Einflüsse der Atmosphäre. Ein Laser, adaptiert an Yepun, erzeugt 90km hoch am Himmel einen künstlichen Stern, damit die Luftunruhe berechnet werden kann. Innerhalb von Sekundenbruchteilen korrigiert die aktive Optik mittels Aktuatoren den Hauptspiegel, so dass die Abbildungsleistung dieses Teleskops optimiert wird. Für die drei anderen VLT-Teleskope Antu, Kueyen und Melipal ist der Einsatz adaptiver Optiken ebenfalls geplant. Ihre ausgefeilten Konzepte und ihre leistungsstarke Technik stellt die ESO nicht nur durch den Einsatz aktiver und adaptiver Optik unter Beweis, die »neue« revolutionäre Technologie heißt Interferometrie.

Dabei wurde das Konzept der Interferometrie von der ESO bereits in den 1960er Jahren bedacht, ohne dass damals absehbar war, ob es technisch jemals umsetzbar sein würde. Die Planung einer Interferometrieanlage muss bereits in das Basis-konzept eines Observatoriums integriert und baulich geplant werden (nachträglich ist der Bau entsprechender unterirdischer Tunnel und Lichtverzögerungsstrecken zwischen den einzelnen Teleskopen kaum mehr möglich).

Vier mobile 1,8m Hilfsteleskope (Auxiliary Telescopes, ATs) wurden den vier Hauptteleskopen (UTs) zur Seite gestellt. Sie unterstützen das Interferometriensystem (VLTI) in entscheidendem Maße, um zukünftig Objekte im sichtbaren Bereich mit einer Auflösung von einer tausendstel Bogensekunde abbilden zu können. Sie können aber auch ohne die Hauptteleskope zur Interferometrie eingesetzt werden. Das Licht der UTs und evtl. ATs wird in unterirdische Lichtverzögerungsstrecken, so genannte delay lines, gespeist und im zentralen VLTI-Gebäude unter dem Cerro Paranal zur Interferenz gebracht und analysiert. In den Lichtverzögerungsstrecken müssen die Lichtwellen der beteiligten Teleskope bis auf 50nm genau ausgeglichen

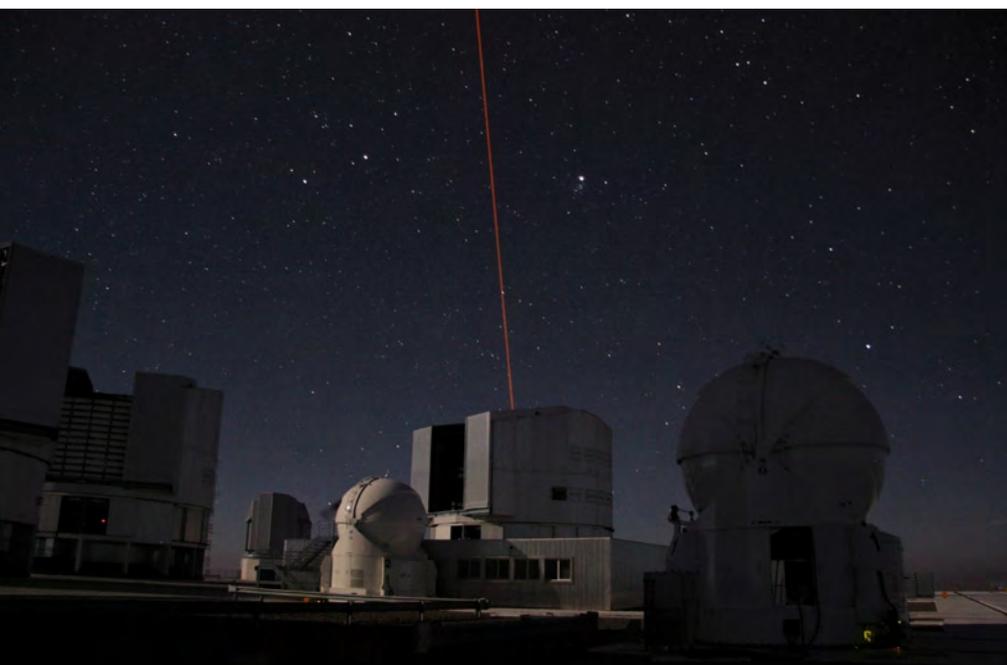


Abb. 7: **Lichtverschmutzung** der erlaubten Art: Mit Hilfe eines Lasers wird die in der Erdatmosphäre vorhandene Schicht von Natriumatomen in 90km Höhe zum Leuchten angeregt. Es entsteht ein Lichtpunkt, ein sog. künstlicher Stern, der – obwohl 20-mal schwächer als der schwächste mit bloßem Auge sichtbare Stern – ausreicht, um die Turbulenzen der Atmosphäre zu messen und mit Hilfe eines deformierbaren Spiegels zu korrigieren.

Die Instrumentierungen der anderen drei Teleskope kann der Tabelle im Kasten entnommen werden.

**VLTI: Interferometrie**

Um die gesamte VLT-Anlage interferometrisch nutzen zu können, verfügen alle vier Hauptteleskope noch zusätzlich über einen Coudé-Fokus, der die Weiterleitung des eingefangenen Lichtes in die Licht-

laufschächte der Interferometrie-Anlage des VLTI sicherstellt (Öffnungsverhältnis  $f/47,3$ , Brennweite 378,4m, Bildfeld 1'). Da die vier VLT-Teleskope jedoch nicht wie in früheren Großteleskopbauten durch eine parallaktische Hufeisenmontierung getragen werden, sondern in einer Alt-Azimut-Montierung, ist jeder der genannten Foki zum Ausgleich der Himmelsdrehung mit einem entsprechenden Rotator ausgerüstet.

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

## Wie bekommt man Beobachtungszeit an Großobservatorien?

Ein oder zweimal im Jahr rufen die Institute, die die großen Observatorien auf der Erde und im Weltall betreiben, zur Abgabe von Beobachtungsanträgen auf. Bei der Europäischen Südsternwarte ESO z.B. können Beobachtungsanträge regelmäßig zum 1. April und 1. Oktober eingereicht werden, Beobachtungsanträge für das Weltraumteleskop Hubble sind im Januar fällig. Auch koordinierte Anträge für die Beobachtung mit mehreren Teleskopen gleichzeitig sind möglich.

Für Wissenschaftler bringt dies meist Hektik kurz vor dem Abgabetermin mit sich, denn allein der Wunsch ein Objekt zu beobachten genügt nicht: Auf mehreren Seiten muss eine detaillierte Begründung, in der Regel in Englisch, geschrieben werden. Warum ist das Objekt interessant, was weiß man und was noch nicht, was will man aus der Beobachtung lernen, haben die Erkenntnisse Auswirkungen auf andere Bereiche der Astronomie – um nur einige Punkte zu nennen. Dies alles muss mit Zahlen und Literaturzitate belegt werden. Dazu kommen noch Daten vom Objekt und eine Begründung für die Beobachtungsdauer sowie das gewählte Instrument.

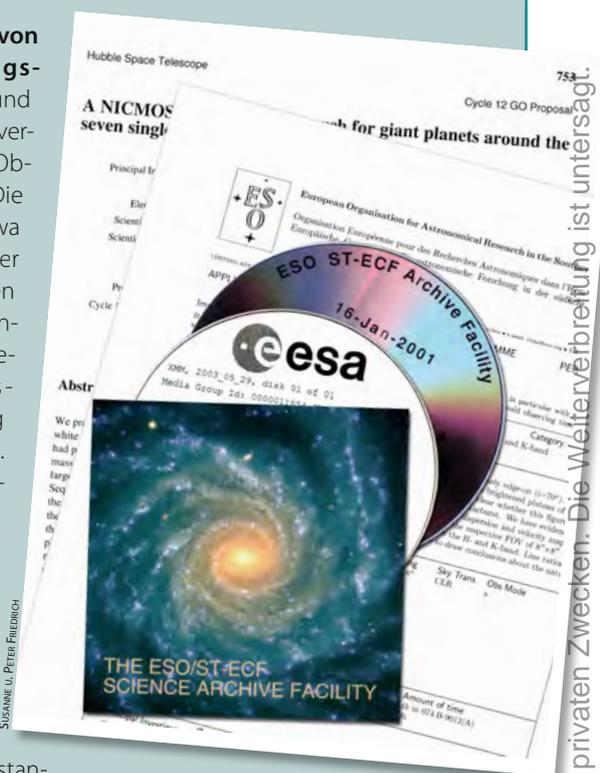
Spätestens zum Stichtermin müssen die Anträge bei dem jeweiligen Institut vorliegen. Längst schon müssen keine schweren Postpakete mehr mit x-fachen Kopien des Antrages rechtzeitig verschickt werden, heute werden sie komfortabel per Internet übertragen. Dies verleitet allerdings dazu, erst in buchstäblich letzter Minute fertig zu werden – eine Überlastung des Netzes kurz vor dem Stichtermin zeigt, dass dies keine Ausnahme ist.

Nach der Abgabe des »Proposals«, wie die Anträge im Englischen genannt werden, beginnt das große Warten. Bei den Observatorien gehen soviel Anträge ein, dass die Teleskope um das 3–6-fache überbucht sind. Deshalb wird jeder Antrag von einem Astronomen begutachtet, der vom Observatorium in das Gutachtergremium berufen wurde und dessen Arbeitsgebiet zumindest entfernt mit der Thematik der beantragten Beobachtung zu tun hat. Zum Abschluss dieses Prozesses, der zwei bis drei Monate dauert, wird im Gremium diskutiert und eine Rangfolge der Anträge entsprechend ihrer Güte vorgenommen. Nur so viele der besten Anträge erhalten den Zuschlag, bis die maximal zu vergebende Beobachtungszeit verteilt ist.

Nun gibt es für die erfolgreichen Astronomen erneut Arbeit. Bei allen Satellitenobservatorien, aber auch beim VLT muss der Beobachtungsablauf genau spezifiziert werden: Koordinaten,

Belichtungszeit, alle Details des Instruments wie z.B. Filter, Spektalgitter, Strahlteiler, Sucherkarten, bei erdgebundenen Observatorien auch Seeing-Bedingungen, minimal erlaubter Abstand des Beobachtungsobjektes zum Mond, gewünschte photometrische Qualität des Himmels müssen angegeben und pünktlich übermittelt werden.

**Deckblätter von Beobachtungsanträgen** und Daten-DVDs verschiedener Observatorien. Die folgenden etwa 5–10 Seiten der Anträge stehen für die Begründung und Beobachtungsbeschreibung zur Verfügung. Die Beobachtungsdaten bekommt der Astronom als Rohdaten mit allen dazugehörigen Kalibrierungsdaten und als in einem standardisierten Verfahren kalibrierte Daten.



Sofern der Astronom nicht selbst die Beobachtung zu einem zugeteilten Termin durchführen und seine Daten dann direkt mitnehmen kann – wenn das Wetter mitgespielt hat – heißt es wieder warten, bis die Beobachtung durchgeführt wurde und die Daten auf DVD per Post ins Haus flattern oder man sie sich von einem Server herunterladen kann.

Und beim nächsten »Call for Proposals« beginnt das Spiel wieder von Neuem.

werden, um die Bildinformationen deckungsgleich an die Forschungsinstrumente weiterleiten zu können. Das »First Light« sah das VLTI 2001, seither sind die Instrumente MIDI (Instrument zur Interferometrie mit zwei Teleskopen zur Bestimmung einfacher Objekt-Strukturen) und AMBER (Interferometrie mit bis zu drei Teleskopen im nahen Infrarot) im Einsatz. Ende 2007 wird auf dem Cerro Paranal mit PRIMA noch ein Instrument zur Astrometrie und hoch

auflösenden Distanzbestimmung zweier Objekte (beispielsweise extrasolare Planeten) zur Verfügung stehen.

Mit VLTI ist der ESO ein weiterer Meilenstein in der Astronomie gelungen. Durch die Zusammenschaltung unterschiedlicher Teleskop-Kombinationen (UTs und ATs) können 24 verschiedene interferometrische Zusammenstellungen erfolgen, die den Wissenschaftlern eine bahnbrechende Raumerfassung ferner Galaxien, einen tiefen Ein- bzw. Rückblick in

das Universum bis kurz nach dem Urknall erlauben werden.

### Surftipps

Homepage der Autoren: [www.sternenstaub-Observatorium.de](http://www.sternenstaub-Observatorium.de)  
 Homepage der ESO: [www.eso.org](http://www.eso.org)  
 Instrumente auf dem Paranal: [www.eso.org/sci/facilities/paranal/instruments/index.html](http://www.eso.org/sci/facilities/paranal/instruments/index.html)

# Himmelsereignisse im April/Mai 2008

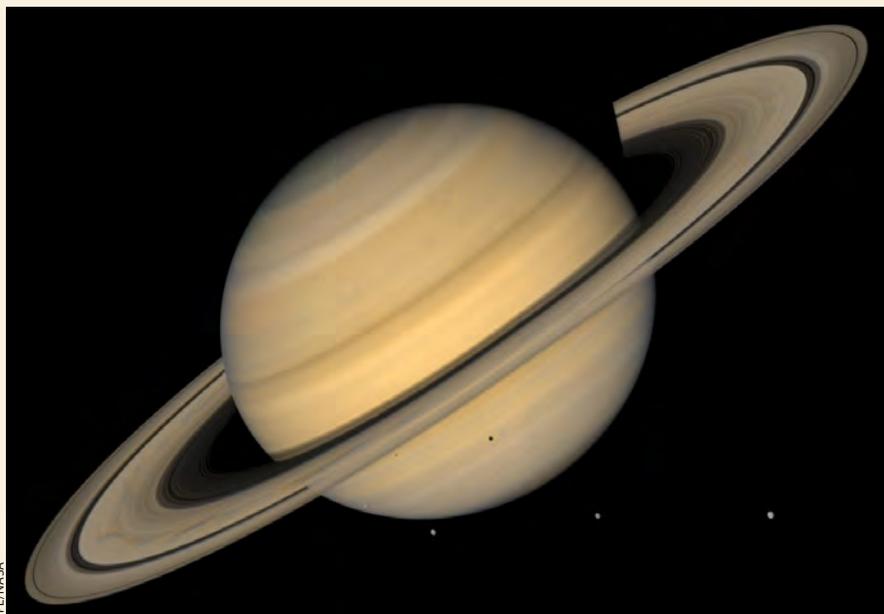
## Ringplanet am Abendhimmel

### Saturnmonderscheinungen im April und Mai

Am 24.2.2008 erreichte Saturn seine diesjährige Erdnähe – dabei war er 8,3-mal so weit entfernt wie die Sonne. Die Helligkeit des Planeten stieg auf 0<sup>m</sup>,2. Inzwischen hat sich der Ringplanet wieder etwas von der Erde entfernt, ist aber optimal am Abendhimmel im Sternbild Löwe platziert und kann deshalb im April und Mai besonders gut beobachtet werden.

Die Ringe sind nur noch um etwa 12° geöffnet, denn nächstes Jahr wird bereits die Ringkantenstellung eintreten. Dies bedeutet, dass schon jetzt die Mondbahnebenen so gering gegen die Ekliptik geneigt sind, dass die Monde des Saturn vor oder hinter dem Planeten vorbeilaufen – oder von ihm verfinstert werden können bzw. Sonnenfinsternisse auf Saturn erzeugen. Planetenbeobachter kennen solche Erscheinungen von Jupiter, wo sie regelmäßig jedes Jahr stattfinden. Bei Saturn sind sie nicht nur eine Seltenheit, sondern auch wesentlich schwieriger zu sehen, weil Saturn wesentlich weiter entfernt ist und die beteiligten Monde (bis auf Titan, der erst im Januar ins Geschehen eingreifen wird) kleiner als die Jupitermonde sind.

So kommt es am 15.4. ab 21:01 MESZ und am 5.5. ab 0:52 MESZ zu Schatten-



**Die Ringe des Saturn** schließen sich – und damit wächst die Chance, Erscheinungen der Saturnmonde zu beobachten. Das Bild der Raumsonde Voyager 1 zeigt Tethys, Dione und Rhea neben dem Planeten und Mimas vor diesem. Die dunklen Flecken sind die Schatten der Monde Mimas und Tethys.

durchgängen von Dione – allerdings misst dieser nur 0,15" im Durchmesser! Verfinsternisse von Dione lassen sich am 19.4. ab 23:39 MESZ und am 30.4. ab 22:25 MESZ beobachten. Mehrere hundert Er-

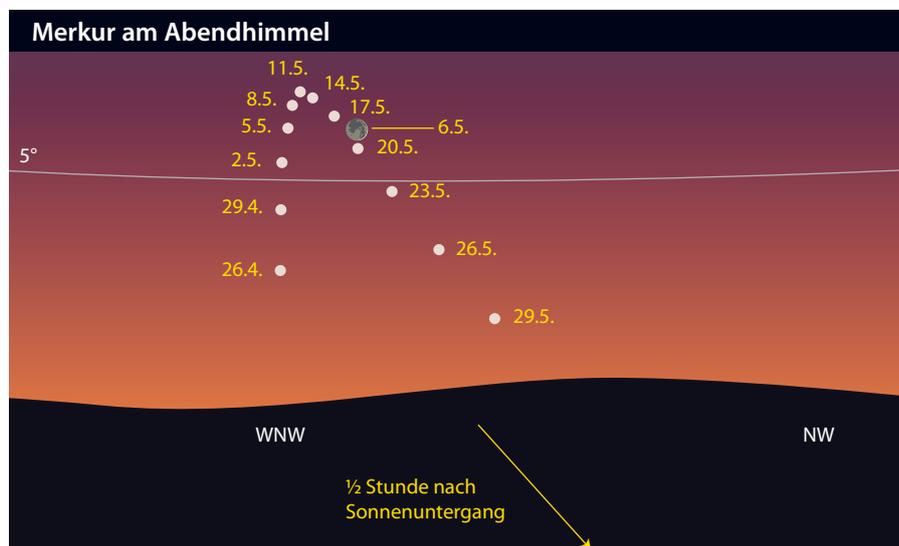
eignisse aller Monde sind im interstellarum-Jahrbuch »Das Astronomische Jahr 2008« gelistet.

■ Ronald Stoyan

## Merkur am Abendhimmel

Mitte Mai kommt es zur zweiten und besten Abendsichtbarkeit von Merkur im Jahr 2008. Der kleinste Planet erreicht am 14. Mai mit 21,8° seine größte östliche Elongation. Die günstigste Beobachtungszeit reicht vom 7. bis 17. Mai. In diesem Zeitraum geht Merkur mehr als zwei Stunden nach der Sonne unter und kann wegen der verhältnismäßig steilen Lage der Ekliptik nach Ende der bürgerlichen Dämmerung – ca. 40 Minuten nach Sonnenuntergang – in über 10° Höhe über dem Horizont Richtung Westen beobachtet werden. Merkur zieht in den Tagen seiner besten Sichtbarkeit nördlich an Aldebaran im Stier vorbei.

Diesen übertrifft er zunächst merklich an Helligkeit, am 17. Mai ist Merkur dann aber



nur noch genauso hell wie Aldebaran, mit dessen rötlicher Farbe er kontrastiert. Die Ursache für Merkurs Helligkeitsabnahme lässt sich bei exzellentem Seeing im Teleskop beobachten: Während am 7. Mai das Merkurscheibchen noch zu mehr als 50% beleuchtet erscheint, zeigt

sich der kleine Planet am 17. Mai bereits in deutlicher Sichelgestalt. Gleichzeitig vergrößert sich sein Winkeldurchmesser von 6,8" auf 8,7". Anschließend wird die Sichel rasch schmaler, wodurch die Helligkeit zum Monatsende auf 3<sup>m</sup>7 sinkt.

■ Peter Friedrich

## Halleys Boten – die $\eta$ -Aquariden im Mai 2008

Nach einer längeren Phase mit geringer Meteoraktivität im Frühjahr wird im Mai ein Strom aktiv, dessen Ursprungskomet wie bei den Orioniden im Oktober der Komet 1P/Halley ist. Erste Meteore der  $\eta$ -Aquariden kann man bereits ab etwa Mitte April beobachten. Das Maximum wird für dieses Jahr am 5. Mai gegen 20:00 MESZ erwartet. Auch wenn das eigentliche Maximum für mitteleuropäische Beobachter ungünstig liegt – der Radiant geht erst gegen 2:30 MESZ auf und die Dämmerung wird bereits ab 3:45 MESZ stören – so ist auch rund um das Maximum eine hohe Meteoraktivität zu erwarten. Untersuchungen der International Meteor Organization (IMO) von Daten aus dem Zeitraum 1984–2001 zeigen, dass zwischen dem 3. und 10. Mai

die stündliche Zenitrate (ZHR) immer über 30 liegt und das die ZHR des eigentlichen Maximums in einem etwa 12-jährigen Rhythmus variiert. Höhere Raten sind in diesem und auch den nächsten zwei Jahren zu erwarten – die IMO sagt für 2008 eine Maximums-ZHR von etwa 70 oder mehr voraus.

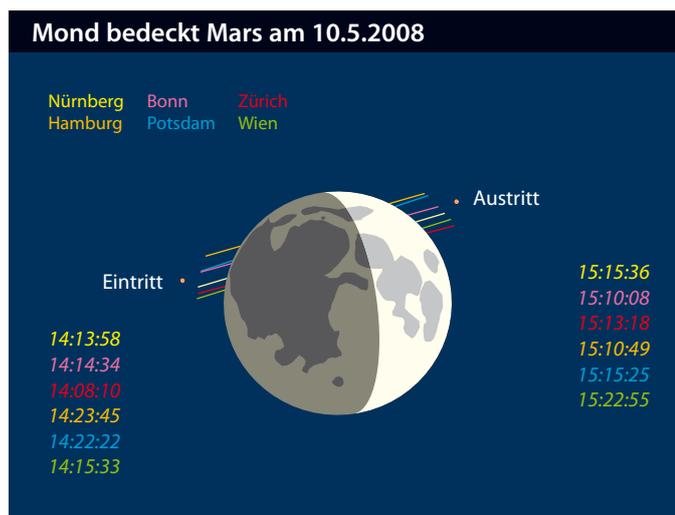
Durch den sehr tiefen Stand des Radianten erscheinen die Bahnen der  $\eta$ -Aquariden sehr lang. Es treten auch häufig hellere Meteore auf, die nachleuchtende Spuren an den Himmel zeichnen. Bei gutem Wetter sollten Fröh-aufsteher die mondlose Zeit um das Maximum herum nutzen und diesen Strom beobachten.

■ André Knöfel

Astronomische Ereignisse im April/Mai 2008		
2.4.	10:45:44 MESZ	Pluto stationär, dann rückläufig
6.4.	05:55:21 MESZ	Neumond
12.4.	20:31:49 MESZ	Mond Erstes Viertel
13.4.	21:30:00 MESZ	Mond passiert M 44 0° 26' südlich
15.4.	17:00:00 MESZ	Mond passiert Saturn 2° 41' südlich
16.4.	02:00:00 MESZ	Goldener Henkel (Mond-Jura) zu sehen
16.4.	09:24:06 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion
20.4.	12:25:27 MESZ	Vollmond
22.4.	04:07:49 MESZ	Sternbedeckung 1 Sco (4 <sup>m</sup> 8)
22.4.	06:30:00 MESZ	Lyriden (LYR), ZHR:18
28.4.	16:12:13 MESZ	Mond Letztes Viertel
5.5.	14:18:17 MESZ	Neumond
5.5.	20:00:00 MESZ	$\eta$ -Aquariden (ETA), ZHR: 60
8.5.	20:00:00 MESZ	$\eta$ -Lyriden (ELY), ZHR: 3
10.5.	14:13:58 MESZ	Mond bedeckt Mars
12.5.	05:47:00 MESZ	Mond Erstes Viertel
12.5.	19:41:59 MESZ	Mond passiert $\alpha$ Leo 1° 34' südlich
14.5.	05:50:59 MESZ	Merkur größte östliche Elongation 21,8°
20.5.	04:11:26 MESZ	Vollmond
21.5.	00:35:59 MESZ	Mond passiert $\alpha$ Sco 1° 1' südlich
28.5.	04:56:39 MESZ	Mond Letztes Viertel

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

## Mond bedeckt Mars am 10. Mai 2008



Marsbedeckung am 10.5.2008						
	Nürnberg	Bonn	Zürich	Hamburg	Potsdam	Wien
Bedeckungsbeginn	14:13:58 MESZ	14:14:34 MESZ	14:08:10 MESZ	14:23:45 MESZ	14:22:22 MESZ	14:15:33 MESZ
Dauer bis Verschwinden	11s	12s	11s	15s	14s	12s
Bedeckungsende	15:15:36 MESZ	15:10:08 MESZ	15:13:18 MESZ	15:10:49 MESZ	15:15:25 MESZ	15:22:55 MESZ
Dauer bis Erscheinen	13s	14s	12s	16s	15s	13s

Finsternisse zählen zu den spannendsten astronomischen Ereignissen, im weiteren Sinne zählen dazu auch Planetenbedeckungen durch den Mond. Am 10. Mai bedeckt der zunehmende Mond für rund eine Stunde den Planeten Mars. Das Ereignis findet am frühen Nachmittag statt, aber bei klarer Sicht kann der Mond auch am Taghimmel leicht gefunden werden. Er steht halbhoch am Osthimmel. Es ist dennoch ratsam, ihn be-

reits einige Zeit vor der Bedeckung am Himmel aufzusuchen. Im Teleskop lässt sich verfolgen, wie sich der Mond mit der dunklen Seite Mars annähert, der als rotes Pünktchen sichtbar ist. In der Nähe der Krater Herodot und Aristarch kommt es zur Berührung. Die Bedeckung geschieht nicht schlagartig, denn der Mond benötigt rund 11s, um sich über das 5,5" große Marsscheibchen zu schieben.

Der Austritt erfolgt am beleuchteten Mondrand etwas nördlich des Mare Crisium und ist schwieriger zu beobachten als der Eintritt. Da Mars nur eine Helligkeit von 1<sup>m</sup>3 hat, ist zur Beobachtung der Bedeckung ein Teleskop angeraten. Wenn Mond und Mars am Abend im Westen leuchten, ist der Abstand zwischen ihnen bereits auf rund fünf Monddurchmesser angewachsen.

■ Peter Friedrich



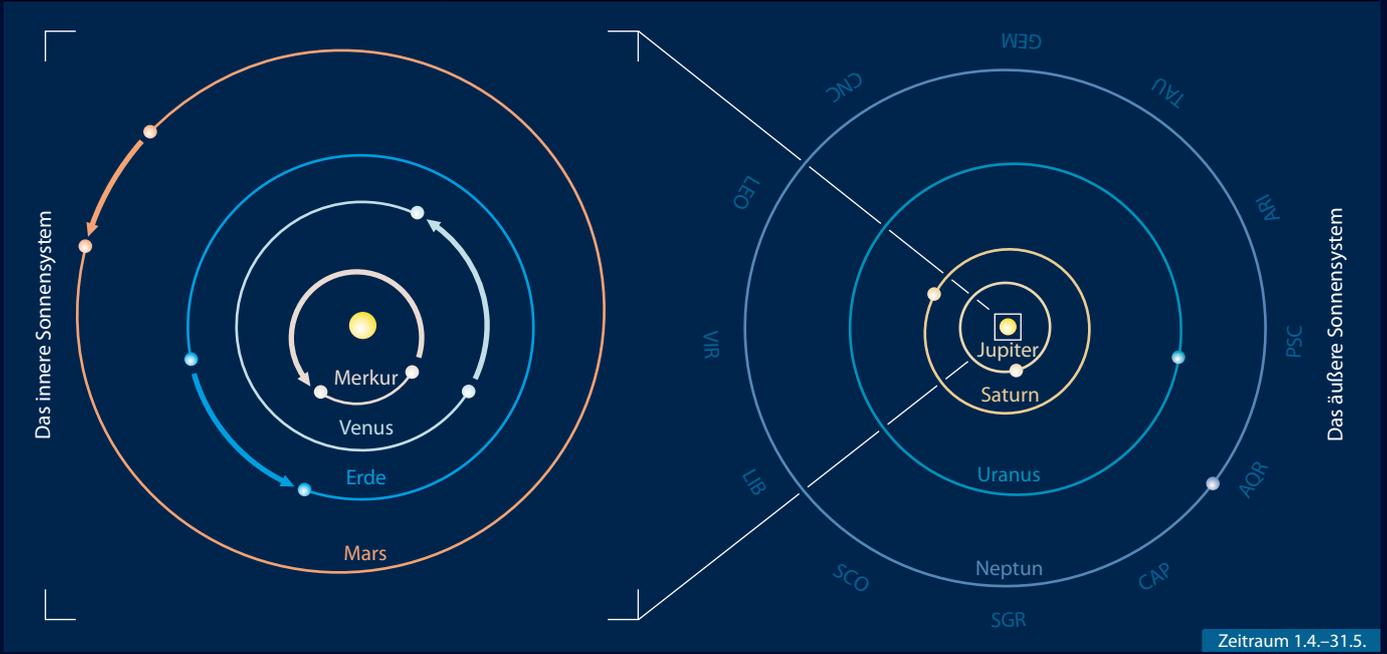
### Der Lauf der Planeten im April 2008



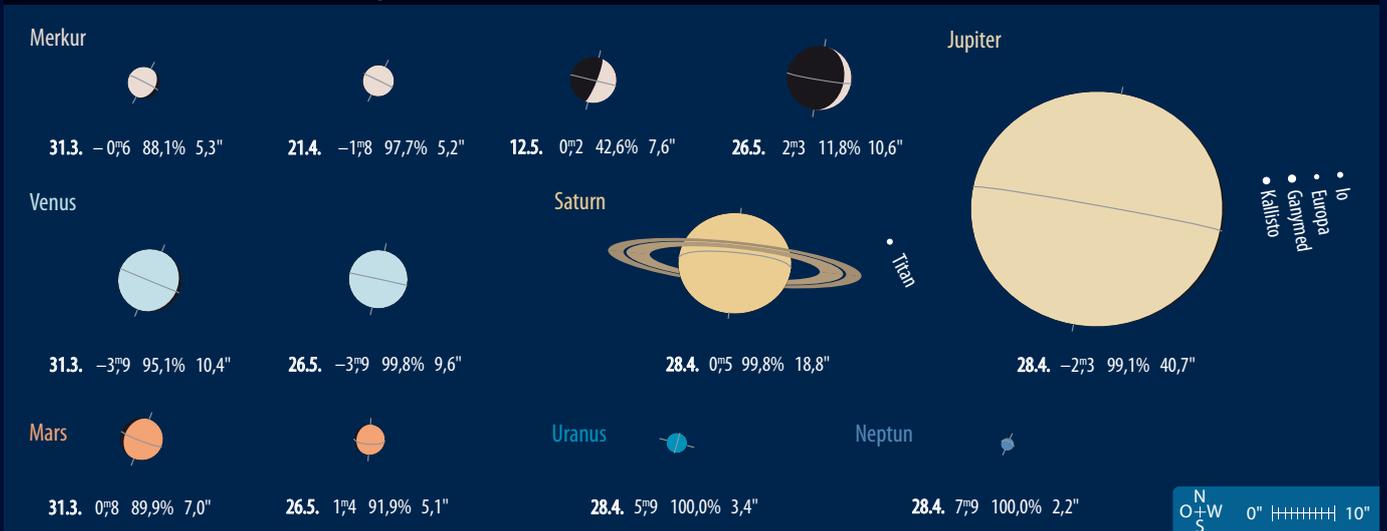
### Der Lauf der Planeten im Mai 2008



### Die Planeten auf ihren Bahnen im April/Mai 2008



### Die Planeten im Fernrohr im April/Mai 2008



# Sonne aktuell Der erste Fleck des 24. Zyklus

Am 4. Januar 2008 war es endlich soweit: Nachdem am 11. Dezember 2007 (vgl. interstellarum 56) eine aktive Region mit umgekehrter magnetischer Polarität aufgetaucht war, die aber noch keinen Fleck auszubilden vermochte, erschien an diesem Tag der erste echte Fleck des 24. Zyklus. Es war eine kleine A-Gruppe, die binnen kurzem zur bipolaren B-Gruppe wurde, aber auch schnell wieder verschwand.

In der Tagespresse und in manchen Internetforen wurden sowohl Befürchtungen als auch

Freude zum Ausdruck gebracht, dass es nun endlich wieder aufwärts ginge mit der Sonnenaktivität. Doch wer hofft, dass schon in den kommenden Monaten wieder mit Fleckengruppen der Waldmeierklassen E und F zu rechnen

ist, die auch zu intensiven Polarlichtern führen, der irrt. Es ist noch nicht einmal sicher, ob mit dem Auftauchen des ersten Flecks des neuen Zyklus das Minimum wirklich erreicht wurde. Die aktuellen Prognosen über den Minimumzeitpunkt sind weiter sehr strittig, favorisieren teilweise aber den März 2008. Wenige Tage nach der Sichtbarkeit des Flecks begann dann wieder eine fleckenfreie Periode, die bis zum Redaktionsschluss dieses Beitrages anhielt.

Und auch die Höhe des nächsten Maxi-

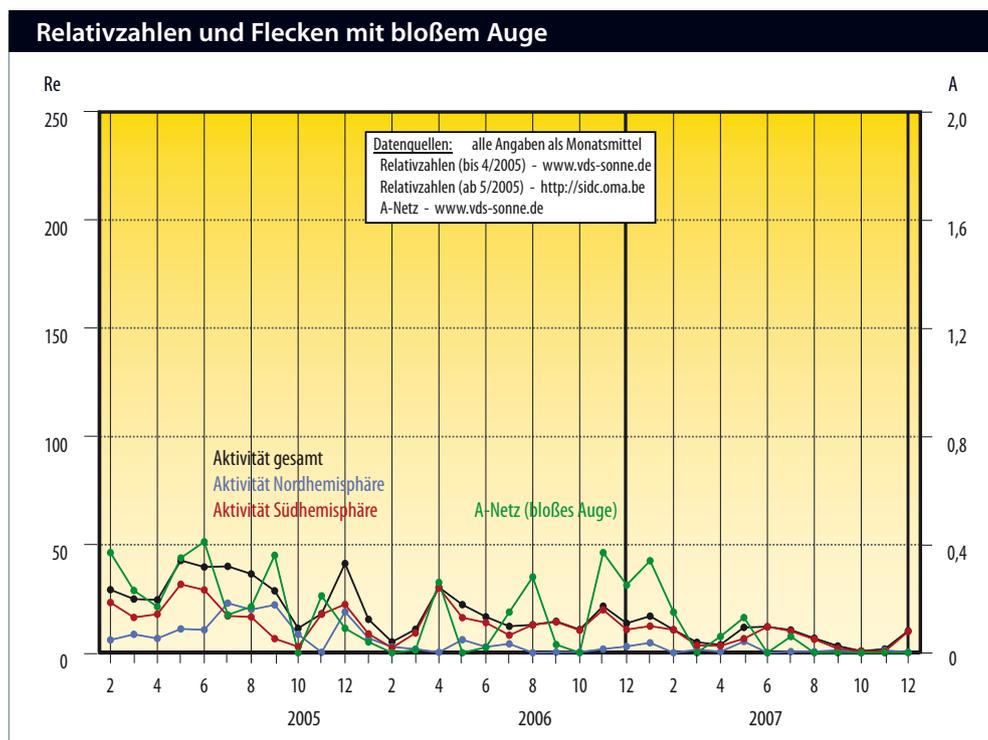


Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

**Der erste Sonnenfleck des neuen Zyklus** am 4.1.2008, 12:46 MEZ, 3"-Refraktor bei 3500mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 und 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

## Surftipps

Entwicklung des  
Sonnenszyklus: [www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/](http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/)  
Vorhersagen für den 24.  
Sonnenszyklus: [users.telenet.be/j.janssens/SC24.html](http://users.telenet.be/j.janssens/SC24.html)



Freude zum Ausdruck gebracht, dass es nun endlich wieder aufwärts ginge mit der Sonnenaktivität. Doch wer hofft, dass schon in den kommenden Monaten wieder mit Fleckengruppen der Waldmeierklassen E und F zu rechnen

mums, das bei einem hohen Maximum etwa in den Jahren 2010/2011 stattfinden könnte, ist umstritten. Da aber momentan das Minimum des 80-jährigen Gleissberg-Zyklus bevorsteht, der dem magnetischen 22-Jahres-Zyklus

überlagert ist, kann man eher von einem niedrigen als von einem hohen Maximum ausgehen, das dann im ungünstigsten Fall erst um 2014 eintreten würde.

■ Manfred Holl

# Planeten aktuell Mars 2007 – ein Fazit

So hoch wie nie stand Mars am mitteleuropäischen Himmel, doch trotz fast  $+30^\circ$  Deklination machten schlechte Wetter- und Seeingbedingungen gelungene Beobachtungen zu einer Seltenheit. Dies ist wohl der Grund dafür, dass zur zurückliegenden Sichtbarkeit des Roten Planeten wesentlich weniger Amateurbesobachtungen vorlagen als noch 2005.

Deutliche, auch in kleineren Teleskopen wahrnehmbare Veränderungen versprach die Nordpolkappe, da der Frühlingsanfang auf der Nordhemisphäre des Planeten kurz vor dem Oppositionszeitpunkt zu liegen kam. Während des Winters ist die dünne Schicht aus Wasser- und Kohlendioxid-Eis unter einer hellen Wolkenhaube verborgen, die flüchtige Beobachter für die Polkappe selbst halten können. Diese Polhaube hatte sich zum Jahreswechsel bereits größtenteils aufgelöst. Die für die frisch freigelegte Polkappe typischen dunklen Strukturen und

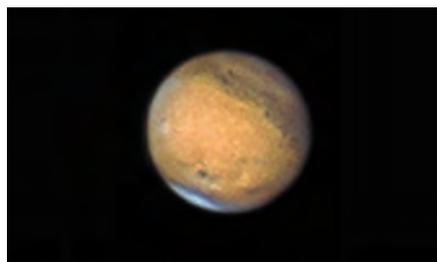
Teilungen waren jedoch aufgrund der geringen Neigung des Nordpols zu unserer Sichtachse nicht sichtbar.

