

# f o k u s s i e r t

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

## Wie weit sind die Plejaden entfernt?

Vor nicht allzu langer Zeit konnten solche Fragen nur Fachastronomen beantworten. Moderne CCD-Technik und Filtersysteme erlauben es heute aber auch dem Amateur, die Methodik zur Entfernungsbestimmung Offener Sternhaufen nachzuvollziehen. Die gewonnenen Ergebnisse können nicht so genau sein, dass sie die mit Großteleskopen und automatischen Photometern gewonnenen Literaturwerte erreichen. Dennoch zeigt der Aufsatz ab Seite 48, dass der Amateurastronomie ein neues Gebiet geöffnet wurde. Das Titelbild von Johannes Schedler, aufgenommen mit einem 105mm-Refraktor bei 680mm Brennweite und einer STL-11000M CCD-Kamera, ist zu Beginn des Artikels noch einmal in voller Größe reproduziert.

## Ods-Mitarbeit

interstellarum hat in den letzten Jahren viele neue Leser gewonnen – doch nur wenige nehmen an den Objekten der Saison (ab Seite 21) teil, unserem seit 10 Jahren laufenden Leser-Projekt. Dort laden wir alle aktiven Fotografen und Beobachter ein, uns ihre Ergebnisse zu zwei ausgesuchten Deep-Sky-Zielen vorzustellen. Aus den Einsendungen drucken wir alle wörtlichen Beschreibungen sowie eine Auswahl der Fotos. Die Messlatte liegt dabei niedriger als Sie denken – lassen Sie sich doch einmal anstecken von den Resultaten der anderen Sternfreunde, und machen Sie mit! Die jeweils aktuell zu beobachtenden Objekte sind in der Tabelle auf Seite 21 in den letzten beiden Zeilen zu finden.

Versehentlich übersehen wurde die nebenstehende Abbildung von NGC 1528, die Torsten Hansen für das Heft 37 eingesendet hatte.

## Komet Machholz

Kurz vor Druckbeginn dieses Heftes tauchte mit dem Kometen Machholz ein schöner Schweifstern am Abendhimmel auf. Erste Fotos finden Sie auf Seite 40. Eine ausführliche Bilder-Rückschau werden wir in der nächsten Ausgabe veröffentlichen. Wir freuen uns über weitere aktuelle Fotos und Zeichnungen von Komet Machholz aus dem Leserkreis, die auch nach Redaktionsschluss noch angenommen werden können.

viel Spaß beim Beobachten, Fotografieren und Einsenden wünscht,

*Ronald Stoyan*



ntersagt.

Zw

9

Dies



## 42 Die Milchstraße gezeichnet

Die Milchstraße ist die großartigste Galaxie, die wir am Nachthimmel bewundern können. Vier visuelle Beobachter haben unter großem Aufwand das nächtliche Lichtband gezeichnet.

*von Arndt Latusseck*

## 48 Distanzbestimmung mit Amateurmitteln

Wie weit ist es bis zu den Plejaden? Moderne Aufnahmemethodik gibt auch Amateurastronomen die Möglichkeit, Entfernungsbestimmungen Offener Sternhaufen durchzuführen. Ein Versuch zeigt Methodik und Probleme.

*von Bernd Böhmer*

## Beobachterforum

- 6 Rückblick: Die Mondfinsternis vom 28.10.2004 • Nebenmond über Köln
- 7 Galaxien hinter der Krippe • NGC 2242: Der schwächste NGC-PN

## Astroszene

- 8 2. Praktischer astronomischer Samstag • Göttinger Sternwarte zu verkaufen
- 9 Die 23. Bochumer Herbsttagung

## Schlagzeilen

- 10 Nachrichten aus der Forschung

## astro aktuell

- 14 Top-Ereignisse • Sonne, Mond und Planeten • Meteorströme
- 15 Thema: Merkur in günstiger Abendsichtbarkeit
- 16 Kosmische Begegnungen
- 18 Astronomie mit dem bloßen Auge: Die Krippe
- 18 Astronomie im Fernglas: NGC 2174 und 2175
- 19 Veränderlicher aktuell:  $\alpha$  UMi
- 21 Objekte der Saison: M 50/NGC 2359

### ☾ Mond

- 28 Im hohen Norden des Mondes

### ☀ Sonne

- 33 Sonne aktuell

### ♃ Planeten

- 34 Phantom Merkur
- 37 Überwachung der Saturnatmosphäre

### ☄ Kometen

Kometen aktuell

### ✦ Milchstraße

- 42 Die Milchstraße – eine Studie der visuellen Abbildungen
- 48 Distanzbestimmung mit Amateurmitteln

### 🌌 Universum

- 54 BL Lacertae-Objekte

## Hardware

- 60 Acht Zoll für unterwegs

## Technik

- 66 Videoastronomie für Einsteiger

## Galerie

- 72 Astrofotos von Bernd Liebscher

## Sternfreund-Service

- 74 Produktspiegel – Neues vom Hersteller
- 75 Rezensionen – Neu auf dem Markt
- 76 Termine • Kleinanzeigen • Vorschau • Impressum



## 28 Der hohe Norden des Mondes



## 37 Amateure überwachen Saturn



## 60 Reise-Dobson im Test





## Rückblick: Die Mondfinsternis vom 28.10.2004

Abb. 1: Die Totale Mondfinsternis vom 28.10.2004 konnte in Schwerin nur bis ca. 4:40 MESZ durch eine dünne Wolkendecke verfolgt werden. Danach war aufgrund zunehmender Bewölkung keine weitere Beobachtung mehr möglich. Die Aufnahme entstand mit einer Digitalkamera Fuji FinePix 602 Zoom in Okularprojektion bei 40-facher Vergrößerung am 200/2000 SCT. [Frank Meyer]



Abb. 2: Leider befand sich auch im österreichischen Amstetten der Mond hinter Zirruschleieren. Die Aufnahme gelang mit einem 200/1800-Refraktor bei 9-sekündiger Belichtung auf Kodak 200ASA Farbfilm. [Josef Büchsenmeister]



Abb. 3: Die MoFi konnte aus der Nähe des Weserstadions in Bremen nur teilweise verfolgt werden. Die Aufnahmen entstanden mit einem 125/800mm-Refraktor mit einer EOS 10D Digitalkamera.

### Nebenmond über Köln

Das seltene Phänomen eines »Nebenmondes« war am 25.10. über Köln zu beobachten, als ein dünner Wolkenstreifen über den Mond hinweg zog. Als ich die Erscheinung das erste Mal sah, befand sie sich am Westrand des 22°-Kreises eines typischen Mondhalos, doch bis ich die Kamera schussbereit hatte, war sie bereits verschwunden. Noch während ich ersatzweise ein paar Bilder vom zunehmenden Mond machte, tauchte sie aber am Ostrand des Kreises wieder auf, und dort gelang mir das beiliegende Foto.

*Herrmann-Michael Hahn*



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

## Galaxien hinter der Krippe

Der Offene Sternhaufen M 44, die Krippe, liegt fernab der Milchstraßenebene. Dies ist ein Projektionseffekt: Durch ihre große Nähe zum Sonnensystem genügt eine geringe tatsächliche Abweichung von der galaktischen Ebene, um den Haufen davon zu projizieren. Außer den Sternen der Krippe selbst ist also in dieser Richtung nicht viel »galaktisches« zu sehen. Aus diesem Grund ist es auch möglich, einige Galaxien sozusagen durch die Krippe hindurch zu beobachten. Grundvoraussetzung dafür sind genaue Karten, welche am Fernrohr benutzt werden können. Meine Beobachtungen entstanden an einem ländlichen Beobachtungsort mit einer Grenzgröße jenseits von 6<sup>m</sup> im Zenit:

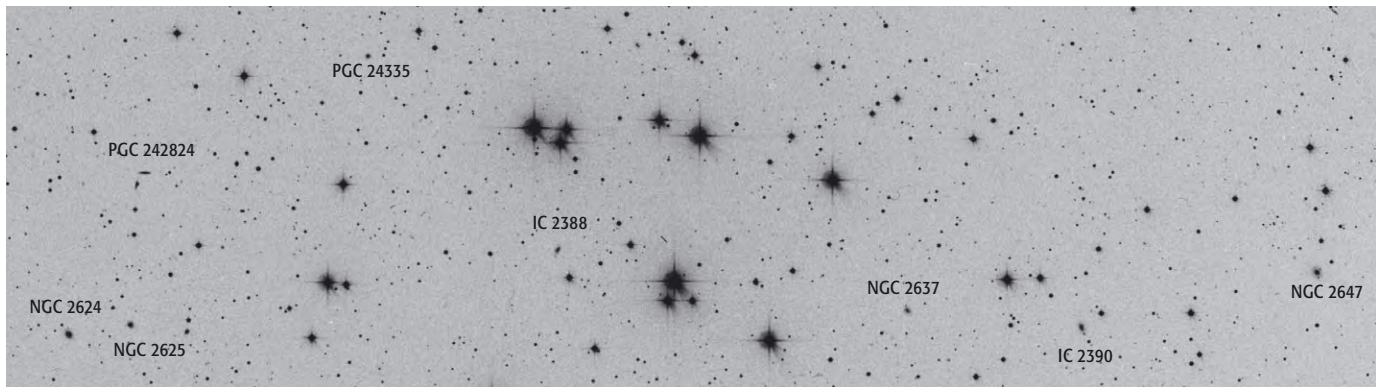
- **IC 2390:** Keine Sichtung bei Vergrößerungen bis 144×.
- **NGC 2625:** Sofort sichtbar, leicht diffus, am ehesten rund (144×).
- **NGC 2624:** Sehr schwierig, erforderte längeres Probieren. Nur indirekt und blickweise sichtbar (144× und 240×).
- **NGC 2647:** Indirekt nicht sehr schwer, aber keine Details.
- **UGC 4526:** Sehr einfach, hell: Eine diffuse Scheibe. Die Spindelform konnte nicht erkannt werden.

Galaxien hinter M 44				
Name	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe
NGC 2624	8 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 09,6 <sup>s</sup>	+19° 43' 33"	14 <sup>m</sup> 6	0,7'×0,5'
NGC 2625	8 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 23,1 <sup>s</sup>	+19° 42' 59"	14 <sup>m</sup> 5p	0,4'
CGCG 89-56	8 <sup>h</sup> 38 <sup>m</sup> 23,8 <sup>s</sup>	+19° 35' 46"	15 <sup>m</sup> 2	0,7'×0,2'
CGCG 89-62	8 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 14,1 <sup>s</sup>	+19° 28' 54"	15 <sup>m</sup> 6	0,4'
IC 2388	8 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 56,5 <sup>s</sup>	+19° 38' 43"	15 <sup>m</sup> 7	0,5'×0,3'
UGC 4526	8 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 53,8 <sup>s</sup>	+19° 21' 17"	14 <sup>m</sup> 8p	1,4'×0,2'
NGC 2637	8 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 13,5 <sup>s</sup>	+19° 41' 27"	15 <sup>m</sup> 4	0,5'×0,4'
NGC 2643	8 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 51,8 <sup>s</sup>	+19° 42' 08"	15 <sup>m</sup> 6	0,7'×0,4'
NGC 2647	8 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 43,1 <sup>s</sup>	+19° 39' 01"	15 <sup>m</sup> 1	0,7'×0,6'

Beobachtungen dieser Art faszinieren nicht durch den visuellen Eindruck der Objekte, sondern mehr durch die Vorstellung, welche große räumliche Tiefe man überblickt. Leider ist für diese Unternehmung doch eine recht große Öffnung Pflicht.

Ich habe aber auch einen Vorschlag für Sternfreunde mit kleineren Optiken: Im Haar der Berenike befindet sich der sehr große Sternhaufen Melotte 111. In diesem Haufen kann man mit einem größeren Fernglas zahlreiche Galaxien sehen, auf jeden Fall die NGC-Objekte 4274, 4278, 4314, 4494, 4559 und 4565. Sie liegen im visuellen Helligkeitsbereich zwischen 9<sup>m</sup>6 und 10<sup>m</sup>5. Auch hierfür sollte eine genaue Karte vorbereitet werden.

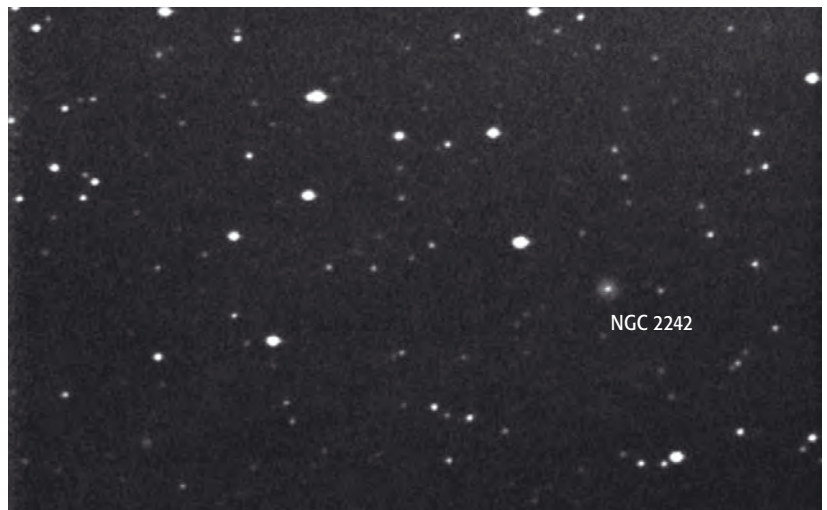
Uwe Pilz



### NGC 2242: Der schwächste NGC-PN

Als ich am 13.11.2004 im kleinen Kontrollraum meiner Sternwarte saß und aus meinen Beobachtungs-Notizen ein neues Objekt aussuchte – während »draußen« die WATEC-Kamera am 16"-Newton (f/4,5) Bild um Bild einsammelte – stieß ich zufällig auf einen kleinen Aufruf aus einer älteren interstellarum-Ausgabe zu NGC 2242, mit 15<sup>m</sup> der schwächste aller Planetarischen Nebel im NGC. Die beigefügte Aufnahme entstand mit genannter Ausrüstung bei 90×10s Belichtungszeit. Ich bin sehr interessiert an Vergleichsaufnahmen aus Amateurbereichen, da in der Literatur kaum Bilder publiziert sind.

Wilfried Wacker



## 2. Praktischer astronomischer Samstag

Die Sternwarte Neuenhaus ist Anlaufstelle für Amateurastronomen aus dem westlichen und mittleren Niedersachsen. Am 17.7.2004 hatten hier mehrere regionale Vereinigungen den zweiten »Praktischen astronomischen Samstag« initiiert.

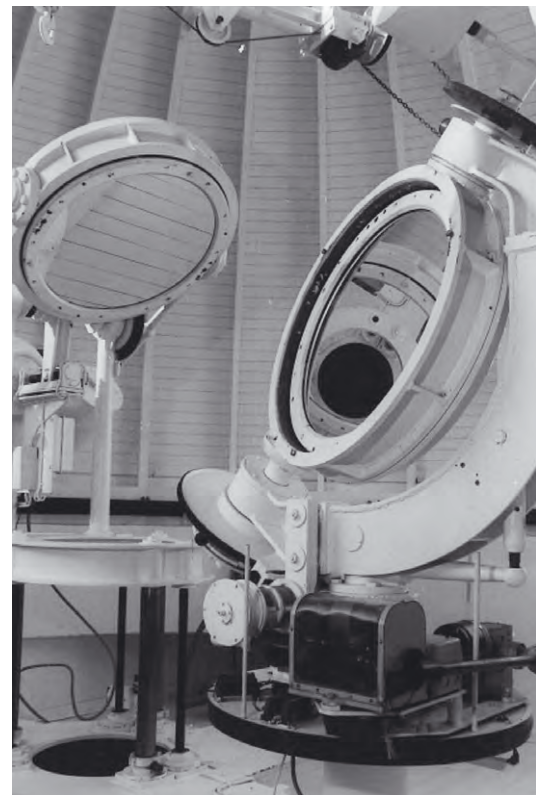
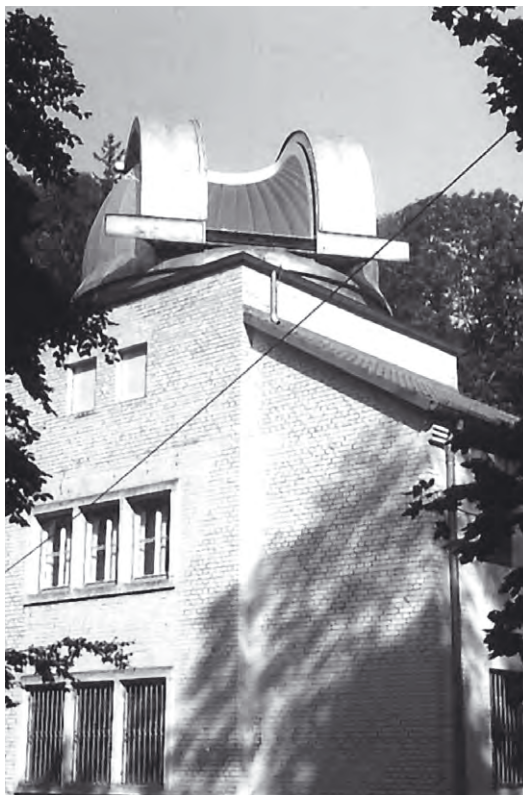
Die Veranstalter konnten 2004 auf ein großes Themenangebot aus vielen Sparten der Amateurastronomie zurückgreifen. Parallel ergänzten praktische Workshops das Programm. Zwei interessante Präsentationen zum Themenkomplex der Astrofotografie eröffneten die Veranstaltung. Der Einstieg in die Langzeitbelichtung sowie Fehlerquellen dabei waren Schwerpunkte. Besonders großes Interesse zeigte sich beim Vortrag »Vom Rohling zum fertigen Spiegel« von Frank Hauswald. Der Referent demonstrierte Wege und Probleme beim Erstellen eines Spiegels für astronomische Zwecke. Vorträge zur Webcam-Fotografie sowie anschauliche Beiträge zur ersten bemannten Mondlandung rundeten das Nachmittagsprogramm ab. Nach einer längeren Pause, die zum regen Erfahrungsaustausch genutzt wurde, nahm Thorsten Lohuis die Gäste mit auf eine Reise in die Welt der Mythologie. Hierbei stand primär der Mond im Vordergrund. Auch Kenner dieses Fachbereiches stießen immer wieder auf neue Erkenntnisse. Christoph Lohuis zeigte anschließend, dass viele »Argumente« der Mondlandegegner mit einfachen Experimenten und Fotografien entkräftet werden können. Im letzten Vortrag des Abends gab es Einblicke in das Themenfeld der Radioastronomie. Aktuelle Projekte wie LOFAR (größtes Radioteleskop der Welt), das unter anderem unweit des Austragungsortes gebaut werden soll, waren beim Publikum sehr gefragt. Der nächste »Praktische astronomische Samstag« wird am 16. April 2005 stattfinden.