Während die Wolke der Polhaube verschwindet, bilden sich oft in äquatornahen Lagen neue Wolken – so auch diesmal. Insbesondere Dunst am Planetenrand sowie entlang des Morgenterminators war immer wieder zu sehen. Staubstürme waren erwartungsgemäß seit dem letzten Ereignis vom 2.11.2007 nicht mehr aufgetreten (vgl. interstellarum 56).

Die dunklen Markierungen auf der Oberfläche des Mars – hervorgerufen allein durch Bodenbeschaffenheit mit unterschiedlicher Albedo – scheinen fest zu sein und sich nicht zu verändern. Vergleicht man den Anblick jedoch genauer mit den Vorjahren, lassen sich in jeder Marssaison Veränderungen feststellen. Auffällig war, dass Solis Lacus diffuser und schwächer als üblich erschien – visuell



**Abb. 1: Der Rote Planet am 19.12.2007** mit der klassischen Ansicht der Großen Syrte. Über der Polkappe sowie am Rand des Planeten sind bläuliche Wolken zu erkennen. 18"-Newton bei 18000mm Brennweite, DMK 21AF04.AS CCD-Kamera, 1x400 (je IR, R, G, B-Kanal). *Karl Thurner*



**Abb. 2: Drei Marsgesichter:** Solis Lacus (links, am 6.1.2008), Mare Cimmerium (Mitte, 2.1.2008) und Syrtis Maior (rechts, 15.12.2007). 11"-SCT, DFK 21AU04.AS CCD-Kamera. *Sebastian Voltmer*



**Abb. 3: Eine drittel Marsrotation am 20.12.2007.** Auf dem mittleren Bild erkennt man die neue Dunkelstruktur in der sonst hellen Region Elysium. 9"-SCT, Philips ToUCam. *Torsten Edelmann*



war das rundliche Gebiet kaum noch auszumachen. Im Fernrohr dagegen sichtbar war der dunkle Streifen, der sich quer über das sonst helle Gebiet von Elysium zog und in den Vorjahren nicht beobachtet werden konnte. Visuell auffällig war ebenfalls die von Margaritifer Sinus nach Norden ausgehende Struktur, die fast das große Dunkelgebiet von Niliacus Lacus erreichte – dies war vorher überhaupt noch nicht gesehen worden.

Während Mars nun bereits zu klein für die ausgiebige teleskopische Beobachtung geworden ist, kündigen die immer schmäler werdenden Saturnringe das nächste Großereignis schon an: Die Kantenstellung der Ringe wird ab dem Spätherbst dieses Jahres großartige und seltene Beobachtungen ermöglichen – wir berichten darüber ausführlich in dieser Zeitschrift.

■ Ronald Stoyan

**Abb. 4: Die Saturnringe schließen sich** – wie am 29.12.2007 zu bemerken war. 9"-SCT, Philips ToUCam. *Torsten Edelmann*

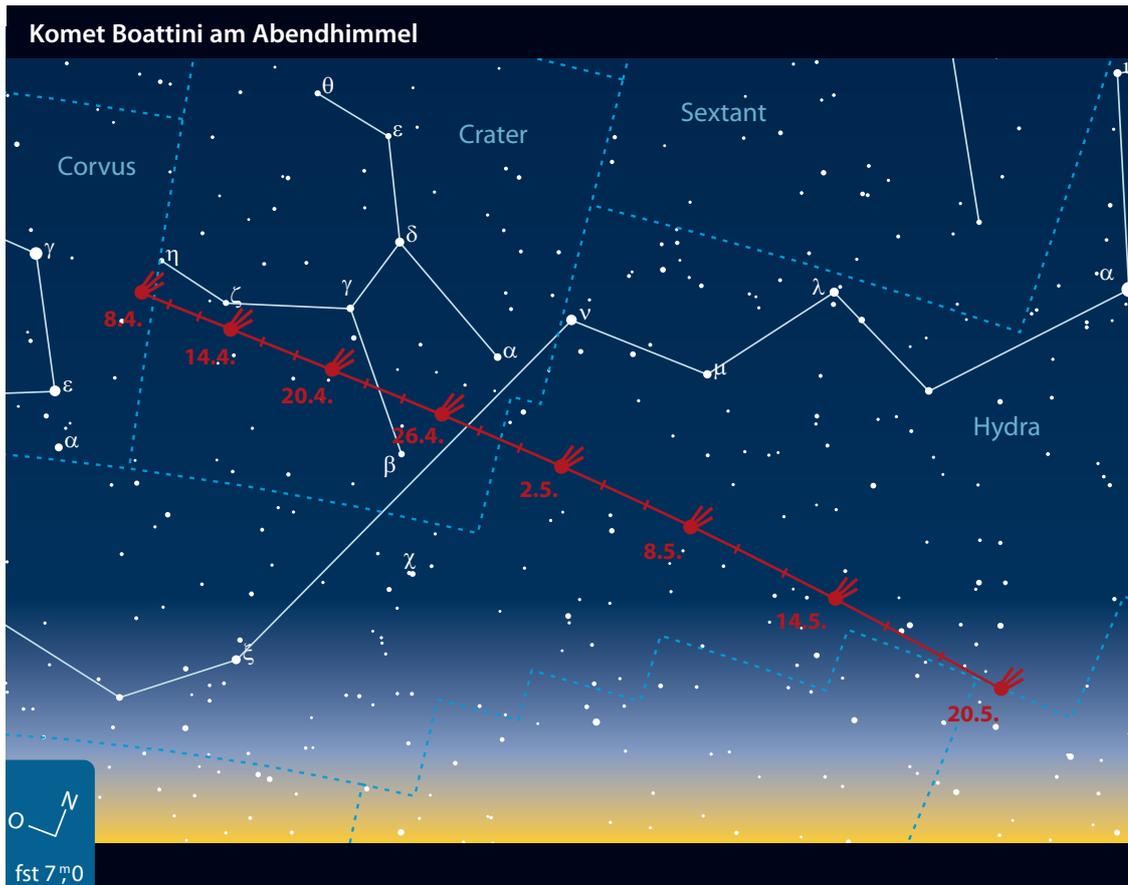
# Kometen aktuell **Komet Boattini am Abendhimmel**

Am 20. November 2007 entdeckte der italienische Astronom Andrea Boattini im Rahmen seiner Tätigkeit am Mount-Lemmon-Observatorium in Arizona einen Kometen. Das Objekt 18. Größenklasse erhielt die Bezeichnung **C/2007 W1 (Boattini)** und die errechnete Bahn ergab ein Perihel am 24. Juni 2008 in 0,85AE Sonnenabstand. Der Komet könnte dann etwa 5<sup>m</sup>5 erreichen, steht aber zu diesem Zeitpunkt zu weit süd-

lich, um von Mitteleuropa aus beobachtet zu werden. Bei uns wird der Komet im April und Mai am Abendhimmel und dann wieder ab Juli am Morgenhimmel sichtbar werden.

Anfang April steht C/2007 W1 im Sternbild Rabe und geht bald nach 21:00 MESZ auf. Er kulminiert gegen Mitternacht und erreicht dabei immerhin eine Horizonthöhe von rund 25°. Die Helligkeit sollte zu diesem

Zeitpunkt etwa 11<sup>m</sup> betragen. Im Laufe des Monats durchquert der Komet das Sternbild Becher in Richtung Westen und steigert seine Helligkeit bis zum Monatsende auf etwa 9<sup>m</sup>0. Im Mai durchquert Komet Boattini das Sternbild Wasserschlange und während die ansteigende Helligkeit ihn jetzt zu einem Feldstecherobjekt macht, werden die Beobachtungsbedingungen rasch schlechter. Zur Monatsmitte könnte der Schweifstern



eine Helligkeit von 7<sup>m</sup>5 erreicht haben, steht aber abends schon tief im Südwesten. Spätestens um den 20. Mai wird der Komet in der Abenddämmerung über dem südwestlichen Horizont verschwinden. Zwischen Erdnähe (0,21AE) am 12. und Perihel am 24. Juni könnte der Komet freisichtig werden, ist aber zu dieser Zeit bei uns unsichtbar. Erst etwa zwei Wochen nach seiner Sonnennähe wird C/2007 W1 wieder am Morgenhimmel erscheinen.

Im April ist voraussichtlich die letzte Gelegenheit, um den Kometen **17P/Holmes** mit einfachen Ama-

Abb. 1: **Komet 8P/Tuttle** erreichte im Januar eine maximale Helligkeit von 5<sup>m</sup>5. Am 30.12. gab es eine enge Begegnung mit der Dreiecks-galaxie M 33. a) 8"-Newton bei 800mm, Canon EOS 350Da, LPS-IDAS-Filter, 1600 ASA, 90s. *Frank Meyer*; b) 3"-Refraktor bei 360mm, EOS 20Da, 1600 ISO, 32x30s. *Sighard Schröbler*





Abb. 2: **Aufnahmen zu Jahresbeginn** zeigen eine runde Koma mit einem Durchmesser von etwa 20' sowie einen dünnen Gasschweif.

- a) 1.1.2008, 2,95"-Refraktor bei 500mm, Canon EOS 5D, ISO 1000, 3x5min, Baader ACF III-Filter. *Bernd Koch*
- b) 2.1.2008, Teleobjektiv bei 200mm, EOS 350Da, 11x90s. *Norbert Mrozek*
- c) 2.1.200, Teleobjektiv bei 300mm, SXV-H9, 20x1min (L), 3x1min (je RGB). *Mike Androsch*
- d) 3.1.2008, 4"-Refraktor bei 540mm, ST2000XM, 27x2min (L). *Bernhard Hubl*

teurmitteln aufzufinden. Der Überraschungskomet des Vorjahres verlässt nun das Sternbild Perseus und wandert in den Fuhrmann. Die Gesamthelligkeit des Kometen könnte noch rund 7<sup>m</sup> betragen, Holmes dürfte aufgrund seiner geringen Flächenhelligkeit aber – ähnlich einem ausgedehnten Deep-Sky-Objekt – visuell schwierig zu beobachten sein. Fotografisch wird

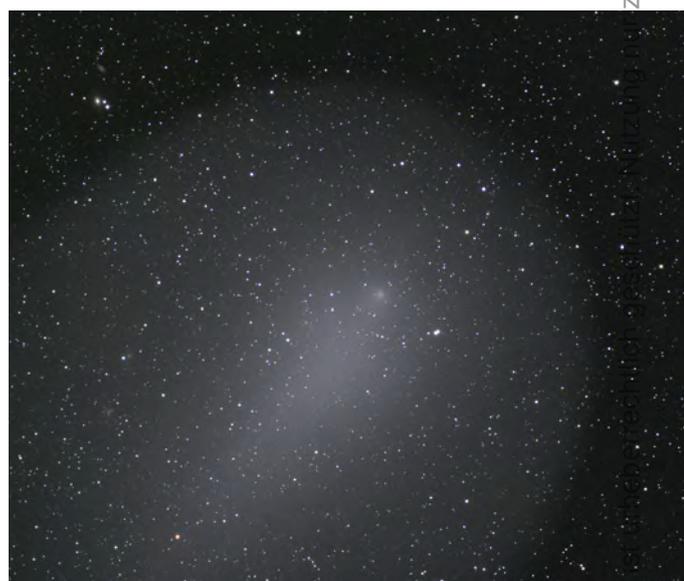
die stark ausgedünnte Kometenwolke aber immer noch unter guten Himmelsbedingungen nachweisbar sein. Im Mai wird Holmes nicht mehr hoch genug über den Nordwesthorizont steigen und die Beobachtungsphase dieses einzigartigen Kometenausbruches geht nach einem halben Jahr zu Ende.

■ Burkhard Leitner

### Surftipps

Monats- und Jahresübersichten:  
[www.kometarium.com](http://www.kometarium.com)  
 Aktuelle Neuigkeiten:  
[kometen.fg-vds.de](http://kometen.fg-vds.de)

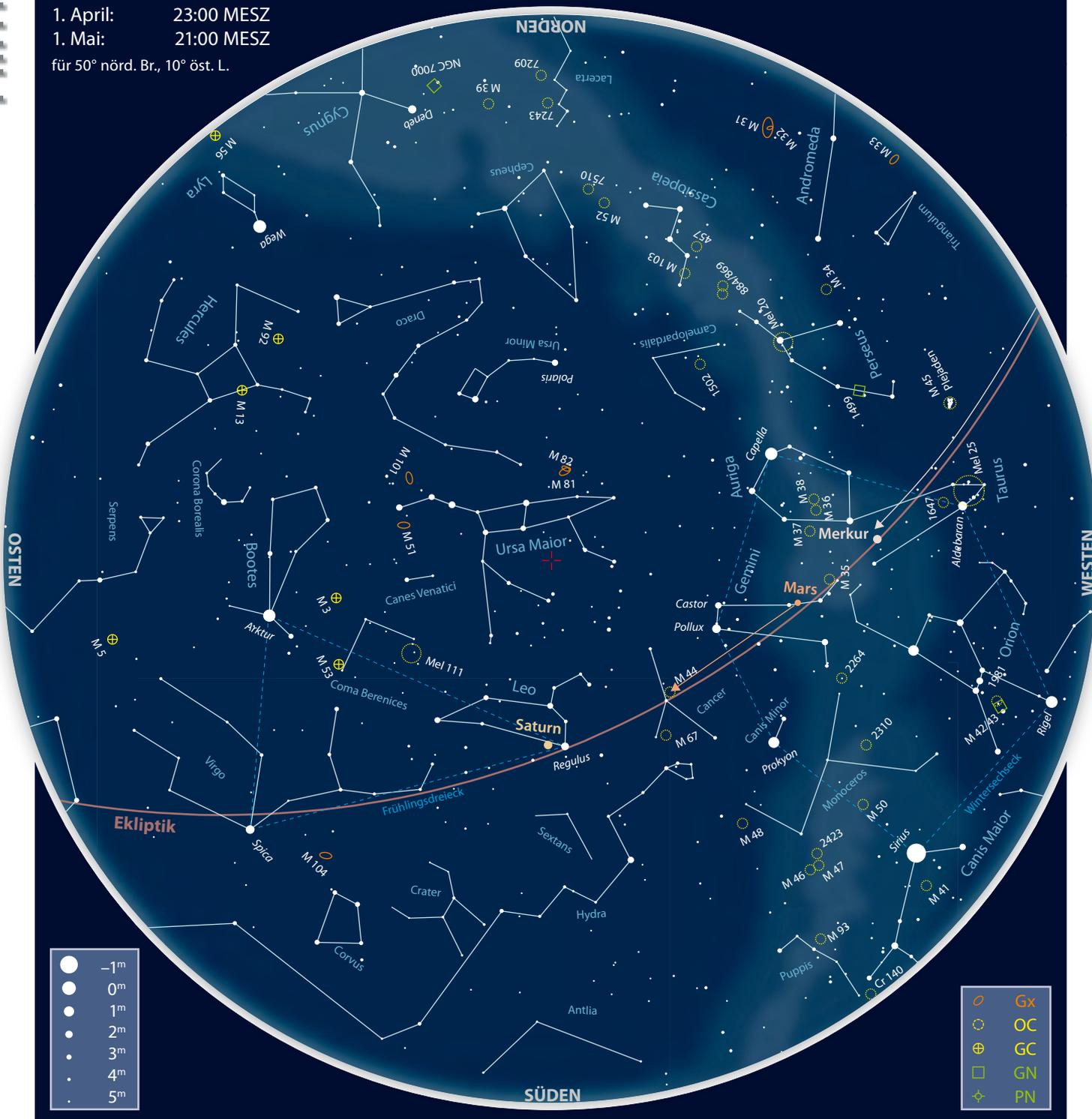
Abb. 3: **Komet Holmes im Sternfeld des Perseus.** 28.12.2007, 4,5"-Refraktor bei 805mm, modifizierte Canon 20D, ISO 800, 7x5min. *Rainer Sparenberg*



Kometen im April/Mai					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2007 W1 (Boattini)	20.11.2007	24.6.2008 (0,85AE)	12.6.2008 (0,21AE)	April bis Mai und Juli bis August	7 <sup>m</sup>
17P/Holmes	6.11.1892	4.5.2007 (2,05AE)	5.11.2007 (1,62AE)	Oktober 2007 bis April 2008	7 <sup>m</sup>

# Der Sternhimmel im April/Mai 2008

1. April: 23:00 MESZ  
 1. Mai: 21:00 MESZ  
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Beobachtungsempfehlungen für April/Mai 2008

Name	Typ	Empfehlung für	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Entfernung	DSRA
Collinder 285	OC	bloßes Auge	14 <sup>h</sup> 40,9 <sup>m</sup>	+69° 34,0'	–	23°	80Lj	5
M 40	As	Fernglas	12 <sup>h</sup> 22,4 <sup>m</sup>	+58° 05,0'	9 <sup>m</sup> 0/9 <sup>m</sup> 3	53"	490Lj	5
M 106	Gx	Teleskop	12 <sup>h</sup> 19,0 <sup>m</sup>	+47° 18,4'	8 <sup>m</sup> 3	6,6'×17,4'	23,5 Mio. Lj	5
NGC 4449	Gx	Teleskop	12 <sup>h</sup> 28,3 <sup>m</sup>	+44° 05,7'	9 <sup>m</sup> 0	4,9'×6,2'	13,7 Mio. Lj	12
NGC 4236	Gx	Teleskop	12 <sup>h</sup> 16,7 <sup>m</sup>	+69° 27,8'	10 <sup>m</sup> 1	6,9'×22,6'	14,5 Mio. Lj	5

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

# Rund um den Großen Wagen

## Astronomie mit bloßem Auge Der Große Wagen – Collinder 285

Der Große Wagen ist neben dem »Himmels-W« der Kassiopeia und dem Gürtel des Orion wohl das bekannteste Sternmuster des Himmels und in Mitteleuropa zirkumpolar – also ganzjährig am Firmament zu bewundern. Es handelt sich jedoch nicht um ein eigenständiges Sternbild. Vielmehr setzt sich der Große Wagen aus hellen Einzelsternen des viel größeren Sternbildes Ursa Maior (Große Bärin) zusammen. In der Astronomie bezeichnet man ein solches Sternmuster als Asterismus.

Aufgrund seiner markanten Erscheinung dient der Große Wagen oft als Wegweiser zum Auffinden des Polarsterns. Verlängert man die Verbindungslinie der beiden »Kastensterne« Merak ( $\beta$  UMa) und Dubhe ( $\alpha$  UMa) um das Fünffache nach Norden, so trifft man nahezu direkt auf Polaris.

Auch die Deichsel des Wagens hat etwas für freisichtige Beobachter zu bieten: Der mittlere Deichselstern Mizar besitzt direkt nordwestlich einen physischen Begleiter namens Alkor, der auch unter der Bezeichnung »Reiterlein« bekannt ist und als Augenprüfer gilt. Bei einem Winkelabstand



**Collinder 285** ist vielleicht der Sternhaufen, der den meisten Menschen bekannt ist – denn sein Kernbereich besteht aus den Sternen des Großen Wagens.

von fast 12' sollten jedoch auch weniger scharfe Augen das Paar trennen können.

Im 19. Jahrhundert führten Untersuchungen von Proctor und Huggins zu dem Ergebnis, dass ein Großteil der Sterne des Großen Wagens die gleiche Bewegung innerhalb ihrer kosmischen Nachbarschaft vollziehen. Dies gilt in Kombination mit den ähnlichen Entwicklungsstadien der Sterne als Indiz für einen physischen Sternhaufen. Der so genannte Ursa-Maior-Bewegungsternhaufen wurde später als Collinder 285 katalogisiert und stellt den unserem Son-

nensystem nächstgelegenen Sternhaufen dar. Aufgrund der Nähe ist das Objekt visuell kaum mehr als zusammenhängender Haufen zu erkennen. Noch können wir uns an seinem Anblick erfreuen, doch Unterschiede in der Eigenbewegung der Sterne sowie die Tatsache, dass  $\alpha$  UMa und  $\eta$  UMa nicht zum Bewegungshaufen gehören, fordern ihren Tribut: Der Große Wagen wird in den nächsten Jahrtausenden allmählich sein markantes Aussehen verlieren.

■ Matthias Juchert

## Astronomie mit dem Fernglas Hevelius' Nebelstern

Der vom polnischen Astronomen Johannes Hevelius und seiner zweiten Frau Elisabetha verfasste Sternatlas »Prodromus Astronomiae« enthält neben 1564 Sternen und ihren Positionen auch 16 nebelartige Objekte. Mit der Nummer 1496 und den Worten »Supra Tergum Nebulosa« katalogisierten sie einen 1660 entdeckten Nebelstern über dem Hinterteil der Großen Bärin. Über ein Jahrhundert später suchte in Paris Charles Messier nach diesem nebelartigen Stern. In der Nacht auf den 25. Oktober 1764 fand er an der Stelle nur einen engen Doppelstern, dennoch nahm er das

Objekt in seine berühmte Liste auf und gab ihm die Nummer 40.

Mitte des 19. Jahrhunderts vermaß August Winnecke, ein Schüler Enckes, über mehrere Jahre mit Refraktoren in Berlin, Bonn und Pulkowa (bei St. Petersburg) um die 50 Doppel- und Mehrfachsternsysteme, seine Arbeit »Doppelsternmessungen« erschien 1869. Sieben Objekte kennzeichnete er als neue Doppelsterne. So erhielt M 40 die Kennung Winnecke 4, kurz WNC 4. Mit einem Abstand von über 50" ist dieser unter Winneckes Neuentdeckungen der einfachste Doppelstern für den Feldstecher.

Dass es sich bei M 40 um ein richtiges Sternpaar handelt, ist anhand von Untersuchungen der Eigenbewegung sehr unwahrscheinlich. Es ist ein optischer Doppelstern: Beide Komponenten sind vielleicht tausend Lichtjahre voneinander entfernt und stehen nur scheinbar dicht zusammen. Außerdem ist heute bekannt, dass Hevelius nicht M 40 sah, sondern das nahe Paar aus 74 und 75 Ursae Maioris (siehe Aufsuchkarte) beobachtet haben dürfte, welches ein guter Augenprüfer ist.

Da im Frühling das Sternbild Große Bärin ihren Höchststand erreicht, empfiehlt



**Oberhalb des Großen Wagens** steht das wohl seltsamste Messier-Objekt: ein Paar zweier 9<sup>m</sup>-Sterne. M 40 ist unter gutem Himmel ein interessantes Ziel für Fernglasbeobachter.

es sich, zur Beobachtung mit dem Fernglas in einem Gartenstuhl oder einer -liege Platz zu nehmen. Aufgrund der Position des Doppelsterns nahe dem 5<sup>m</sup> hellen Stern 70 UMa ist das Auffinden von M 40 ein Leichtes. Unter einem ländlichen Nachthimmel ist dieser Leitstern sogar mit bloßem Auge zu sehen, bei stärkerer Lichtverschmutzung nur mit großen Schwierigkeiten. Sie finden ihn, ob freisichtig oder mit dem Fernglas, wenn Sie die gedachte Linie zwischen  $\gamma$  und  $\delta$  UMa um 1° Richtung Himmelspol verlängern. Von 70 UMa aus ist es dann nochmals ein Viertelgrad in dieselbe Richtung. Hier stehen zwei lichtschwache, fast gleich helle Gestirne 9. Größenklasse mit einem gegenseitigen Abstand von 53"; dieser vergrößert sich um ca. 2,5" pro Jahrhundert. In einem kleinen Fernglas ist M 40 nur als ein schwacher Einzelstern sichtbar, für ein Erkennen beider Komponenten ist daher mindestens ein 10x50-Glas und ein besonders ruhiges Bild notwendig. Am besten ermöglicht dies ein Fernglas mit Stativ oder Bildstabilisation.

■ Nico Schmidt

## Objekt der Saison M 106

Der Frühling gilt als die beste Beobachtungszeit für Galaxien. Neben den klassischen Beobachtungsfeldern in den Sternbildern Leo, Coma Berenices und Virgo lassen sich auch im Sternbild Jagdhunde zahlreiche lohnende Ziele entdecken. Darunter findet sich auch die helle Spiralgalaxie M 106, die den Kern einer kleinen Galaxiengruppe mit ebenso prominenten Mitgliedern wie NGC 4449 oder dem Paar NGC 4485/4490 bildet.

Die Entdeckungsgeschichte der Galaxie wurde erst sehr spät vollendet. Noch bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts war M 106 allein unter der NGC-Nummer 4258 bekannt, der die Entdeckung durch W. Herschel am 9. März 1788 zu Grunde liegt. Im Zuge einer Recherche über Kugelsternhaufen entdeckte die kanadische Astronomin Helen Sawyer Hogg 1947 einen Brief von Messiers Assistent Pierre Méchain an Johann Bernoulli. Dieser enthielt zahlreiche Ergänzungen und Notizen über

nicht im Messier-Katalog enthaltene Objekte und wurde in Bodes Astronomischem Jahrbuch für 1786 abgedruckt. In dem Brief findet sich auch der Hinweis auf einen Nebel »neben dem Stern No.3 der Jagdhunde«, den Hogg mit NGC 4258 identifizierte und

im Zuge ihrer Publikation [1] als Objekt M 106 vorschlug. Méchain hatte den Nebel fast sieben Jahre vor Herschel im Juli 1781 gefunden. Ob der Nebel jemals von Messier selbst beobachtet wurde, geht aus den Notizen nicht hervor.

M 106 ist eine der schönsten Spiralgalaxien des Frühlingshimmels.

VOLKER WÄNDEL



Mit einer Entfernung von 23,5 Millionen Lichtjahren [2] befindet sich die Galaxie noch in unserer näheren Nachbarschaft und erscheint mit einer beträchtlichen Größe von  $17,4' \times 6,6'$  am Firmament. Die wahre Ausdehnung der Spiralarme übertrifft mit 130000 Lichtjahren deutlich die Milchstraße und erreicht fast die Ausmaße des Andromedanebels M 31, dem M 106 auch morphologisch ähnelt.

Das Zentrum von M 106 ist seit Jahren ein Hauptanziehungspunkt bei der Erforschung der Galaxie. Bereits 1943 konnte Seyfert charakteristische Emissionslinien im Spektrum des Kerns feststellen, die auf die Aktivität der zentralen Region hindeuten. Dies wurde zwischen 1994 und 2000 durch Beobachtungen im Infrarot-, Röntgen- und Radiobereich belegt. Inzwischen ist bekannt, dass M 106 eines der besten Beispiele für ein extrem massereiches Schwarzes Loch in seinem Zentrum beherbergt, wobei die Masse dieses Objektes 39 Millionen Sonnenmassen beträgt [3]. Die Existenz des Schwarzen Lochs hat gravierende Folgen auf das Erscheinungsbild, und so zeigt die Galaxie je nach Wellenlängenbereich zwei verschiedene Gesichter. Im optischen Wellenlängenbereich zeichnen

sich neben dem hellen Kern zwei deutliche Spiralarme ab. Diese sind in den Außenbereichen durch HII-Regionen und bläulich erscheinende Zusammenballungen junger Sterne geprägt, während der innere Halo stark durch Staubstrukturen und das gelbliche Leuchten älterer Sternpopulationen gezeichnet ist. Im Röntgen- oder Radiobereich ändert die Galaxie ihr Aussehen dramatisch und zwei zusätzliche, unregelmäßige Arme werden erkennbar. Hierbei handelt es sich laut Wilson et al. [4] um eine Wechselwirkung der aus dem Zentrum ausgestoßenen bipolaren Jets mit der galaktischen Scheibe. Das interstellare Gas wird durch Massebewegungen, die von den Jets verursacht werden, verdichtet, was in der Folge eine starke Emission im Radio- und Röntgenbereich hervorruft, die wir als unregelmäßige Arme wahrnehmen. Bislang konnte erst eine Supernova in M 106 beobachtet werden. Die SN 1981K erschien im August 1981 und erreichte eine Helligkeit von  $16^m$ .

Die Galaxie kann schon mit einem kleinen Fernglas als länglicher Nebel beobachtet werden. Bereits ein  $2,5''$ -Refraktor bringt das Objekt voll zur Geltung und erlaubt die Differenzierung zwischen Halo und hellem

Kern. Mit  $4\text{--}5''$  Öffnung sind auch die Spiralarme sichtbar, die Herschel bereits in seinen Entdeckungsnotizen erwähnt. M 106 besitzt laut [5] daher neben M 51 die am einfachsten zu erkennende Spiralstruktur innerhalb des Messier-Kataloges. Mit größeren Teleskopen ab ca.  $12''$  Öffnung sind die Spiralarme nicht mehr nur angedeutet, sondern zeichnen sich klar im Halo ab. In Nächten mit guter Transparenz sind auch filigrane Details wie Staubbänder und die hellen Kondensationen der Sternentstehungsgebiete erreichbar.

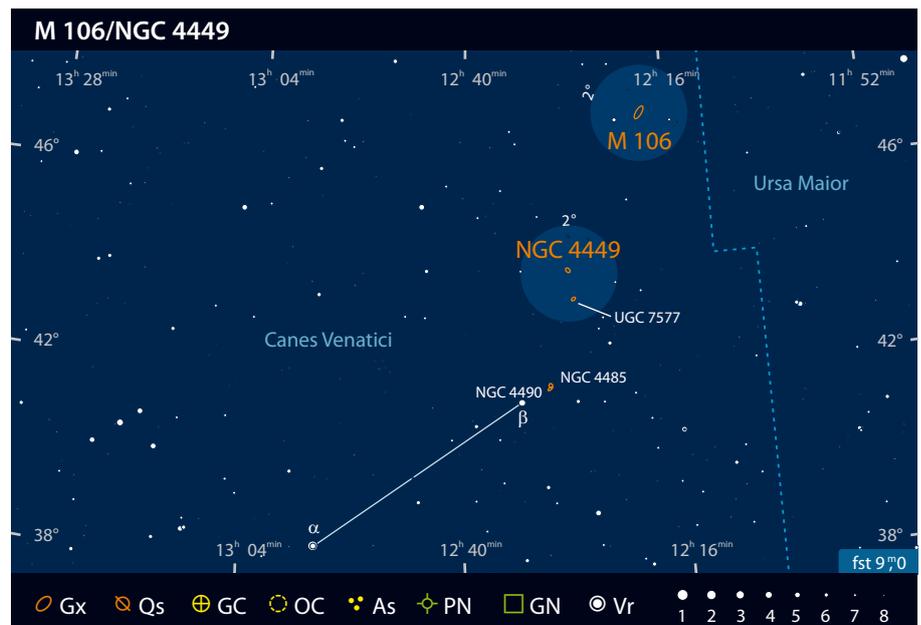
■ Matthias Juchert

- [1] Sawyer Hogg, H.: Out of Old Books – Catalogues of Nebulous Objects in the Eighteenth Century, JRAS 41, 265 (1947)
- [2] Herrnstein, J. R. et al.: A geometric distance to the galaxy NGC 4258 from orbital motions in a nuclear gas disk, Nature 400, 539 (1999)
- [3] Pastorini, G. et al.: Supermassive black holes in the Sbc spiral galaxies NGC 3310, NGC 4303 and NGC 4258, Astron. Astrophys. 449, 405 (2007)
- [4] Wilson, A. S., Yang, Y., Cecil, G.: Chandra Observations and the Nature of the Anomalous Arms of NGC 4258 (M106), Astrophys. J. 560, 689 (2001)
- [5] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)

## Objekt der Saison NGC 4449

Mit einer Entfernung von knapp 13 Millionen Lichtjahren ist die CVn I-Galaxienwolke eine der nächstgelegenen Galaxienansammlungen außerhalb der Lokalen Gruppe. Sie erscheint als lockerer Verbund mehrerer dutzend Galaxien, die sich über die Sternbilder Ursa Maior, Canes Venatici und Bootes verteilen. Das Zentrum der Gruppe befindet sich etwa bei  $12^h 45^m$  und  $+42^\circ$  und damit nahe der Spiralgalaxie M 94, ihrem hellsten und massereichsten Mitglied [1].

Unter den zahlreichen irregulären Galaxien dieser Gruppe verdient vor allem NGC 4449 besondere Erwähnung, zählt sie doch zu den beeindruckendsten Objekten, die der Frühlingshimmel für visuelle Beobachter zu bieten hat. Entdeckt wurde sie von F. W. Herschel, der sie erstmals am 27. April 1788 von Slough aus mit seinem  $18,7''$ -Reflektor beobachtete. 1916 ergab sich ein erster Hinweis auf die extragalaktische Natur des Objekts, als der Astronom Vesto M. Slipher eine starke Rotverschiebung der Emissions- und Absorptionslinien im Spektrum bemerkte [2]. Modernen Messungen zufolge beträgt die



Entfernung der Galaxie von der Milchstraße  $13,7 \text{ Mio. Lj} \pm 1,6 \text{ Mio. Lj}$  [1].

Mit einem Durchmesser von 23000 Lj, einer absoluten Helligkeit von  $-18^M4$  und einer Masse von knapp 30 Mrd. Sonnenmassen gehört NGC 4449 zu den größeren

und massereicheren Galaxien ihrer Gattung. Sie ähnelt darin der Großen Magellanschen Wolke, der sie im Übrigen auch in morphologischer Hinsicht gleicht: So besitzen beide Galaxien einen zentralen Balken aus jungen Sternen sowie einen ausgedehnten



**NGC 4449** – fotografisch und visuell gleichermaßen beeindruckende irreguläre Galaxie.

Halo aus neutralem Wasserstoff, der den sichtbaren Teil der Galaxie umschließt. Dieser Halo weist im Fall von NGC 4449 einen lang gestreckten Arm auf, der sich gegen den Uhrzeigersinn einmal um die Galaxie herumkrümmt [3]. Dies lässt auf eine kürzliche Wechselwirkung mit einem anderen Objekt schließen; tatsächlich zeigen numerische Simulationen, dass die beobachteten Phänomene von einem nahen Vorbeigang der kleinen irregulären Galaxie UGC 7577 knapp 30' südlich von NGC 4449 herrühren dürften, der vor etwa 500 Millionen Jahren stattgefunden hat [4]. Die Wechselwirkung der beiden Galaxien ist vermutlich auch der Grund für die sehr hohe Sternentstehungsrate von NGC 4449, die weitaus höher ist als jene der Magellanschen Wolken und sich durch eine Vielzahl an HII-Regionen sowie die Anwesenheit zahlreicher heller, junger Sternhaufen manifestiert. Der hellste dieser Haufen befindet sich dabei im Zentrum der Galaxie und ist in eine riesige, dem Tarantelnebel vergleichbare HII-Region mit einem Durchmesser von etwa 1000Lj eingebettet; seine Leuchtkraft übersteigt jene der Sonne um das 70-millionenfache [5].

Aufgrund ihrer beachtlichen Helligkeit und der interessanten Morphologie ist NGC 4449 für Astrofotografen und visuelle Beobachter eines der interessantesten Ziele am Frühlingshimmel. Der hochgradig zer-

rissene und irreguläre Eindruck der Galaxie steigert sich dabei mit zunehmender Öffnung: Zeigt ein 10×50-Feldstecher unter gutem Landhimmel die 9<sup>m</sup>.4 helle Galaxie als kompakten Fleck knapp 3° nordnordwestlich von  $\beta$  CVn, reicht schon ein kleines Teleskop aus, um die elongierte, irreguläre Form der Galaxie zu erkennen. Ein Vierzöller zeigt bereits die hellsten Sternwolken als abgegrenzte Bereiche, darunter eine abgesetzte Region im Nordteil der Galaxie. Die hellen HII-Regionen im Zentrum bzw. südwestlich davon können mit 10–12" Öffnung unter Zuhilfenahme eines [OIII]-Filters und der Technik des Blinkens herausgearbeitet werden. Noch größere Teleskope mit 14" Öffnung und mehr zeigen die Galaxie teilweise aufgelöst in zahlreiche kleine und kleinste Knoten, die teilweise auf den Filter reagieren; der zentrale, 15<sup>m</sup>.5 helle und 1,5" durchmessende Sternhaufen kann in Instrumenten dieser Kategorie ebenfalls gesichtet werden. Astrofotografen können neben konventionellen RGB-Aufnahmen interessante Ergebnisse auch mit Schmalbandfiltern erbringen, welche die Emissionskomponenten der HII-Regionen gegenüber dem kontinuierlichen Leuchten des stellaren Hintergrundes besser zur Geltung bringen. Diese Aufnahmen eignen sich auch dazu, den jungen Supernovaüberrest SB 185 im Nordwestteil der Galaxie zu iden-

tifizieren, der stark im Licht des zweifach ionisierten Sauerstoffs strahlt und auf Aufnahmen mit [OIII]-Filter als kleines Anhängsel östlich einer Gruppe von HII-Regionen auszumachen ist [6–8].