*Christoph Lohuis*



## Göttinger Sternwarte zu verkaufen

Das Land Niedersachsen wird die historischen Gebäude der Göttinger Sternwarte verkaufen, nachdem das Astronomische Institut der Georg-August-Universität nächsten Sommer aus den Räumen ausgezogen ist. Es handelt sich dabei unter anderem um ein Sternwartengebäude sowie den Göttinger Sonnenturm. Die 8m-Kuppel der Sternwarte beherbergt u.a. einen 340/4130-Astrograph, einen 250/4130-Fraunhofer-Refraktor sowie einen 500/2000-Schmidtspiegel. Der Sonnenturm besteht aus einem Kuppelgebäude mit separatem hölzernem Turm mit eigenem Fundament im Inneren. Zwei Coelostatspiegel erlauben die Einspiegelung von Sonnenlicht.



Es liegen bereits mehrere Anfragen von privater Seite vor, die die Gebäude zu nicht mehr astronomisch genutzten Ferienhäusern umwandeln möchten – bevorzugt wird aber eine weitere astronomische Nutzung des Geländes, damit die historischen Geräte erhalten bleiben können. Interessenten sind aufgerufen, sich beim Landesliegenschaftsfond des niedersächsischen Finanzministeriums, Außenstelle Göttingen, zu melden ([www.mf-lfn.niedersachsen.de](http://www.mf-lfn.niedersachsen.de)).



# Die 23. Bochumer Herbsttagung

von Manfred Holl

**D**ass Informationsaustausch nach wie vor nicht nur im Internet und per Email stattfindet, beweisen die jährlich wiederkehrenden Treffen von Sternfreunden und Amateurastronomen an den unterschiedlichsten Orten Deutschlands. Die Bochumer Herbsttagung (BoHeTa) pflegt diese Tradition nun schon seit 23 Jahren und so fuhren eine Hand voll norddeutscher Sternfreunde am 20. November, einem kalten und von Schneefall geprägten Samstagmorgen, wieder einmal zur Ruhr-Universität Bochum. Sie kamen dort nach fast fünfstündiger Fahrt an, mussten allerdings feststellen, dass sie aufgrund der Witterungsverhältnisse nicht die letzten Besucher waren, die eintrafen, und dass auch weitaus weniger den Weg an Rhein und Ruhr gefunden hatten als in den vergangenen Jahren.

Fast pünktlich eröffnete Peter Riepe von der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) die diesjährige BoHeTa. Die ersten Vorträge deckten sowohl die praktische Beobachtung als auch mehr technisch orientierte Themen ab. Thomas Payers Vortrag über »Beobachtung von Sternbedeckungen mit Hilfe modifizierter Webcams«, in dem er beschrieb, wie man mit CCD-Chips aus der Bastelkiste die Leistungsfähigkeit dieses Kameratyps um 1,5 Größenklassen erhöhen kann, um solche Ereignisse festzuhalten, war auch für Beobachter anderer Himmelsobjekte interessant.

Der Höhepunkt des Tages war die Verleihung der VdS-Medaille 2004. Wolfgang Steinicke machte es richtig spannend, indem er erst über die bekannten Statuten sprach, ein »bestimmtes Programm« erwähnte, »das immer beliebter werde«, bis er schließlich die Katze aus dem Sack ließ: Preisträger des Jahres 2004 ist Georg Dittié, der mit seinem Programm Giotto vie-

len Sternfreundinnen und Sternfreunden eine Hilfe zur Bearbeitung von Mond- und Planetenvideos an die Hand gegeben hat. Die Laudatio sprach Daniel Fischer in seiner bekannt humorvollen Art.

Nach diesem Festakt standen bis zur Kaffeepause mehr beobachtungsorientierte Themen im Vordergrund. Die Palette reichte dabei von der Entdeckung des Coma-Galaxienhaufens, über Beobachtung von Sternparallaxen bis zur Fotografie der Herschel-Nebel, des Mondes und der Planeten. Besonders hervorzuheben war André Wulffs viel beachtetes »Video vom Polarlicht Ende Oktober 2003 mit selbst komponierter Musik«.

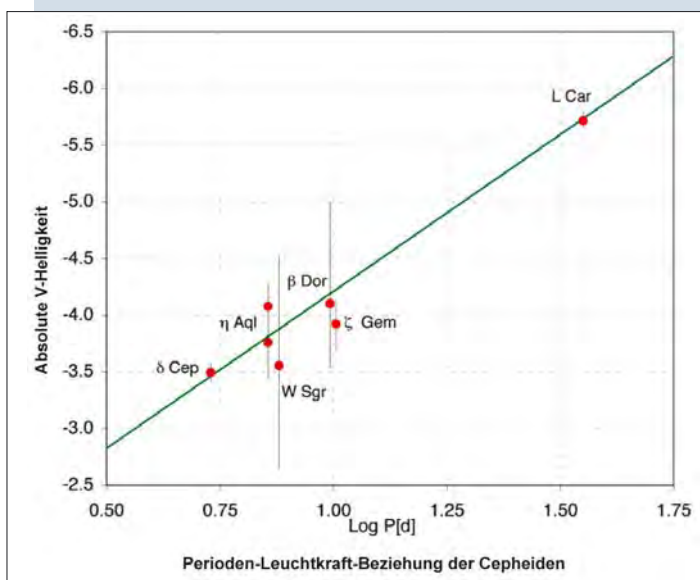
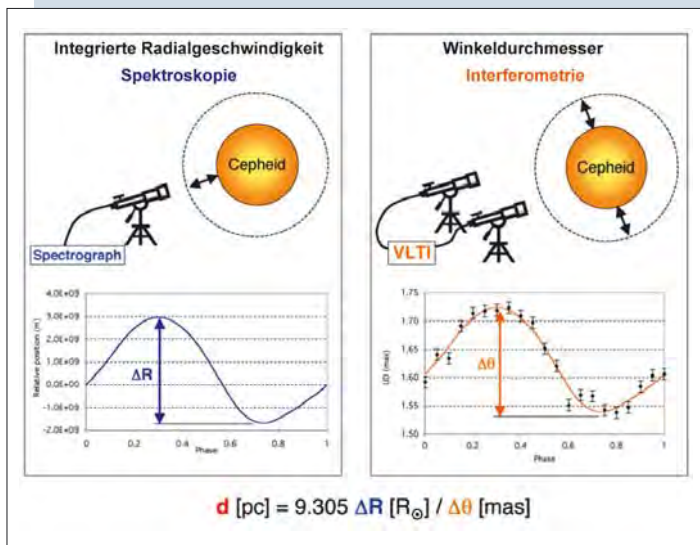
Der traditionelle Fachvortrag wurde dieses Mal von Dr. Dominik Bomans vom Astronomischen Institut der Ruhr-Universität Bochum über »Geistergalaxien – ein neuer Arm des Hubble-Klassifikationsschemas« gehalten.

Als weiterer Höhepunkt sei Dr. Axel Mellingers Vortrag »Pixel-Puzzle: CCD-Mosaikaufnahmen von großflächigen Emissionsnebeln« erwähnt. Anschließend begeisterte Rainer Sparenberg mit seiner »Himmelsfotografie mit einfachen Hilfsmitteln«, bevor Prof. Dr. Johannes Ohlert im letzten Vortrag des Tages über »Klaus und TrES-1 im Transit – das Zusammenspiel zwischen einer Hochdruckwetterlage in Deutschland und der Beobachtung des Vorübergangs eines Exoplaneten vor seiner Sonne« berichtete. Mit dem Transatlantic Exoplanet Survey (TrES) war ein Jupiter-ähnlicher Gasriese mit einem Teleskop von nur 100mm Öffnung in 500 Lichtjahren Entfernung in der Leier entdeckt worden (Umlaufperiode 3,03 Tage). Zwei dieser Transits konnten mittlerweile auch mit dem 1m-Spiegel in Trebur beobachtet werden.



Der Preisträger 2004 der VdS-Medaille Georg Dittié beim Empfang der Urkunde. [André Wulff]

Die 23. BoHeTa zeigte wieder einmal das breite Spektrum an Themen, mit denen sich Sternfreunde heutzutage befassen. Dabei wechselten wissenschaftliche Referate und Ergebnisse mit einfachen Berichten ab. Mehr als letztes Jahr wurde deutlich, dass es eben nicht nur eine Gigantomanie hin zu immer größeren Teleskopöffnungen in der Amateurszene gibt, sondern auch noch Sternfreunde, die Aufnahmen und Beobachtungen von Himmelsobjekten mit kleinen und mittleren Öffnungen machen.



## Kosmische »Entfernungs-Leiter« gesichert

Es gibt keine Möglichkeit die Entfernung zu Galaxien direkt zu messen, sondern die Astronomen bedienen sich mehrerer verschiedener Methoden, die aufeinander aufbauen. Ein wichtiger Bestandteil dieser als kosmische Entfernungs-Leiter bezeichneten Prozedur stellen die Cepheiden-Veränderlichen dar. Ihre Pulsationsperiode ist direkt mit ihrer Leuchtkraft verknüpft, wodurch sich ihre Entfernung bestimmen lässt, sofern diese Beziehung genau genug bekannt ist. Mit dem VLTI der ESO wurden die Änderungen der Winkeldurchmesser von sieben Cepheiden während 100 Stunden Teleskopzeit verteilt über 68 Nächte gemessen. Die zu messenden Durchmesser bewegten sich dabei im Millibogensekunden-Bereich. Kombiniert man diese Beobachtungen mit gleichzeitig durchgeführten Radialgeschwindigkeitsmessungen, die die lineare Durchmesseränderung des Sterns über eine Pulsationsperiode liefern, so ergibt sich aus dem Verhältnis beider Größen die Entfernung. Aus Entfernung und scheinbarer Helligkeit der Cepheiden am Himmel können zunächst die Leuchtkraft und dann die Perioden-Leuchtkraft-Beziehung bestimmt werden. Es stellte sich heraus, dass die Ergebnisse exakt mit früheren Resultaten, die aus Entfernungsmessungen des Hipparcos-Satelliten abgeleitet wurden, übereinstimmen. [ESO Press Release 25/04]

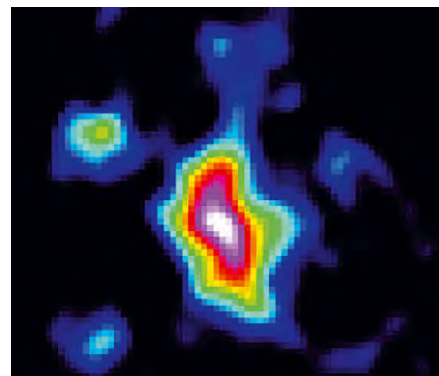
Abb. 1 (oben): Schematische Darstellung der beiden verwendeten Beobachtungstechniken: links die hochaufgelöste Spektroskopie und rechts die Interferometrie. Aus den spektroskopischen Daten wird die Radialgeschwindigkeit und damit die Veränderung des Sternradius in Metern bestimmt, aus den interferometrischen Daten wird die Veränderung des Winkeldurchmessers des Sterns bestimmt.

Abb. 2 (unten): Perioden Leuchtkraft-Beziehung für Cepheiden.

## Entstanden Schwarze Löcher vor Galaxien?

Die Beobachtung des mit 12,8 Milliarden Lichtjahren am weitesten entfernten Quasars J1148+5251 mit dem Very Large Array (VLA) Radioteleskop in New Mexico könnte ein Schritt zur Beantwortung einer lang diskutierten Frage zur Entstehung von Galaxien sein: Existierten zuerst massereiche Schwarze Löcher, um die sich später Galaxien formierten oder bildeten sich zunächst die Galaxien, in deren Zentren dann Schwarze Löcher entstanden? 60 Stunden wurde das VLA auf den Quasar gerichtet, wodurch die Masse an molekularem Gas in der den Quasar beherbergenden Galaxie zu 10 Milliarden Sonnenmassen bestimmt werden konnte. Aus der gemessenen Dynamik des Gases konnte zusätzlich die Gesamtmasse des

Systems von 40–50 Milliarden Sonnenmassen abgeleitet werden. Aus anderen Messungen ist bekannt, dass der Quasar ein Schwarzes Loch von 1–5 Milliarden Sonnenmassen besitzt. Nach einer empirisch gefundenen Relation zwischen der Masse eines Schwarzen Lochs im Zentrum einer Galaxie und der Masse der umgebenden Zentralregion der Galaxie müsste letztere aber mehrere Billionen Sonnenmassen beinhalten – also ca. 100-mal mehr als beobachtet. Daraus kann man folgern, dass wir das Schwarze Loch zu einer Epoche sehen, in der sich die umgebende Galaxie noch nicht ausgebildet hat. Weitere Untersuchungen müssen jedoch dieses Einzelergebnis bestätigen. [NRAO Press Release vom 8. November 2004]



VLA-Aufnahme des Quasars J1148+5251.

☞ SURFTIPPS |

ESO Presse Mitteilungen • [www.eso.org/outreach/press-rel](http://www.eso.org/outreach/press-rel)

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

ESA • [www.esa.int](http://www.esa.int)

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



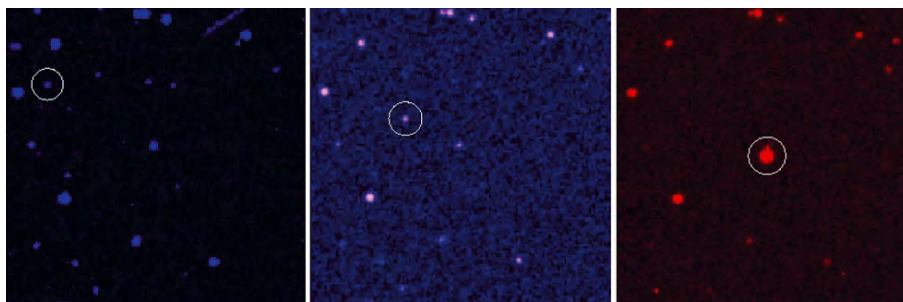
## EF Eridani

Künstlerische Darstellung des Sternsystems EF Eridani.

EF Eridani gehört zur Gruppe der AM Herculis-Sterne, Doppelsystemen, in denen ein Weißer Zwerg mit einem starken Magnetfeld von einem masseärmeren Begleiter, der sein Roche-Volumen ausfüllt und deshalb Materie an den Weißen Zwerg verliert, umkreist wird. Das starke Magnetfeld führt dazu, dass sich keine Akkretionsscheibe ausbildet, sondern die Materie in einem Strom vom Begleiter zu den magnetischen Polen des Weißen Zwerges strömt. Aus noch unbekanntenen Gründen kommt es in einigen dieser Systeme immer wieder vor, dass der Massenstrom fast vollständig versiegt. In dieser Zeit des so genannten »low state« ist es möglich sowohl den Weißen Zwerg als auch seinen Begleiter genauer zu untersuchen. Der Begleiter von EF Eridani wurde während des derzeitigen low state mehrmals sowohl photometrisch als auch spektroskopisch im infraroten Spektralbereich beobachtet. Das gemessene Spektrum kann am besten mit dem Spektrum eines Braunen Zwerges mit einer Temperatur von 1600K bis 1800K erklärt werden, der in seiner Atmosphäre mehr Stickstoff und weniger Kohlenstoff und Sauerstoff aufweist, als zu erwarten wäre. Es gibt jedoch Absorptionsbanden im Spektrum, die damit nicht erklärt werden können, was wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass die für das Atmosphärenmodell verwendeten Molekül-Datensätze unvollständig sind. Dazu kommt Strahlung vom Weißen Zwerg, die aufgrund der vorliegenden Beobachtungsdaten nicht genau charakterisiert und abgezogen werden kann. Somit müssen noch weitere Beobachtungen durchgeführt werden, bis die Natur des Begleiters in EF Eridani geklärt werden kann. [Harrison, T. E. et al., *Astrophys. J.* 614, 947 (2004)]

## Roter Zwergstern als Schnellläufer

Durch systematische Suche in Archivdaten und Himmeldurchmusterungen im sichtbaren und infraroten Licht ist Forschern vom Astrophysikalischen Institut Potsdam (AIP) erneut einer der nur schwer zu findenden, lechtschwachen Zwergsterne »ins Netz« gegangen. Bei der Europäischen Südsternwarte (ESO) aufgenommene Spektren und der Vergleich mit Sternentwicklungsmodellen ergeben, dass es sich um einen so genannten Unterzwerg mit einer Temperatur von rund 2600K handelt, der nur 8,5% der Masse der Sonne besitzt. Bemerkenswert ist seine hohe Eigenbewegung von ungefähr 3,5" pro Jahr (ca. ein Monddurchmesser in 500 Jahren) und die Radialgeschwindigkeit von etwa -160km/s. Dies erklärt sich damit, dass der Unterzwerg zu einer älteren Sternpopulation der Galaxis gehört – in



Der rote Zwergstern auf drei Archivaufnahmen: links im blauen, im roten und rechts im extrem roten optischen Spektralbereich. Jede Aufnahme zeigt denselben Himmelsausschnitt von 2,5'x2,5'. Die Veränderung der Sternposition ist deutlich zu erkennen, ebenso seine hohe Leuchtkraft an der Grenze vom optischen zum infraroten Spektralbereich.