■ Matthias Kronberger

- [1] Karachentsev, I. D. et al.: Galaxy flow in the Canes Venatici I cloud, *Astron. Astrophys.* 398, 467 (2003)
- [2] Slipher, V. M.: Unusual nebular spectra, *PASP* 30, 346 (1918)
- [3] Hunter, D. A. et al.: The nature of the extended H I gas around NGC 4449: The Dr. Jekyll/Mr. Hyde of irregular galaxies, *Astrophys. J.* 495, L47 (1998)
- [4] Theis, Ch., Kohle, S.: Multi-method-modeling of interacting galaxies. I. A unique scenario for NGC 4449?, *Astron. Astrophys.* 370, 365 (2001)
- [5] Gelatt, A. E., Hunter, D. A., Gallagher, J. S.: The star clusters in the irregular galaxy NGC 4449, *PASP* 113, 142 (2001)
- [6] Balick, B., Heckman, T.: An unusual supernova remnant with broad emission lines near NGC 4449, *Astrophys. J.* 226, L7 (1978)
- [7] Sabbadin, F., Bianchini, A.: Emission nebulae in NGC 4449, *PASP* 91, 280 (1979)
- [8] Fuentes-Masip, O., Castañeda, H. O., Muñoz-Tuñón, C.: Star-forming regions in the irregular galaxy NGC 4449: determination of their integrated parameters, *Astron. J.* 119, 2166 (2000)

## Deep-Sky-Herausforderung NGC 4236

Das eine Herausforderung nicht gleichzeitig ein strukturloser Fleck sein muss, zeigt unser diesmaliges Objekt: NGC 4236. Die Galaxie gehört zur M 81-Gruppe, nach der Sculptor-Gruppe die der Milchstraße zweit nächste Galaxiengruppe. Für die Gala-

gen sie aber deutlich kleiner, hier tritt nur der relativ helle Balken hervor, der etwa 8,5' lang ist. Erst auf sehr tief belichteten Aufnahmen werden die sehr schwachen Spiralarme sichtbar und die Galaxie erreicht ihre volle Größe.

pen beobachtbar sind! Der Katalog, der HII-Regionen zu insgesamt 125 Galaxien enthält, ist für das Planetariumsprogramm Cartes du Ciel vom Autor aufbereitet worden und auf dessen Homepage verfügbar [3]. Interessant wäre ein Versuch der Beobachtung

der hellsten HII-Region HK83-16 von einem sehr lichtverschmutzten Standort, von dem aus die Galaxie selbst unsichtbar ist. Da die HII-Regionen recht hohe Flächenhelligkeiten haben, wäre dies mit einer genauen Aufsuchkarte vielleicht möglich!

Bei der Beobachtung mit einem 10"-Teleskop unter einem sehr guten Landhimmel ist die Galaxie insgesamt hell, aber wegen der geringen Flächenhelligkeit nicht ganz einfach zu beobachten. Bei 6,5mm Austrittspupille zeigt sich ein stark elongierter Balken, dessen Enden diffus erscheinen. Hier deuten sich die Spiralarme an, die selbst aber unbeobachtbar bleiben. Bei etwas höheren Vergrößerungen fallen vor allem im Norden einige kleine Knoten auf. Mittels einer Zeichnung konnten so die drei HII-Regionen HK83-12, -15 und -16 identifiziert werden. Im Süden konnte nur ein Knoten gesichtet werden. Mit größeren Teleskopen sind noch weitere HII-Regionen in Reichweite [4, 5]!

■ Martin Schoenball

- [1] Karachentsev I. D. et al.: The M 81 group of galaxies: New distances, kinematics and structure, *Astron. Astrophys.* 388, 125 (2002)
- [2] Hodge P. W., Kennicutt R. C.: An atlas of H II regions in 125 galaxies, *Astron. J.* 88, 296 (1983)
- [3] [www.schoenball.de/astronomie/cdc](http://www.schoenball.de/astronomie/cdc)
- [4] Stoyan, R.: NGC 4236, *interstellarum* 21, 76 (2002)
- [5] Stoyan, R. C.: Album der Edge-On-Galaxien, *interstellarum* 13, 43 (1998)



Abb. 1: **Zeichnung, 10"-Newton, 39x–100x, fst 6m8, Bortle 3.** Martin Schoenball

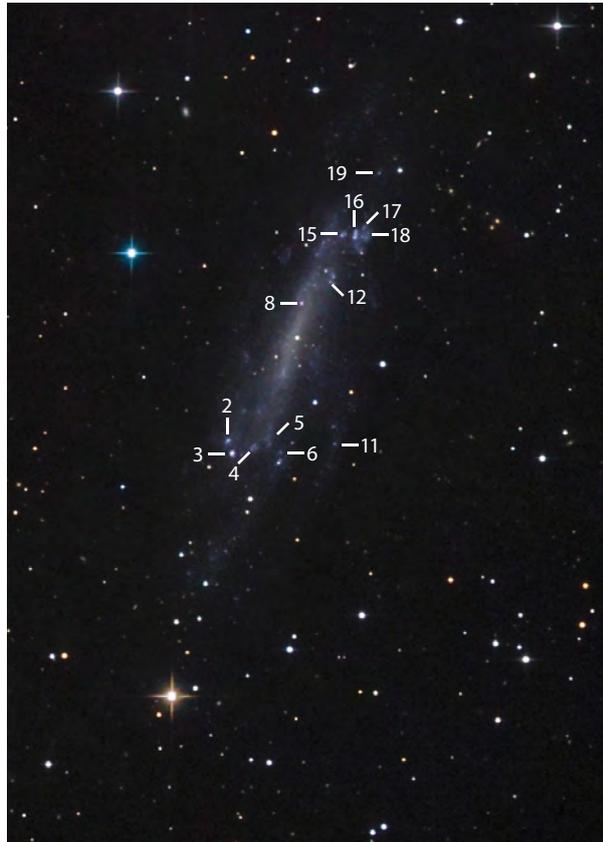


Abb. 2: **NGC 4236 mit den HII-Regionen** nach [2], CCD-Aufnahme, 6"-Maksutov, ST-10XME, 120min (L), 30min (je RG), 50min (B). Cord Scholz

xie wurde ein Entfernungsmodul von  $28^m24$  ermittelt [1]. Da das Entfernungsmodul  $\mu$  die Differenz zwischen der scheinbaren Helligkeit  $m$  und der absoluten Helligkeit  $M$ , also der Helligkeit des Objektes in 10 Parsec (32,6 Lichtjahre) Entfernung, angibt, ist es ein Maß für die Entfernung eines Objektes, die sich zu  $d = 10^{0,2\mu+1}$  pc ergibt. Nach dieser Formel hat die Galaxie eine Entfernung von etwa 4,45Mpc oder 14,5 Millionen Lichtjahren. Für M 81 beträgt das Entfernungsmodul  $27^m80$  und die Entfernung demnach etwa 11,8 Mio. Lichtjahre. NGC 4236 liegt damit am entfernten Ende dieser Galaxiengruppe.

Es handelt sich um eine Balkenspirale mit recht geringer Flächenhelligkeit. Die Galaxie hat eine scheinbare Ausdehnung von  $22,6' \times 6,9'$  und ist damit fast genauso groß wie M 81. Die meisten Aufnahmen zei-

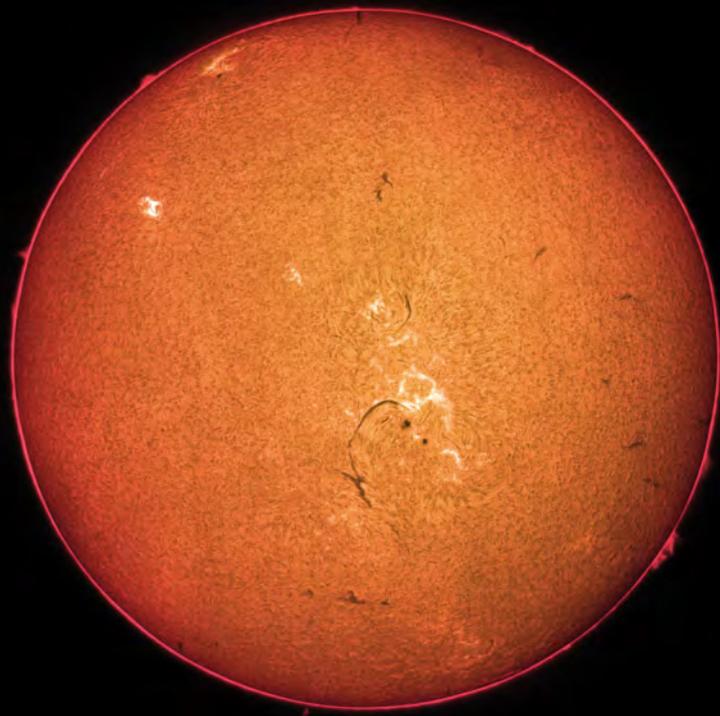
Bis in die 1980er Jahre war die Galaxie eine wichtige Sprosse bei der Kalibrierung der kosmischen Entfernungsleiter. Ihre Entfernung konnte noch mit Hilfe der Perioden-Leuchtkraft-Beziehung der Cepheiden gemessen werden und sie zeigt sehr auffällige HII-Regionen (Sternentstehungsgebiete mit einfach ionisiertem Wasserstoff), die als nächster Entfernungsindikator für größere Entfernungen herangezogen werden. Mittlerweile wird die Entfernung deutlich entfernter Galaxien mit Hilfe der Cepheiden ermittelt und NGC 4236 wird nur noch selten zur Skalierung des Universums herangezogen.

Eine umfassende Katalogisierung der HII-Regionen u.a. von NGC 4236 wurde von Hodge und Kennicutt [2] unternommen. Sie identifizierten 19 HII-Regionen, von denen einige auch bereits mit mittleren Telesko-

# Die H $\alpha$ -Relativzahl

## Ein Beobachtungsprogramm für das Personal Solar Telescope

VON PETER VÖLKER



MARIO WEIGAND

Das Personal Solar Telescope von Coronado, kurz PST, hat die Sonnenbeobachtung revolutioniert [1, 2]. War es vorher gut ausgerüsteten Sonnenexperten vorbehalten, unseren Stern im Licht der roten H $\alpha$ -Linie zu beobachten, ist heute die Beobachtung von Protuberanzen, Filamenten und Flares für jeden Amateurastronomen möglich. Die weite Verbreitung des kleinen und schnell einsetzbaren Sonnen-Teleskops ermöglicht es, auch auf breiter Basis systematisch die Sonne in H $\alpha$  zu beobachten – wie dies im Weißlicht schon seit Jahrhunderten geschieht.

**H**erkömmliche Fernrohre zeigen lediglich die Photosphäre genannte »Oberfläche« der Sonne (photos, griech. Licht). Diese strahlt in allen Bereichen des visuellen Spektrums (»Weißlicht«). Hier beobachtet man die bekannten Sonnenflecken und zum Rand hin zusätzlich die Sonnenfackeln. Die Chromosphäre (chromos, griech. Farbe) liegt bis zu 10000km über der Photosphäre. Sie ist wesentlich lichtschwächer als diese, und es erfordert eine komplizierte Filtertechnik, um sie sichtbar zu machen. Das PST filtert das Licht eng um die rote Wasserstofflinie H $\alpha$  (Wellenlänge 656,3nm) heraus, in der die Chromosphäre leuchtet.

Da die Erscheinungen der Chromosphäre über denen der Photosphäre liegen, zeigen sie ein abweichendes Erscheinungsbild. Die Flecken treten nicht so deutlich hervor wie in der Photosphäre, dafür sind die Sonnenfackeln – hier »Plages« genannt – über die gesamte Sonnenoberfläche hinweg sichtbar. Zusätzlich erblicken wir die dunklen Filamente, die bis über den Sonnenrand hinaus ragen können, dort leuchtend rot erscheinen und Protuberanzen heißen. Seltene und schnelllebige Erscheinungen sind die Flares.

### Systematische Sonnenbeobachtung

Seitdem Christoph Scheiner, Johannes Fabricius und Galileo Galilei Anfang des 17. Jahrhunderts die ersten Fernrohre auf die Sonne richteten, wurden Sonnenflecken beobachtet. Doch erst 1843 erkannte der Apotheker und Amateurastronom Heinrich Schwabe aus Dessau (1789–1875) eine etwa 10 Jahre währende Aktivitätsschwankung der Fleckenbildung. Rudolf Wolf (1816–1893) machte es sich in Zürich zur Aufgabe, diese vermutete Periode nachzuprüfen und führte 1848 die Sonnenflecken-Relativzahl ein [3]. Um sie zu ermitteln, zählte er die Anzahl der Fleckengruppen, multiplizierte sie mit 10 und zählte die Einzelflecken hinzu. So entstand die noch heute gebräuchliche Formel für die Relativzahl:  $R = 10g + f$ .

Mit seiner Methode konnte Wolf den Anfang der lückenlosen Relativzahlreihe mit Hilfe früherer Beobachtungen bis ins Jahr 1749 zurückverlegen und die durchschnittliche Dauer eines Sonnenfleckenzyklus auf 11,1 Jahre bestimmen. Wolfs Tradition wird heute von zahlreichen Amateursornenbeobachtern fortgeführt,

Abb. 1: **Die Sonne im H $\alpha$ -Licht** ist ein faszinierendes Beobachtungsobjekt. Selbst mit kleinsten Teleskopen lässt sich die ständig wechselnde Aktivität überwachen.

die seine Relativzahl durch Fleckenzählungen ermitteln und in Beobachtungsprogrammen zusammenarbeiten.

### Beobachtungen der Chromosphäre

Rund 250 Jahre mussten seit der Erfindung des Fernrohrs vergehen, bis Pater Angelo Secchi (1818–1878) bei der Auswertung von Beobachtungen der Sonnenfinsternis vom 18. Juli 1860 erkannte, dass jene Schicht der Sonne, die während einer Totalen Finsternis rote Protuberanzen zeigt, wohl über derjenigen der Flecken liegen müsse, und somit ein eigenständiges Gebilde darstelle. 1869 prägten Joseph Norman Lockyer (1836–1920) und Jules Janssen (1824–1907) den Begriff Chromosphäre. Seit 1868 hatten sie mit Hilfe eines Protuberanzen-Spektroskops die Erscheinungen auch außerhalb einer Sonnenfinsternis beobachtet. Es folgte die Erfindung des Spektroheliographen, der die Sonne zeilenweise abtastete und so die Sonnen-

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

## Mitarbeit

### H $\alpha$ -Relativzahl

Machen Sie mit und bestimmen Sie die H $\alpha$ -Relativzahl. Ihre Werte können Sie täglich online melden unter [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de). Dort finden Sie auch eine ausführliche Zählanleitung. Wir freuen uns über jeden auch nur gelegentlichen Teilnehmer!

Abb. 2: Für die Bestimmung der H $\alpha$ -Relativzahl werden nur die Protuberanzen und Filamente berücksichtigt (a). Um die Ausrichtung beurteilen zu können, sollte der Verlauf der Rotationsachse und des Äquators klar sein. Daten dazu liefern Jahrbücher (b). Bei der Zählung der Herde werden parallel oder zu den Polen leicht geneigte Einzelercheinungen zusammengefasst. Einzelne stehende Einzelercheinungen werden als einzelner Herd aufgefasst. Das Bildbeispiel zeigt 21 Herde, die H $\alpha$ -Relativzahl liegt also bei 210 (c).

scheibe auf einer Fotoplatte zusammensetzte. Das Spektrohelioskop schließlich erlaubte es, die Sonnenscheibe vollständig visuell in wählbaren Spektrallinien zu beobachten.

1931 konstruierte Bernard Lyot (1897–1952) den Koronographen. In diesem Instrument deckte eine Kegelblende die Sonne ab, und man konnte die innere Korona auch außerhalb Totaler Sonnenfinsternisse beobachten. Das gelang jedoch nur an hoch gelegenen Orten, denn das irdische Streulicht vereitelte Beobachtungen von tiefer gelegenen Orten aus. So wurden ab 1939 regelmäßige Korona-Beobachtungen u. a. in Arosa (Schweiz), in Climax (USA), auf der Kanzelhöhe (Österreich), auf dem Pic du Midi (Frankreich) und auf dem Wendelstein (Deutschland) durchgeführt.

Einen willkommenen Nebeneffekt hatte das Lyot'sche Kegelblenden-Instrument: Mit Hilfe starker Rotfilter konnten auch Protuberanzen am Sonnenrand gesehen werden. 1952 erschien die erste Publikation von Otto Nögel, die dieses Spezialfernrohr Amateuren zugänglich machte [4]. Günter Nemeč beschrieb es 1971/72 erneut in einer Artikel-Reihe [5]. Später modifizierte Wolfgang Lille das Protuberanzenfernrohr, das als Protuberanzenansatz die Baulänge des Instruments erheblich reduzierte und keinen speziellen Umbau des vorhandenen Teleskops erforderte [6].

Zwischen 1933 und 1938 konstruierte Bernard Lyot außerdem ein Polarisationsinterferenzfilter, das die Chromosphäre über die gesamte Sonnenscheibe

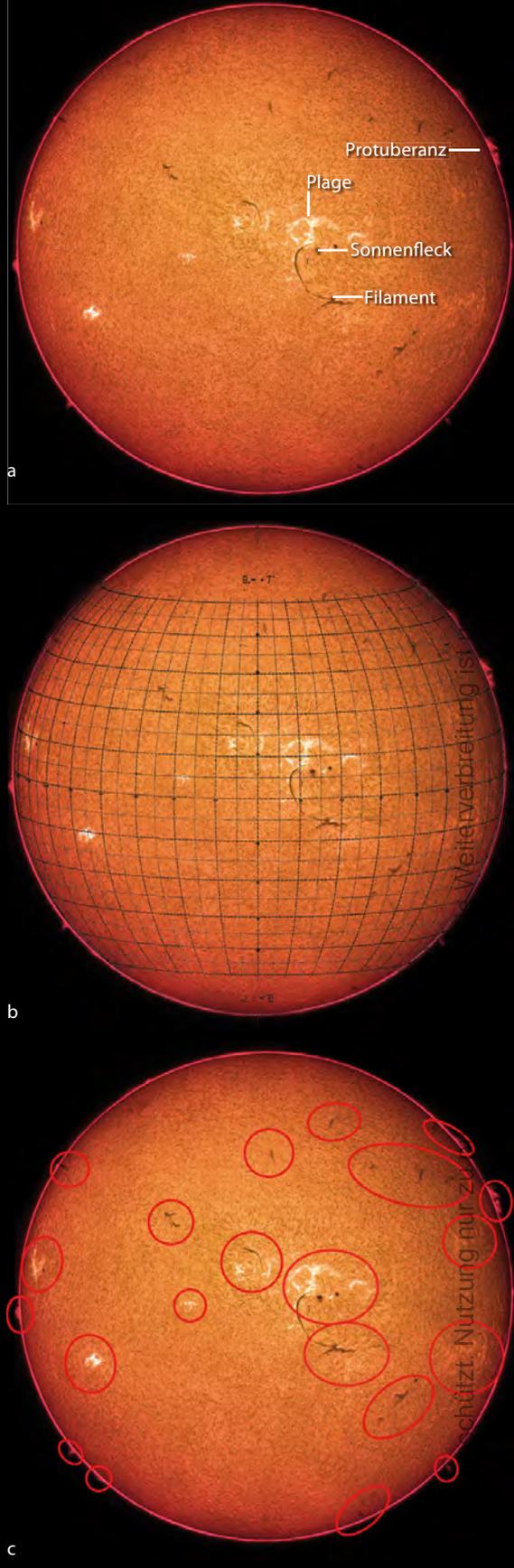
sichtbar machte. Diese Geräte arbeiteten mit sehr geringen Halbwertsbreiten um die 0,05nm und darunter, lieferten brillante scharfe Abbildungen, waren aber mit 50000 DM (von Fa. Halle) bis über 100000 DM (von Zeiss) für den Amateur unerschwinglich.

Mitte der siebziger Jahre kamen erst die Carson-, später die DayStar-Filter auf den Markt. Mit 10–15% des Preises der Filter von Halle und Zeiss waren sie für einige Amateure oder Volkssternwarten erschwinglich. Diese Filter zeichneten sich durch ein nicht immer sauberes Bild aus, erforderten ein Öffnungsverhältnis von mindestens f/30 und ein zusätzliches teures ERF-Vorfilter (»Energy Rejection Filter«). Ohne nahezu parallelen Strahlengang war das Bild unbefriedigend und ohne ERF lief das Innenteil des Filters Gefahr, zerstört zu werden. Außerdem musste das Filter wie seine großen Brüder mit einem Thermostat bei konstanter Temperatur gehalten werden, was das Instrument stets an eine Stromquelle band.

Die Einführung des Coronado-Filters ohne Heizung kam einer Sensation gleich, und heutzutage sind wir in der glücklichen Lage, mit einem PST die Chromosphäre völlig unkompliziert und preiswert beobachten zu können.

### Die H $\alpha$ -Relativzahl

Den Verlauf eines Sonnenfleckenzyklus kann man durch die Auswertung der beobachteten Sonnenfleckenrelativzahlen beschreiben. Für die mit einem Protuberanzenfernrohr ausgestatteten Beobachter führte der Autor bereits 1969 die Protuberanzenrelativzahl ein. Mit den heutigen Filtern lassen sich jedoch auch weitere Aktivitätsformen der Chromosphäre erkennen, so dass die Beschränkung auf die Beobachtung der Protuberanzen nicht



MARCO WEGAND, PETER VALKER

### Surftipps

PST-Beobachtungsprogramm: [www.interstellarum.de/halpha.asp](http://www.interstellarum.de/halpha.asp)  
Einführung für Sonnenbeobachter: [www.vds-sonne.de/gem/pdf/einfuehrung\\_05\\_2006.zip](http://www.vds-sonne.de/gem/pdf/einfuehrung_05_2006.zip)

mehr zeitgemäß erscheint. Eine neue Relativzahl, die mehr Erscheinungsformen der Chromosphäre umfasst, soll deshalb eingeführt werden: die H $\alpha$ -Relativzahl.

Grundgerüst der neuen Relativzahl ist eine Zählung der Aktivitätszentren, die überwiegend aus Fackel-, Protuberanz- und Filamentherden bestehen. Alle diese Aktivitätsherde zählt man einzeln zusammen und multipliziert die Summe mit 10 – ganz analog zur bekannten Flecken-

## Die Gruppenzahl g

Dass der Erfinder der Relativzahl, Rudolf Wolf, den Gewichtungsfaktor 10 für die Fleckengruppen willkürlich gewählt hat, ist bereits erwähnt worden. Im Nachhinein stellte sich heraus, dass dies für statistische Untersuchungen sinnvoll war. Für die Auswertung der Beobachtungsaufzeichnungen bis 1749 zurück ließ sich die Gruppenzahl oft rekonstruieren, die Anzahl der Einzelflecken war jedoch nie festgehalten worden. Außerdem werden Einzelflecke bei der Ermittlung der Relativzahl nicht gewichtet – ein winziger Fleck der Waldmeierklasse A hat denselben Zählwert wie ein riesiger H-Fleck mit 50000km Durchmesser. Und: Über den Zyklus gemittelt enthält eine Fleckengruppe 10 Einzelflecke! Genauer ausgedrückt lässt sich die Gruppenzahl  $g$  als Näherung für die Relativzahl verwenden:  $R = k \times 12,08 \times g$ . Hierbei wird noch der beobachterspezifische  $k$ -Faktor berücksichtigt [10].

Es gibt aber auch profanere Gründe, nur die Fleckengruppen zu zählen anstatt die vollständige Relativzahl zu bestimmen. Der berühmte Astronom Paul Ahnert

(1897–1989) schreibt in seinem Kalender für Sternfreunde 1966: »Da ich vor zwei bis drei Jahrzehnten einige Male gezwungen war, das Instrument zu wechseln, bin ich zu einer Zählung der Gruppen statt der Einzelflecken übergegangen, da die Gruppenzahlen von dem Wechsel der Objektivöffnungen kaum beeinflusst worden sind, so dass meine nunmehr über 40-jährige Reihe nahezu homogen ist.« In seinem Kalender des Jahres 1972 wird er konkreter: »Die Beobachtungsmethode spielt eine geringere Rolle als man erwarten sollte. Ob man die Relativzahlen oder einfach die Zahl der Flecken oder auch nur die Zahl der Fleckengruppen als Maß für die Sonnenaktivität benutzt oder ob man, wie es im Greenwicher Observatorium geschieht, den Anteil der Fleckenflächen an der gesamten sichtbaren Sonnenoberfläche bestimmt: Die Zeit und die relativen Höhen der Maxima weichen nur unbedeutend voneinander ab.«

Es genügt also vollauf, für die  $H\alpha$ -Relativzahl allein die Anzahl der Herde zu bestimmen, um den Verlauf des Sonnenzyklus ermitteln zu können.

relativzahl. Somit ergibt sich für die  $H\alpha$ -Relativzahl die einfache Formel:

$$R_{H\alpha} = 10h$$

Wir multiplizieren die zusammengezählten Aktivitätsherde genauso willkürlich mit dem Faktor 10, wie Rudolf Wolf es vor 160 Jahren mit der Sonnenfleckengruppenzahl getan hat. Anders als bei der Fleckenrelativzahl kommt eine zusätzliche Zählung von Einzelscheinungen nicht in Frage, da diese kaum voneinander zu trennen sind – doch dies ist auch gar nicht nötig, denn zur Beschreibung des Sonnenzyklus reicht auch bei den Flecken das Zählen der Fleckengruppen bereits aus (siehe Kasten).

### Das PST-Beobachtungsprogramm

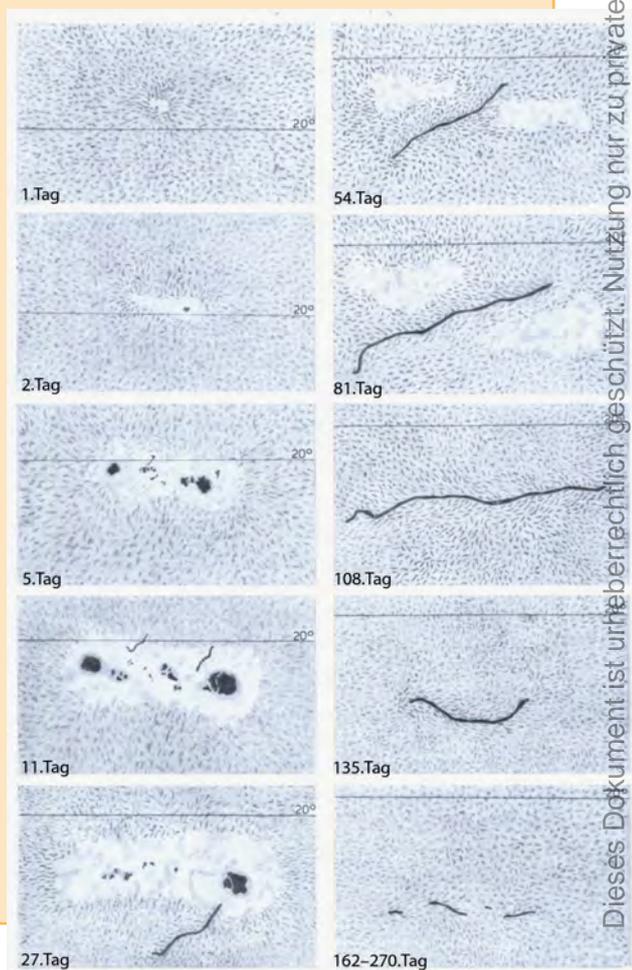
Zahlreiche Sonnenbeobachter besitzen das PST-Sonnenfernrohr und sind somit in der Lage, schnell

## Entstehen und Vergehen eines Aktivitätszentrums

Erst in der Mitte des letzten Jahrhunderts gelang es der Wissenschaft, die diskreten Beobachtungen mit den jeweiligen Spezialinstrumenten (Weißlicht,  $H\alpha$ , Calcium, Koronagraph) als zusammenhängende Erscheinungen eines solaren Aktivitätszentrums zu beschreiben.

Die Geburt eines Zentrums zeigt sich durch Fackelpünktchen an. Nach zwei bis drei Tagen ist die Fackelfläche größer und heller, und es bilden sich erste Flecken. Daraus kann in fünf bis zehn Tagen eine ausgewachsene Fleckengruppe werden. Währenddessen sind kurzlebige Filamente zu beobachten, die sich in einem spitzen Winkel zur Gruppenachse anordnen. Am Sonnenrand erscheinen sie als schnelle, aktive Protuberanzen und werden, wenn sie klein bleiben, oft mit den Spikulen verwechselt. Nach 10–12 Tagen erreicht die Fleckengruppe ihre maximale Entwicklung. In komplexen Aktivitätszentren, in denen große Sonnenflecken sehr dicht beieinander stehen, und in denen sich dadurch Magnetfeldlinien unterschiedlicher Polarität nähern, kann es jetzt zu Energieausbrüchen kommen. Diese werden Flares genannt, sind in der Regel heller als Fackeln und wesentlich kurzlebiger, im Minuten- bis Stundenbereich. Nach 27 Tagen – einer Sonnenrotation – bildet sich eine durchschnittliche Sonnenfleckengruppe bereits wieder zurück, und nach zwei Rotationen sind die Flecken verschwunden. Der Fackelherd hingegen ist geblieben und schmückt sich mit einem ruhenden Filament, das seine Orientierung nun zur Äquatordichtung gedreht hat. Oft teilt dieses Filament das Fackelgebiet in zwei Hälften. Nach über 100 Tagen, also vier Sonnenrotationen, sind die Fackeln verschwunden. Das ruhende Filament hingegen bleibt oft noch weitere vier bis sechs Rotationen erhalten, wobei es sich langsam auflöst. Dann sieht man an dieser Stelle wieder die ungestörte Sonne. Das Aktivitätszentrum ist erloschen, ohne eine Spur hinterlassen zu haben.

Die Entwicklung eines Aktivitätszentrums (nach [7])



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

und unkompliziert die H $\alpha$ -Relativzahl zu bestimmen. Um dieses Potential auszuschöpfen, startet interstellarum in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe Sonne ein Beobachtungsprogramm exklusiv für PST-Besitzer. Um die Ergebnisse miteinander vergleichbar zu halten, ist das Programm auf PST-Beobachter beschränkt.

Die Gelegenheit zum Start des Programms sind günstig: Das Minimum der Sonnenaktivität ist gerade erreicht. Somit bietet sich die Gelegenheit, den Anstieg zum nächsten Maximum zu verfolgen und die Ergebnisse mit der Fleckenrelativzahl zu vergleichen. Außerdem ist es derzeit noch einfach, die wenigen Aktivitätsherde zu erfassen und Erfahrungen beim Zählen zu sammeln. Im Maximum muss man geübt sein, um die vielen Aktivitätsherde voneinander unterscheiden und trennen zu können.

Es genügt eine Beobachtung pro Tag bei gutem Wetter, die statistische Auswertung erledigt das Auswertungsprogramm. Die Beobachtungsmeldung erfolgt mit geringem Aufwand ausschließlich über das Internet – gern auch gleich im Anschluss an die Beobachtung. interstellarum ruft alle Sonnenbeobachter und PST-Besitzer auf,

teilzunehmen. Auch wenn nur gelegentlich die Möglichkeit zu einer Beobachtung gegeben ist, kann man helfen!

- [1] Stoyan, R.: H-Alpha für alle, interstellarum 36, 60 (2004)
- [2] Weigand, M.: Faszination Sonnenfotografie, interstellarum 43, 36 (2005)
- [3] Hilbrecht, H.: Bestimmung der Sonnenfleckenrelativzahl, SONNE 115, 69 (2005)
- [4] Nögel, O.: Ein Fernrohr zur Beobachtung der Protuberanzen für den Amateur, Die Sterne 28, 135 (1952), Nachdruck in SONNE 112, 103 (2004)
- [5] Nemeč, G.: Das Protuberanzenfernrohr als Hochleistungsinstrument I – IX, SuW 10, 171; 10, 197; 10, 234; 10, 276; 10, 305; 10, 330 (1971) und SuW 11, 17; 11, 50; 11, 109 (1972)
- [6] Lille, W.: Sonnenbeobachtungen mit dem Protuberanzenansatz, SuW 15, 406 (1976)
- [7] Kiepenheuer, K.-O.: Die Sonne, Springer-Verlag, Berlin (1957)
- [8] Waldmeier, M.: Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung, Akad. Verlagsges., Leipzig (1941)
- [9] Stetter, H.: Die Protuberanzenaktivität: Ergebnisse 20jähriger visueller Beobachtung, SONNE 118, 54 (2007)
- [10] Reinsch, K., Beck, R., Hilbrecht, H., Völker, P.: Die Sonne beobachten, SuW / Hühthig, Heidelberg (1999)

## Statistik der Protuberanzen

In seinem Standardwerk »Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung« [8] beschreibt Max Waldmeier (1912–2000) 1941, wie die Sonnenforscher Profilflächen der Protuberanzen bestimmen. Die Einheit ist ein Rechteck von 1° (gemessen am Sonnenrand in heliographischen Koordinaten) mal 1" (senkrecht zum Sonnenrand, gemessen in Himmelskoordinaten). Er hat aus alten Beobachtungen die Profilflächen seit 1909 ausgemessen und erhielt eine Tabelle, die hier als Faksimile wiedergegeben ist.

Mir kam der Zeitaufwand die Profilflächen zu messen für den Amateur zu hoch vor, und so habe ich 1969 die Protuberanzenrelativzahl eingeführt. Sie basiert auf einem Typisierungsschema von immer wiederkehrenden Protuberanzengrundformen, die ich Einzelperscheinungen nannte.

Üblicherweise befinden sich mehrere Protuberanzeneinzelperscheinungen in einem Protuberanzenherd, genauso, wie mehrere einzelne Sonnenflecken eine Fleckengruppe bilden. Die Protuberanzenrelativzahl  $R_p$  wird ermittelt, indem man die Protuberanzenherde um die gesamte Sonne herum zählt, ihre Anzahl mit 10 multipliziert und die Protuberanzen-Einzelperscheinungen hinzuzählt:

$$R_p = 10h + e$$

Hugo Stetter beweist in einer Statistik die Brauchbarkeit der Protuberanzenrelativzahl, indem er seine eigenen Beobachtungen der Fleckenkurve gegenüberstellt [9]. Beobachter mit einem Protuberanzenfernrohr oder –ansatz können weiterhin nach dieser Methode arbeiten.

# Down under

## Das südliche Hochland des Mondes

VON WILFRIED TOST

Das kraterreiche Hochland im Süden des Mondes ist ein besonders unübersichtliches Terrain. Es befindet sich am Rande der sichtbaren Mondhalbkugel und alle Krater und anderen Objekte sind hier zunehmend perspektivisch verzerrt. Dadurch werden sie leichter von umstehenden Kraterwänden verdeckt und sind mitunter nur zu kurzen, ausgewählten Zeiten gut sichtbar. Auch der Einfluss der Libration muss bei der Beobachtung stärker berücksichtigt werden als bei Objekten in der Mondmitte. Die auffälligsten und bekanntesten Objekte in diesem Abschnitt sind Tycho, Clavius und Moretus. Die Sichtbarkeit dieser Krater beginnt im Mondalter von etwa 9 Tagen und endet bei 23 Tagen.

Der Süden des Mondes ist ausgesprochen hell und kann mitunter den Einsatz eines Filters sinnvoll machen. Hier befinden sich mit die ältesten (Ur)-Gesteine des Mondes, die nie großflächig von Lava überflutet worden sind. Deshalb findet sich hier kein dunkles Material, das bei der Entstehung von kleinen, jungen Kratern an die Oberfläche gefördert werden konnte, und auch kaum dunkle pyroklastische Ablagerungen. Das alte Hochland wurde in der Mondgeschichte immer wieder durch den Schutt von ständig nachfolgenden Impakten überprägt. Nahe Einschläge zerstören dabei vormals intakte Kraterwände und führen zu sichtbaren Hangrutschungen, weshalb die Krater im Hochland im Wesentlichen mit Schutt und Abbruchmaterial gefüllt sind. Nur in größeren Kratern erkennt man an den ebenen Kraterböden, dass auch hier aus Bruchzonen Lava an die Oberfläche getreten sein muss.

### Moretus: Der Zentralberg macht den Unterschied

Das erste Beobachtungsobjekt ist **Moretus**, der bei 70° Süd bereits sehr nahe am perspektivisch verzerrten Rand der Mondkugel liegt. Er ist deshalb nicht mehr als kreisrunder Krater zu erkennen, sondern bereits im Verhältnis von mehr als 1:2 verzerrt. Mit einem Durchmesser von 114km, den wir in West-Ost-Richtung ausmessen



Abb. 1: Ein kraterreiches Hochland prägt den Süden des Mondes. Dominiert wird die Landschaft vom hellen Strahlenkrater Tycho und der großen Wallebene Clavius.

können, wird Moretus bereits als Ringgebirge bezeichnet und besitzt zudem einen deutlich ausgeprägten einfachen Zentralberg, an dem wir ihn im Gewimmel der anderen Krater in dieser Gegend gut identifizieren können. Zu Anfang und Ende der Beobachtungsperiode, wenn die Sonne flach über den Kraterstand scheint, reicht der Schatten des östlichen bzw. westlichen Randes bis zum Fuß des über 2700m hohen Zentralberges, während sich dessen

Schatten seinerseits bis zum gegenüber liegenden Kraterstand erstreckt. Im Laufe der letzten 30 Jahre sind die Größenangaben für Moretus immer wieder korrigiert worden. Die Tiefe vom Boden bis zum Rand wurde ursprünglich mit 4200m angegeben, Mitte der 1980er Jahre waren es 5000m und der jüngste Wert nennt eine Tiefe von 5240m. Auch die Höhe des Zentralberges wurde von ursprünglich 2100m auf jetzt 2775m aktualisiert. Moretus ist durchaus

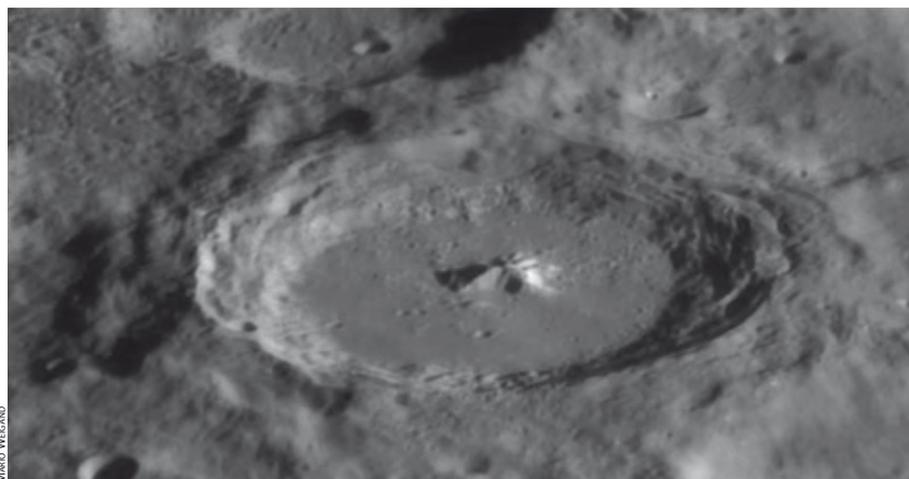


Abb. 2: **Moretus besitzt einen 2775m hohen Zentralberg.** Der Höhenunterschied vom Rand des Kraters zum Boden beträgt sogar mehr als 5000m.

ein gutes Trainingsobjekt, um selbst einmal eine Höhenbestimmung durchzuführen. Auch wenn man gerade keine eigene Aufnahme zur Verfügung hat, findet sich zu fast jedem Sonnenstand eine gute Aufnahme bei anderen Beobachtern, denn kaum einen Kraterdurchmesser in nördlicher Richtung liegt Clavius, der zu den beliebtesten Fotomotiven auf dem Mond zählt. Wichtig für den rechnenden Beobachter ist ein verlässliches und genaues Datum der Aufnahme, denn nur dann kann man die wahren Winkelverhältnisse und damit die Höhe von Bergen und Kraterändern bestimmen. Die Bestimmung der Tiefeninformation über die Schattenslänge kann nur für die Ost- und Westrichtung erfolgen, aber leider nicht für die Ränder im Norden und Süden.