Übereinstimmung mit der wahrscheinlich geringen Anreicherung schwerer Elemente – die nicht an der Rotation der galaktischen Scheibe teilnimmt, sondern dem Halo der Galaxis zuzuordnen ist, dessen Sterne individuellen Bahnen um das galaktische Zentrum folgen. Daraus ergeben sich hohe Relativgeschwindigkeiten zu den Sternen der galaktischen Scheibe, zu denen auch

die Sonne zählt. SSSPM J1444-2019 – so die Katalogbezeichnung des Objekts – ist mit einer abgeschätzten Entfernung von 50 bis 80 Lichtjahren vermutlich das uns nächste kühle Halo-Objekt und somit sicher ein lohnendes Ziel weiterer Beobachtungen. [Pressemitteilung des AIP vom 14. November 2004; Scholz R. D. et al., *astro-ph/0411179*]

## Jagd auf Gammastrahlen-Ausbrüche

Mit dem erfolgreichen Start des NASA-Satelliten Swift hat eine neue Ära der Erforschung der noch immer rätselhaften Gammastrahlenausbrüche (GRBs) begonnen. Zwar hat man in den letzten Jahren erkannt, dass es sich um extragalaktische Ereignisse handelt und vermutet nun, dass die »Gamma-Blitze« bei der Entstehung massereicher Schwarzer Löcher auftreten, aber für ein tieferes Verständnis bedarf es noch einer umfangreichen Datenbasis, welche alle Details (zeitlichen Verlauf, Spektrum, Entfernung, Nachleuchten) dieser kurzlebigen Erscheinungen erfasst. Dazu ist Swift mit einem »Burst Alert Telescope« ausgerüstet, das die Gammastrahlenausbrüche entdeckt und lokalisiert; mit schnell positionierbaren Teleskopen zur Messung von sichtbarem Licht, Ultraviolett- und Röntgenstrahlung kann Swift auch das Nachleuchten unmittelbar untersuchen. Zudem werden die Positionen der entdeckten Ausbrüche innerhalb von wenigen Minuten zur Erde übermittelt, so dass auch mit großen Teleskopen vom Erdboden das Nachleuchten analysiert werden kann. Es werden etwa zwei Entdeckungen pro Woche vorhergesagt. [NASA News – KSC Release 94-04]



Start der Sonde Swift.

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

## Sonne aktiv wie seit über 8000 Jahren nicht mehr

Die seit etwa 400 Jahren dokumentierten Beobachtungen der Sonnenflecken haben schon lange gezeigt, dass es über den 11-jährigen Aktivitätszyklus der Sonne hinaus langfristige Schwankungen der Sonnenaktivität gibt. So wurden beispielsweise in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts fast keine Sonnenflecken beobachtet, während in den letzten Jahrzehnten ein hohes Aktivitätsniveau zu verzeichnen ist. Die nahe liegende Frage nach dem Verhalten der Sonnenaktivität über sehr viel größere Zeiträume konnte jetzt durch die Analyse des  $^{14}\text{C}$ -Gehalts in Jahresringen fossiler Bäume beantwortet werden.  $^{14}\text{C}$  ist ein radioaktives Isotop des Kohlenstoffs, das in der Hochatmosphäre durch kosmische Teilchenstrahlung gebildet wird. Diese kosmische Strahlung wird aber teilweise durch das Magnetfeld der Sonne abgeschirmt, und zwar umso besser je stärker das Magnetfeld ist. Die Stärke des solaren Magnetfelds wiederum korreliert mit dem Auftreten der Sonnenflecken, also der Sonnenaktivität. Demzufolge weisen niedrige  $^{14}\text{C}$ -Raten auf gute Abschirmung, d.h. höhere Sonnenaktivität hin. Um mit diesem Ansatz zu einem wissenschaftlichen Resultat zu kommen, musste eine lückenlose zeitliche Sequenz von Jahresringen der Bäume erstellt und geeicht werden; zudem musste die Methode mit den direkten Beobachtungen der letzten Jahrhunderte (s.o.) abgeglichen werden. Das erstaunliche Ergebnis ist, dass man über 8000 Jahre in die Vergangenheit zurückblicken muss, um Perioden ähnlich hoher Aktivität wie heute zu finden. [Pressemitteilung 17/2004 des MPI für Sonnensystemforschung; Nature 431, 1084 (2004)]

Abb. 2.: Aus  $^{14}\text{C}$ -Daten rekonstruierte Sonnenfleckenzahlen (10-Jahres-Mittelwerte) für die vergangenen 11400 Jahre (blau) und die direkt beobachteten Sonnenfleckenzahlen seit 1610 (rot). Die Rekonstruktion zeigt, dass ein vergleichbarer Zeitraum hoher Sonnenaktivität mehr als 8000 Jahre zurückliegt. Die untere Abbildung zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des im oberen Bild schraffierten Zeitraums mit mehreren Episoden hoher Sonnenaktivität.

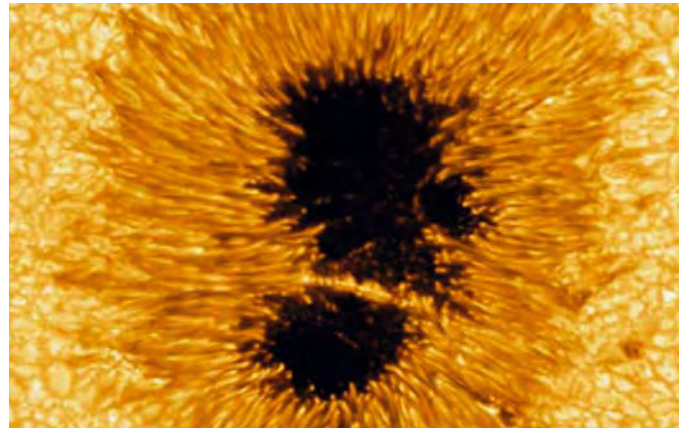
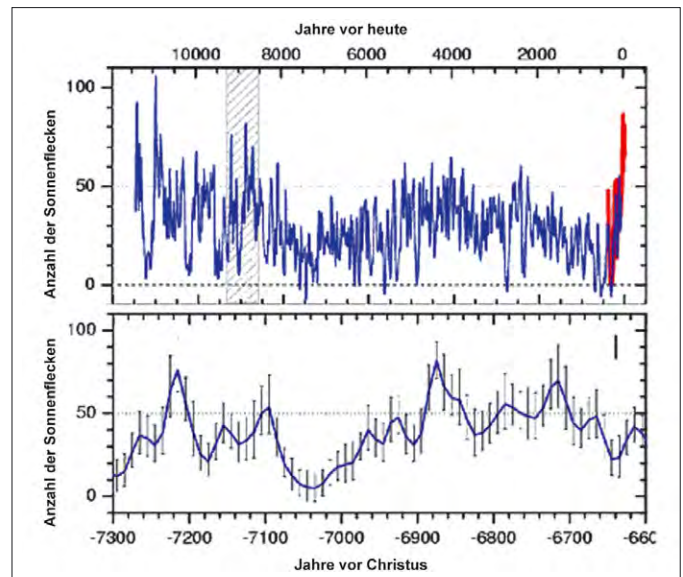


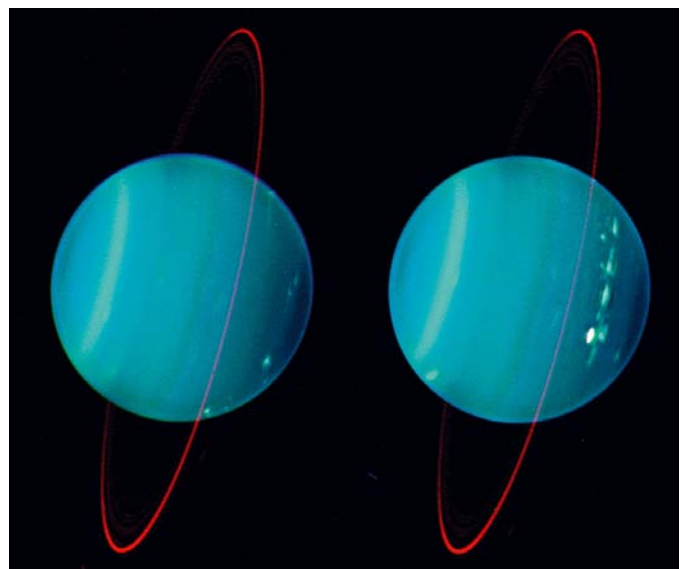
Abb. 1: Großer Sonnenfleck, der Anfang September 2004 auf der Sonne zu sehen war. Das Bildfeld umfasst ca.  $45000\text{km} \times 30000\text{km}$  auf der Sonne.



## Uranus im Großteleskop

Erstaunliche Details der Uranus-Atmosphäre zeigen Bilder, die mit dem 10m-KeckII-Teleskop auf Hawaii gemacht wurden. Dabei kam eine neue adaptive Optik zum Einsatz, die auch bei flächigen Objekten – wie Planetenscheibchen – eine hervorragende Winkelauflösung erlaubt. Aus mehreren Aufnahmen bei verschiedenen Wellenlängen im nahen Infrarot wurde ein Komposit erzeugt, das Wolkenstrukturen in verschiedener Höhe zeigt. Als 1986 die Sonde Voyager 2 den Uranus passierte, präsentierte sich der Planet im Gegensatz zu heute fast strukturlos. Dies mag an der mittlerweile anderen jahreszeitlichen Situation liegen: Vor 18 Jahren herrschte Südsommer auf Uranus, jetzt hat die Sonne annähernd die Position über dem Äquator des Planeten eingenommen, so dass beide Hemisphären des Uranus etwa gleich beleuchtet werden. Auf Grund der extremen Neigung der Rotationsachse sind die Jahreszeiten auf Uranus sehr stark ausgeprägt. [Pressemitteilung des Keck-Observatoriums vom 10. November 2004]

Uranus im 10m-KeckII-Teleskop.







## Top-Ereignisse im Februar/März 2005

- ▶ 4.2. 5:00 MEZ Mond bedeckt Antares
- ▶ 27.2. 16:00 MEZ Mond 1,2° südlich Jupiter
- ▶ 12.3. 19:00 MEZ Merkur in größter östlicher Elongation
- ▶ 26.3. 17:00 MEZ Mond 1,0° südlich Jupiter

## Sonne und Mond

Die **Sonne** klettert nun wieder auf höhere Deklinationen im Tierkreis, die Tage werden länger. Am 16.2. verlässt sie den Steinbock und tritt in den Wassermann, am 12.3. begibt sie sich in die Fische. Am Nachmittag des 27.3. steht die Sonne zumindest mit einem Teil des Durchmesser auch im Sternbild Walfisch. Eine Woche vorher hatte sie am 20.3. den Himmelsäquator überquert, an diesem Tag stand sie exakt 12 Stunden über dem Horizont.

Für **Mond**beobachter gibt es mehrere interessante Termine im Februar und März. Zu engen Begegnungen mit Jupiter kommt es am 27.2. und 26.3., leider finden beide Ereignisse am Taghimmel statt. Die junge Mondsichel ist im Februar noch sehr ungünstig zu beobachten, kann aber am Abend des 11.3. bereits 32 Stunden nach Neumond gesichtet werden. Der Erdtrabant steht an diesem Tag nahe Merkur und kann ideal als Aufsuchhilfe für den innersten Planeten dienen. Das bedeutendste Ereignis findet am Morgen des 4.2. statt, wenn der Mond den hellen Antares bedeckt. Dabei verläuft die Grenze der Sichtbarkeit quer über den südwestlichen Bereich des deutschen Sprachraums, so dass zahlreiche Beobachter eine besonders eindrucksvolle streifende Sternbedeckung verfolgen können.

## Meteorströme

Leider sind die Winternächte nicht sonderlich ergiebig für Meteorbeobachter in unseren nördlichen Breiten. Die Radianten der Südströme (Alpha Centauriden (ACE) und Gamma Normiden (GNO)) schaffen es nicht über unseren Südhorizont. Nur die **Delta Leoniden** und die

## Planeten

**Merkur** ist im Februar unsichtbar, bietet aber im März die beste Abendsichtbarkeit des Jahres (siehe Thema).

**Venus** steht unbeobachtbar mit der Sonne am Taghimmel und kommt am 31.3. in obere Konjunktion.

**Mars** ist dagegen schon wieder am Morgenhimmel zu sehen. Er durchläuft die Sternbilder Schütze und Steinbock, ist aber noch kein teleskopisch interessantes Objekt.

**Jupiter** bereitet seine Opposition in der Jungfrau vor, dabei steht er zwischen Spika ( $\alpha$  Vir) und Porrima ( $\gamma$  Vir). Die Jupiteraufgänge verfrühen sich von 23:00 MEZ Anfang Februar auf 19:00 MEZ Ende März. Am 27.2. und 26.3. passiert der Mond den Riesenplaneten nur knapp, was leider beide Male am Taghimmel stattfindet.

**Saturn** hat seine Opposition gerade hinter sich und ist in optimaler Position am Abendhimmel sichtbar. Der Ringplanet steht südlich des Zwillingspaars Kastor und Pollux nahe dem Offenen Sternhaufen NGC 2420 und kommt Ende Februar



STEFAN KUNZ



RALF VON DE BERG

in die Nähe des Eskimonebels NGC 2392, den er nur 1° nördlich passiert.

**Uranus** und **Neptun** sind unbeobachtbar, da beide Planeten ihre Konjunktion mit der Sonne erreichen, diese tritt für Uranus am 25.2. ein, für Neptun bereits am 3.2. **Pluto** ist ebenfalls noch ungünstig im Sternbild Schlangenträger positioniert.

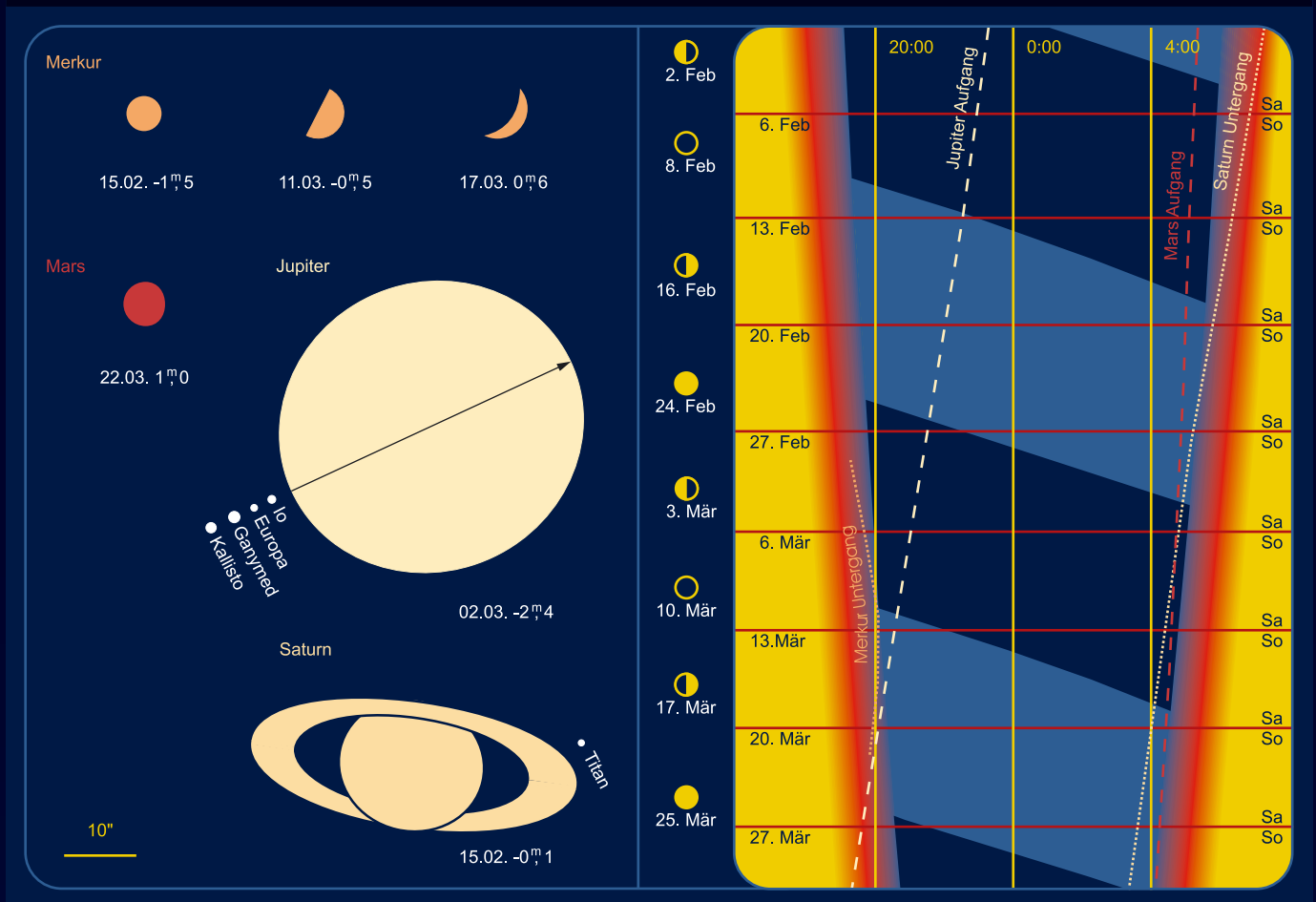
Strom	Aktivität	Maximum	Radiant	ZHR	max. sichtbar
Delta Leoniden (DLE)	15.2.–10.3.	25.02.	11 <sup>h</sup> 12 <sup>min</sup> , +16°	2	2
Virginiden (VIR)	25.1.–15.4.	(24.3.)	13 <sup>h</sup> 00 <sup>min</sup> , -4°	5	2

**Virginiden** sind überhaupt beobachtbar. Allerdings werden beide, sowieso sehr wenig ausgeprägte Maxima auch noch

ein Opfer des hoch stehenden Winter-Vollmondes.