### Clavius: Schatten bringen Licht ins Dunkel

Clavius ist einer der unbestrittenen Favoriten der Mondbeobachter. Historisch sei angemerkt, dass der Name auf den deutschen Jesuiten Christoph Klau zurückgeht, ein Astronom und Mathematiker, der ein Zeitgenosse von Galileo Galilei war. Er war die entscheidende Kraft beim Entwurf des Gregorianischen Kalenders, der 1582 eingeführt wurde. Clavius ist eine riesige Wallebene mit einem Durchmesser von 225km. Auf der Vorderseite des Mondes sind nur Deslandres (256km) und Bailly (287km) ähnlich groß. Der Boden der Ebene folgt nicht genau der Mondkrümmung, sondern ist in der Mitte deutlich aufgewölbt, wie man bei extrem flach einfallenden Sonnenstrahlen erkennen kann. Dies zeigt sich sowohl bei lokalem Sonnenaufgang bei einem etwa 9 Tage alten Mond, als auch bei lokalem Sonnenuntergang 14

Tage später. Die vielen Krater, von denen die größten in einem eleganten Bogen angeordnet sind, sorgen dafür, dass sich der Anblick von Clavius dem Beobachter leicht einprägt. Die größeren der auf der Ebene befindlichen Krater Clavius D und C haben ihrerseits einen Durchmesser von 28km und 21km. Ihre Ränder ragen deutlich aus der Ebene hervor und werfen bei niedrigem Sonnenstand ebenfalls einen deutlich sichtbaren Schatten. Zusammen mit den vielen anderen inneren Kratern eignet sich Clavius gut, um die Qualität eines Teleskops zu prüfen: Welche Krater sind noch zweifelsfrei auszumachen? In guten Nächten und mit guten Geräten kann man bis zu 13 Krater zählen. Der größte der jüngeren Krater hat sogar eine Ausdehnung von 48km×54km, liegt aber nicht im Inneren des Ringes, sondern genau auf dem hoch aufragenden Südrand von Clavius. Selbst in angesehenen Büchern und Zeitschriften wird sein Name gern fälschlicher Weise dem berühmten Physiker Rutherford zugeschrieben, aber tatsächlich gebührt die Ehre dem amerikanischen Astronomen Lewis M. Rutherford (1816–1892). Der kreisrunde Krater Porter, der mit 52km Durchmesser ebenso groß ist wie Rutherford, wird bei Diskussionen über Clavius häufig übergangen. Das liegt wohl daran, dass Rutherford als Ausgangspunkt der bekannten Kraterspirale viel auffälliger wirkt. Porter hat dieses Schicksal eigentlich nicht verdient; anzu-

merken ist für ihn, dass sein Kraterboden sehr eben und glatt erscheint. Die Oberfläche sieht frisch und jung aus und es gibt kaum neue Krater auf diesem Untergrund. Sein äußerst geringes Alter ist ihm also deutlich anzusehen.

Der Kraterand von Clavius erreicht eine Höhe von fast 5000m und senkt sich auf der östlichen Seite auf einer Strecke von knapp 25km bis zum Kraterboden herab. Das ist immerhin eine Steigung von  $5:25 = 20\%$ . Ein Vergleich mit der berühmten »Langen Wand« (Rupes Recta) aus dem Mare Nubium zeigt die immensen Ausmaße bei Clavius: Die »Lange Wand« fällt auf einer Strecke von 2,5km um 300m ab, besitzt also »lediglich« eine Steigung von 12%. Die Abbruchkante im Clavius ist demnach doppelt so steil, wobei sie 10-mal breiter und 16-mal höher ist. Am westlichen Rand ist der Neigungswinkel nicht ganz so steil, aber gerade hier erkennt man bei großen Mondaltern, dass es auf dem Westrand weitere Krater gibt und dass die Terrassen auf dem gesamten Wall an vielen Stellen nachgegeben haben. Die Komplexität von Clavius erschließt sich erst mit vielen Beobachtungen und auf jeder neuen Aufnahme erkennt man weitere Details. Das Studium von detailreichen Mondbildern schärft den Blick für das Ungewöhnliche. Dies gilt für Bilder in astronomischen Zeitschriften wie interstellarum, aber auch für Bilder im Internet und vor allem beim Blick durch das Teleskop.

Im Alter von etwa 8,5 Tagen ist deutlich zu erkennen, dass der Boden von Clavius in der Mitte aufgewölbt ist, denn zwischen dem Zentrum und dem Ostrand versinkt der Boden im Schatten der flach einfallenden Sonnenstrahlen. Damit muss sich die Wölbung in der Mitte der Ebene bis mindestens 2000m über den theoretischen Boden erheben, welcher der Mondkrümmung folgen würde. Die bereits erwähnten Krateränder von Clavius B und C ragen sogar bis über den fast 5000m hohen Kraterand von Clavius hinaus. Dies erkennt man daran, dass sie sogar dann von der Sonne beschienen werden, wenn ihre Strahlen flach über die gesamte Wallebene hinweg fallen. Es ist eine ernsthafte Herausforderung an den engagierten Mond-

Krater im südlichen Hochland							
Name	Typ	Breite	Länge	Colongitude	Größe	Höhe	Rükl
Moretus	Ringgebirge	-70,6°	-5,5°	0°	114km	5240m	73
Clavius	Wallebene	-58,4°	-14,4°	8°	225km	5000m	72
Tycho	Ringgebirge	-43,3°	-11,2°	10°	85km	4850m	64

beobachter, diese kurze Periode, in der die Kraterländer erstmals von der Sonne erfasst werden, in einem Zeitrafferfilm oder einer Aufnahmeserie festzuhalten.

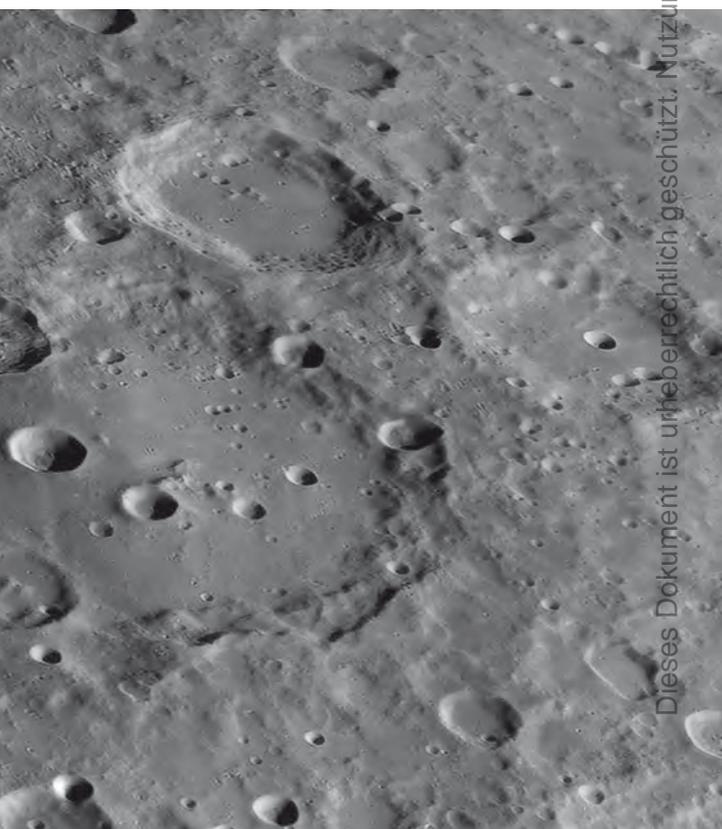
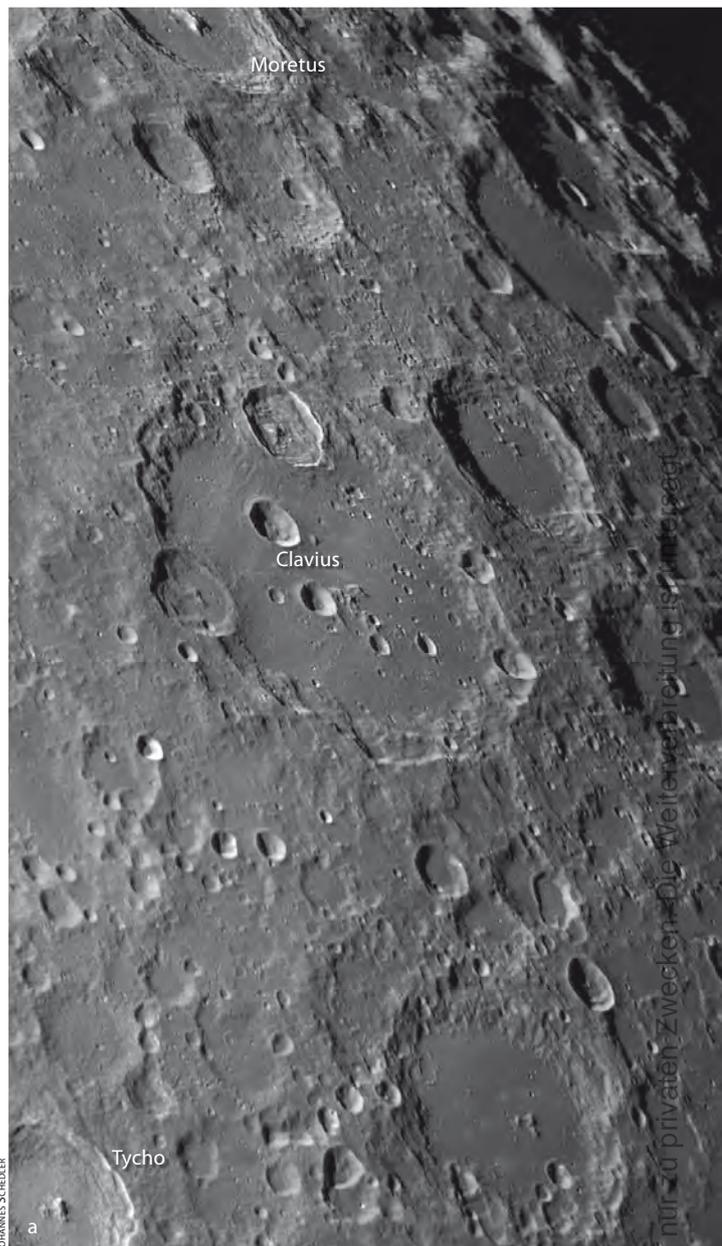
Am Ende der Beobachtungsperiode bei einem 23 Tage alten Mond gilt ähnliches, wenn die Sonne genau von der westlichen Richtung auf Clavius fällt. Der Schattenwurf verrät uns dann, dass die Wölbung des Bodens auch in der westlichen Hälfte der Ebene vorhanden ist. Ein Beobachter auf dem Boden des Clavius könnte von dort aus nicht über die innere Aufwölbung zum gegenüberliegenden Kraterland hinüber blicken. Auch Rutherford offenbart in dieser Situation etwas von seiner eigenen Topografie: Der Westwall des Kraters scheint höher zu liegen als sein Ostrand, denn dieser befindet sich bereits im Schatten. Wie bereits erwähnt, liegt zu diesem Zeitpunkt auch Moretus zur Hälfte in der Dunkelheit und sein Zentralberg wirft einen Schatten bis zu seinem Ostrand. Es lohnt sich also immer, auch einen Blick auf die anderen Krater in der näheren Umgebung zu richten.

### Tycho: Spektakel zu Vollmond

Eine gänzlich andere Situation bietet sich bei Vollmond, denn dann ist Clavius kaum zu erkennen. Das gesamte südliche Hochland strahlt hell ins Teleskop und die vielen kleineren Krater im Clavius, an deren einprägsamen Positionen und Schattenwurf man Clavius so leicht erkennen kann, sind kaum auszumachen. Auch der markante und mächtige Wall wirft kaum einen Schatten und ist fast unsichtbar. Zu dieser Zeit ist jedoch das Strahlensystem des Tycho besonders gut sichtbar und von ihm ausgehend, kann man versuchen, die anderen Krater zu finden. Mitunter gelingt es zu dieser Zeit jedoch kaum, den 100km südlich liegenden Clavius einwandfrei zu identifizieren. Tycho hat zwar »nur« einen Durchmesser von 85km und ist damit kleiner als Moretus und dreimal kleiner als Clavius, aber auch er besitzt eine Höhe von bis zu 4850m. Als junger

Abb. 3: **Clavius hebt sich durch seine charakteristische Form** mit der Kraterreihe im Inneren vom chaotischen Umland gut ab (a). Das Innere der Wallebene enthält zahlreiche weitere Kleinkrater (b).

Krater hat er die Aufmerksamkeit der Mondforscher von jeher auf sich gezogen. Eine gründliche Untersuchung seines Höhenprofils mit Daten der Mondsonde Clementine und mit einem erdgestützten Radarinterferometer haben gezeigt, dass der Kraterboden im Mittel 3970m unterhalb des nominellen Mondradius von 1738km liegt und der Rand im Mittel 730m darüber. Das gibt eine mittlere Kratertiefe von 4700m, aber es ist auch deutlich, dass im westlichen und südwestlichen Bereich wesentlich mehr Material abgebrochen und in den Krater gestürzt ist. Höhenangaben für Krater sind also mit ein wenig Umsicht zu benutzen: Zwischen mittleren und maximalen Höhen sollte im Zweifel unterschieden werden. Die größte Stei-



### Surftipps

- Color-Coded Topography and Shaded Relief Map of the Lunar Near Side and Far Side Hemispheres, U.S. Geological Survey: [www.geopubs.wr.usgs.gov/i-map/i2769](http://www.geopubs.wr.usgs.gov/i-map/i2769)
- Atlas Lunarum (Alte Mondkarten): [www.stellarum.de](http://www.stellarum.de)
- Mondgruppe der Britischen Amateurastronomen: [www.baalunarsection.org.uk](http://www.baalunarsection.org.uk)

PHOTO LAZAROTTI

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

## Strahlenkrater

Tycho (85km) und Copernicus (93km) gehören zu den jüngsten Kratern ihrer Größe. Beide besitzen eine Tiefe von bis zu 5000m und einen Zentralberg von mehr als 2000m Höhe. An den Kraterwänden zeigen sich mehrstufige Terrassen, weil nachträglich der Rand abgerutscht ist. Unmittelbar am Krater befindet sich jeweils eine geschlossene Ablagerungsdecke, danach treten zunehmend größere Lücken auf, bis schließlich die typischen Strahlen sichtbar werden. Die Ursache für deren helle Struktur ist noch nicht eindeutig geklärt. Es handelt sich wohl um das Resultat von zwei Effekten: Der Boden könnte durch den Auswurf lokal aufgewühlt sein und die Bodenstruktur wirft deshalb das Licht unterschiedlich stark zurück, oder das Material ist durch

das Ereignis chemisch verändert worden, was sich ebenfalls in unterschiedlichen Albedowerten äußert.

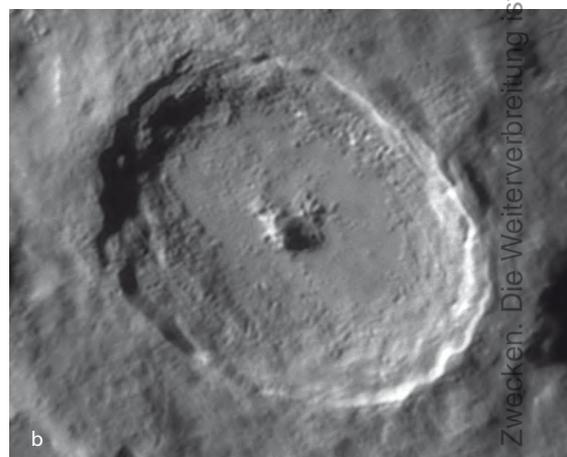
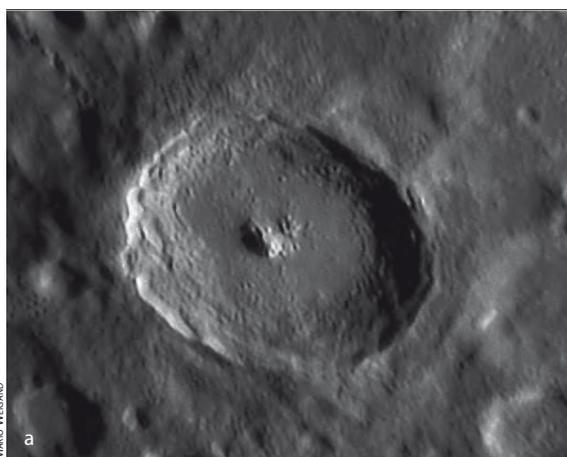
Typischerweise wird ein Impaktor beim Einschlag fast vollständig verdampft und von ihm dürfte kaum etwas verbleiben. Das Material, welches unmittelbar von der Mondoberfläche weggeschleudert wird, hat die größte Auswurfgeschwindigkeit und wird deshalb am weitesten transportiert. Es besteht aufgrund des hohen Druckes und der beteiligten Energie aus relativ feinkörnigem Material. Material aus größerer Tiefe kommt unmittelbar am Krater zu liegen und ist zudem deutlich gröber. Die horizontale Schichtung des Auswurfmaterials entspricht in erster Näherung der ursprünglichen vertikalen Schichtung der Gesteine.

Abb. 4: **Tycho ist einer der markantesten Mondkrater.** Sein Gesicht wandelt sich beträchtlich zwischen Sonnenaufgang (a) und Sonnenuntergang (b).

gung von 46° (!) befindet sich übrigens am Ostrand.

Tycho ist zu jedem Mondalter ein interessanter Krater, wozu auch sein imposanter Zentralberg beiträgt, der sich 2400m über den Kraterboden erhebt. Nordwestlich davon befindet sich ein zweiter,

kleinerer Berg, an dem man leicht die Orientierung von Tycho-Aufnahmen validieren kann. Ein anderer Hinweis darauf, ob das Bild astronomisch oder astronautisch (Norden oben/unten) orientiert ist, ist der Schattenwurf in Tycho (und in anderen Kratern im Süden): Krater im tiefen Süden zeigen neben dem allgemeinen Schattenwurf in Richtung Westen und Osten auch



einen Schatten im Norden, wenn der Rand dort steil genug verläuft. Neben der perspektivischen Verzerrung ist dies eine gute Möglichkeit, eine unbekannte Aufnahme korrekt zu orientieren und zu identifizieren. Besonders beeindruckend ist Tycho aber zu Vollmond, wenn er das größte und umfassendste Strahlensystem auf unserem Trabanten zur Schau stellt. Weil das Aus-

wurfmaterial von Tycho über allen anderen Strukturen liegt, muss sein Impakt einer der letzten großen Veränderungen auf dem Mond gewesen sein. Dieser Zeitpunkt liegt lediglich 109 Millionen Jahre zurück, wie durch Gesteinsproben der Mission Apollo 17 nachgewiesen wurde.

# Warum ist der Mond manchmal so **groß**?

## Überlegungen und Experimente zur Mondillusion

VON UWE PILZ

Der Mond, die Sonne und die Sternbilder scheinen in Horizontnähe viel größer zu sein als hoch am Himmel. Dieser Effekt lässt sich an jedem klaren Abend am Himmel nachvollziehen. In seltenen Fällen sind Sonne oder Mond bei ihrem Auf- oder Untergang riesig: Wir beobachten dann eine eindrucksvolle Naturscheinung.

### Alles nur Illusion

In allen Fällen handelt es sich um eine Sinnestäuschung: Der Mond hat am Horizont dieselbe Größe wie in Zenitnähe, wenn man von den wenigen Prozent Änderung absieht, die der Bahnverlauf mit sich bringt. Dennoch wird der Mond von den meisten Beobachtern übereinstimmend als knapp doppelt so groß empfunden, wenn er am Horizont steht. Auch die Sternbilder scheinen im selben Maß vergrößert.

Zu den raren Gelegenheiten, bei denen wir einen riesigen, sehr nahen und unwirklichen Mond sehen, empfinden wir eine weitaus stärkere Vergrößerung. Die Täuschung ist dann so stark, dass nahezu alle Betrachter der Meinung sind, diese Erscheinung ließe sich fotografieren. Gerade

aber eine Fotografie ist der beste Beweis der Illusion: Unser kosmischer Nachbar ist auf dem Bild so groß wie gewöhnlich. Unsere Sinne werden also getäuscht. Es liegt kein optisches Phänomen der Atmosphäre vor.

Die Ursache der Vergrößerung ist in der Psychologie der menschlichen Wahrnehmung zu suchen. Durch einfache Experimente kann dies jeder selbst erleben: Ein »großer« Mond wird sofort viel kleiner, wenn man ihn durch eine Papprolle oder behelfsmäßig durch ein mit den Händen geformtes »Rohr« betrachtet. Gleichfalls verschwindet die Illusion, wenn man die Szenerie kopfüber durch die eigenen Beine hindurch betrachtet.

Keine der etwa zwei Dutzend Theorien zur Mondtäuschung erklärt alle Umstände schlüssig. Bis heute wurden die phy-

siologischen Ursachen dieses allgemein bekannten Phänomens nicht bis ins Letzte geklärt.

### Entfernungsschätzungen

Voraussetzung für eine einigermaßen genaue Größenschätzung sind Entfernungsmerkmale. Im Nahbereich bis ca. 100m hilft uns das dreidimensionale Sehen, was auf der Augenparallaxe beruht. Bei größeren Distanzen behelfen wir uns mit schwächeren Entfernungsmaßen wie Lage der Fußpunkte, die Verblauung der Ferne und die Winkelausdehnung von bekannten Vergleichsobjekten. Die wahrgenommene Objektgröße bestimmt sich stets aus der Größe des Netzhautbildes und der wahrgenommenen Entfernung.

Abb. 1: **Am Horizont erscheint der Mond groß und nah**, hoch am Himmel dagegen klein und fern. Grund für diese verzerrte Wahrnehmung ist eine Täuschung unseres Gehirns.



PETER WILHELM/PHOTON

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

Gegenstände werden als konstant groß angesehen, auch wenn sie in unterschiedlichen Entfernungen stehen. Mit »konstant groß« sind dabei absolute Abmessungen, z.B. in Metern gemeint. Eine Person erscheint stets 1,70m groß, in jeder Entfernung. Zwei unterschiedlich große Menschen werden von uns auch dann in ihrer Größe richtig eingeordnet, wenn sie in unterschiedlichen Entfernungen stehen.

## Erklärungsversuche

### Das abgeflachte Himmelsgewölbe

Wir empfinden den Himmel über uns nicht als Halbkugel, sondern als abgeflacht, so als würden wir unter einem umgekehrten großen Suppenteller leben (Abb. 1). Obwohl diese Wahrnehmung unterschiedlich stark ausgeprägt ist, findet sie sich bei den meisten Menschen. Meist wird dieses Phänomen damit begründet, dass es hoch am Himmel an Vergleichsmerkmalen fehle. Allerdings wirkt das Himmelsgewölbe auch über dem Meer oder in stockdunkler Nacht abgeflacht, wo es auch am Horizont an Vergleichen fehlt. Der abgeflachte Himmel ist in Wirklichkeit auf dieselbe Ursache zurückzuführen wie der große Mond am Horizont: Es handelt sich – wie weiter unten zu lesen ist – um einen Effekt der Augenmuskulatur.

### Störung der Größenkonstanz

Verfechter der Theorie gestörter Größenkonstanz gehen davon aus, dass dem Mond vom Gehirn unwillkürlich eine Größe zugewiesen wird. Da der Mond kein im irdischen Sinne bekannter Gegenstand ist, muss diese Größe fiktiv bleiben. Durch die stärker vorhandene Tiefenstaffelung in Horizontnähe wird eine größere Entfernung wahrgenommen als hoch am Himmel, behaupten die Prota-

gonisten dieser Erklärung. Dadurch wird die absolute Größe anders, eben größer, eingestuft. Gegen diese Erklärung spricht Folgendes:

- Ein großer Mond wird von den meisten Betrachtern als besonders nah empfunden, und nicht als besonders fern.
- Die Größentäuschung tritt beim Betrachten von Fotos nicht oder nur sehr schwach auf. Dies gilt auch für Diavorführungen in verdunkelten Räumen.
- Die Betrachter meinen, den Mond unter einem »großen Winkel« zu sehen, und nicht groß in absoluten Abmaßen. Dies erkennt man daran, dass die Beobachter sicher sind, die Erscheinung angemessen fotografieren zu können. Die Mondillusion ist ganz gewiss eine Winkeltäuschung, und keine Täuschung eines Absolutwertes.

### Der Arbeitspunkt der Augenmuskulatur: Mikropsie und Makropsie

Es ist experimentell belegt, dass die Größewahrnehmung der Gegenstände von den Augenmuskeln beeinflusst wird. Dabei spielt sowohl die Fokussierung (Akkommodation) als auch die Ausrichtung (Konvergenz) eine Rolle. Die Effekte der Augenmuskulatur kann jeder selbst nachprüfen: Ein Objekt hat eine gewisse Winkelausdehnung, wenn man darauf blickt. Als Beispiel mag ein einige Meter entfernter Zaunpfosten dienen. Wenn man jetzt auf ein näheres Objekt blickt, z.B. auf einen Bleistift in einem halben Meter Entfernung, dann erscheint der Pfahl freilich unscharf, aber auch deutlich schmaler, kleiner. Dieser Effekt wird okulomotorische Mikropsie genannt. Dies bedeutet auf Deutsch Klein-Sehen infolge der Augenmuskulatur.

Wenn man vom Pfahl ausgehend in die Ferne fokussiert, dann erscheint der Pfahl wieder unscharf, aber deutlich größer. Das

ist dann die okulomotorische Makropsie (Abb. 2).

Die Vertreter der Augenmechanik-Theorie glauben, dass unsere Augenmuskeln beim Anblick des Mondes am Himmel eine Art »Ruheposition« einnehmen und sowohl den Fokus als auch die Konvergenz so einstellen, wie es der Betrachtung eines zwei Meter entfernten Gegenstandes entspricht. Beim Blick auf die reich gegliederte Landschaft hingegen fokussiert und konvergiert das Auge korrekt auf Unendlich. Deshalb ergäbe sich ein Größenunterschied.

Nach meiner Einschätzung ist die »Ruhepositionsannahme« etwas spekulativ, und es gibt dafür auch keine direkten Beweise. Einem aufmerksamen Beobachter würde ein Unschärf-Sehen zudem auffallen. Dennoch kann die Augenmechanik eine Rolle spielen. Sehr gründliche Untersuchungen von Erna Schur aus dem Jahr 1925 [1] belegen, dass Mikropsie und Makropsie in ihrem Ausmaß stärker ausfallen, wenn man den Kopf nicht horizontal hält, sondern nach oben blickt. In der Arbeit wird die Ursache – nämlich die Augenmuskulatur – nicht erwähnt, aber die Messergebnisse sind eindeutig. Das Verhalten des Sehapparates ist auch nachvollziehbar, da auf das Auge andere Kräfte einwirken müssen, wenn eine Konvergenz beim Nach-Oben-Blicken erreicht werden soll. Dieser Effekt führt zu einer scheinbaren Vergrößerung des Horizontmondes um 73%, also auf fast das Doppelte.

Diese Theorie erklärt viele der Beobachtungen und Erscheinungen:

- die Vergrößerung in Horizontnähe auf fast das Doppelte, wie sie von den meisten Beobachtern empfunden wird
- die ebenso vorhandene Vergrößerung der Sternbilder
- Das Verschwinden des Effektes, wenn man kopfüber sieht. Die Au-

Abb. 2: **Der Mond sieht am Horizont besonders groß aus**, denn das Firmament wird von uns nicht halbkugelig, sondern abgeflacht empfunden. Hiermit verbunden sind verschiedene Größewahrnehmungen von Himmelskörpern.

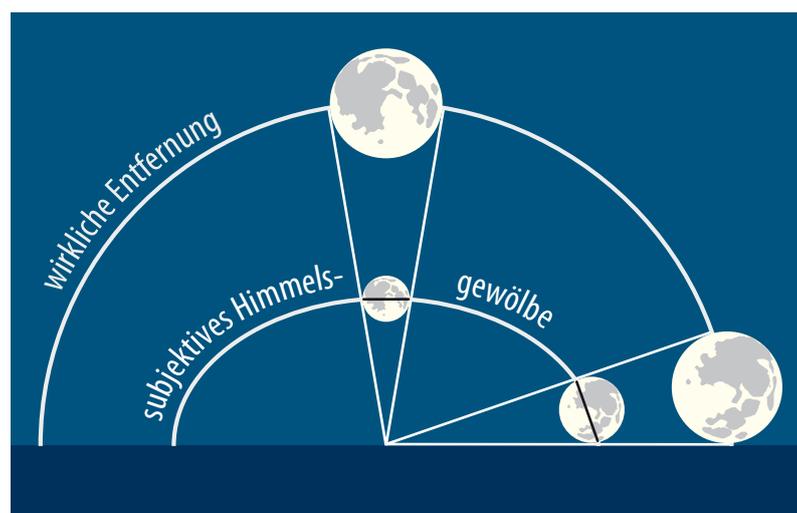


Abb. 3: **Die Größewahrnehmung** von Objekten hängt von der Anspannung der Augenmuskulatur ab. Je nachdem ob man Vorder- oder Hintergrund fixiert, erscheint das Objekt größer oder kleiner.

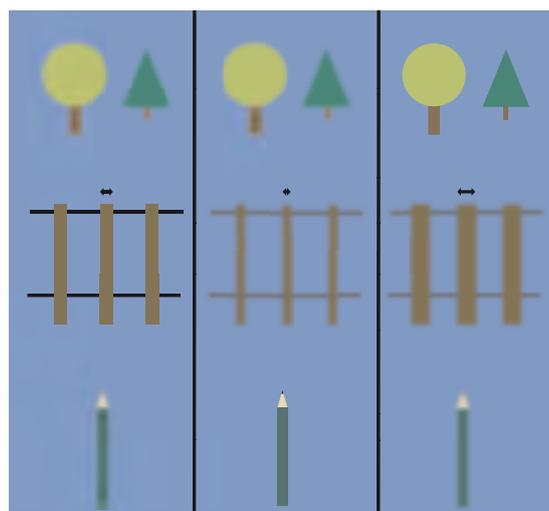




Abb. 4: **Die Mondtäuschung kann selbst auf Papier nachempfunden werden:**

Der Vordergrund im linken Bild führt dazu, dass die Mondscheibe als größer empfunden wird, obwohl beide exakt gleich groß sind.

genmechanik arbeitet dann unter ganz anderen Bedingungen.

- Das Verschwinden des Effektes beim Blick durch eine Röhre: Akkomodation und Konvergenz werden durch die nahe Röhre gestört.
- Die Schwierigkeit, eine Mondtäuschung auf Bildern oder bei Diavorführungen zu erleben. Es wird eben nicht auf unendlich eingestellt, sondern auf die Leinwand.

Nicht erklärt werden kann, warum der Mond mitunter riesengroß, also deutlich größer als sonst am Horizont, erfahren wird.

### Die Veränderung des Wahrnehmungswinkels

Welf Kreiner ist Physiker und hat die menschliche Wahrnehmung vom Standpunkt der Signalverarbeitung her betrachtet [2]. Es kann als gesichert gelten, dass die Bildverarbeitung im Gehirn nicht alle »empfangenen Daten« auswertet, welche das Auge und die Sehzellen erreichen. Vielmehr konzentriert sich die Wahrnehmung auf einen

Bereich des genauen Sehens – eben auf das Objekt, welches momentan von starkem Interesse ist. Nur innerhalb eines engen Raumwinkels sehen wir wirklich scharf.

Die Untersuchungen zeigen nun, dass ein kleiner werdendes, sich entfernendes Objekt in großen Grenzen mit den selben Details gesehen wird. Das Objekt des Interesses entfernt sich, und gleichzeitig wird unser Wahrnehmungswinkel verengt, woraus sich dasselbe Maß an gesehenen Einzelheiten ergibt. Dies geht natürlich nur bis zum Auflösungsvermögen des Auges.

Der Mond wird freilich immer unter demselben Wahrnehmungswinkel gesehen. Welf Kreiner mutmaßt, dass es zu einer ungewöhnlichen Größenwahrnehmung kommt, wenn durch die atmosphärischen Bedingungen und die Horizontform der Mond samt Umfeld besonders viele »Daten« liefert. Es kommen in solchen Situationen mehr Einzelheiten als gewöhnlich aus demselben Winkel. Die unbewusste Wahrnehmung interpretiert dies so, als ob die Daten aus einem größeren Winkelbereich stammten. Dies geschieht, weil mehr Daten gewöhnlich von

ausgedehnten Objekten herrühren (Abb. 3). Dies bedeutet nicht zwangsläufig, dass auf der Mondoberfläche besonders viele Details erkennbar sein müssen, denn der Effekt wird auch bei der Sonne beobachtet, auf deren Oberfläche keine Details zu sehen sind. Es kommt vielmehr auf die Einzelheiten des horizontnahen Umfeldes an.

Ein Beleg für diese Theorie ist die Tatsache, dass der Mond besonders groß erscheint, wenn die Silhouette eines fernen Gebäudes oder Baumes vor dem Mond steht (Abb. 4). Solche Fehleinschätzungen des tatsächlichen Winkels eines interessierenden Objektes bemerkt man auch beim Fotografieren: Ein in der Nähe stehender Schwan erscheint für unsere Augen sehr deutlich, auf dem Foto ist er dann nur ein kleiner heller Fleck.

Die Theorie des Wahrnehmungswinkels erklärt nicht, warum auch Sternbilder in Horizontnähe größer erscheinen. Aber sie erklärt den riesengroßen Mond in besonderen Situationen.

### Fazit

Für die Mondillusion ist wahrscheinlich die Kombination mehrerer Effekte verantwortlich. Das abgeflachte Himmelsgewölbe und eine Störung der Größenkonstanz bieten jedoch nur unzulängliche Erklärungsversuche. Der gut untersuchte Mikropsie/Makropsie-Effekt hingegen spielt gewiss eine Rolle. Das Zusammenwirken mit der Veränderung des Wahrnehmungswinkels könnte eine vollständige Erklärung aller beobachteten Erscheinungen liefern.

- [1] Schur, E.: Mondtäuschung und Sehgrößenkonstanz, *Psychologische Forschung* 7, 44 (1925)
- [2] Kreiner, W. A.: Warum ist heute der Mond so groß?, *Universitätsverlag Ulm GmbH, Ulm, 2. Auflage (2001)*

# Der Messierkatalog der Doppelsterne

## Die vergessene Liste von Christian Mayer

VON JÖRG S. SCHLIMMER

Charles Messiers Liste von Sternhaufen und Nebeln ist heute in aller Munde. Fast vergessen ist jedoch, dass parallel zu Messier an der Mannheimer Sternwarte ein erster Katalog von Doppelsternen entstand. Christian Mayer, Astronom am kurpfälzischen Hof, beobachtete zwischen 1776 und 1779 als erster systematisch enge Sternpaare am Himmel. Seine Liste, die später auf 80 Einträge erweitert wurde, enthält nahezu alle einfachen Paare für kleine Teleskope, aber auch obskure heute kaum bekannte Doppelsterne – der Messierkatalog der Doppelsterne.

Christian Mayer wurde 1719 in Mederitz (Mähren) geboren. Nach einem Studium der Theologie in Mainz arbeitete er zunächst als Lehrer in Aschaffenburg. Im Jahre 1751 wurde er als Professor für Philosophie an die Universität Heidelberg berufen. Ein Jahr später wechselte er den Lehrstuhl und unterrichtete das neu gegründete Fach experimentelle Physik.

Mayers astronomische Arbeiten begannen mit dem Venustransit 1761, den er vom Schwetzingen Schlossgarten aus beobachten wollte. Schlechtes Wetter verhinderte jedoch jede Beobachtung. Zwei Jahre später wurde er vom Mannheimer Kurfürsten Carl Theodor zum kurfürstlichen Astronomen ernannt. Den zweiten Venustransit im Jahre 1769 beobachtete Mayer von Sankt Petersburg aus. Nach seiner Rückkehr aus Russland setzt er sich für die Gründung einer Sternwarte in Mannheim ein. Im Januar 1775 konnte Mayer die neue Sternwarte beziehen. Bereits ein Jahr zuvor wurde bei John Bird ein 8-füßiger Mauerquadrant in Auftrag gegeben. Mit diesem Instrument bestimmte Mayer ab 1776 die Kulminationshöhen und die Durchgangszeiten der Sterne.

Von Mayers Aufzeichnungen sind noch vier Beobachtungsbücher und die dazugehörigen Notizhefte erhalten, die den Zeitraum vom 1. Januar 1776 bis zum 31. Dezember 1779 dokumentieren. Sie sind die Grundlage seiner wissenschaftlichen Publikationen »Gründliche Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntabanten...« von 1778 und »De novis in coelo sidereo phaenomenis in miris stellarum fixarum comitibus« aus dem Jahre 1779.