André Knöfel

## Planeten, Mondphasen und Dämmerungsdiagramm für Februar/März 2005

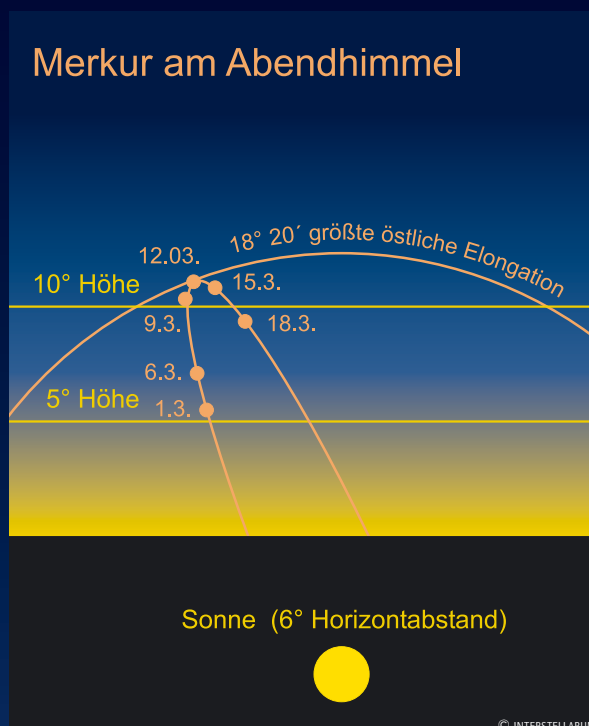


Das Planetendiagramm zeigt die Planetenscheibchen zu den angegebenen Daten im gemeinsamen Maßstab. Norden ist oben, Osten links. Das Dämmerungsdiagramm zeigt die Dämmerungszeit (Verlauf) mit Nachtstunden und Aufgängen (weite Strichelung) und Untergängen (enge Strichelung) der großen Planeten, Zeiten in MEZ. Hellblaue Nachtmarkierung bedeutet Mondschein, dunkelblaue mondlose Zeit. Die roten Balken zeigen die Position der Wochenenden, die Leiste links dazu passend die Mondphasen.

### Thema: Merkur in günstiger Abendsichtbarkeit

Merkur gilt als der am schwersten zu beobachtende Planet, weil er nur für wenige Tage pro Jahr am Himmel zu sehen ist. Die beste Beobachtungsmöglichkeit am Abendhimmel wird für 2005 Anfang März erreicht. Dabei wird Merkur in den knapp 14 Tagen seiner Sichtbarkeit von Tag zu Tag schwächer, gleichzeitig nimmt sein scheinbarer Durchmesser zu, aber auch der Anteil der uns zugewandten unbeleuchteten Merkurseite.

Am 1.3. erreicht der innerste Planet noch  $-1^m,2$ , am 4.3.  $-1^m,1$ , am 7.3.  $-0^m,8$  und am 10.3.  $-0^m,5$ . Einen Tag später ist das Merkurscheibchen genau zur Hälfte beleuchtet, der Durchmesser beträgt dabei  $7,1''$ . Am 12.3. ist schließlich der größte Abstand von der Sonne mit  $18^\circ 20'$  erreicht. In den folgenden Tagen schwinden die Chancen auf eine Beobachtung nun schnell, denn die Helligkeit des Planeten sinkt von  $-0^m,1$  am 13.3. auf  $0^m,5$  am 16.3. und  $1^m,4$  am 19.3.



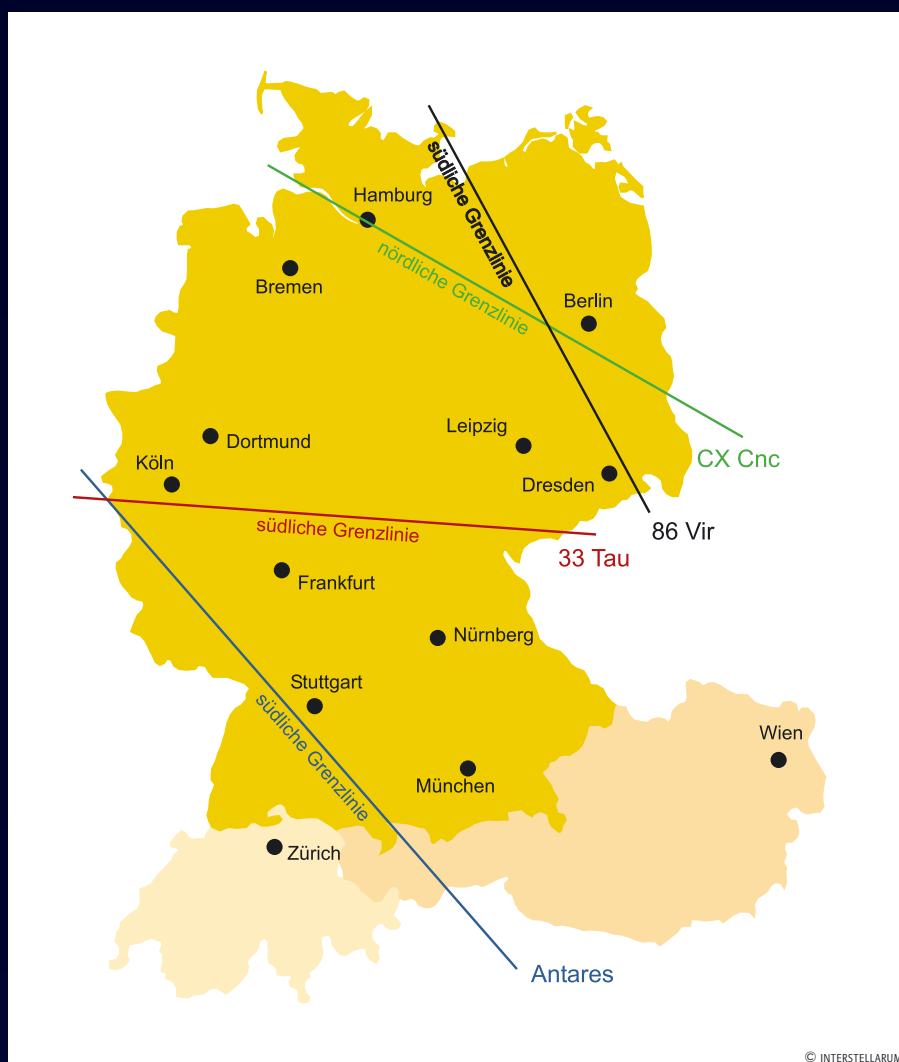
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

## Kosmische Begegnungen

Am 1. Februar können Beobachter in Nordostdeutschland auf einer Linie Insel Poel-Beelitz-Pirna eine streifende Sternbedeckung des Sternes 86 Vir am Mond-südpol beobachten. Westlich davon wird der Stern nicht bedeckt. Am 4.2. folgt das Glanglicht mit der Bedeckung von Antares, die entlang einer Linie Aachen-Karlsruhe-Kempton-Belluno am dunklen Mondrand streifend ist – nur für Südwestdeutschland und die Schweiz findet die Bedeckung nicht statt. Leider beginnt das Ereignis bereits eine Stunde nach Mondaufgang.

Der März beschert den Beobachtern zwei streifende Sternbedeckungen. Bei der ersten am 15. März wird der Stern 33 Tau nördlich der Linie Aachen-Fulda-Cranzahl vom Mond bedeckt. Südlich dieser Linie findet keine Bedeckung statt. Die zweite streifende Sternbedeckung des Monats kann am 20. März auf einer Linie Brunsbüttel-Seehausen-Forst beobachtet werden. Nördlich dieser Linie wird der Stern CX Cnc nicht bedeckt.