### Der Mauerquadrant

Der Mannheimer Mauerquadrant war von gleicher Bauart wie der Greenwicher Quadrant und war das Hauptinstrument der Mannheimer Sternwarte (Abb. 1). Der Abstand zwi-

schen Zentralplatte und Bogenmitte betrug 8 Fuß (243,8cm). An dem Mauerquadranten befand sich ein achromatisches Fernrohr von Peter Dollond. Die Brennweite betrug etwa 2,76 Meter, die freie Öffnung betrug 80,7mm. Damit lag die theoretische Auflösung des Teleskops bei etwa 1,7". Anhand seines Doppelstern-Kataloges kann auf die tatsächliche Auflösung des Fernrohrs geschlossen werden: Sie liegt bei Sternen gleicher Helligkeit und Farbe bei 2,9" (z.B.  $\epsilon$  Lyrae). Für die Trennung engerer Doppelsterne war die verwendete Vergrößerung zu gering oder die Qualität des Fernrohrs zu schlecht.

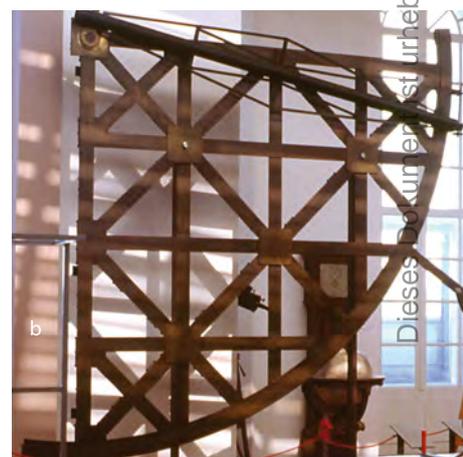
Im Fernrohr selbst befand sich ein Netz »aus einem Quer und drei aufrecht stehenden feinen Silberfäden« [1] (vgl. Abb. 3). Die aufrechten Fäden waren in gleichen Abständen angeordnet. Da Mayer bei seinen Beobachtungen jeweils drei Durchgangszeiten notierte, kann man anhand dieser Notizen auf den Abstand der Fäden schließen: Er betrug jeweils 7,9'. Zum Fernrohr gehörten zwei Okulare mit einer Brennweite von 30,5mm (90 $\times$ ) und 16,9mm (160 $\times$ ).

Der Unterschied zweier Sterne in Deklination konnte am Quadranten abgelesen werden. Der Unterschied in Rektaszension (»Gerade Aufsteigung«) zwischen zwei Sternen wurde mit Hilfe einer Pendeluhr in Zeitsekunden bestimmt. Der Sekundenschlag des Pendels wurde mit einer Genauigkeit von einer halben Sekunde geschätzt.

### Erste Beobachtungen

Direkt nach der Aufstellung des Mauerquadranten begann Mayer mit seinen Beobachtungen (Abb. 2). Innerhalb von zwei Jahren führte er zusammen mit seinem Assistenten Johann Mezger nach eigenen Schätzungen etwa 6000 Beobachtungen durch. Dabei fand er immer wieder nahe beisammen stehende Sterne, die nicht in den Sternregistern von Lacaille, Bradley und Tobias Mayer aufgeführt waren.

Abb. 1: Auf dem Turm der Mannheimer Sternwarte entstand der erste Doppelsternkatalog der Geschichte (a). Zu seiner Erstellung verwendete der kurfürstlich-pfälzische Hofastronom Christian Mayer einen Mauerquadranten, der noch heute erhalten ist (b).



Durch diese Sterne kam Mayer auf die Idee, das Phänomen der Eigenbewegung der Fixsterne untersuchen zu können, indem er lediglich die Relativbewegung zwischen den beiden benachbarten Sternen betrachtete. Bislang hatte man die Eigenbewegung einiger weniger Fixsterne aus der Bestimmung der absoluten Sternposition ermittelt, was einerseits sehr aufwendig und andererseits sehr fehlerhaft war. Diese Methode setzte zwangsläufig sehr große Beobachtungszeiträume voraus, wobei die Präzession der Erdachse berücksichtigt werden musste. Des Weiteren verfälschte auch die Aberration des Lichtes und die Refraktion der Erdatmosphäre die exakte Sternposition. Zuletzt musste auch noch der instrumentelle Fehler berücksichtigt werden:

»Von allen diesen Irrungen, Zweifeln, Arbeiten und Berechnungen befreit uns diese schöne Methode mittelst der kleinen Sternlein, so sich nächst bei den größeren befinden, derselbst eigene Bewegung zu bestimmen. Das kleine Sternlein, so sich nächst bei dem größeren befindet, muß nothwendig der nämlichen Abänderung unterworfen seyn, wie der größere, weil sie beide in einer so kleinen Entfernung den nämlichen Gesetzen der Fixsterne folgen; findet man nun in Folge der Zeit eine Abänderung in ihrer gegenseitigen Entfernung gegen Ost oder West, Süd oder Nord, so haben wir eine zuverlässige Probe, daß einer aus beiden oder beide zusammen eine eigene Bewegung haben (...)<«

### Der Streit mit Maximilian Hell

Im Oktober 1777 stellte Mayer seine Beobachtungen der Kurfürstlichen Akademie der Wissenschaften in Mannheim vor. Wenige Tage später berichtete die Mannheimer Zeitung von Mayers Entdeckungen und seiner neuen Methode

nach nicht hervorging, was Mayer darunter verstand. Ferner schrieb Hell, dass Mayers Entdeckung gar nicht neu sei, sondern schon zu Zeiten Tychos bekannt war und dass er selbst schon im Jahre 1758 an 13 Sternen solche Begleiter wahrgenommen habe. Er ging davon aus, dass es sich bei Mayers Trabanten lediglich um Hintergrundsterne handelte: »dergleichen Sterne scheinen nur beisammen zu sein auf jene optische Art, wie Bäume in einem Walde, die doch voneinander sehr weit entfernt stehen«. Hell erklärte, das einzig Neue an Mayers Nachricht wäre demnach lediglich die Menge der Sterne, bei denen Mayer diese Bewegungen gefunden hat. Mayer sollte doch ein Verzeichnis zusammenstellen, damit andere Astronomen selbst nachsehen können. Im Folgenden kam es zu einem heftigen Streit zwischen Mayer und Hell, der öffentlich über die Zeitungen ausgetragen wurde und vielerlei persönliche Beleidigungen enthielt. Der Streit wurde nie beigelegt.

Abb. 2: Die Titelseite von Mayers Arbeit über Doppelsterne (a) sowie die erste Seite der in lateinischer Sprache verfassten ersten Version von Mayers Doppelsternkatalog (b).

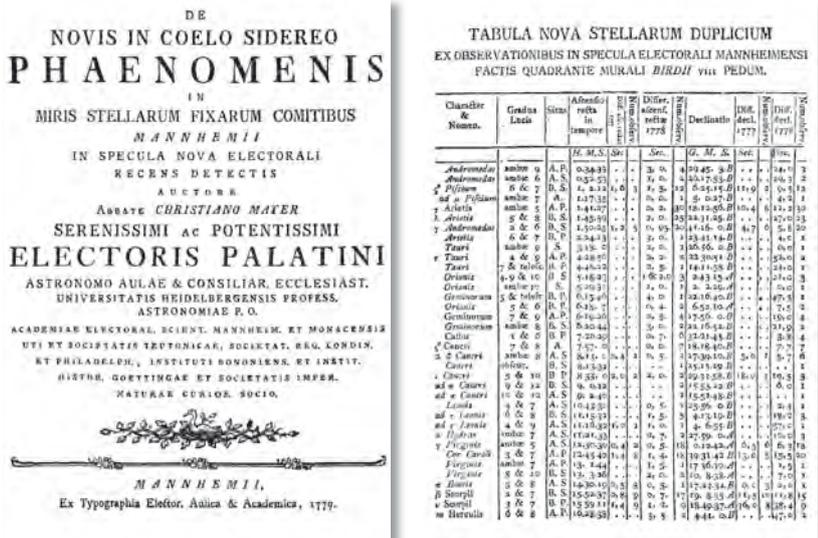
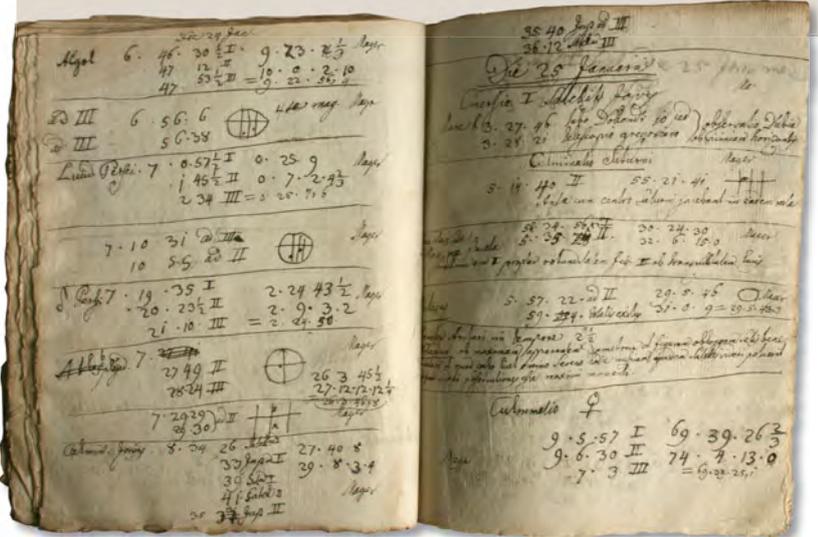


Abb. 3: Ein Blick in Mayers Notizbuch. Es zeigt die handschriftlichen Notizen vom 24. Januar 1776, darunter mehrere Skizzen, die sein Mikrometer für Abstandsmessungen im Okular zeigen.



zur Bestimmung der Eigenbewegung der Fixsterne. Auch in Wien berichteten die Zeitungen von dieser Entdeckung. Im November 1777 erschien daraufhin ein Aufsatz von Maximilian Hell, dem Direktor der Wiener Sternwarte im Wiener Diarium. Hell kritisierte darin Mayers Begriff »Fixsterntrabant«, aus dem seiner Mei-

### Mayers Fixsterntrabanten

Durch den Streit mit Hell sah sich Mayer genötigt seine Ansichten in Form eines Buches niederzuschreiben. Dieses Buch vermittelt uns noch heute wertvolle Einblicke in Mayers Untersuchungen über die Doppelsterne.

»Unter drei Gesichtspunkten kann man die zu Mannheim neu bemerkte Doppelsterne betrachten. Die neu entstandenen Sternlein können an sich dunkle und lichtlose Planeten seyn, die sich um ihre Fixsterne bewegen; solches verräth ihr stilles

dunkles Planetenlicht: oder man kann sie als so viele dunkle Sphären betrachten um welche sich die beweglichen Sonnen wen-

**Surftipp**  
 Homepage des Autors:  
[www.epsilon-lyrae.de](http://www.epsilon-lyrae.de)

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

den: endlich kann in einem Doppeltsterne der größere so wohl als der kleinere eine an sich selbst leuchtende und bewegliche Sonne seyn, die in ihrem eigenen System um einen allgemeinen Ruhepunkt angezogen werden. In allen drei Fällen haben wir immer Fixsternterabanten, die uns das Geheimnis neuer Sterne aufklären.« [1].

Bei einigen sehr lichtschwachen Begleitern ging Mayer davon aus, dass diese noch nicht lange existierten, da sie bei früheren Beobachtungen von Flamsteed und Tobias Mayer nicht zu beobachten waren. Insofern hielt Mayer Sterne für dynamische Objekte und nicht für Fixsterne im ursprünglichen Sinne. Um zu beweisen, dass es sich bei den von ihm gefundenen Doppelsternen um zusammenhängende Sternsysteme handelt, musste Mayer auch den großen Helligkeitsunterschied der Komponenten erklären:

»Wir wissen aus der Naturlehre, daß zwei Wachskerzen, deren eine zwei Zoll dick ist, die andere nur einen Zoll im Durchmesser hat, bei sonst gleichen Umständen in der nemlichen Entfernung einen ungleichen Schein und Helle von sich geben. Das Wachlicht von 2 Zoll wirft in gleicher Entfernung viermal mehr Schein von sich als das ein zollige Wachlicht. Man kann nach dieser Erfahrung aus der Stärke und Glanz des Lichtes auf die scheinbare Größe des leuchtenden Körpers schließen. Ist das Licht a viermal stärker als das Licht b in gleicher Entfernung, so ist der Durchmesser des stärkeren Lichtes zweimal so groß, als der Durchmesser des kleineren; wäre der Glanz des einen 100 Mal stärker als des anderen, so zeigte die Quadratwurzel 10 die Verhältnisse beider Durchmesser wie 10 zu 1. Nach dieser Regel müßten wir dem hellglänzenden Trabanten nach dem Maas der Quadratwurzel seiner Lichtstärke auch einen größeren Umfang der wahren Größe einräumen, und hingegen bekennen, daß ein am Licht hundertmal schwächeres Sternlein 10 mal kleiner sei, als der hellere.« [1].

Er hatte also den Zusammenhang zwischen Helligkeit und Sterndurchmesser bereits richtig erkannt.

## Mayers Doppelsternkatalog

So merkwürdig es erscheint, so verdanken wir gerade Mayers Streit mit Hell-

den ersten Doppelsternkatalog in der Geschichte der Astronomie. In den Jahren 1778 und 1779 führte er seine Doppelsternbeobachtungen fort und veröffentlichte in einem weiteren Buch im Jahre 1779 eine Tabelle mit 72 Doppelsternen [2]. Bereits zwei Jahre später erschien diese Tabelle in Johann Elert Bodes »Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1784« unter dem Titel »Verzeichnis aller bisher entdeckten Doppelsterne« [3]. Der ur-

sprünglichen Tabelle von 1779 hatte Bode weitere 8 seit langem allgemein bekannte Doppelsterne hinzugefügt. Das Verzeichnis in Bodes Jahrbuch enthielt somit 80 Doppelsterne.

Mayers Doppelsternkatalog ist für die Doppelsternbeobachtung analog zum Messier-Katalog der Sternhaufen und Nebel zu sehen. Er enthält alle bekannten Glanzlichter dieser Objektklasse, die auch heute noch gern und oft von Amateuras-

## Mayers Trapezbeobachtungen

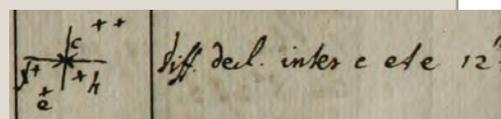
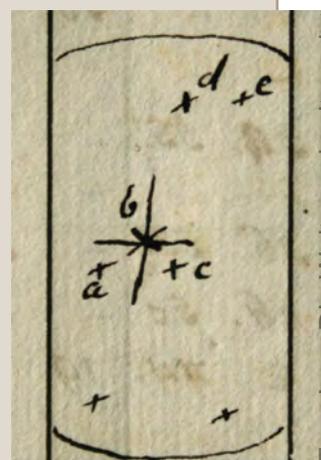
Das Trapez im Orionnebel wurde bereits im 17. Jahrhundert entdeckt. Der Name »Trapezium« geht auf den niederländischen Astronomen Christian Huygens zurück. Charles Messier, der den Orionnebel als 42. Objekt in seine Nebelliste – den berühmten Messier-Katalog – aufnahm, fertigte 1773 eine genaue Zeichnung dieser Region an.

Christian Mayer beobachtete die Trapezregion erstmals am 10. Januar 1779. Von den vier Trapezsternen erkannte er bei dieser ersten Beobachtung lediglich die drei helleren. Er nannte das Objekt daher »Triplex Orionis«. Erst bei seiner zweiten Beobachtung am 18. Januar erkannte er auch den vierten Stern, den er mit »e« bezeichnete.

Bei seiner dritten Beobachtung am 31. Januar konzentrierte sich Mayer auf  $\theta^2$  Orionis. Auch hierfür wählte er die Bezeichnung »Triplex Orionis«. Die Komponenten bezeichnete er mit c, o und h. Diese Bezeichnungen führen jedoch mit der Nomenklatur seiner beiden früheren Beobachtungen leicht zu Verwechslungen. Für die Abstände in Rektaszension ermittelte Mayer jeweils 15", was allerdings ein viel zu kleiner Wert ist. Bei seiner vierten Beobachtung am 16. Februar konzentrierte sich Mayer wieder auf das eigentliche Trapez. Die vierte, recht schwache Komponente, die er bei seiner Beobachtung am 18. Januar mit »e« bezeichnet hatte, wurde hier jedoch mit dem Buchstaben »d« gekennzeichnet. Auch bei seiner fünften Beobachtung am 1. März

1779 behielt Christian Mayer als Objektbezeichnung »Triplex Orionis« bei.

Folgt man Mayers Beobachtungen, so gewinnt man den Eindruck, dass er von Huygens und Messiers Zeichnungen keine Kenntnis hatte. Ein Grund hierfür könnte der Brand in seiner Sternwar-



te im Juli 1776 gewesen sein, bei dem seine komplette Bibliothek und viele seiner Aufzeichnungen in Rauch aufgingen.

Warum aber stellte er seine Beobachtungen von  $\theta$  Orionis nicht in seinem Doppelsternkatalog dar? Betrachtet man diesen, so fällt auf, dass mit Ausnahme von Sigma Orionis immer nur zwei Komponenten eines Doppelsterns aufgeführt sind.  $\theta^1$  und  $\theta^2$  Orionis passten nicht in dieses Schema – streng genommen handelt es sich bei dem Trapez ja auch nicht um einen Mehrfachstern, sondern um den sichtbaren Teil eines Offenen Sternhaufens.

Für die freundliche Unterstützung bei meinen Recherchen und für die Bereitstellung von Materialien gilt mein Dank Frau Messmer vom Astronomischen Rechen-Institut in Heidelberg, Herrn Dr. Holger Mandel von der Landessternwarte in Heidelberg, Herrn Dr. Kai Budde vom Landesmuseum für Arbeit und Technik in Mannheim sowie den Mitarbeiterinnen der dortigen Bibliothek.

Christian Mayers Doppelsterne							
Nr.	Mayers Bezeichnung	Heutige Bezeichnung	Abstand 1778	PW 1778	Abstand 2007	PW 2007	Helligkeit
Mayer 1 <sup>3)</sup>	Andromeda	Σ A 1	45,9"	238°	47,1"	46°	7 <sup>m</sup> 25/7 <sup>m</sup> 43
Mayer 2	Androm.	ψ Psc	32,5"	154°	30,3"	159°	5 <sup>m</sup> 27/5 <sup>m</sup> 45
Mayer 3	ζ Fische	ζ Psc	24,3"	67°	23,3"	63°	5 <sup>m</sup> 22/6 <sup>m</sup> 15
Mayer 4 <sup>2)</sup>	bei my Fische	Σ 122	4,2"	180°	5,9"	328°	6 <sup>m</sup> 65/9 <sup>m</sup> 51
Mayer 5	γ Widder	γ Ari	12,5"	193°	7,6"	0°	4 <sup>m</sup> 52/4 <sup>m</sup> 58
Mayer 6	λ Widder	λ Ari	38,7"	46°	38,2"	47°	4 <sup>m</sup> 80/6 <sup>m</sup> 65
Mayer 7	γ Andromeda	γ And	12,2"	62°	9,6"	63°	2 <sup>m</sup> 31/5 <sup>m</sup> 02
Mayer 8 <sup>1)</sup>	α Widder	α Ari	–	–	kein Doppelstern	–	2 <sup>m</sup> 0
Mayer 9	30 Widder	30 Ari	41,4"	276°	39,0"	275°	6 <sup>m</sup> 50/7 <sup>m</sup> 02
Mayer 10 <sup>1)</sup>	Walfisch	h 3476AB	22,2"	98°	62,6"	200°	5 <sup>m</sup> 5/9 <sup>m</sup> 8
Mayer 11 <sup>2)</sup>	Stier	Σ 401	26,7"	90°	11,6"	270°	6 <sup>m</sup> 58/6 <sup>m</sup> 93
Mayer 12	τ Stier	τ Tau	60,3"	210°	63,0"	214°	4 <sup>m</sup> 24/7 <sup>m</sup> 02
Mayer 13	Stier	SHJ 49AB	43,6"	303°	40,3"	305°	6 <sup>m</sup> 06/7 <sup>m</sup> 43
Mayer 14 <sup>4)</sup>	Orion	σ Ori AB-D/AB-E	25,8"/36,6"	36°/55°	13,4"/41,5"	84°/62°	3 <sup>m</sup> 76/6 <sup>m</sup> 56/6 <sup>m</sup> 34
Mayer 15 <sup>1)</sup>	δ Orion	δ Ori	50,0"	0°	53,3"	1°	2 <sup>m</sup> 41/6 <sup>m</sup> 83
Mayer 16	bei ξ Orion	Identifikation nicht möglich	15,0"	90°	–	–	–
Mayer 17	Zwillinge	Identifikation nicht möglich	72,9"	310°	–	–	–
Mayer 18	Or. (11 Einh.)	β Mon	9,6"	322°	7,1"	133°	4 <sup>m</sup> 62/5 <sup>m</sup> 00
Mayer 19	20 Zwillinge	Σ 924AB	22,2"	211°	19,7"	211°	6 <sup>m</sup> 31/6 <sup>m</sup> 88
Mayer 20	Zwillinge	S 524AB	47,0"	62°	53"	244°	7 <sup>m</sup> 17/7 <sup>m</sup> 41
Mayer 21	Castor	α Gem	9,6"	293°	3,6"	310°	1 <sup>m</sup> 93/2 <sup>m</sup> 97
Mayer 22	ζ Krebs	ζ Cnc	7,7"	180°	6,1"	181°	5 <sup>m</sup> 05/6 <sup>m</sup> 20
Mayer 23	2. ζ Krebs	φ Cnc	8,8"	131°	5,0"	215°	6 <sup>m</sup> 16/6 <sup>m</sup> 21
Mayer 24	Krebs, dunkel	24 Cnc	–	–	5,4"	50°	6 <sup>m</sup> 92/7 <sup>m</sup> 53
Mayer 25	ι Krebs	ι Cnc	32,6"	307°	30,7"	308°	4 <sup>m</sup> 13/5 <sup>m</sup> 99
Mayer 26 <sup>5)</sup>	bei π Krebs	kein Doppelstern	6,0"	0°	–	–	–
Mayer 27 <sup>5)</sup>	bei π Krebs	kein Doppelstern	–	–	–	–	–
Mayer 28	54 Löwe	54 Leo	7,2"	110°	6,5"	112°	4 <sup>m</sup> 48/6 <sup>m</sup> 30
Mayer 29	bei τ Löwe Nr. 83	83 Leo	28,9"	51°	28,6"	150°	6 <sup>m</sup> 55/7 <sup>m</sup> 50
Mayer 30	τ Löwe	τ Leo	39,9"	158°	88,9"	181°	5 <sup>m</sup> 05/7 <sup>m</sup> 47
Mayer 31	α Wasserschlange	H 3 96	13,6"	137°	9,4"	210°	5 <sup>m</sup> 64/5 <sup>m</sup> 73
Mayer 32 <sup>1)</sup>	Haar der Berenike	Σ 1633	–	–	8,9"	245°	7 <sup>m</sup> 04/7 <sup>m</sup> 13
Mayer 33	γ Jungfrau	γ Vir	9,8"	130°	5,5"	314°	3 <sup>m</sup> 48/3 <sup>m</sup> 53
Mayer 34	12 Jagdhunde	α CVn	22,4"	226°	19,3"	229°	2 <sup>m</sup> 85/5 <sup>m</sup> 52
Mayer 35	54 Jungfrau	54 Vir	21,5"	266°	5,4"	34°	6 <sup>m</sup> 78/7 <sup>m</sup> 19
Mayer 36	Jungfrau	SHJ 162Aa-B	30,3"	77°	107,6"	–	7 <sup>m</sup> 11/8 <sup>m</sup> 18
Mayer 37 <sup>1)</sup>	ζ gr. Bären	ζ UMa	0,0"	–	13,9"	153°	2 <sup>m</sup> 23/3 <sup>m</sup> 88
Mayer 38	π Bootes	π Boo	7,4"	106°	5,5"	111°	4 <sup>m</sup> 88/5 <sup>m</sup> 79
Mayer 39	β Scorpion	β Sco	15,4"	40°	13,1"	24°	2 <sup>m</sup> 59/4 <sup>m</sup> 52
Mayer 40	ν Scorpion	ν Sco	42,0"	336°	41,2"	338°	4 <sup>m</sup> 35/5 <sup>m</sup> 31
Mayer 41	12 im Herkules	36 Her	70,3"	229°	69,1"	–	5 <sup>m</sup> 76/6 <sup>m</sup> 92
Mayer 42	A Ophiuch.	36 Oph	13,2"	180°	4,9"	143°	5 <sup>m</sup> 12/5 <sup>m</sup> 12
Mayer 43	α Herkules	α Her	8,7"	118°	4,7"	105°	3 <sup>m</sup> 48/5 <sup>m</sup> 40
Mayer 44	39 Ophiuch.	39 Oph	14,0"	180°	10,3"	352°	5 <sup>m</sup> 23/6 <sup>m</sup> 64
Mayer 45 <sup>6)</sup>	71 Herkules	70 Her	2,4"	56°	224,7"	56°	5 <sup>m</sup> 12/9 <sup>m</sup> 33
Mayer 46	ρ Herkules	ρ Her	7,6"	291°	4,1"	319°	4 <sup>m</sup> 50/5 <sup>m</sup> 40
Mayer 47	61 Ophiuch.	61 Oph	19,9"	102°	21,3"	93°	6 <sup>m</sup> 13/6 <sup>m</sup> 47
Mayer 48 <sup>1)</sup>	b Schützen	4 Sgr	–	–	kein Doppelstern	–	–
Mayer 49	beim Oph.	Identifikation nicht möglich	1,4"	90°	–	–	–
Mayer 50	Herkul.	95 Her	8,5"	260°	6,5"	257°	4 <sup>m</sup> 85/5 <sup>m</sup> 20

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

Christian Meyers Doppelsterne							
Nr.	Mayers Bezeichnung	Heutige Bezeichnung	Abstand 1778	PW 1778	Abstand 2007	PW 2007	Helligkeit
Mayer 51 <sup>1)</sup>	ρ Ophiuchi	70 Oph	7,6"	90°	5,3"	100°	4 <sup>m</sup> 22/6 <sup>m</sup> 17
Mayer 52	Herkules	100 Her	17,5"	180°	14,3"	183°	5 <sup>m</sup> 81/5 <sup>m</sup> 84
Mayer 53	Schlange	Identifikation nicht möglich	0,0"	90°	–	–	–
Mayer 54	Schütze	SHJ 264AB-C	9,9"		17,5"	51°	6 <sup>m</sup> 86/7 <sup>m</sup> 63
Mayer 55	Ophiuchus	61 Ser	2,0"	0°	kein Doppelstern		5 <sup>m</sup> 95
Mayer 56	ζ Leyer	ζ Lyr	45,3"	148°	43,6"	150°	4 <sup>m</sup> 34/5 <sup>m</sup> 62
Mayer 57	ε Leyer	4 ε Lyr	3,8"	38°	3,4"	31°	5 <sup>m</sup> 15/6 <sup>m</sup> 10
Mayer 58	5. Leyer	5 ε Lyr	2,5"	180°	2,9"	155°	5 <sup>m</sup> 25/5 <sup>m</sup> 38
Mayer 59	β Leyer	β Lyr	48,4"	151°	47,4"	149°	3 <sup>m</sup> 63/6 <sup>m</sup> 69
Mayer 60	θ Schlange	θ Ser	23,4"	106°	23,0"	104°	4 <sup>m</sup> 59/4 <sup>m</sup> 93
Mayer 61	η Leyer	η Lyr	23,5"	90°	28,6"	81°	4 <sup>m</sup> 38/8 <sup>m</sup> 58
Mayer 62	β Schwan	β Cyg	33,9"	54°	35,3"	54°	3 <sup>m</sup> 19/4 <sup>m</sup> 68
Mayer 63	bei γ Schwan	Identifikation nicht möglich	–	–	–	–	–
Mayer 64 <sup>1)</sup>	omega Steinbock	ω Cap	25,6"	242°	22,6"	239°	5 <sup>m</sup> 91/6 <sup>m</sup> 68
Mayer 65	Delphin	Σ 2690Aa-BC	15,2"	103°	17,8"	255°	7 <sup>m</sup> 12/7 <sup>m</sup> 39
Mayer 66	über β Delphin	Σ 2703AB	29,5"	249°	25,2"	290°	8 <sup>m</sup> 35/8 <sup>m</sup> 42
Mayer 67	γ Delphin	γ Del	17,5"	278°	12,8"	274°	4 <sup>m</sup> 36/5 <sup>m</sup> 03
Mayer 68	beim Füllen	ε Eql	13,8"	78°	10,7"	67°	5 <sup>m</sup> 30/7 <sup>m</sup> 05
Mayer 69	Schwan	Identifikation nicht möglich	15,3"	126°	–	–	–
Mayer 70	Schwan	61 Cyg	15,3"	51°	13,8"	48°	5 <sup>m</sup> 35/6 <sup>m</sup> 10
Mayer 71	Schwan	Identifikation nicht möglich	6,0"	180°	–	–	–
Mayer 72	μ Schwan	μ Cyg	11,2"	109°	6,9"	109°	4 <sup>m</sup> 75/6 <sup>m</sup> 18
Mayer 73	Wassermann	Σ 2848	15,5"	75°	10,9"	57°	7 <sup>m</sup> 21/7 <sup>m</sup> 73
Mayer 74	ζ Wassermann	ζ Aqr	4,6"	221°	3,8"	19°	4 <sup>m</sup> 34/4 <sup>m</sup> 49
Mayer 75	Wassermann	Σ 2993AB	26,0"	180°	24,4"	177°	7 <sup>m</sup> 60/8 <sup>m</sup> 17
Mayer 76	Wassermann	Σ 3008	–	–	6,3"	151°	7 <sup>m</sup> 21/7 <sup>m</sup> 67
Mayer 77	Fische	Σ 3019	–	–	10,4"	184°	7 <sup>m</sup> 77/8 <sup>m</sup> 37
Mayer 78	Andromeda	Identifikation nicht möglich	0,0"	–	–	–	–
Mayer 79	μ Fische	μ Psc	2,5"	0°	kein Doppelstern		4 <sup>m</sup> 03
Mayer 80	Andromeda	Σ 3050	4,3"	180°	3,7"	179°	6 <sup>m</sup> 46/6 <sup>m</sup> 72

Daten aus Meyers originaler Liste [1], Bodes Nachdruck [2] und dem Washington Double Star Catalog (WDS) [5]

<sup>1)</sup> von Bode eingefügt, <sup>2)</sup> Identifikation unsicher, Angabe des Doppelsterns der Meyers Angaben am besten entspricht, <sup>3)</sup> Meyers Koordinaten beziehen sich auf δ And, <sup>4)</sup> Position liegt zwischen Sigma Orionis und Eta Orionis, <sup>5)</sup> Position exakt bei π Cnc, <sup>6)</sup> 71 Her gibt es nicht, Position passt auf 70 Her, Identifikation unsicher

tronomen beobachtet werden, daneben aber auch zahlreiche obskure Paare. Insgesamt 14 der 80 Einträge lassen sich nicht identifizieren oder nur einem Einzelstern zuordnen, so dass tatsächlich 66 Mayer-Doppelsterne auch heute noch von Amateurastronomen nachzubeobachtet sind.

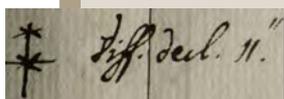
Vergleicht man die aktuellen Werte von Distanz und Positionswinkel mit den von Mayer angegebenen Zahlen, so kann man in vielen Fällen große Unterschiede feststellen. Diese gehen zu einem geringen Teil auf Ungenauigkeiten von Meyers Beobachtungen zurück, dokumentieren jedoch in den meisten Fällen die Bewegung der Sternpaare in den vergangenen 230 Jahren. Manche Doppelsterne wie γ Vir haben seitdem sogar mehr als einen Umlauf absolviert.

Ähnlich wie beim Messier-Katalog war auch die Meyersche Liste nur ein erster Anfang. Auch hier ließ sich Wilhelm Herschel durch die Vorarbeit anderer motivieren, selbst systematisch ans Werk zu gehen. Ab 1779 beobachtete er selbst systematisch Doppelsterne und fand 269 Paare bis 1782 sowie weitere 434 bis 1785. Bis 1803 erstellte er einen Katalog von insgesamt 843 Doppelsternen, der wie bei seinen Durchmusterungen von Nebeln und Sternhaufen die bis dato bekannte Zahl von Objekten vervielfacht hatte.

[1] Mayer, C.: Gründliche Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntabanten, welche zu Mannheim auf der kurfürstlichen Sternwarte entdeckt worden sind, Mannheim (1778)

- [2] Mayer, C.: De novis in coelo sidereo phaenomenis in miris stellarum fixarum comitibus, Mannheim (1779)
- [3] Mayer, C.: Verzeichniss aller bisher entdeckten Doppelsterne, Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1784, Herausgegeben von Johann Elert Bode (1781)
- [4] Landesmuseum für Arbeit und Technik in Mannheim, Dauerausstellung
- [5] Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim (LTA) / Archiv / Bildarchiv / Bestand Sternwarte
- [6] Moutchnik, A.: Forschung und Lehre in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Der Naturwissenschaftler und Universitätsprofessor Christian Mayer SJ (1719–1783), Algorismus Studien zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften 54, 523 (2006)
- [7] Budde, K.: Die Geschichte der Mannheimer Sternwarte 1772–1880, Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim, Verlag Regionalkultur (2006)

## Mayers Doppelsternnotizen



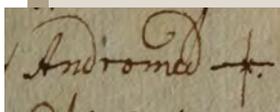
### Mayer 5 ( $\gamma$ Ari)

$\gamma$  Arietis ist ein schönes Beispiel für einen Doppelstern. Bereits mit einem 3"-Spektiv gelingt es bei 30-facher Vergrößerung beide Komponenten zu trennen. Mayer schrieb über Gamma Arietis:

»Gamma des Widders ist von Hipparchus und Ptolemaeus als erste Stern von dem ganzen Thierkreise angesehen worden. Man hält ihn dermalen für einen Stern von der 4ten Größe, und er ist bis auf das Jahr 1664 als ein einfacher Stern am Himmel erschienen. Die englische, philosophische Abhandlung setzen diesen Zeitpunkt an. David Gregorius schreibt die erste Entdeckung dieses Doppelstern dem berühmten Herrn Cassini zu, (...) daß nämlich dieser Stern bisweilen in zwei gleiche Sterne getheilt zu seyn scheine, in einer Entfernung, welche dem Durchmesser beider Sterne gleicht (...)« [1].

Mayer ging davon aus, dass auch Flamsteed von der Doppelnatur dieses Sterns wusste. Allerdings führte Flamsteed  $\gamma$  Arietis bei seinen Beobachtungen in der Zeit von 1689 bis 1720 immer nur als einen einfachen Stern auf. Auch Cassini [der Jüngere] führte ihn 1741 als einen einfachen Stern auf, wo doch dessen Vater bereits die Doppelnatur entdeckt hatte. Mayer folgerte daraus:

»(...) Was kann man wohl für eine andere Ursache finden; als daß zu Zeiten Flamsteed's die beiden Sterne des Widders so nahe beisammen stunden, als die 2 Sterne des Castors dermalen stehen (...) Dies war die Ursache, warum Herr Flamsteed das Gamma des Widders, als einen einfachen Stern eingesetzt hat, davon der berühmte Göttinger Astronom, Herr Tobias Mayer, den Unterschied in der Höhe von beiden Sternen auf das Jahr 1756 bis 9 Sek. gemessen hat. (...) Von 1776 bis 1778 habe ich gar oft bei dem Durchgange Gamma des Widders mit dem großen Mauerquadranten und desselben Micrometer den Unterschied der Höhe dieser beiden Sterne gemessen (...)« [1].

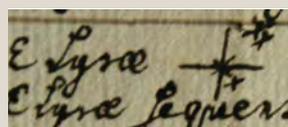


### Mayer 7 ( $\gamma$ And)

$\gamma$  Andromedae war einer der ersten Sterne, den Mayer mit seinem Mauerquadranten Ende Januar 1776 beobachtete. Erst ein Jahr später erkannte er die wahre Struktur von Gamma Andromedae. Er zog aus diesen Beobachtungen den Schluss, dass der Begleiter 1776 noch so lichtschwach war,

dass er ihn mit seinem Teleskop nicht zu sehen vermochte und er seitdem immer heller wurde.

»(...) ein blasses Sternlein von der kleinsten Art, also habe ich ihn den 29. Jän. 1777 zuerst entdeckt. Er folgte 2 Sekunden in der Zeit und war nur 4 Sek. 5 Zehntel nördlicher. Den 27. Jänner 1778 schiene er als ein Stern von der 7ten Größe, war um eine starke halbe Sek. näher an dem Hauptstern, und war 5,3 Sek. nördlicher als der Hauptstern. Herr Mezger und ich hatten gleich nach Errichtung des Mauerquadranten im Jahre 1776 den 19., 24. und 26. Jänner mit eben diesem Werkzeuge das Gamma Andromeda öfters beobachtet, und niemals einige Spuren eines kleinen Sternleins bei ihm gefunden.« [1].



### Mayer 57 ( $\epsilon$ Lyr)

Von Maskelynes Beobachtungen angeregt, beobachtete Mayer erstmals am 15. August 1778 das Paar von  $\epsilon$  (4 und 5) Lyrae, den Mayer mit »e« bezeichnete. Ein paar Tage später, am 21. August war sich Mayer sicher, dass es sich bei 4 Epsilon Lyrae um einen Doppelstern handelt. Nach zwei weiteren Tagen, am 23. August bemerkte Mayers Assistent Johann Mezger auch die Doppelnatur von 5 Epsilon Lyrae. Somit war die wahre Natur dieses Sternsystems erkannt:

»Aus meiner dann siebenmal wiederholten Beobachtung war klar, daß der Begleiter von Epsilon Lyrae von ungefähr achter Größe & mit schlechtem & ganz dunklem Licht 0,2 Sekunden in der Zeit Epsilon Lyrae folgt, mit einer Differenz in Deklination, die man auf 3 Sekunden schätzt, um die der Begleiter nördlicher als Epsilon Lyrae ist. Umgekehrt ist der neue Stern ein Begleiter von 'e' selbst, beinahe von sechster Größe und mit dem selben Licht, 2,5" südlicher und etwa 0,1 Sekunde östlicher in der Zeit, soweit ich bei einer so großen Nähe beider Sterne aus zehnfach wiederholter Beobachtung herausfinden konnte.« [2].

### Mayer 67 ( $\gamma$ Del)

Die Doppelsternnatur wurde 1776 ebenfalls von Mayer entdeckt: »Der Stern Gamma vom Delphin ist ein Doppelstern; sein gar kleiner Trabant geht nur eine [Zeit-] Sekunde vor ihm her, und ist 11",5 mehr gegen Norden zugewendet, die Beobachtung ist vom 30. Oct und 4. Nov. 1776.« [1]. Für beide Komponenten notierte er die Durchgangszeiten an den 3 Fäden seines Mikrometers.

# Den Schleier lüften

## Viele Sternfreunde leiden unter Nachtkurzsichtigkeit – ohne es zu wissen

VON JÜRGEN KEMMERER

»Weißt du, wie viel Sternlein stehen...?«. Eigentlich, so müsste man meinen, steht fest – wenigstens ungefähr – welche Zahl von Sternen wir von unseren Breiten aus mit bloßem Auge wahrnehmen können. Selbstverständlich spielt dabei der Standort eine Rolle, sei es ein Balkon in einer Stadt oder eine Lichtung in einem Wäldchen ohne künstliche Beleuchtung. Tatsache ist: Jeder Mensch sieht von seinem Standpunkt aus, wenn er den Blick gen Himmel richtet und sich die Augen adaptiert haben, eine bestimmte Zahl von Sternen. Oder doch nicht?

### Kurzsichtigkeit – tagsüber und nachts

Als Brillenträger ist es relativ leicht, den Unterschied bei der Betrachtung des Himmels mit und ohne Sehhilfe zu erkennen, denn Sterne erscheinen für Kurzsichtige nicht punktförmig, sondern als kleine Scheibchen – gleich dem Bild unfokussierter Sterne im Teleskop. Diese Fehlsichtigkeit wird als Myopie bezeichnet. Weil das Sternlicht auf diese Weise über eine größere Fläche verteilt wird, werden schwache Sterne gar nicht mehr sichtbar – die Grenzgröße sinkt. Mit einer passenden Brille lässt sich dieser Verlust ausgleichen. Kurzsichtige müssen also auch nachts Brille tragen – zumindest wenn sie nicht an einem Teleskop mit Dioptrienausgleich beobachten.

Doch nachts sind die Bedingungen für das richtige Fokussieren unserer Augen schwieriger als tagsüber. Wegen der größeren geöffneten Augenpupille machen sich Sehfehler leichter bemerkbar, die geringeren Lichtreize erschweren die Akkomodation. So kann auch eine Spielart der Kurzsichtigkeit vorhanden sein, die tagsüber meistens unentdeckt bleibt: die so genannte Nachtmyopie.

Von ihr sind deshalb nicht nur kurzsichtige Personen betroffen, auch Menschen ohne Fehlsichtigkeit können diese Sehschwäche aufweisen. Gerade jüngere Personen leiden daran – oft ohne es zu merken. Bei einer Studie mit 2300 Probanden wiesen 14% eine nächtliche Kurzsichtigkeit von  $-0,5$  Dioptrien auf, weitere 11% hatten gar eine Fehlsichtigkeit zwischen  $-0,5$  und  $-2,0$  Dioptrien, verglichen mit ihrer normalen Sehstärke [1].

Abb. 1: **Subjektiver Eindruck des Autors der Sommermilchstraße** mit und ohne Astro-Brille. Viele Menschen sehen nachts weniger scharf als tagsüber, ob mit oder ohne Brille. Für Sternfreunde ist das Resultat ein unscharfer Nachthimmel. Diese Fehlsichtigkeit lässt sich mit einer Brille jedoch ausgleichen.

Es liegt daher der Verdacht nahe, dass auch viele Amateurastronomen von dieser Fehlsichtigkeit betroffen sind, möglicherweise ohne etwas davon zu ahnen. Kennen also viele Sternfreunde nur einen unscharfen Nachthimmel?

### Brille ist nicht gleich Brille

In Sky & Telescope [2] wurde von einigen Sternfreunden berichtet, die stärkere Brillen als nach augenärztlicher Verschreibung nötig für die nächtliche Beobachtung verwendet hatten. Dabei hatten sie den Eindruck, sie sähen mehr Sterne und diese zusätzlich heller und schärfer als mit ihrer normalen Brille – der Gewinn würde bis zu  $0^m,5$  Größenklassen betragen.

Der Unterschied zwischen der Fehlsichtigkeit bei Tag und Nacht kann  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$

JÜRGEN KEMMERER



JOHANN HARTEL

Abb. 2: **Mit einer Testbrille mit austauschbaren Glasstärken**, wie sie der Augenarzt verwendet, kann der Grad der Nachtmyopie ermittelt werden.

Dioptrien betragen. Ein zu Rate gezogener Arzt schätzte das Ausmaß der Nachtmyopie bei Adaption und einem Pupillendurchmesser des Auges von 6mm auf 1/2 Dioptrie. Bei einer Pupille von 8mm machte der Effekt sogar 1,5 Dioptrien aus. Müssen sich Brillen- und Linsenträger also eine zusätzliche Brille nur für astronomische Zwecke anfertigen lassen, und benötigen Normsichtige eine eigene »Astrobrille«?

Um der Nachtmyopie auf die Spur zu kommen, sollte man zum Augenarzt gehen. Idealerweise leiht man sich von einem Optiker Linsen von -0,25 bis -1,5 Dioptrien und hält sie nachts bei adaptierten Augen vor die bisherige Brille. Dabei ist darauf zu achten, dass die Augen unterschiedlich stark fehlsichtig sein können. Die Gläser dürfen nicht zu stark sein, weil man sonst eventuell Kopfschmerzen bekommt. Außerdem sollte man das Experiment in anderen Nächten wiederholen, um wirklich sicher zu gehen. Wichtig ist auch, nicht nur den Blick auf die Sterne zu richten, sondern zu versuchen, auch noch eine Sternkarte lesen zu können. Auf

eventuellen Astigmatismus ist ebenfalls zu achten.

### Eigene Erfahrungen

Ein erster Test fand zusammen mit Wolf-Peter Hartmann bei guten Bedingungen unter einem Himmel mit der Grenzgröße 6<sup>m</sup>,5 statt. Die Stärke der Linse betrug -1 Dioptrie und wir hielten uns das Glas abwechselnd vor die Augen mit Blick zum Himmel. Es war das absolute Aha-Erlebnis: Fast blitzartig drängte sich am Firmament Stern neben Stern, die sich bis dato versteckt gehalten hatten. Bei den Plejaden waren statt sechs Sterne nun deutlich neun Sterne erkennbar.

Ein befreundeter Optiker wurde mit seiner Testausstattung im Optikkoffer zu einer Beobachtungsnacht eingeladen. Er war skeptisch und warnte davor, dass eine Überkorrektur einen Gewöhnungseffekt nach sich ziehen könnte, wie er es aus seiner Berufspraxis kannte. Er hatte eine Optikerbrille mit den bei ihm im Geschäft gemessenen Werten für meine Augen vorbereitet und bot mir als Einstieg -0,5 Dioptrien zusätzlich an.

Der Unterschied ist unbeschreiblich und ungeheuer zugleich. Vorher wurde die Milchstraße ihrer Bezeichnung gerecht, sie bestand aus Sternen mit »Milch« dazwischen. Mit den Gläsern war die Milchstraße aufgelöst in absolut punktförmige Sterne. Zusätzlich zu meiner normalen Brillenstärke benötigte ich -1,5 Dioptrien!

### Die Astro-Brille

Ich ließ mir eine astronomische Brille mit den optimalen Werten anfertigen. Ganz wichtig ist dabei die Superentspiege-

lung. Eine besondere Härte ist nicht vonnöten, da die Brille nicht am Fernrohr benutzt wird, also auch nicht durch Kontakt mit einem Okular verkratzen kann. Positiv ausgewirkt hat sich zudem, dass bei mir kein Astigmatismus vorhanden ist.

Die neue Brille verursacht ein völlig neues »Sterngefühl«. Selbst bei weniger gutem Himmel ist ihr Einsatz äußerst nützlich, weil aus vorher wenigen und verwaschenen Sternen plötzlich Sternbilder werden. Die Orientierung am Firmament ist damit gewährleistet und beim Starhoping stehen mehr Sterne zur Verfügung. Die Brille kann nicht bei Tag oder früher Dämmerung eingesetzt werden, da sie dazu viel zu stark ist. Erst bei Eintritt der Dunkelheit kann sie ihre Wirkung voll entfalten.

### Fazit

Bei Personen mit Nachtmyopie wird das nächtliche Sehvermögen durch eine Brille bzw. stärkere Brille verbessert. Speziell bei der Himmelsbeobachtung werden Sterne schärfer abgebildet, so dass Objekte, die vorher im Himmelshintergrund untergingen, sichtbar werden.

Diese Fehlsichtigkeit betrifft auch junge und tagsüber normalsichtige Menschen, wahrscheinlich ist jeder Vierte davon betroffen. Wer Wert auf einen ungetrübten Genuss des Nachthimmels legt, sollte deshalb seine Augen diesbezüglich bei einem Augenarzt untersuchen lassen.

- [1] Zrenner, E.: Kurzsichtigkeit, die nur bei Dunkelheit behindert, Pressekonferenz der AAD von 2001
- [2] Roth, J.: Spectacles for Spectacular Skies, Sky & Telescope 9/2005, 30

## Nachtmyopie

Nachtkurzsichtigkeit (Nachtmyopie) ist eine besondere Form der Kurzsichtigkeit, von der sowohl Normsichtige als auch Fehlsichtige betroffen sein können. Während bei Tag die farbempfindlichen Zäpfchen für die visuellen Sinneseindrücke zuständig sind, sind dies bei Dunkelheit die lichtempfindlicheren Stäbchen. Sehschwierigkeiten bei Dämmerung und Dunkelheit können sich ergeben, wenn die Umstellung vom Zäpfchensehen auf das nächtliche Stäbchensehen gestört ist. Die Anpassung der Augen an die Dunkelheit, korrekt als Adaptation bezeichnet, wird dann behindert. Eine Schädigung oder ein Nichtfunktionieren der Stäbchen-Sehzellen führt zu Nachtblindheit, was sich mit optischen Mitteln nicht korrigieren oder kompensieren lässt.

Auch für das gesunde, rechtsichtige Auge ist das Sehen bei schlechten Lichtverhältnissen erschwert: Nah- und Fernsicht sind reduziert, ebenso das räumliche Sehen. Da sich bei Dunkelheit die Pupillen weit öffnen, verringert sich die Tiefenschärfe, ähnlich wie bei einer Kamera mit offener Blende. Dadurch kann es vorkommen, dass leichte Sehfehler, die bei Tage durch das Zusammenwirken von Gehirn und Auge kompensiert werden können, bei Nacht auffallen. Hinzu kommt, dass sich das Auge bei Helligkeit auf »Unendlich« einstellt, während es sich bei Nacht auf eine kürzere Entfernung einstellt. Die Nachtmyopie ist eine dunkelheitsbedingte Kurzsichtigkeit und kann bis zu einem gewissen Grad mit einer Brille oder Kontaktlinsen korrigiert werden.

## Wie orientiere ich mich am Frühlingshimmel?

Mond und Planeten lassen sich leicht am Himmel finden, denn es handelt sich um helle, auffällige Objekte. Schwächere Kometen, Asteroiden und Deep-Sky-Objekte hingegen erfordern »Starhopping«, falls das eigene Instrument nicht über eine Goto-Funktion verfügt. Das Auffinden schwacher Objekte wurde in dieser Rubrik bereits beschrieben (vgl. interstellarium 51). Um dies anwenden zu können, muss man sich jedoch am Sternhimmel auskennen. Bei Anfängern beschränken sich die Kenntnisse auf die hellsten Konstellationen wie Großer Wagen und Orion. Darauf aufbauend kann man sich nach und nach den gesamten sichtbaren Himmel erschließen. Der erste Teil dieser Unterweisung soll helfen, die Sternbilder des Frühlingshimmels zu erkennen.

Als Hilfsmittel ist eine drehbare Sternkarte unverzichtbar. Ich besitze verschiedene Fabrikate und kann die »Drehbare Himmelskarte« des Oculum-Verlages empfehlen. Darüber hinaus benötigen wir noch eine schwache Rotlichtlampe, um die Karte im Dunkeln erkennen zu können.

Am Beobachtungsort suchen wir zuerst den Großen Wagen. Dieser steht im Frühling fast im Zenit, im März gegen 0 Uhr und im April gegen 22 Uhr (bzw. 23 Uhr Sommerzeit). Er ist der Ausgangspunkt für das Auffinden der wichtigsten Sternbilder am Frühlingshimmel:

- In der fünffachen Verlängerung der hinteren Kastensterne nach Norden liegt der Polarstern. Er ist der letzte Deichselstern des Kleinen Wagens im Sternbild Ursa Minor
- In der siebenfachen Verlängerung der vorderen Kastensterne des Großen Wagens nach Süden findet man

leicht den Stern Regulus, das Herz des Löwen. Das Sternbild Löwe stellt bildhaft ein liegendes Tier dar.

- Verlängert man die Krümmung der Deichsel des Großen Wagens Richtung Horizont, stößt man auf Arktur, den zweit-

hellsten Stern am nördlichen Himmel. Dafür gibt es den englischen Merkspruch »Follow the arc to Arcturus«. Wer sich nicht ganz sicher ist, kann auch die Verbindungslinie Polarstern – vorderer Deichselstern des Großen Wagens ( $\eta$  UMa) verdoppeln, um auf diesen Stern zu treffen. Der Bärenhüter (Bootes), zu dem Arktur gehört, ist zwar nicht bildhaft, aber dennoch einprägsam. Die Konstellation hat ihren Namen nach der Eigenschaft, am Himmel stets der Großen Bärin, also dem Sternbild Ursa Major mit dem Großen Wagen hinterher zulaufen.

Folgt man der Krümmung der Deichsel des Großen Wagens über Arktur hinaus Richtung Horizont, so findet man Spica, den hellsten Stern der Jungfrau. Auch die Verlängerung

von Bootes' Hauptachse weist auf diesen Stern. Spica liegt knapp unterhalb der Ekliptik und ist deshalb bei Konstellationen mit Mond und Planeten beteiligt. Die Jungfrau insgesamt steht recht südlich und damit tief am Himmel. Ihre nur mittelhellen Sterne fügen sich von lichtverschmutzten Standorten nur schwer zu einem Gesamtbild zusammen.

- Die beiden Jagdhunde, die den Bärenhüter begleiten, lassen sich südlich der Deichsel des Großen Wagens recht einfach finden. Der hellere der beiden heißt Cor Caroli, zu deutsch »Karls Herz«. Edmond Halley nannte ihn zu Ehren des englischen Königs Karl II so.

**Orientierung am Frühlingshimmel:** Ausgehend vom Großen Wagen können sich auch Einsteiger die wichtigsten Sterne und Sternbilder schnell erschließen.



# Geschärfter Blick

## Die Dioptrix-Vorsatzlinsen in der Praxis

VON NORMAN SCHMIDT



Sterne im Teleskop – darunter stellen sich Amateurastronomen nadelfeine leuchtende Punkte vor. Doch jeder fünfte Mensch ist durch einen Augenfehler nicht in der Lage, Punktlichtquellen tatsächlich als Punkte wahrzunehmen. Bisher waren von Astigmatismus betroffene Personen deshalb gezwungen, auch am Teleskop mit einer speziell korrigierten Brille zu beobachten. Doch zumindest für Besitzer von Televue-Okularen hat der Hersteller nun spezielle Korrekturlinsen parat, mit denen die Beobachtung am Fernrohr ganz neu erlebt werden kann.

Ähnlich wie bei der nächtlichen Fehlsichtigkeit (siehe Beitrag auf Seite 53) sind viele Menschen von Astigmatismus betroffen, aber im (hellen) Alltag fällt es den wenigsten auf. Gerade auf die astronomische Beobachtung haben beide Augenfehler jedoch gravierende Auswirkungen: Betroffene sind nicht in der Lage, Sterne am Himmel scharf zu sehen. Bei der Beobachtung mit bloßem Auge kann eine Brille die Sterne wieder hervorzubringen, aber die Beobachtung mit Brille am Teleskop oder die Verwendung spezieller torischer Kontaktlinsen empfinden viele Betroffene als unangenehm.

Televue hat sich als erster Hersteller dieses Problems angenommen und eine Serie von Korrekturlinsen entworfen, die in Stärken von 0,25, 0,5, 0,75, 1,0, 1,25, 1,5, 1,75, 2,0, 2,25, 2,5, 3,0 und 3,5 Dioptrien (dpt) erhältlich sind. Diese »Dioptrix« genannten Gläser lassen sich auf Televue-Okulare aufstecken und an den Winkel der Fehlsichtigkeit anpassen. Der Gebrauch einer Brille wird damit obsolet.

### Testarrangement

Die vergleichenden Beobachtungen wurden hauptsächlich am Doppelsternhaufen  $\eta$  und  $\chi$  Persei durchgeführt. Zum Einsatz kamen dabei ein 7"-Refraktor (f/8), ein 12"-Schmidt-Cassegrain (f/10) und ein 24"-Schmidt-Cassegrain (ebenfalls f/10), alles Geräte der Sternwarte Nürnberg, sowie ein 8"-Newton (f/6). Es wurden Oku-

lare der Marke Televue verwendet, die für den Einsatz mit den Dioptrix-Linsen konzipiert sind: Televue Panoptic 41mm, Panoptic 22mm, Nagler Typ 4 12mm, sowie die 2" 2 $\times$ -Barlow-Linse.

Mein besseres rechtes Auge weist nach einer Hornhauttransplantation einen einigermassen regulären Astigmatismus von 1,5 Dioptrien auf. Im hellen Alltag komme ich gut ohne Brille zurecht, am dunklen Sternhimmel macht sich der Fehler aber durch verwaschene, bogenförmige und mehrfach zu sehende Sterne bemerkbar. Entsprechend habe ich Dioptrix-Linsenstärken von 1,0 bis 1,75 Dioptrien in die Betrachtung einbezogen. Zunächst wurde ein Tageslichttest an einem Linienmuster durchgeführt. Bei senkrechter und waagerechter Anordnung der Linien konnten die Linsenstärke und Winkeleinstellung ermittelt werden, bei denen am wenigsten störende Unschärfe und Doppelbilder zu sehen sind. Dabei ergab die Vorsatzlinse mit 1,5dpt die besten Ergebnisse.

### Verarbeitung und Verwendung

Die Linsen sind in einer Fassung mit Außendurchmesser 50mm (freie Öffnung 34mm) eingebaut, die augenseitig eine umklappbare Gummi-Augenmuschel besitzt. Diese Fassung kann anstelle der normalen Augenmuschel zahlreicher Televue-Okulare aufgesteckt werden. Dazu muss zunächst die Augenmuschel des Okulars entfernt werden, dann wird die Dioptrix-

Abb. 1: **Beobachtung ohne Brille** – dies war für viele Menschen mit Hornhautverkrümmung bisher ein unerfüllbarer Traum. Die Dioptrix-Vorsatzlinsen von Televue lassen ihn nun möglich werden.

Linsenfassung an ihrer Stelle auf den Okularkopf gesteckt. Ein drehbarer Klemmmechanismus erlaubt es, den optimalen Winkel durch Drehen der gesamten Fassung einzustellen und hält die Linse nach dem Feststellen in dieser Position. Dieser Vorgang erfordert etwas Übung, ist aber dann wie auch das Abnehmen der Linse mit einem Handgriff zu erledigen. Beim Okularwechsel muss entweder die Linse ab- und an das neue Okular angeschraubt und der Winkel neu justiert werden, oder man schafft mehrere Korrekturlinsen an, muss dann aber ebenfalls auf den Drehwinkel der Okulare achten. Damit andere Beobachter durch das Okular blicken können, müssen die Linsen jeweils entfernt werden. Durch die große Glasfläche und den niedrigen Rand ist die Gefahr, nachts beim Hantieren Fingerabdrücke auf der Linse zu hinterlassen, relativ groß. Bei montierten Korrekturlinsen kann die mitgelieferte Kappe das Okular augenseitig abdecken, das dadurch etwas verlängerte Okular passt aber in zu eng dimensionierte Aufbewahrungsbehälter nicht mehr hinein.

Dioptrix lässt sich mit allen größeren Televue-Okularen verwenden (siehe Kasten). Nicht verwendbar sind die kurz Brennweiten Panoptic- und Nagler-Okulare, da

## Daten zu Dioptrx

- erhältlich in Stärken von 0,25 bis 3,50dpt
- Abstufung 0,25dpt bis 2,50dpt, 0,50dpt bis 3,50dpt
- Linsen können kombiniert werden
- binokularer Einsatz möglich
- direkt verwendbar an folgenden Televue-Okularen:  
**Nagler T4:** 22mm, 17mm, 12mm (alle)  
**Nagler T5:** 31mm, 26mm  
**Panoptic:** 41mm, 35mm, 27mm, 22mm  
**Plössl:** 55mm, 40mm, 32mm  
**Radian:** 18mm, 14mm, 12mm, 10mm, 8mm, 6mm, 5mm, 4mm, 3mm (alle)  
**Ethos:** 13mm
- mit Adapter (27€) auch alle Typ-6-Nagler sowie Nagler T5 20mm und Panoptic 19mm und 24mm verwendbar
- Listenpreis 89€ (3,0dpt und 3,5dpt 109€)

## interstellarum-Produktvergleich

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

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

**Mehr über unsere Test-Grundsätze** und bereits erschienene Berichte können Sie auf [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de) nachlesen.

Abb. 2: Die **Dioptrx-Linsen** werden anstatt der Augenschmel auf das Okular gesteckt. Dafür sind die Mehrzahl der Televue-Okulare geeignet.



schätze die Verbesserung der Grenzgröße auf ca. 0<sup>m</sup>5. Auch im äußeren Bereich des Gesichtsfeldes verbessert Dioptrx Grenzgröße und Kontrasteindruck.

Im 22mm-Panoptic-Okular (64x, 2,7mm AP) erscheinen bei der korrekten Einstellung die schwächsten Sterne wie »angeknipst«, ohne Dioptrx sind sie bestenfalls zu erraten. Der Vergleich mit der Linse von 1,0dpt Stärke zeigt einen sehr ähnlichen Effekt (Verbesserung von Kontrast und Grenzgröße), allerdings etwas weniger stark. Zwischen den Linsen mit 1,75dpt und 1,5dpt ist subjektiv kein Unterschied feststellbar.

Auch mit dem 12mm-Nagler-Okular (118x, 1,5mm AP) erscheinen die Sterne etwas runder, man hat eine etwas größere Grenzgröße als ohne Dioptrx. Ich hatte aber den Eindruck, dass der Effekt schwächer ist. Das kann an der kleineren Austrittspupille liegen, so dass die unschärferen äußeren Hornhautbereiche ohnehin nicht beleuchtet werden, aber auch daran, dass die Sterne durch die stärkere Vergrößerung im Vergleich zu vorher weiter voneinander entfernt sind und dadurch die Doppelbilder weniger stören. Die schwächsten sichtbaren Sterne fallen mit Vorsatzlinse relativ gut ins Auge, während ich ohne Linse viel Mühe hatte, sie einigermaßen sicher zu erkennen.

### Beobachtungen am 8"-Newton

Das 41mm-Okular (30x, 6,8mm AP) zeigt am Newton etwas weniger punktförmige Sterne als der Refraktor. Mit Dioptrx ist auch hier eine Verbesserung zu erreichen, sowohl bei Punktförmigkeit als auch bei Kontrasteindruck bzw. Grenzgröße. Die Bildqualität des Refraktors wird aber nicht erreicht. Der Blick durch das 22mm-Panoptic (55x, 3,7mm AP) ergibt in etwa denselben Eindruck. Die relative Verbesserung mit Vorsatzlinse erscheint etwas geringer als beim Refraktor, ist aber deutlich zu sehen.

sie über einen zu kleinen Okularkopf verfügen. Ob Dioptrx zufällig auch an Okulare anderer Hersteller passt, konnte nicht eruiert werden. Ein einfaches Auflegen auf die Augenseite einiger Okulare erwies sich jedenfalls als nicht praktikabel.

Beim Blick durch das mit Dioptrx bestückte Okular fällt der angenehme Augenabstand auf, man hat keine Probleme, eventuell unabsichtlich mit den Wimpern die Linse zu berühren. Allerdings entsteht der Eindruck, dass mit hochgeklappter Augenschmel etwas Vignettierung eintritt bzw. man nicht mehr das ganze Gesichtsfeld des Okulars einsehen kann,

auch wenn man mit dem Auge sehr nah herangeht; es empfiehlt sich deshalb, die Augenschmel bei den meisten Beobachtungen nach hinten umzuklappen, wenn man das gesamte Gesichtsfeld überblicken möchte. Insgesamt ist das Beobachtungsgefühl deutlich angenehmer als mit Brille.

### Beobachtungen am 7"-Apochromaten

Bei der richtigen Einstellung sehen die Sterne mit dem 41mm-Panoptic-Okular (34x, 5,2mm AP) sehr schön punktförmig aus – ich habe vorher noch nie so punktförmige Sterne gesehen! Ohne Dioptrx bilden die Sterne kürzere Striche bzw. kurze unterbrochene Bögen. Einige Sterne, die mit richtig eingestelltem Dioptrx gut indirekt zu sehen sind, sind ohne Vorsatzlinse nur sehr unsicher oder gar nicht zu erkennen. Ich



Abb. 3: **Je nach Brillenrezept** kann die optimale Stärke der Dioptrx-Linse ausgewählt werden. Zwischen 0,25dpt und 3,50dpt sind 12 verschiedene Stärken erhältlich.

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

## Was ist Astigmatismus?

In der Augenheilkunde bezeichnet Astigmatismus eine Form der Fehlsichtigkeit, bei der Punkte nicht als solche, sondern als oft strichförmige Flecken (daher auch »Stabsichtigkeit«) abgebildet werden. Diese Abhängigkeit der Brechkraft des Auges von der Einfallsebene des Lichts wird meist von einer Hornhautverkrümmung verursacht. Die Brechkraft des Auges verändert sich kontinuierlich zwischen zwei Haupteinfallsebenen, in denen die Brechkraft des Auges maximal bzw. minimal ist. Dies führt zu unterschiedlichen Brennebenen für alle Strahlen, die in unterschiedlichen Ebenen ins Auge einfallen. Die Differenz von maximaler und minimaler Brechkraft, ausgedrückt in Dioptrien (dpt), bestimmt die Stärke des Astigmatismus. Von einem Punkt ausgehende Strahlen werden vom Auge in der Ebene der geringeren Brechkraft hinter, in der Ebene der höheren Brechkraft vor der Netzhaut scharf abgebildet, also in beiden Fällen nicht als Punkt, sondern als unscharfe längliche Flecken auf der Netzhaut. Deren Überlagerung nennt man »Kreis kleinster Verwirrung«.

Beim regulären Astigmatismus stehen die Ebenen minimaler und maximaler Brechkraft in einem 90°-Winkel zueinander. Dies

führt zu einer Bildverzerrung in eine bestimmte Richtung und lässt sich mit Zylindergläsern (Brille) oder speziellen Kontaktlinsen beheben. Beim selteneren irregulären Astigmatismus haben die beiden Brennebenen dagegen unregelmäßige Winkel zueinander, was zu einem generell verschwommenen Bild führt und sich nur mit harten Kontaktlinsen einigermaßen korrigieren lässt.

Ein Astigmatismus von 0,5dpt ist als normal zu bezeichnen und wird meist nicht wahrgenommen, 20% aller Menschen sind jedoch von mindestens 1dpt Stärke betroffen. Bei der nächtlichen Beobachtung lässt sich der Astigmatismus der eigenen Augen (oft haben beide Augen verschiedene Werte) anhand des Sternhimmels gut erkennen: Erscheinen die Sterne systematisch in einer Richtung länglich, liegt der Verdacht auf Astigmatismus nahe. Ein Besuch beim Augenarzt und ein entsprechendes Brillenrezept oder die Anschaffung passender Korrekturlinsen kann dann auch astronomisch augenöffnend sein.

### Beobachtungen am 12"-SCT und 24"-Cassegrain

Mit dem 41mm-Okular (74×, 4,1mm AP) sind im 12"-Schmidt-Cassegrain-Teleskop zwei charakteristische Sterne ohne Dioptrix nicht eindeutig sichtbar, mit der Vorsatzlinse springen die beiden Sterne dagegen richtiggehend ins Auge. Im 22mm-Okular (139×, 2,2mm AP) sind diese auch ohne Dioptrix ohne weiteres zu sehen. Mehrere noch schwächere Sternchen sind aber mit Dioptrix besser zu sehen, sie erscheinen subjektiv heller. Beim 12mm-Okular (254×, 1,2mm AP) bestehen aufgrund des Seeing Schwierigkeiten, die Sterne scharf zu stellen. Daran ändert sich durch die Vorsatzlinse nichts.

Auch mit einem wirklich großen Teleskop wie dem 24"-Cassegrain der Nürnberger Sternwarte lohnt sich der Einsatz – allerdings setzt das Seeing sowohl der Beobachtung mit als auch ohne Dioptrix-Linse eine Grenze. Im 41mm-Okular (146×, 4,1mm AP) sind einige Sterne an der Wahrnehmungsgrenze mit der 1,5dpt-Vorsatzlinse etwas sicherer zu sehen als ohne. Mit der 1,0dpt-Linse beobachte ich denselben Effekt etwas schwächer, bei gleicher Winkeleinstellung.

### Andere Objekte

Auch Kugelsternhaufen profitieren vom Einsatz der Dioptrix-Linse. Am 24"-Cassegrain scheint M 13 bei 146× plötzlich aus der Bildebene herauszuspringen und

sieht dreidimensional aus. Die Schärfe der Abbildung des Ringnebels (M 57) erscheint ebenfalls verbessert, der Kontrast zwischen hellem Ring und dunkler Fläche zeigt sich am 7"-Refraktor verbessert, der Ring ist schärfer begrenzt. Auch die hellen Sterne der Plejaden profitieren vom Einsatz von Dioptrix, die Sterne erscheinen am Refraktor einfach noch einen Tick punktförmiger. Der Kontrastgewinn kann bei schwachen Sternen sogar über direkt sichtbar oder nicht entscheiden. Der doppelte Doppelstern  $\epsilon$  Lyrae erscheint dagegen bei 117× am 7"-Refraktor nur unwesentlich schärfer.

Details der Mondoberfläche sind im 8"-Newton mit dem 22mm-Panoptic- und auch dem 12mm-Nagler-Okular mit Vorsatzlinse etwas schärfer sichtbar. Hier verbessert die schärfere Abbildung von kontraststarken Kanten (wie Schatten von Kraterändern, Abbruchkanten, Rillen usw.) den Kontrasteindruck und die Detailwahrnehmung. Zentralberge, die ohne Dioptrix nur als runder Fleck wahrnehmbar sind, kann ich mit Korrekturlinse deutlich als Berg identifizieren. Am 7"-Refraktor mit 12mm-Okular (118×) und zusätzlich mit 2×-Barlowlinse (237×, 0,7mm AP) sehe ich dagegen kaum einen Unterschied, was im Wesentlichen am zu schlechten Seeing liegen dürfte. Außerdem wird durch die sehr kleine Austrittspupille nur noch ein sehr kleiner Teil der Hornhaut beleuchtet.

Der Mars zeigt bei Verwendung der 22mm- und 12mm-Okulare im 7"-Refrak-

tor und im 8"-Newton etwas schärfere und kontrastreichere Details, der dunkle Saum der Polkappe und die Ränder der dunklen Regionen sind deutlicher zu erkennen. Allerdings ist, teilweise auch hier des Seings wegen der Gewinn nicht so deutlich wie bei den Offenen Sternhaufen.

### Fazit

Bei Verwendung der Dioptrix-Vorsatzlinse ist bei Einstellung des richtigen Winkels ein Grenzgrößengewinn feststellbar, der bei 0<sup>m</sup>5 liegen kann. Man hat einen besseren Kontrasteindruck und die Sterne erscheinen runder, das Seherlebnis wird verbessert. Am stärksten profitiert die Beobachtung Offener Sternhaufen davon, außerdem besonders alle stellaren Objekte oder solche mit scharfen Kontrastlinien. Wenn das Gerät seeingbedingt ohnehin an der Grenze seiner Vergrößerungsmöglichkeiten arbeitet und die Sterne nicht mehr richtig scharf werden, nützt auch der Einsatz der Dioptrix-Linsen kaum.

Mit kleiner werdender Austrittspupille fällt die Verbesserung durch die Dioptrix-Linse weniger stark ins Auge. Allerdings konnte nie unter optimalen Seeingbedingungen getestet werden. Das Öffnungsverhältnis des verwendeten Teleskops spielt dagegen kaum eine Rolle, vielmehr ist zumindest an Sternen oder Sternhaufen der Effekt beim ohnehin schärferen Refraktor am größten.

# Konkurrenz für Coronado

## Neue Filter und Teleskope zur Sonnenbeobachtung

Sonnenbeobachtung im H $\alpha$ -Licht ermöglichen die neuen Filter und Teleskope der Firma Lunt Solar Systems. Konstruktiv handelt es sich um Energieschutzfilter/Etalons, die vor dem Teleskopobjektiv sitzen und mit einem Blockfilter passend für die jeweilige Teleskop-brennweite kombiniert werden. Im Programm sind Filter mit 50mm, 75mm, 100mm und 160mm Öffnung, für die jeweils passende Blockfilter für die Brennweiten 600mm, 1200mm, 1800mm und 3200mm zur Verfügung stehen. Für die 50mm- und 75mm-Filter wird eine Bandbreite von 0,075nm angegeben, bei den größeren Filtern sind es 0,07nm. Mittels eines aufgesetzten Doublestack Filters kann die Bandbreite auf 0,055nm bzw. 0,05nm verringert und damit der Kontrast deutlich gesteigert werden. Mit Ausnahme der 50mm-Version weisen alle Filter konstruktionsbedingt eine zentrale



Abschattung auf. Die Preise mit der günstigsten Blockfilterversion (B 600) betragen: 50mm 799€, 75mm 2195€, 100mm 4846€, 160mm 12846€.

Als H $\alpha$ -Refraktoren bietet Lunt Solar Systems ein 60/600mm-Modell zum Preis von 899€ und ein 100/800mm-Modell (Preis 3995€) an, beide sind auch optional mit Doublestack-Filtern erhältlich. Eine neuartige Konstruktion zum Preis von 4995€ basiert auf einem 200/1200mm-Newton, bei dem das interne Etalon-Filtersystem in der Ebene des Sekundärspiegels sitzt und diesen ersetzt. Ebenfalls im Programm ist ein abschattungsfreies 60/600mm-Teleskop zur Sonnenbeobachtung im Kalzium-Licht (Preis 795€).

Für die Entwicklung der Filter zeichnet u.a. Andy Lunt verantwortlich, der auf

langjährige Erfahrung bei Coronado zurückblicken kann. Markus Ludes ist als einer der Begründer von Lunt Solar Systems ebenfalls maßgeblich in die Entwicklung und Qualitätssicherung eingebunden und für den Vertrieb in Europa verantwortlich. Laut seiner Aussage handelt es sich bei den Systemen um hygroskopisch stabile Filter, so dass Alterungserscheinungen, die bei anderen Etalon-Filtern gelegentlich zu beobachten sind, ausgeschlossen werden könnten. Darüber hinaus erfüllten die Filter alle bekannten Normen für eine gefahrlose Sonnenbeobachtung. Mit der ersten Auslieferung von 50mm-Filtern und 60mm-Teleskopen ist ab April zu rechnen, die größeren Filter können erst in den Folgemonaten geliefert werden. Die Blockfilter können auch einzeln bezogen werden.

■ Frank Gasparini

## Okularauszüge von Baader-Planetarium

Mit der »Steeltrack«-Baureihe stellt die Firma Baader-Planetarium neue Crayford-Okularauszüge vor. Als 2"-Version werden jeweils ein Modell für Refraktoren (246€), Newtons (225€) und SC-Teleskope (245€) angeboten. Für Refraktoren ist zudem ein 3-zölliges Modell zum Preis von 345€ im Programm.

Als Besonderheit sind in die beweglichen Auszugsrohre V2A-Stahleinsätze als Laufschienen eingearbeitet. Das Gegenlager für die Crayford-Antriebswelle stellt eine Stahlplatte ebenfalls aus rostfreiem Stahl dar: Alle Kontaktpunkte zwischen Auszugsrohr und Außengehäuse laufen Stahl auf Stahl. Ein Eindringen der Stahlkugellager oder der Antriebswelle in das weichere Aluminium des Auszugsrohres wird damit vermieden. Eine Stoppschraube verhindert ungewollte Längsbewegungen des Auszugsrohres. Die 2"-Klemmung ist mit einem Messingspannung ausge-

stattet. Zur Verbesserung der Fokussierung ist ein 1:10-Untersetzungsgewinde an die Antriebswelle angeflanscht. An dessen Feintrieb kann optional ein motorischer Antrieb mittels Zahnriemen nachgerüstet werden, wobei eine Schwalbenschwanzfräsung am Auszugsgehäuse eine Befestigung gewährleistet. Mit der Möglichkeit der Motorisierung und der Schwärzung im Innenrohr, in Kombination mit Antireflex-Rippen, sind die Auszüge laut Hersteller besonders für fotografische Anwendung geeignet. Für optimale Schärfelastung kann die optische Achse des Okularauszuges bei Bedarf justiert werden.

■ Frank Gasparini



## TMB bessert nach

Im Produktvergleich »Drei Apochromatische Refraktoren« (vgl. interstellarum 52 und 53) wurde bei dem Testmodell TMB 115/805 LW ein leichtes Verkippen des einschiebbaren Okularauszuges durch die Tester bemängelt. Der Hersteller hat diese

Kritik jetzt als Anlass zur Nachbesserung genommen. Laut Auskunft von M. Ludes sitzt das Schieberohr nun in einem Teflonlager, in dem es zusätzlich mit zwei Klemmschrauben gesichert werden kann. Weiterhin weist das Schieberohr an der

Aufnahme des 2"-Auszugs einen kurzen Anschlag auf, so dass der Auszug beim Transport nicht in den Tubus gedrückt werden kann.

■ Frank Gasparini

# Autoguiding für Jedermann

## Guidemaster im Praxistest

VON THOMAS JÄGER

Wer langbelichtete Astrofotos machen will, braucht eine exakte und sichere Nachführkontrolle. Klassischerweise wird hierfür ein Leitfernrohr oder ein Off-Axis-Guider verwendet. Mit einem beleuchteten Fadenkreuzokular beobachtet man damit den Leitstern und korrigiert von Hand nach. Die manuelle Nachführkontrolle ist harte Arbeit, sie erfordert hohe Konzentration und Ausdauer, viele Sternfreunde würden während dieser Zeit lieber den Sternhimmel beobachten statt auf das Fadenkreuz zu starren. Doch es gibt eine praktikable Lösung: Mit dem Programm Guidemaster lässt sich das automatische Nachführen (Autoguiding) mittels einer preisgünstigen Webcam in wenigen Schritten meistern.

Die automatisierte Nachführkontrolle ist heute sehr beliebt, denn sie nimmt viel Arbeit ab. Ohne große Mühe kann man nun mehr Einzelbilder oder längere Belichtungszeiten realisieren. Das Prinzip des Autoguiding ist im Grunde ganz einfach, anstelle des Okulars wird eine handelsübliche Webcam eingesetzt. Das Bild des Leitsterns wird im PC aufbereitet und von einer Software analysiert – weicht die aktuelle Sternposition von der Sollposition ab, sendet der PC entsprechende Kommandos zur Teleskopsteuerung, um die Abweichung zu korrigieren.

Das hier vorgestellte Programm Guidemaster (Version 2.0) stellt das Bindeglied zwischen Kamera und Teleskop dar. Guidemaster wurde von Matthias Garzarolli entwickelt. Die jeweils neueste Version ist im Internet verfügbar (siehe Surftipp). Ihre

Nutzung ist für den privaten Bereich kostenfrei. Die heruntergeladene Datei muss lediglich noch entpackt werden, anschließend übernimmt eine Installationsroutine die restliche Arbeit.

Für das Autoguiding wird eine Kamera und eine Verbindung zum Teleskop benötigt. Als Nachführkamera bietet sich eine preisgünstige Webcam an (z.B.: Philips SP-C900NC). Im Astrofachhandel gibt es dazu passende 1¼"-Teleskopadapter. Die Webcam wird am PC einfach in einen freien USB-Anschluss gesteckt, eine zusätzliche Stromversorgung ist nicht notwendig. Generell kann mit Guidemaster jede mit »Video for Windows« oder »DirectX« kompatible Kamera angeschlossen werden. Wer das bei modernen Windows-Betriebssystemen oft benutzte DirectX verwenden will, muss die entsprechenden Installationsvoraussetzungen beachten, wer die Phillips-Webcam

Abb. 1: **Verzogene Sterne**, ein unscharfes Bild: Eine nicht exakte Kontrolle der Nachführung führt schnell zu verdorbenen Aufnahmen. Die Software Guidemaster bietet die Möglichkeit, diese anstrengende Aufgabe automatisch von einer Webcam erledigen zu lassen.

funktionsfähig installiert hat, braucht nichts mehr zu tun. Guidemaster unterstützt zusätzlich auch für Langzeitbelichtungen umgebaute Webcams, diese sollen hier nicht betrachtet werden, da die Modifikationen fundierte elektrotechnische Kenntnisse erfordern.

### Autoguiding mit Guidemaster Schritt für Schritt

#### 1. Optionen für vorliegendes System konfigurieren

Alle Einstellungen von Guidemaster zum vorliegenden Nachführsystem liegen zentral und übersichtlich im Menüpunkt »Options«. In der Registerkarte »Guiding Imager« werden die Kameraeinstellungen getroffen. Für die Philips-Webcam wählt man am besten »Video for Windows« als Videotreiber, die »CCD Pixelsize« ist bereits für diese Ka-

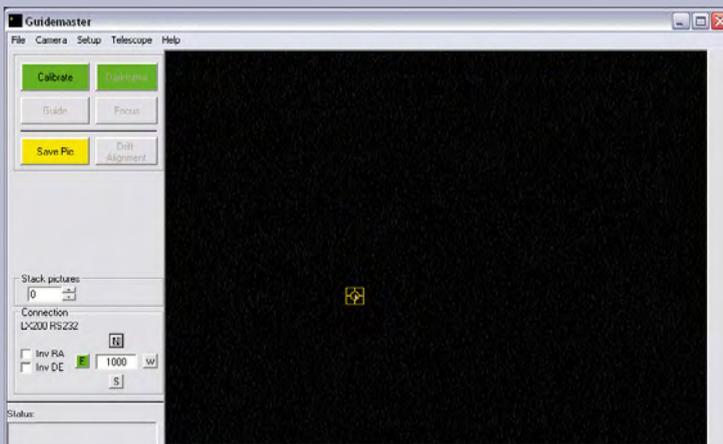


Abb. 2: **Das Hauptfenster von Guidemaster** ist schlank, übersichtlich gestaltet und frei skalierbar, so dass es auch auf kleineren Bildschirmen noch bedienbar ist. Im Livebild ist stets das gesamte Bildfeld der Webcam zu sehen. Über das Menü werden die Einstellungen vorgenommen, mit den Schaltern werden die einzelnen Funktionen eingeleitet.

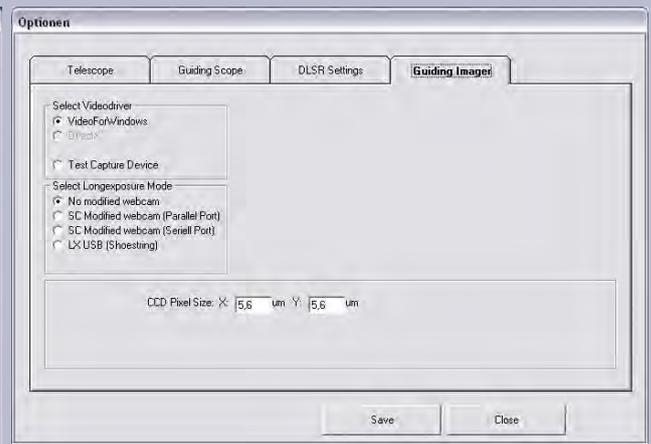


Abb. 3: **Die Grundeinstellungen der Nachführkamera** sind für die Philips Webcam Modelle SPC900NC und TouCam 740k voreingestellt. Für die Verwendung von DirectX kompatiblen Kameras muss neben dem Windows-Kameratreiber auch das Microsoft.Net-Framework auf dem Computer installiert sein.

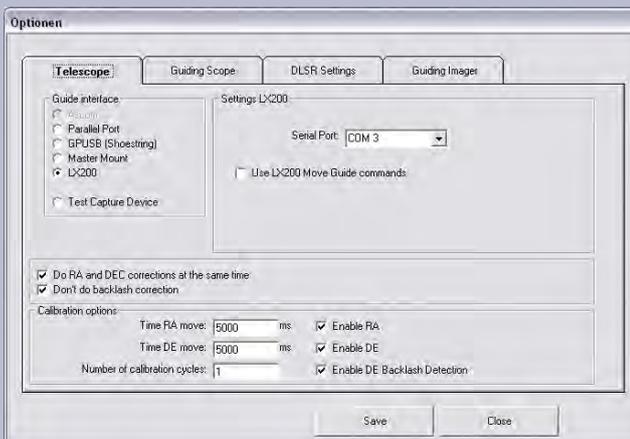


Abb. 4: **Die Leitrohrbrennweite** muss eingegeben werden, damit Guidemaster den Nachführfehler korrekt anzeigen kann. Nachgeschaltete Barlowlinsen müssen mit einkalkuliert werden. Alle weiteren Parameter im Dialogfenster dienen zur Optimierung der Nachführkorrektur, die Parameter für die Kalibrierung finden sich in der Registerkarte »Telescope«.

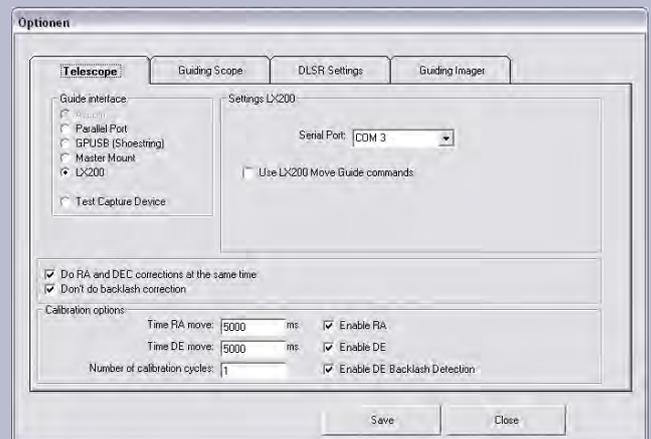


Abb. 5: **Bei der Verwendung der LX200-Option** muss die Schnittstelle ausgewählt werden, an der das Verbindungskabel zum Teleskop steckt. Die Ascom-Option ist wählbar, sobald der Ascom-Treiber installiert ist. Mit der Option »Do RA and DEC corrections...« können auch ältere Steuerungen verwendet werden, die Probleme haben in zwei Achsen gleichzeitig zu korrigieren. Im unteren Teil befindliche Optionen werden ausschließlich für die automatische Kalibrierung verwendet. Sie müssen nur bei Bedarf angepasst werden.

mera voreingestellt. Zum Test schließt man die Kamera am USB-Port an und wählt im Menü den Punkt »Camera|Start Cam«, nun sollte das Livebild sichtbar sein.

In der Registerkarte »Telescope« wählt man die passende Verbindung zum Teleskop aus. Bei der direkten Verbindung über das LX200-Protokoll muss die Nummer der seriellen Schnittstelle ausgewählt werden, wer den Weg über den Ascom-Treiber geht, muss dort die passende Schnittstelle auswählen. Die restlichen Parameter in der Registerkarte »Telescope« bleiben auf den Grundeinstellungen und müssen nur verändert werden, wenn es bei der an-

schließenden Kalibrierung oder im Nachführbetrieb zu Problemen kommt. Das Dialogfenster muss mit »Save« verlassen werden, ansonsten werden die Änderungen verworfen. Ob die Verbindung zwischen dem PC und dem Teleskop funktioniert, prüft man am besten mit Guidemaster selbst. Mit dem Menüpunkt »Telescope|Connect« kann man die Verbindung herstellen, nun sollte es durch Klicken auf die Richtungs-Schalter möglich sein, das Teleskop manuell zu korrigieren. Ist die Korrektur nicht gleich sichtbar, kann man temporär die Schwenkzeit (in der Mitte zwischen den Korrekturschaltern) von 1000ms auf längere Zeiten stellen.

Mit dem sichtbaren Kamerabild und der funktionsfähigen Verbindung zum Teleskop sind die beiden wichtigsten Hürden auf dem Weg zum Autoguiding geschafft. Damit Guidemaster den Betrag des Nachführfehlers ermitteln kann, muss es die Brennweite des Leitrohrs kennen, diese wird im Optionsdialog in der Registerkarte »Guiding Scope« eingestellt. Die restlichen Parameter bleiben auf ihren Grundeinstellungen und werden nur bei Bedarf verändert. Auch hier darf nicht vergessen werden, das Dialogfenster wieder mit »Save« zu verlassen.



Abb. 6: **Mit Hilfe der Dunkelbildkorrektur** können Hotpixel wirkungsvoll reduziert werden. Besonders praktisch ist es, dass die Funktion nur einen Mausklick braucht, um aktiviert zu werden. Wird die Empfindlichkeit oder Belichtungszeit der Kamera verändert, sollte man die Dunkelbildkorrektur wiederholen.

## 2. Leitstern positionieren und Kamera starten

Nun beginnt die eigentliche Arbeit am Sternhimmel. Das Hauptteleskop wird auf das aufzunehmende Objekt ausgerichtet und parallel dazu ein passender Leitstern im Leitfernrohr eingestellt. Die Helligkeit des Leitsterns muss ausreichend sein, damit ihn die Webcam am Bildschirm darstellen kann. Als Faustregel gilt, dass man mit unmodifizierten Webcams genauso helle

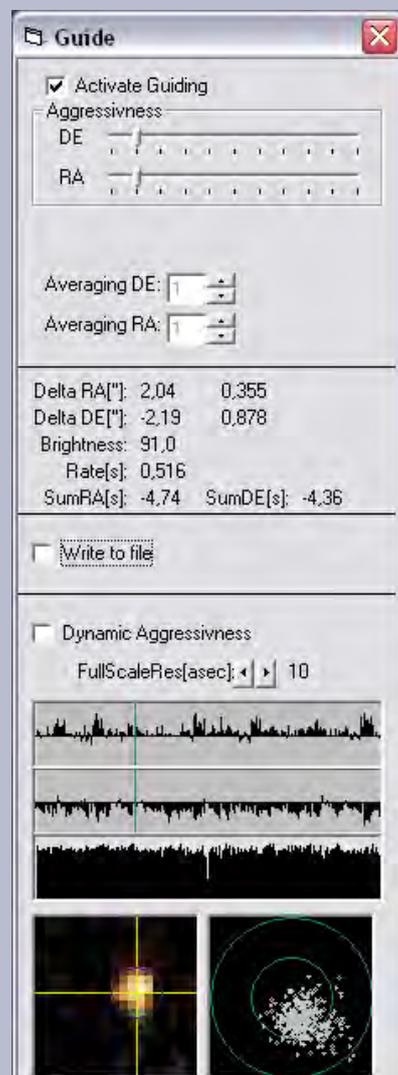
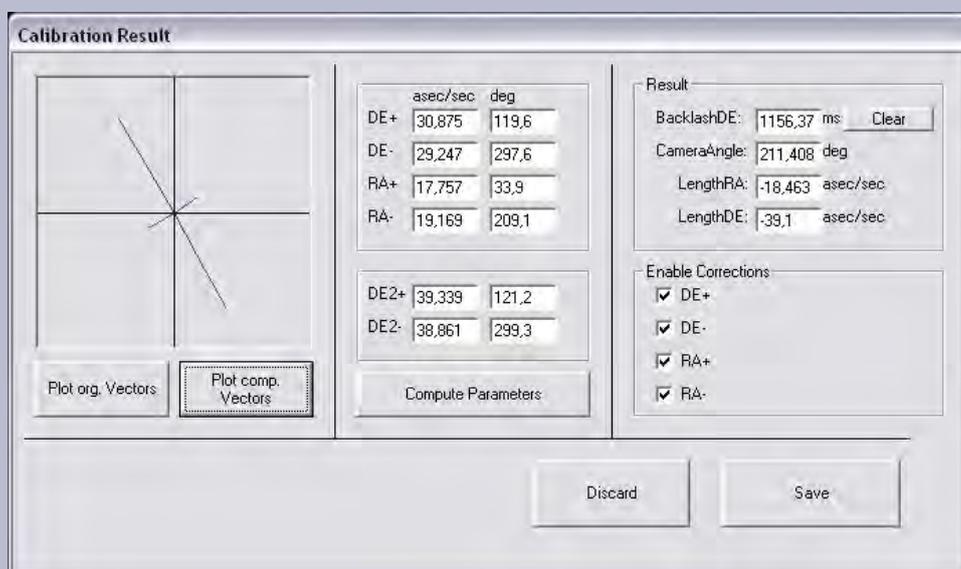
Leitsterne braucht, wie bei einer Nachführung mit einem beleuchteten Fadenkreuzokular. Der Leitstern wird mit der Leitrohrverstellung in einem Okular genau in der Mitte des Feldes zentriert, und anschließend die Webcam gegen das Okular getauscht. Eine vorher angebrachte Fokusbildmarkierung hilft, den Schärfepeak der Webcam zu finden – ohne dessen Kenntnis wird das Scharfstellen schnell zur Qual. Zu dieser Zeit lässt man die Kamera am besten noch auf au-

tomatischer Belichtungssteuerung, ist der Stern auch auf dem Bildschirm zentriert, stellt man die Belichtung der Kamera immer manuell ein. Im Menü »Camera« findet man die passenden Menüpunkte dazu. Die damit aufgerufenen Dialogfenster kommen nicht von Guidemaster, sondern von der verwendeten Kamera, sie können also unterschiedlich ausfallen.

Bei der Philips-Webcam sind folgende Grundeinstellungen sinnvoll: Die Ausgabegröße des Videoformats stellt man auf 640×480 Pixel, die Bildrate auf 5–10 Bilder pro Sekunde ein. Die Verschlussgeschwindigkeit des Shutters wird auf den langsamsten Wert gestellt (Bild wird heller), mit dem Verstärkungsregler (Gain) regelt man das Bild so ein, dass der Stern am Bildschirm gut herauskommt. Eine praktische Option von Guidemaster ist die Dunkelbildkorrektur, die mit nur einem Mausklick aktiviert werden kann. Man deckt das Leitrohr mit dem Objektivdeckel ab und betätigt den Schalter »Darkframe«. Der Farbwechsel des Schalters von gelb nach grün signalisiert dem Benutzer, dass ab jetzt ein Dunkelbild abgezogen wird. Störende Hotpixel werden fortan wirkungsvoll unterdrückt. Danach wird der Objektivdeckel wieder entfernt.

Abb. 7: **Alles auf einen Blick** – aktive Kontrolle der Nachführung im Guide-Fenster. Im vergrößerten Livebild (links) können Teleskopschwingungen und das Seeing beobachtet werden. Rechts wird die Genauigkeit der Nachführung mit Hilfe eines Zielkreispaares aufgezeigt, deren Skalierung frei wählbar ist (»FullScaleRes«).

Abb. 8: **Nach erfolgreicher Kalibrierung** wird das »Calibration Result«-Dialogfenster angezeigt. Im Bereich »Result« wird das ermittelte Getriebeispiel (»Backlash DE«), die Orientierung der Nachführkamera (»CameraAngle«) und der pro Korrektursekunde zurückgelegte Weg angezeigt. Das Fenster muss mit »Save« bestätigt werden, damit die Werte für das anschließende Autoguiding gespeichert werden.



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

## Die Verbindung zwischen Teleskop und PC

Für die Nachführung muss eine Verbindung zwischen der Steuerung und dem PC hergestellt werden. Ein großer Vorteil von Guidemaster ist, dass das Programm dafür eine Vielzahl von Möglichkeiten bietet. Die Art der Verbindung wird letztendlich vom Teleskop bestimmt. Es gibt zwei Schnittstellen: die Autoguiderschnittstelle und die PC-Schnittstelle. Die Autoguiderschnittstelle ist meist als RJ-11-Steckverbindung (Telefonkabel mit Clickverschluss) ausgeführt und in der Regel zum ST4-Autoguiderschnittstelle der Firma SBIG kompatibel.

Diese Schnittstelle kann nicht direkt mit dem PC verbunden werden, man benötigt einen speziellen Adapter, den man nachkaufen oder mit etwas technischem Geschick selber bauen kann. Eine Bauanleitung und Verweise auf Quellen sind auf der Internetseite von Guidemaster zu finden. Die Verbindung über die Autoguiderschnittstelle ist umständlich und sollte nur verwendet werden, wenn kein direkter PC-Anschluss an der Teleskopsteuerung vorhanden ist. Der PC-Anschluss ist die bevorzugte Lösung, Guidemaster bietet hier die Auswahl zwischen dem weit verbreiteten LX200-Protokoll von Meade und dem Ascom-Treiber. Zunächst sollte man prüfen, ob die vorliegende Teleskopsteuerung LX200 kompatibel ist, dies bedeutet nicht zwangsläufig,

dass das Gerät auch von Meade sein muss. Einige Steuerungen von Vixen und die bekannte FS2 von Bernd Koch sind zu den wichtigsten LX200-Kommandos kompatibel und können somit verwendet werden. Bei anderen Fabrikaten hilft ein Blick in das Handbuch, ein sicheres Zeichen ist, wenn darauf hingewiesen wird, dass man in Planetariumsprogrammen die Option LX200 einstellen muss, wenn man das Fernrohr vom PC aus steuern will. Kann das LX200-Protokoll nicht verwendet werden, kommt der Ascom-Treiber zum Einsatz, mit dem sich nahezu jedes Teleskop steuern lässt. Der Ascom-Treiber

ist eine herstellerübergreifende Plattform, um Softwareprodukte wie Guidemaster mit den unterschiedlichsten Teleskopen zu verbinden. Das Installationsprogramm und die Kompatibilitätsliste können auf der Internetseite [ascom-standards.org](http://ascom-standards.org) heruntergeladen werden. Nach der Installation muss noch der Teleskoptyp und die Schnittstelle am PC ausgewählt werden. Größtenteils werden Teleskopsteuerungen mit der seriellen PC-Schnittstelle (RS232) verbunden, hat der PC keine solche Schnittstelle mehr, kann ein USB-zu-Serial Adapter verwendet werden, den man im Computerhandel bekommt.

### Typische Fehler beim Autoguiding

<b>Es findet sich kein Stern in der Kamera, oder man findet keinen Leitstern mit ausreichender Helligkeit.</b>	Die Leitrohrhalterung muss eine genügend große Verstellmöglichkeit bieten. Zur Leitsternsuche mit der niedrigsten Vergrößerung arbeiten. Mit einer Markierung für den Webcam-Fokus arbeiten.
<b>Ungeeignete Computerausrüstung: Akku des Notebooks zu schnell leer, Bildschirm zu hell.</b>	Bei Bedarf eine zusätzliche Autobatterie oder eine so genannte »Powerstation« zur Zusatzversorgung einsetzen. Der Bildschirm sollte bei Bedarf mit einer roten Plexiglasscheibe von 4,5mm Dicke abgedunkelt werden.
<b>Nachführungsgenauigkeit wird unterschätzt.</b>	Abbildungsmaßstab und benötigte Nachführungsgenauigkeit vorher berechnen. Wer eine Teleskopoptik von mehr als 500mm Brennweite nachführen will, sollte generell das Seeing im Livebild sehen können.
<b>Sterne sind trotz exakter Nachführkontrolle verzogen.</b>	Zunehmende Abweichung zwischen Haupt- und Leitrohr während der Aufnahme. Die Teleskopspiegel müssen fest sitzen, dürfen jedoch nicht verklemt sein. Mechanik zwischen Haupt- und Leitrohr muss stabil gebaut sein. Kabel dürfen keinen Zug auf die Komponenten ausüben

### 3. Kalibrieren des Systems

Ein großer Vorteil von Guidemaster ist die automatische Kalibrierung des Nachführsystems. Die Kalibrierung startet man vom Hauptfenster mit dem Schalter »Calibrate«, die anschließende Frage nach der automatischen Leitsternsuche kann man getrost mit »ja« beantworten, wenn der Leitstern klar und deutlich am Bildschirm erkennbar ist. Guidemaster sucht sich den Leitstern automatisch, schwenkt das Teleskop nach Süden und versucht anschließend den Stern wieder zu finden. Dieser Automatismus funktioniert sehr gut, sind weitere Optionen wie die automatische Getriebeerkennung (»Enable DE Backlash Detection«) aktiviert, steuert Guidemaster noch weitere Richtungen an. Der Kalibrationsprozess dauert nur wenige Sekunden und ist viel effizienter als die Webcam von Hand auszurichten, was bei anderen Nachführprogrammen nötig sein kann. Am

Ende des Prozesses erscheint ein Dialogfenster mit vielen Informationen, u.a. kann man die Ausrichtung der Webcam und das aufgetretene Getriebeispiel ablesen. Um die Ergebnisse der Kalibrierung zu übernehmen, beendet man das Dialogfenster einfach mit »Save«. Bei der Kalibrierung können Warnungen oder Fehlermeldungen auftreten. Während Warnungen informativen Charakter haben (z.B. hohes Getriebeispiel) führen Fehler zum Abbruch des Kalibrationsprozesses. Leider geben die Texte der Fehlermeldungen in der vorliegenden Guidemaster-Version keinen Hinweis zu deren Behebung. Nach Aussagen des Autors sollen die Fehlermeldungen in den nächsten Versionen reduziert und verbessert werden.

Wenn die Ursache für einen Kalibrationsfehler unklar ist, sollte man folgende Punkte überprüfen: Mit den Richtungstastern muss sich der Leitstern in alle Himmelsrichtungen bewegen lassen, wenn nicht, sollte man

überprüfen, ob alle Motorkabel Kontakt haben und die Achsen fest geklemmt sind. Erkennt Guidemaster nur eine zu geringe oder gar keine Bewegung in Rektaszension, kann es auch sein, dass der Leitstern zu nahe am Himmelspol liegt. Während der Kalibrierung muss der Leitstern im Kamerafeld bleiben, falls er sich herausbewegt, sollte man die Schwenkzeiten (»Time DE Move«, »Time RA Move«) entsprechend verkürzen. Diese Parameter werden im »Options«-Dialog in der Registerkarte »Telescope« eingestellt. Eine weitere Fehlerquelle besteht in der Erkennung des Leitsterns nach den Schwenks, am besten beobachtet man den Kalibrationsprozess am Bildschirm und stellt sicher, dass Guidemaster keinen falschen Stern wählt. Bringen diese Eingriffe keine Besserung, kann auch das Abschalten der Getriebeispielermittlung eine Lösung bringen.

Bei erfolgreicher Kalibrierung wechselt der »Calibrate«-Schalter auf grün und das

## Guidemaster in der Praxis

- + Automatische Kalibrierung des Gesamtsystems
- + Alle »Video for Windows« oder »DirectX« kompatiblen Kameras verwendbar
- + Kompatibel zu nahezu allen Teleskoptypen (Ascom & LX200 Schnittstelle)
- + Sinnvolle Grundeinstellungen
- + Deutsches Tutorial verfügbar
- + Guidemaster ist Freeware
- Keine Hilfe zu Fehlermeldungen
- Unübersichtliches Speichern von Konfigurationen
- Benutzeroberfläche ist gemischt Deutsch/Englisch

»Calibration Dialog«-Fenster öffnet sich. In diesem Fenster werden die Orientierung der Webcam gegenüber den Himmelsrichtungen und die Korrekturgeschwindigkeiten der Nachführung angezeigt. Mit dem Schalter »Save« werden die ermittelten Werte gespeichert und für den Nachführprozess übernommen. Um einem Missverständnis vorzubeugen: Es ist nicht notwendig, die Nachführkamera in Rektaszension und Deklination auszurichten, Guidemaster erkennt durch den Kalibrationsprozess automatisch die Ausrichtung. Wenn das Teleskop auf ein anderes Objekt am Himmel geschwenkt wird, muss die Kalibrierung neu ausgeführt werden. Kleinere Schwenks von wenigen Grad benötigen in der Regel keine Neukalibrierung.

### 4. Autoguiding aktivieren und kontrollieren

Jetzt ist ein guter Zeitpunkt gekommen, die Position des zu fotografierenden Objekts zu kontrollieren; ist dies erfolgt, sollte der Leitstern mit Hilfe der Leitrohrverstellung in die Mitte der Nachführkamera gebracht werden. Mit dem Schalter »Guide« wird die automatische Nachführkontrolle gestartet. Guidemaster öffnet ein kleines Dialogfenster, das mit der obersten Schaltfläche »Auf aktuelle Position Guiden« bestätigt wird. Erneut wird man aufgefordert, auf den Leitstern zu klicken. Es ist wichtig, den Stern genau zu treffen. Ist dies geschehen, öffnet sich das »Guide«-Fenster und die automatische Nachführkontrolle beginnt. Mit dem Fenster hat man die Nachführqualität optimal unter Kontrolle: Im unteren Bereich erfolgt die visuelle Kontrolle, links ist das Livebild des Leitsterns in hoher Vergrößerung zu sehen. Bei unruhigem Seeing wird man den Stern zappeln sehen. Im rechten Bild sind zwei Zielkreise angebracht, in denen die Messpunkte gesammelt werden, hier kann man die absolute Nachführgenau-

igkeit sehen. Die Skala des äußeren Kreises kann mit dem Wert »FullScaleRes« eingestellt werden, der innere Kreis entspricht der Hälfte des Wertes. Die beiden waagerechten Graphen darüber zeigen die Abweichung in Rektaszension und Deklination auf, auch hier ent-

spricht der eingestellte Wert der Höhe der y-Achse. Viele äußere Faktoren wie das Seeing, die Leitrohrbrennweite oder die Genauigkeit der Montierung bestimmen die Häufigkeit der notwendigen Korrekturbewegungen. Der Regelalgorithmus von Guidemaster kann mit Hilfe des Schiebereglers »Aggressivness« individuell angepasst werden. Bei einem Wert von 100% würde Guidemaster versuchen, jegliche Abweichungen sofort zu kompensieren, dies führt aber schnell zu einem unstabilen Gesamtsystem. Im Praxistest haben sich Werte von 20–30 bewährt. Die Position wird aus dem Helligkeitsschwerpunkt des Sterns ermittelt und von Guidemaster auf ein zehntel Pixel genau bestimmt. Bei starker Seeingbewegung ist die Funktion »Averageing RA« bzw. »Averageing DE« ideal, hierbei wird ein gleitender Mittelwert der Sternposition aus n Webcambildern ermittelt.

Am besten beobachtet man die Nachführkontrolle für einige Minuten, ob alles zur Zufriedenheit läuft. Mit einem kurzen Tippen auf den Fernrohrtubus kann man simulieren, wie sich das System bei einem heftigen Windstoß oder einer versehentlichen Berührung verhält. Läuft alles optimal, kann man mit der Belichtung der Fotos beginnen. Möchte man während der Belichtung manuell eingreifen, z.B. die Deklinationsachse von Hand korrigieren, kann man auch während des Nachführprozesses einzelne Korrekturbewegungen von Guidemaster abschalten. Im Menü »Setup/Vectors« befindet sich die Checkbox »Enable Corrections«, deren Einstellungen sofort wirksam werden.

Die Funktionsfähigkeit von Guidemaster zeigt sich vor allem in der großen Anzahl von zufriedenen Anwendern und der Tatsache, dass Guidemaster von vielen käuflichen Astrokameras als Nachführprogramm empfohlen wird. Der Autor hat Guidemaster in drei Nächten mit mobiler

Ausrüstung getestet. Als Montierung kam die weit verbreitete Vixen GP-DX mit einem LX200 kompatiblen Steuergerät zum Einsatz. Als Leitrohr diente ein 75mm-Refraktor, der mit einem Zenitprisma und einer unmodifizierten Phillips TouCam Pro 740k ausgestattet war. Fotografiert wurde wechselweise mit einem 115mm-Refraktor und einen 200mm-Newton. Als Kamera wurde die Canon EOS 20Da verwendet. Als Faustregel für diese Ausrüstung kann gesagt werden, dass man für das Autoguiding genauso helle Leitsterne braucht wie für manuelles Guiding mit einem beleuchteten Fadenkreuzokular. Verwendet man eine für Langzeitbelichtung umgebaute Webcam oder eine spezielle Nachführkamera wie die seit kurzem von Guidemaster unterstützte ALCCD05- oder die Trifid-Nugget-Kamera, kann man auch mit erheblich schwächeren Leitsternen arbeiten.

### Fazit

Notwendig ist in jedem Fall eine genau aufgestellte parallaktische Montierung mit Nachführmotoren in beiden Achsen. Ebenso muss die Verbindung zwischen Haupt- und Leitrohr äußerst stabil sein – denn verstellt sich die Position der Kamera gegenüber dem Leitrohr nur um einige Bogensekunden, kann je nach Aufnahmebrennweite das Foto schon ruiniert sein. Auch ein Autoguiding kann solche Fehler nicht korrigieren.

Guidemaster ist eine empfehlenswerte Software für die automatische Nachführkontrolle. Die automatische Kalibrierung und die Fülle von unterstützten Kameras und Teleskopen macht Guidemaster zum flexiblen Werkzeug für den ambitionierten Astrofotografen.

Programmabstürze oder Fehlfunktionen sind zwar während der Testphase zu beobachten gewesen, sollten jedoch bei Freeware akzeptiert werden. Die Programmfehler haben zudem das Ergebnis, das Astrofoto, nie in Gefahr gebracht. Die akustische Alarmierung im Fehlerfall (»Alarm if error more then«) hat mit der dem Test zu Grunde liegenden Version 2 niemals angeschlagen. Der programmiertechnisch anspruchsvolle Teil der Software, wie die Kamera- und Teleskopsteuerung und die Bilderkennung, funktioniert indes tadellos und vorbildlich.

### Surftipp

Guidemaster Download:  
[www.guidemaster.de](http://www.guidemaster.de)

## Wie macht man bei Strichspuraufnahmen die Sternfarben besser sichtbar?

W eil die Objekte am Nachthimmel im Vergleich zu Motiven am Tage sehr lichtschwach sind, werden in der Astrofotografie Langzeitbelichtungen eingesetzt. Je länger der Verschluss offen ist und Licht auf den Film oder den CCD-Sensor in der Kamera gelangt, desto mehr Licht wird gesammelt. Bei lichtschwachen Objekten ist das vorteilhaft, da sie nur so sichtbar gemacht werden können, gleichzeitig ist die Langzeitbelichtung jedoch für helle Objekte von Nachteil. Während die lichtschwachen Objekte gerade so sichtbar werden, sind die hellen überbelichtet. Der Effekt ist auch bei Tageslicht bekannt, wenn sehr kontrastreiche Szenen fotografiert werden. Wird so belichtet, dass in den Schatten Details erkennbar sind, dann sind die hellsten Bereiche des Fotos ausgebrannt, d.h. weiß und ohne sichtbare Details. Gerade bei Aufnahmen von Sternfeldern ist das schade, da dadurch die Sternfarben verschwinden und alle hellen Sterne grellweiß erscheinen, obwohl sie in Wirklichkeit wunderschöne Farben wie blau oder orange haben.

Mit einem Trick lassen sich trotzdem effektvolle Strichspuraufnahmen machen, bei denen die Sternfarben besser zur Geltung kommen. Er funktioniert nur, wenn sich die Fokussierung des Objektivs während der Belichtung verändern lässt. Die Aufnahme wird wie jede andere Strichspuraufnahme begonnen. Für diese Art von Aufnahme ist ein stabiles Stativ noch wichtiger als sonst, da die Kamera während der Belichtung berührt wird und sich ihre Ausrichtung nicht verändern darf. Die Kamera wird fokussiert, so dass die Sterne scharf sind, das Blickfeld wird entsprechend eingestellt und der Verschluss geöffnet. Nun wird in Abhängigkeit der geplanten Belichtungsdauer die Schärfe mehrfach leicht verändert.

Wie oft und wie weit die Schärfe verstellt werden muss, kann nicht im Voraus gesagt werden. Die notwendige Verstellung hängt einerseits vom gewünschten Effekt, andererseits vom verwendeten Objektiv ab. Bei manchen Objektiven lässt sich die Schärfe sehr feinfühlig verstellen, bei anderen ist schon bei sehr geringer Verdrehung des Fokusrings die Fokussierung deutlich verändert. Um eine Vorstellung zu bekommen, wie viel Verstellung nötig ist, kann für

den Anfang bei einer Belichtungsdauer von zehn Minuten der Fokusring einmal pro Minute um einen Millimeter verstellt werden.

Digitalkameras haben den Vorteil, dass das Ergebnis gleich sichtbar ist und die Technik schon bei der nächsten Aufnahme entsprechend verändert werden kann. Wer mit Film fotografiert, sollte bedenken, dass Film der preiswerteste Teil des Hobbys ist. Daher sollte nicht davor zurückgeschreckt werden, an einem Abend nur eine Handvoll Aufnahmen zu machen und den Film gleich am nächsten Tag entwickeln zu lassen. So können viel schneller mögliche Fehler entdeckt und entsprechend gegengesteuert werden. Wenn Versuchsreihen fotografiert werden, ist es wichtig, genau zu notieren, welches Objektiv benutzt und wie oft bzw. wie weit die Fokussierung verstellt wurde. Falls die Strich-

spuren zu schnell »auffächern«, muss das Intervall zwischen den Fokusverstellungen vergrößert werden. Sind die Sterne zum Ende der Aufnahme hin zu breit geworden, müssen die einzelnen Fokusverstellungen kleiner ausfallen. Gleiches gilt auch in der Umkehrung: Je heller der Stern, desto größer muss die Fokusverstellung sein, damit seine Farbe gut sichtbar wird.

**Ausschnitt einer Strichspuraufnahme des Schwans**, Canon EOS 10D mit 40mm-Objektiv bei f/4, 6min Belichtung, ISO 200. Die Fokussierung wurde einmal pro Minute um ca. 1mm verändert (oben). Am hellsten Stern im Ausschnitt (Deneb) ist gut zu erkennen, wie die progressive Defokussierung die Sternfarbe deutlich sichtbar macht (unten).



# Die Marsbedeckung vom 24.12.2007

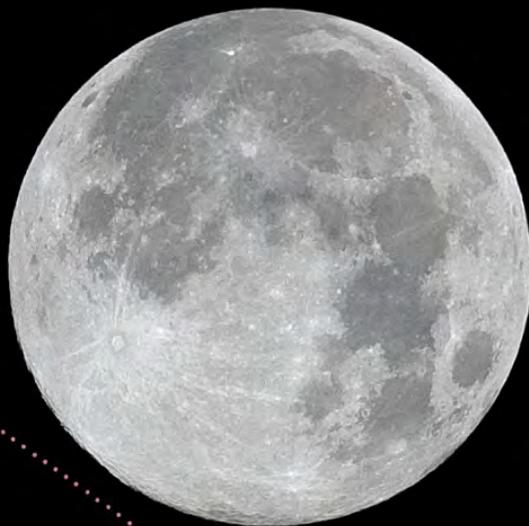
Abb. 1:

## Mond trifft

**Mars:** Am Morgen des 24.12. schob sich der Erdbegleiter vor den Roten Planeten. Auf einer quer durch den deutschen Sprachraum reichenden Linie kam es zu einer streifenden Bedeckung, wie hier in Castrop-Rauxel. 5"-Refraktor bei 3500mm, Canon EOS 300D, ISO 400, 0,8s.

Thomas Sopha

Abb. 2: **Im Südwesten Deutschlands** und in der Schweiz zog der Mond nur knapp am Mars vorbei. Digitalfoto, 2,4"-Refraktor bei 355mm, Canon D10, ISO 400, 22x0,04s. Ullrich Dittler



a

Abb. 3: **Immer wieder beeindruckend ist der Kontrast in Farbe und Intensität**, der sich bei Planetenbedeckungen durch den Mond einstellt.

a) CCD-Aufnahme, 9"-SCT bei 2300mm, Philips ToUCam. *Torsten Edelmann*

b) CCD-Aufnahme, 8"-SCT bei 2000mm, Skynyx 2-1C, Summenbild. *Ullrich Dittler*

b

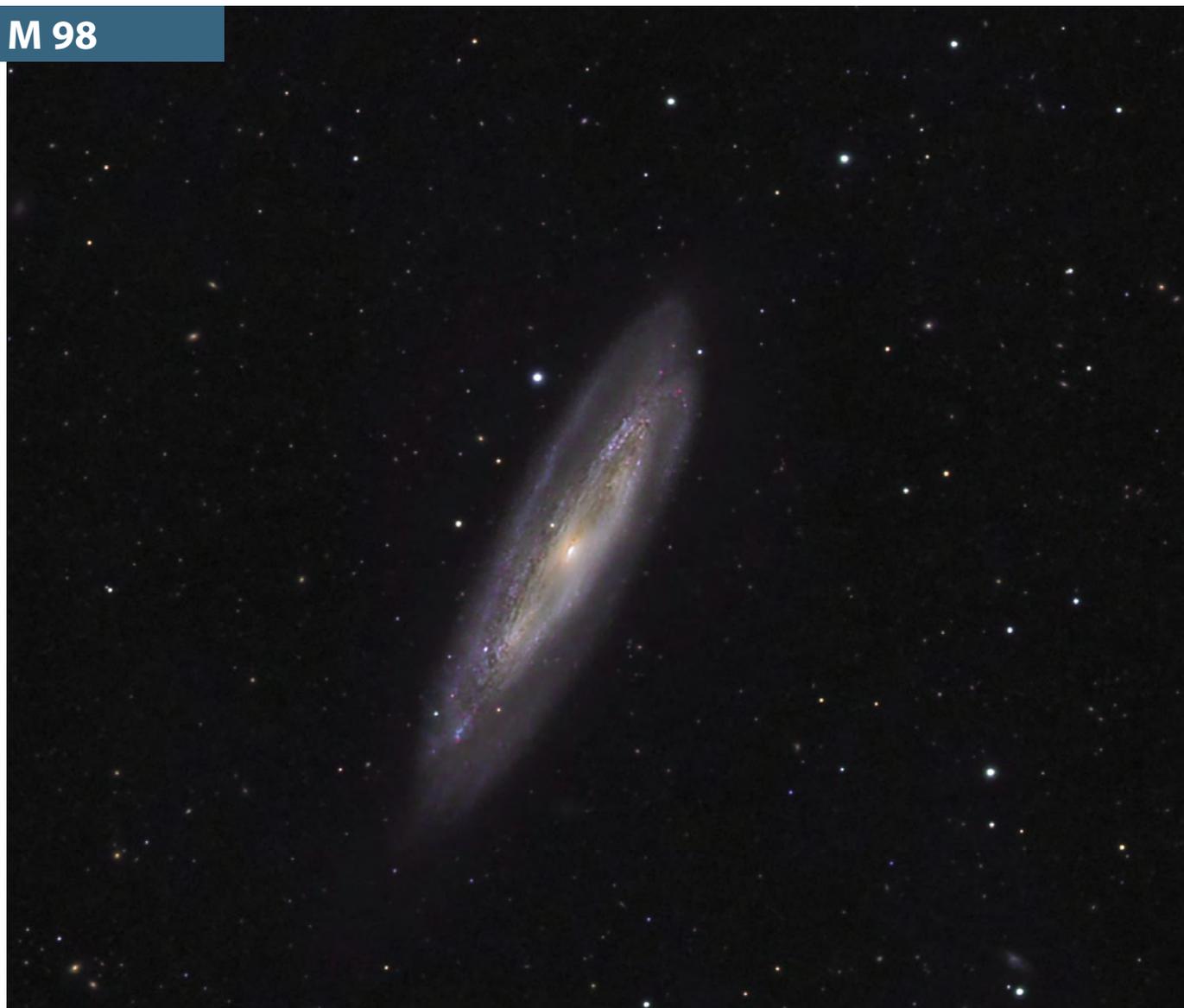


# Objekte der Saison

**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](http://www.interstellarum.de/ods.asp), ebenso eine Möglichkeit, Resultate direkt online einzusenden.

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben						
Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 58, Jun./Jul. 2008	NGC 6572	PN	Oph	18 <sup>h</sup> 12,1 <sup>min</sup>	+06° 51'	20.3.2008
	NGC 6633	OC	Oph	18 <sup>h</sup> 24,7 <sup>min</sup>	+06° 34'	
Nr. 59, Aug./Sep. 2008	NGC 7000	GN	Cyg	20 <sup>h</sup> 58,8 <sup>min</sup>	+44° 20'	20.5.2008
	NGC 7293	PN	Aqr	22 <sup>h</sup> 29,6 <sup>min</sup>	-20° 48'	
Nr. 60, Okt./Nov. 2008	NGC 457	OC	Cas	01 <sup>h</sup> 19,1 <sup>min</sup>	+58° 20'	20.7.2008
	M 76	PN	Per	01 <sup>h</sup> 42,4 <sup>min</sup>	+51° 34'	
Nr. 61, Dez./Jan. 2009	M 38	OC	Aur	05 <sup>h</sup> 28,6 <sup>min</sup>	+35° 50'	20.9.2008
	IC 410	GN	Aur	05 <sup>h</sup> 22,6 <sup>min</sup>	+33° 31'	
Nr. 62, Feb./Mär. 2009	M 46	OC	Pup	07 <sup>h</sup> 41,8 <sup>min</sup>	-14° 49''	20.11.2008
	M 47	OC	Pup	07 <sup>h</sup> 36,6 <sup>min</sup>	-14° 30'	
Nr. 63, Apr./Mai 2009	M 106	Gx	CVn	12 <sup>h</sup> 19,0 <sup>min</sup>	-47° 18'	20.1.2009
	NGC 4449	Gx	CVn	12 <sup>h</sup> 28,2 <sup>min</sup>	-44° 06'	

## M 98



**CCD-Aufnahme**, 16"-Hypergraph bei 3200mm, SBIG STL6303, 6x20min (L), 3x8min (R), 3x8min (G), 3x15min (B), RGB Astronomik IIc-Filter.  
 Bernd Flach-Wilken

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

## M 98

**10×50-Fernglas:** Bortle 3; direkt nur stellar, indirekt blickweise flächig. *Uwe Pilz*

**10×50-Fernglas:** fst 5<sup>m</sup>9; während M 99 und M 100 sich beim indirekten Sehen deutlich zeigen, bleibt M 98 unsichtbar, allenfalls lässt sich manchmal ein Nebelhauch erahnen, der aber auch dem Willen entsprungen sein kann. *Kay Hempel*

**70/700-Refraktor:** fst 5<sup>m</sup>5; die Galaxie ist hell und viel auffälliger als M 100, welche am anderen Ende des Großen-T liegt. M 98 ist deutlich länglich und hat kein helleres Zentrum. 28×. *Frank Lange*

**20×80-Fernglas:** Bortle 3; länglich 1:2, Helligkeitszunahme zur Mitte. *Uwe Pilz*

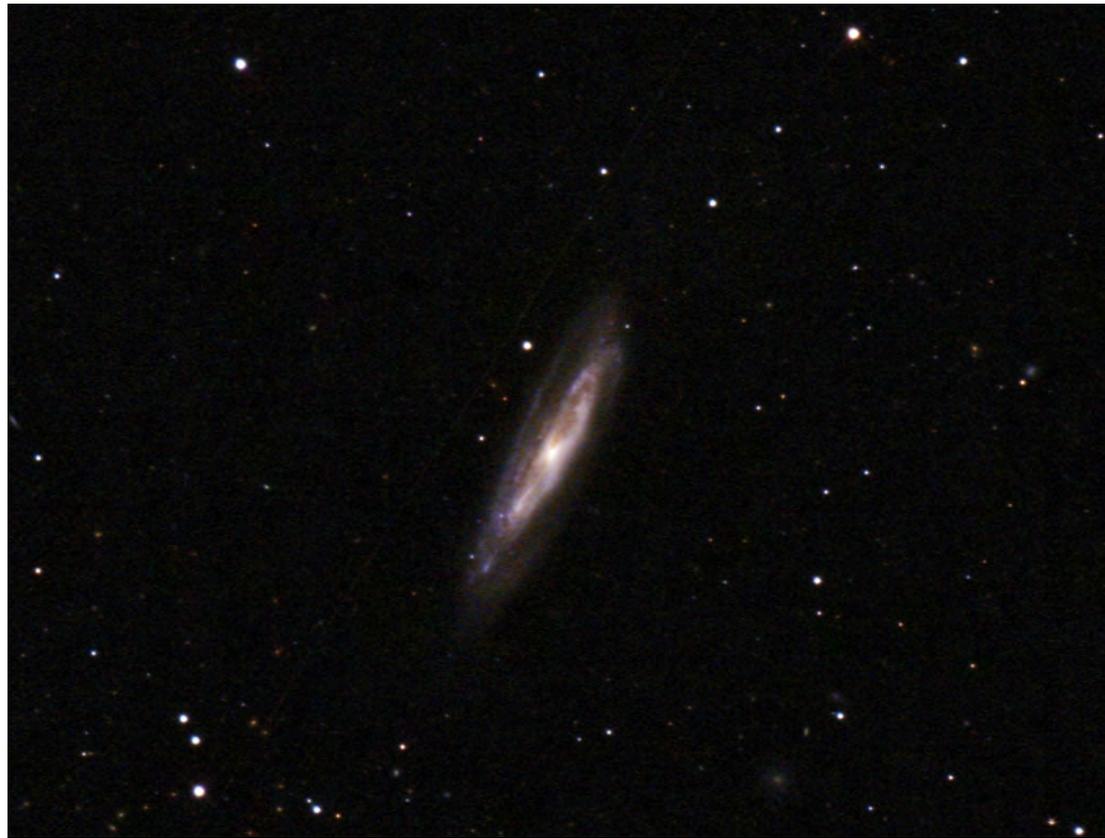
**200/800-Newton:** fst 6<sup>m</sup>0; erscheint bei 27× als längliche Spindel, zentral verdichtet, mittelhell. Bei 53× und 105× sind bereits einige Unregelmäßigkeiten sichtbar: Südlich des hellen Zentralbereichs mit schwachem, sternartigem Kern ist noch eine hellere Verdichtung in der Scheibe erkennbar. 27× – 105×. *Wolfgang Vollmann*

**200/800-Newton:** fst 5<sup>m</sup>6; sehr schwach. Länglicher Nebel. Indirekt etwas heller. 57×. *Gerd Kohler*

**254/1140-Newton:** fst 6<sup>m</sup>4; elongierte Galaxie mit hellem Kern; bei indirektem Sehen vermeine ich leichte Helligkeitsvariationen im Galaxienkörper zu erahnen, wobei diese allerdings aufgrund des aufgehellten Himmels nur schwach definiert sind. 175×. *Matthias Kronberger*

**320/1440-Newton:** Bortle 3; längliche Galaxie (1:4) mit hellem Kern und fast stellarem Zentralteil. Die Staubkante im Osten ist leicht erkennbar. Im nördlichen Teil wird die Galaxie von zwei Dunkelbändern quer durchzogen. 144×. *Uwe Pilz*

**CCD-Aufnahme,** 20"-Newton bei 2500mm, STL6303, 16×10min (L), 16×4,2min (je RGB). *Thomas Westerhoff*



**Digitalfoto,** 10"-Newton bei 1270mm, mod. Canon EOS 20Da, ISO 800, 22×300s, kein Filter. *Thomas Tuchan*

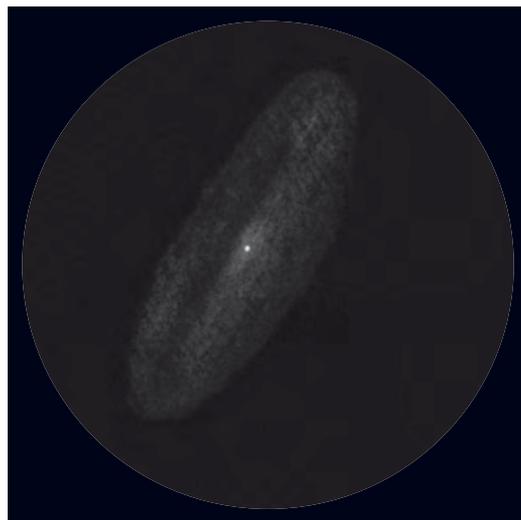




CCD-Aufnahme, 10"-Astrograph bei 2500mm, SBIG ST 8, 2x5min (L), 1x2min (je RGB). Ullrich Dittler



Zeichnung, 11,8"-Newton, fst 6<sup>m</sup>1, 164x. Hubert Schupke



Zeichnung, 10"-Newton. Martin Schoenball



Zeichnung, 14"-Newton, 165x. Markus Dähne

## NGC 4216

**10x50-Fernglas:** Bortle 3; indirekt sicher flächig sichtbar. *Uwe Pilz*

**20x80-Fernglas:** Bortle 3; sehr deutlich sichtbare, sehr lange 1:4-Spindel. Die starke Aufhellung in der Mitte ist prominent. *Uwe Pilz*

**200/800-Newton:** fst 5<sup>m</sup>6; direkt: heller Kern, etwas länglich. Indirekt: sehr lang und dünn, 3:1. 57x. *Gerd Kohler*

**200/800-Newton:** fst 6<sup>m</sup>0; sehr lange schmale Spindel. Sehr helle Kernregion mit fast sternartigem Kern, heller und viel auffälliger als der von M 98. Nordöstlich des Zentrums blinken einige und südwestlich eine hellere fast sternartige Verdichtung im Nebel auf, die aber nicht zu fassen sind. 27x – 105x. *Wolfgang Vollmann*

**254/1140-Newton:** fst 6<sup>m</sup>4; eine wirklich schöne und sehenswerte Galaxie! Ein sehr helles Zentrum sitzt in einem spindelförmigen Galaxienkörper, dessen Südost-Kante zumindest in Kernnähe besser definiert und der Kern der Galaxie auch in diese Richtung verschoben erscheint – ein Hinweis auf das Staubband, das ich unter den doch suboptimalen Beobachtungsbedingungen (Mond, div. Lichtglocken) jedoch nicht als solches erkennen kann. Gegenüber des Kerns ein Stern 14<sup>m</sup>. Zwar bleibt mir die Galaxie LEDA 39247 direkt nördlich des Kerns verborgen, nicht dafür die beiden weiteren Spindeln im Feld: NGC 4206 bleibt unter den gegebenen Bedingungen allerdings etwas blass, und NGC 4222 taucht überhaupt nur blickweise aus dem hellen Hintergrund hervor. 175x. *Matthias Kronberger*

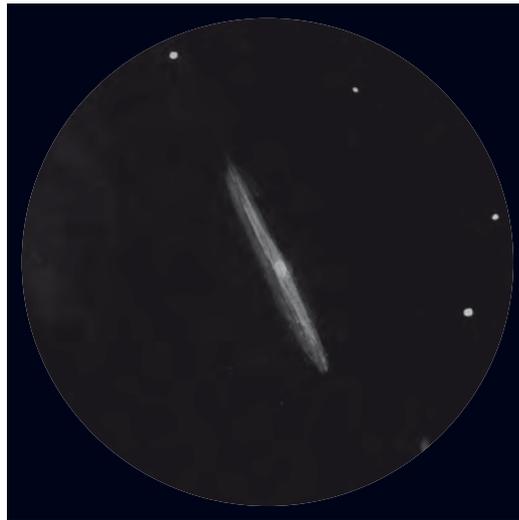
**320/1440-Newton:** Bortle 3; eine prachtvolle Galaxie! Sehr, sehr lang 1:6, ein unglaublich heller zentraler Bereich ohne stellare Kondensation, östlich ein Dunkelstreifen. 144x. *Uwe Pilz*

## NGC 4216



**CCD-Aufnahme**, 6"-Newton bei 880mm, MX7C, 4x5min.  
*Torsten Güths*

◀ **CCD-Aufnahme, 9,25"-SCT bei 1410mm**, Watec WAT-120N, 360x10s,  
IR Sperr-Filter. *Manfred Mrotzek*



◀◀ **Zeichnung**, 24"-Cassegrain, 245x.  
*Markus Dähne*

◀ **Zeichnung**, 11,8"-Newton, fst 6<sup>m</sup>1,  
164x. *Hubert Schupke*

**CCD-Aufnahme**, 10"-Astrograph  
bei 850mm, SBIG ST 8, 2x5min (L),  
1x2min (je RGB). *Ullrich Dittler*



# Astrofotos unserer Leser



**Das Nebellabyrinth des Rosettennebels.** CCD-Aufnahme, 16"-Cassegrain bei 1200mm, STL11000, 7×15min (Ha), 3×10min (R), 2×10min (G), 2×10min (B). *Bernd Liebscher*

**NGC 891 gilt als klassische Edge-On-Galaxie.** Digitalfoto, 12"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, Canon EOS 20D, ISO 800, 7×10min, Hutech Ib-Filter. *Bernd Koch*



**Eine mit Raureif bedeckte Birke im Vollmondlicht.** Digitalfoto, 20mm-Objektiv, Canon EOS 400D, ISO 800, 1×10s.  
*Holger Voss*



**Der westliche Teil der Plejaden mit dem Nebel NGC 1432.** 6,3"-Refraktor bei 1200mm, SBIG ST2000XM, 10×6min (L), 6×10min (je RGB).  
*Anthony Ayiomamitis*

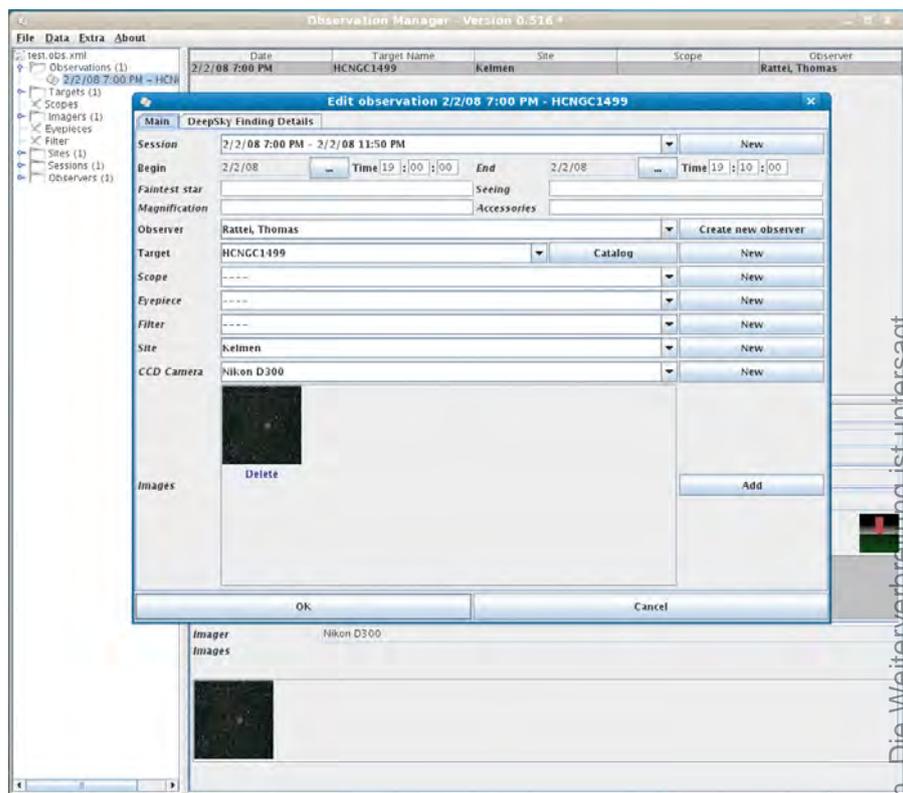


Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

## Observation Manager

Welcher Beobachter kennt es nicht: die Faszination beim Stöbern in den eigenen Beobachtungstagebüchern. Dabei werden Erinnerungen wach an eindrucksvolle Himmelschauspiele, tolle Nächte unter klarem Himmel und die Freude über endlich gesichtete, schwache Objekte kehrt wieder. Aber neben der Nostalgie haben Beobachtungstagebücher ganz praktischen Nutzen: etwa bei der Auswertung älterer Beobachtungen mit neuen Methoden oder bei der Analyse von langjährigen Beobachtungsreihen. Auch die Koordination von systematischen Beobachtungsprojekten ist von einer umfassenden Aufzeichnung der Beobachtungen abhängig.

Neben dem klassischen Beobachtungstagebuch aus Papier gewinnen elektronische Astro-Logbücher immer mehr an Bedeutung. Diese sind typischerweise in Beobachtungsplanern wie „Deepsky“ oder „Eye&Telescope“ integriert, was die Planung und Aufzeichnung von Beobachtungen auf bequeme Weise möglich macht. Das Problem dieser Logbücher ist jedoch ihre mangelnde Kompatibilität. Wer von einem Programm auf ein anderes wechselt, kann daher seine Logbücher meist nicht mitnehmen und muss sie dann von Hand neu



eingeben – was bei einer großen Zahl an Beobachtungen eine sehr ungeliebte Arbeit sein dürfte. Es lag daher nahe, ein einheitliches Dateiformat für Beobachtungstagebücher zu definieren. Die Vds-Fachgruppe für Computerastronomie nahm sich dieser Aufgabe an und erstellte den „COMAST“-Standard, der fortan als freies und offenes Schema für astronomische Logbücher dienen soll. Derzeit unterstützen zwei Anwendungen diesen Standard: das kommerziell vertriebene „Eye&Telescope“ in den Versionen seit 2.6 sowie die freie Software „Observation Manager“, die derzeit in der Version 0.516 vorliegt.

Die derzeitige Funktion des „Observation Manager“ besteht in der Erfassung von Beobachtungsdaten und ihrer Speicherung im COMAST-Format. Mit dem Programm lassen sich die für visuelle und fotografische Beobachtungen notwendigen Angaben in verschiedene Tabellen eingeben, so dass auf wiederholt verwendete Daten (z.B. zu Beobachtungsort, Teleskop, Okular, Kamera) nach einmaliger Erfassung immer wieder zurückgegriffen werden kann. Das so erstellte oder bearbeitete Beobachtungslogbuch wird in eine einzige XML-Datei gespeichert, die alle Beobachtungsinformationen enthält. Darüber hinaus können einzelne Beobachtungen als HTML-Dokumente exportiert werden, z.B. für die Publikation im Internet. Zur Analyse des Beobachtungstagebuchs stellt das Programm Sortiermöglichkeiten und eine einfache Statistikfunktion bereit, die Auswertungen nach Objekten erlaubt. Im Test haben alle Funktionen des Programms korrekt funktioniert. Dies ist erfreulich und macht den „Observation Manager“ zu einer attraktiven Alternative zu kommerzieller Software, wenn es um die Erfassung von Beobachtungslogbüchern geht. Die Hürden der Installation und Bedienung des Programms sind jedoch in der aktuellen Version nur für erfahrene Computer-Anwender zu meistern. Eine automatische Installationsroutine und die umfassende Dokumentation der Software stehen daher ganz oben auf der Wunschliste, neben einer Datenbank für Beobachtungsorte sowie umfassenden Such- und Filterungsmöglichkeiten.

■ Thomas Rattei

### Surftipps

Beobachtungs-Logbuch mit Observation Manager 0.516: <http://observation.sourceforge.net>

## Deep-Sky Companions: Hidden Treasures

»Hidden Treasures« (deutsch: »Verborgene Schätze«) ist eine Zusammenstellung von 109 Deep-Sky-Objekten, die nicht in den bekannten Katalogen von Messier und Caldwell enthalten sind. Sie lassen sich aber dennoch mit einem 4"-Teleskop unter dunklem Himmel beobachten. Die Liste der Schätze umfasst im Wesentlichen 38 Offene Sternhaufen, 35 Galaxien und 14 Planetarische Nebel. Hinzu kommen einige Kugelsternhaufen, Gasnebel und Sternassoziationen. Im Hauptteil des Buches beschreibt der Autor die 109 Objekte, die zumeist im NGC-Katalog verzeichnet



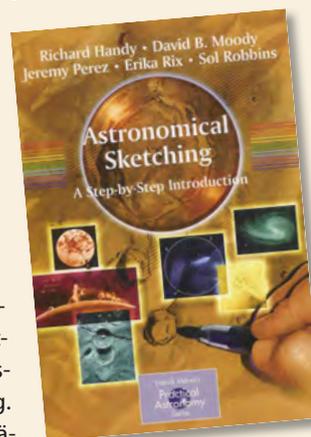
**Stephen James O'Meara, Deep-Sky Companions:** Hidden Treasures. Cambridge University Press 2007, ISBN 978-0-521-83704-0, 584 S., 38,90€.

sind und von denen sich 87 nördlicher als  $-30^\circ$  Deklination befinden. Zu jedem Objekt enthält das Buch eine Aufsuchkarte und ein Foto. Hinzu kommen oft Zeichnungen oder historische Abbildungen. In ausführlichen Texten gibt O'Meara sowohl Hintergrundinformationen zu den Objekten und ihrer Entdeckungsgeschichte, als auch Hinweise zum Aufsuchen und Beobachten. Wer alle 109 »Hidden Treasures« beobachtet hat, der findet im Anhang eine Tabelle mit 20 weiteren, vom Autor empfohlenen Objekten.

■ Thomas Rattei

## Astronomical Sketching: A Step-by-Step Introduction

Das Buch gliedert sich thematisch in sieben Kapitel, in denen die zeichnerische Darstellung von Mond, Kometen, Sonne, Planeten, Sternhaufen, Nebeln und Galaxien abgehandelt wird. Das Spektrum der Darstellungen reicht von der einfachen Handskizze bis hin zur großformatigen und künstlerisch anspruchsvollen Zeichnung. Die Autoren erklären in detaillierten Beschreibungen und zahlreichen Abbildungen die Entstehung auch komplexer Dokumentationen und ergänzen diese durch hilfreiche Beobachtungstipps. Unterschiedlichste Zeichentechniken mit Bleistift, Kohle, weißer bzw. farbiger Kreide und Buntstift, sowie die dafür jeweils notwendigen Hilfsmittel wer-



**Richard Handy, David B. Moody, Jeremy Perez, Erika Rix, Sol Robbins:** **Astronomical Sketching:** A Step-by-Step Introduction. Patrick Moore's Practical Astronomy Series, Springer Verlag, 2007, 195 S., ISBN 978-0-387-26240-6, 35,26€.

den vorgestellt. Mit seiner Ausführlichkeit stellt das Buch für den Anfänger eine umfassende Einführung in das astronomische Zeichnen dar, seine Informationsfülle macht es aber auch für den schon erfahrenen Zeichner zu einer wertvollen Quelle für Tipps und Anregungen und wird daher seinem Anspruch einer Schritt-für-Schritt-Einführung mehr als gerecht.

■ Frank Gasparini

# Termine für Sternfreunde April – Juni 2008

**3.–6.4.: 6. Sternfreundetreffen im Harz (SFTH),** Waldgasthof »Zum alten Forsthaus«, Todtenrode

① Jens Briesemeister, An der Lake 48a, D-39114 Magdeburg, agm-ev@gmx.de, de.geocities.com/sternfreundetreffen

**6.–8.6.: 1. Esener Spechtel Tage (EST)**

① Astronomie-Freunde Esens, Folstenhausener Str. 15, 26427 Stedesdorf, 04971/949076, www.astronomie-freunde-esens.info

**19.4.: 6. Praktischer Astronomischer Samstag (PaS),** Sternwarte Neuenhaus

① Christoph Lohuis, 05941/990904, info@avgb.de, www.avgb.de

**1.–4.5.: 31. Sonne-Tagung,** Planetarium und Stadtarchiv Bochum

① Michael Delfs, Waldsassener Str. 23, D-12279 Berlin, Sonnentagung2008@arcor.de, www.sonnetagung.de

**31.5.: 24. ATT, Gesamtschule Bockmühle, Ohmstr. 32, Essen**

① Walther-Hohmann-Sternwarte Essen e.V., Wallneyer Str. 159, D-45133 Essen, att@walther-hohmann-sternwarte.de, www.sternwarte-essen.de

**17.5.: 7. H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR),** Vereinsgelände Am Schnepferberg, 65468 Rüsselsheim

① Dietmar Sellner, 06147/936310, d.sellner@t-online.de, www.sternfreunde-ruesselsheim.de

**4.–6.4.: 2. Space-Agents Teleskoptreffen (SATT),** Taubensuhl, Naturpark Pfälzer Wald

① Michael Rastetter, www.space-agents.de

**2.–4.5.: 31. Tagung der Fachgruppe Spektroskopie, Landessternwarte Heidelberg-Königstuhl**

① Ernst Pollmann, Emil-Nolde-Str. 12, D-51375 Leverkusen, pollmann@t-online.de, spektroskopie.fg-vds.de

**9.–13.5.: 27. Planeten- und Kometentagung,** Bruder-Klaus-Heim, D-86450 Violau

① Wolfgang Meyer, Martinstr. 1, D-12167 Berlin, www.violau.istcool.de

**30.5.–1.6.: Chiemgauer Astronomie-Tage (CHAT),** Winklmoos-Alm bei Ruhpolding

① Astronomie im Chiemgau e.V. ① Raphael Bugiel 03641/2193065, Bugiel@Chiemgauer-Astronomie-Tage.de, www.chiemgauer-astronomie-tage.de

**4.–6.4.: 6. Aschberger Frühjahrs-Teleskoptreffen (AFT),** Aschberg bei Ascheffel

① Armin Quante, Wiesenredder 5, D-24340 Eckenförde, 04351/475830, aft2008@aft-info.de, www.aft-info.de

- M** Messe
- T** Teleskoptreffen
- F** Fachtagung
- J** Jugendlager
- S** Sternwartenfest

**14.–15.6.: 11. Kleinplanetentagung 2008,** ① Starkenburg-Sternwarte Hepenheim  
www.kleinplanetenseite.de

**1.–4.5. 17. Internationales Teleskoptreffen Vogelsberg,** Campingpark Am Gederner See, D-63688 Gedern  
① Intercon-Spacetec GmbH, 0821/414081, info@teleskoptreffen.de, www.teleskoptreffen.de

**16.–18.5.: 15. Tagung der Fachgruppe CCD-Technik,** Sternwarte Kirchheim/Thüringen  
① Dennis Möller, Kellerberggasse 9/C22, A-1230 Wien, dennis.moeller@chello.at, www.vds-astro.de/fg-ccd-technik/info/aktuelles.htm

**4.–6.4.: Teleskop-Treffen Vogelsberg (TTV),** Sternwelt Vogelsberg e.V., D-36325 Feldatal,  
① Christina Marx, 06402/809573, info@sternenwelt-vogelsberg.de, www.sternenwelt-vogelsberg.de

**17.5.: Veränderlichenbeobachter-Treffen,** Bruno-H.-Bürgel-Sternwarte Hartha/Sachsen, Töpelstr. 43

① Werner Braune, Münchener Str. 26-27, D-10825 Berlin, 030/7848453, zentrale@bav-astro.de, www.bav-astro.de

**14.6.: Astro-Technik- und Vereinstreff (ATV) Uebigau bei Herzberg**

① Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b, D-04895 Falkenberg, 0176/22837911, astro-service-hofner@t-online.de, www.herzberger-teleskoptreffen.de

**6.–8.6.: 3. Sächsisches Sommernachts-teleskoptreffen,** Lindenhof Peritz bei Riesa, Hauptstraße 18, 01609 Peritz

① Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, 0173/8076841, SternwarteRiesa@web.de

**30.4.–4.5.: Teleskoptreffen der WAA, Leiser Berge**

① Wiener Astronomische Arbeitsgemeinschaft, Fraunrubergasse 3/1/7, A-1120 Wien, 0043/664/2561221, www.waa.at

**19.4.: 33. Würzburger Frühjahrsstagung,** Physiologisches Institut, Röntgenring 9, D-97070 Würzburg,

① Frank Fleischmann, ff@fonline.de, www.sfeu.ebermannstadt.de/ft33

**30.5.–2.6.: SüdSternFreundeTreffen 2008 (SSFT),** Brandberg, White Lady Lodge, Namibia ① Wolf-Peter Hartmann, Erikaweg 67a, D-93053 Regensburg, www.suedsternfreundetreffen.homepage.t-online.de

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

## Kleinanzeigen

**Verkaufe** C9 mit Baader-Superfinder 9x60 Quick Release II, neuwertig, Originalverpackung, mit Solarfolie D-5 in Fassung, 1300,-€, • Reinhold Dietze, Tel.: 069309033

**Verkaufe** für G11-Montierung eine Gegengewichtsstange (NP 129,-€), 45,-€ zzgl. 5,90€ Versand innerhalb Deutschlands, Stange wurde auf 30mm abgedreht • E-Mail: hyakutake@freenet.de

# Demnächst in interstellarum

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



## Das neue Gesicht der Venus

Profis und Amateure entdecken unseren Nachbarplaneten neu: Während die Raumsonde »Venus Express« beeindruckende Bilder zur Erde funkt, gelingen auch Hobbyastronomen immer bessere Bilder mit neuer Technik.

## Chiemgau-Krater

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

## Sonnenfinsternis

Am 1. August findet wieder eine Sonnenfinsternis statt. Während in Mitteleuropa nur eine partielle Finsternis eintritt, verfinstert der Mond die Sonne in Sibirien, China und der Mongolei total. Wir bereiten Sie ausführlich auf das Ereignis vor.

## Meteoritensuche

Stellen Sie sich vor, Sie fahren mit dem Auto, und während Sie aus dem Fenster blicken, finden Sie einen Meteorit. Das funktioniert nicht? Im Gegenteil: Ein Enthusiast hat auf diese Weise sogar mehrere hundert Steine aus dem All gefunden.



## Kompaktferngläser

Vögel, Boote oder Sterne: Die Ferngläser der 32mm- und 42mm-Klasse sind die Allroundgeräte unter den Kompaktferngläsern. Wir vergleichen sieben Instrumente auf ihre astronomischen Fähigkeiten.

**Heft 58 ab 16.5.2008 im Zeitschriftenhandel erhältlich!**

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

## Impressum

### Verlag

Oculum-Verlag GmbH  
Westliche Stadtmauerstr. 30a  
D-91054 Erlangen  
WWW: [www.oculum.de](http://www.oculum.de)  
E-Mail: [info@oculum.de](mailto:info@oculum.de)  
Tel.: 09131/970694  
Fax: 09131/978596

### Vertrieb

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

### Grafik und Layout

Diana Hoh

### Redaktion

[redaktion@interstellarum.de](mailto:redaktion@interstellarum.de)  
Ronald Stoyan (Chefredaktion)  
Daniel Fischer, Susanne Friedrich,  
Frank Gasparini, Stephan Schurig

### 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, Torsten Edelmann, Bernd Flach-Wilken, Michael Hoppe, Bernhard Hubl, Michael Jäger, Walter Koprolin, Bernd Liebscher, Gerald Rhemann, Andreas Rörig, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Voltmer, Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch, Peter Wienerroither

### Manuskriptannahme

Bitte beachten Sie unsere Hinweise unter [www.interstellarum.de/texte.asp](http://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](http://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 sinnenstellend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

**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 2007 inkl. Zustellung frei  
Haus: 39,90 € (D), 44,80 € (CH), 42,90 € (A),

44,80 € (Ausland), erscheint zweimonatlich  
Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez.

**Private Kleinanzeigen**

können kostenlos unter [www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp](http://www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp) aufgegeben werden

**Geschäftliche Anzeigen**

es gilt Preisliste Nr. 8 vom 1.11.2006  
Stephan Schurig, Anzeigenleitung  
Fax: 09131/978596  
E-Mail: [werbung@interstellarum.de](mailto:werbung@interstellarum.de)

**Inserenten dieser Ausgabe**

APM Telescopes	43	Hofheim	7	Sahara Sky	77
AP Niederderau	52	Eclipse Reisen.de	77	Farm Tivoli	77
Astronomie.de	39	Intercon Spacetec	4/5	Teleskop-Service	80
AstroInfo	7	Kosmos-Verlag	80	Astro Optik GmbH	55
Astrocom	U3	Wolfgang Lille	77	Weltraum-Versand	77
Astro-Shop	U2	Lunt Solar Systems	67	William Optics	74
Astrolumina	46	Meade Instruments	U4	Wissenschaft Online	13
ATT	77	Gerd Neumann jr.	26		
Fujinon Europe	6	nimax GmbH	8/9		

**Leserhinweise**

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

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

**Koordinaten:** äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

**Helligkeiten:** sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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