André Knöfel



© INTERSTELLARUM

Datum	bedecktes Objekt	Helligkeit	bedeckendes Objekt	Helligkeit	Eintritt/Austritt	Bemerkung
1.2.	86 Vir	5 <sup>m</sup> 5	Mond	–	–	streifend 5:53 MEZ, südwestliche Grenzlinie Poel-Beelitz-Pirna
4.2.	$\alpha$ Sco	1 <sup>m</sup> 1	Mond	–	05:04,9 MEZ/05:41,4 MEZ+	kurz nach Mondaufgang, streifend, südwestliche Grenzlinie Aachen-Karlsruhe-Kempton-Belluno
4.2.	HIP 80910	6 <sup>m</sup> 1	Mond	–	–/06:48,1 MEZ+	
15.2.	63 Ari	5 <sup>m</sup> 2	Mond	–	17:49,2 MEZ+/19:07,5 MEZ	
15.2.	65 Ari	6 <sup>m</sup> 1	Mond	–	18:49,8 MEZ+/20:07,8 MEZ	
18.2.	HIP 28500	6 <sup>m</sup> 0	Mond	–	17:35,3 MEZ+/18:47,5 MEZ	
20.2.	47 Gem	5 <sup>m</sup> 8	Mond	–	03:04,8 MEZ/–	vor Monduntergang
21.2.	$\omega_2$ Cnc	6 <sup>m</sup> 3	Mond	–	02:03,6 MEZ/–	
10.3.	HIP 59732	7 <sup>m</sup> 7	(209) Dido	12 <sup>m</sup> 69	03:36,5 MEZ/12,3s Dauer	Abfall 5 <sup>m</sup> 0
14.3.	$\delta$ Ari	4 <sup>m</sup> 4	Mond	–	22:29,6 MEZ+/-	kurz vor Monduntergang
15.3.	33 Tau	6 <sup>m</sup> 1	Mond	–	19:21,1 MEZ+/19:44,7 MEZ	streifend, südliche Grenzlinie Aachen-Fulda-Cranzahl
17.3.	136 Tau	4 <sup>m</sup> 6	Mond	–	23:32,2 MEZ+/00:33,2 MEZ	
20.3.	76 Gem	5 <sup>m</sup> 3	Mond	–	01:27,5 MEZ+/02:22,3 MEZ	
20.3.	CX Cnc	6 <sup>m</sup> 1	Mond	–	21:24,5 MEZ+/21:52,7 MEZ	streifend, nördliche Grenzlinie Brunsbüttel-Seehausen-Forst
22.3.	HIP 49445	6 <sup>m</sup> 4	Mond	–	20:59,9 MEZ+/-	
30.3.	HIP 77858	5 <sup>m</sup> 4	Mond	–	02:40,8 MEZ/03:54,9 MEZ+	

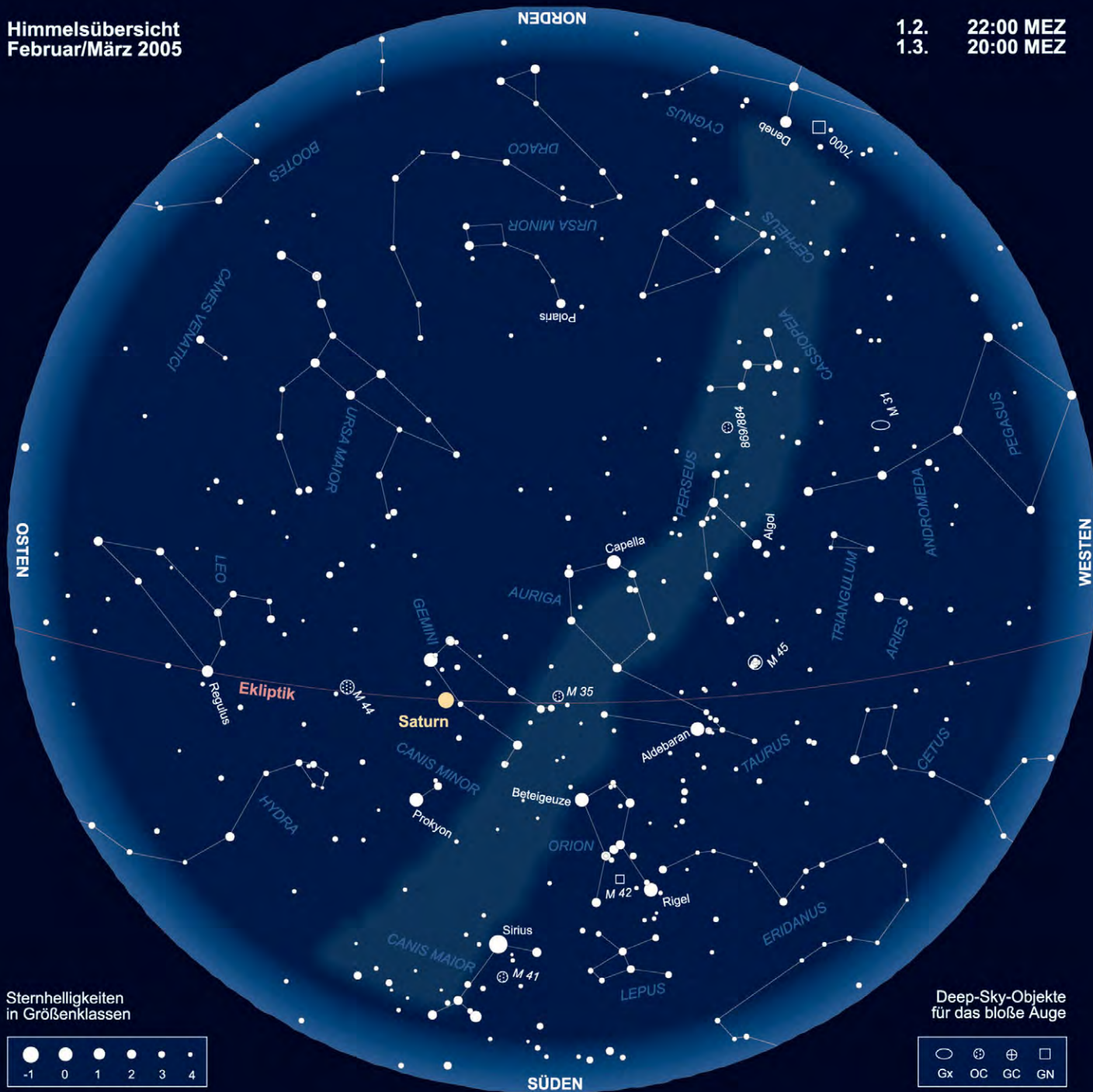
Zeitangaben mit +: Ein- bzw. Austritt auf der unbeleuchteten Seite des Mondes

Die Zeitangaben beziehen sich auf den Ort Leipzig – für andere Orte kann es Zeitabweichungen von mehreren Minuten geben.



Himmelsübersicht  
Februar/März 2005

1.2. 22:00 MEZ  
1.3. 20:00 MEZ



Sternhelligkeiten  
in Größenklassen

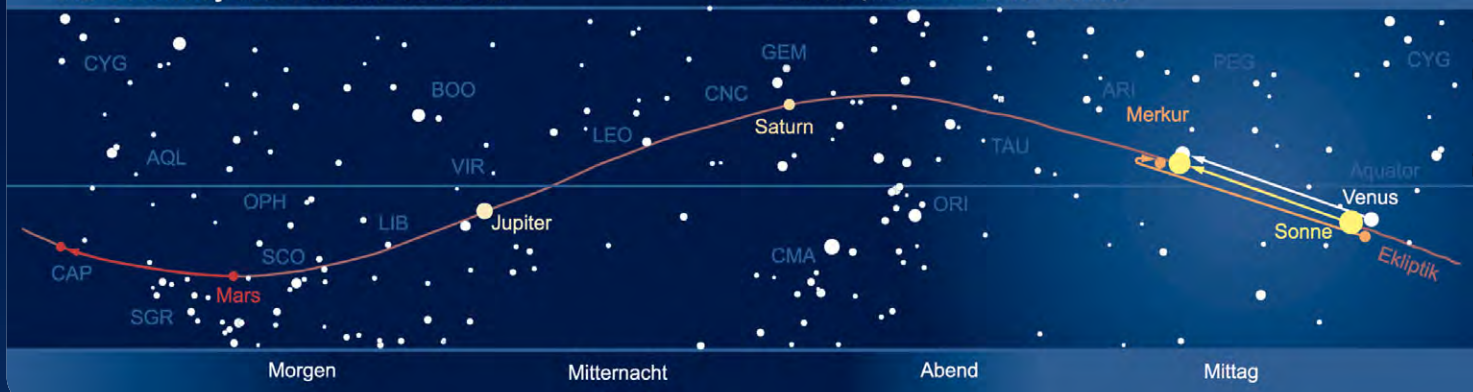


Deep-Sky-Objekte  
für das bloße Auge



Das Sonnensystem Februar-März 2005

Planetenpositionen 1.2. bis 31.3.2005



## Astronomie mit bloßem Auge: Die Krippe

M<sup>44</sup> ist sicherlich einer der bemerkenswertesten Sternhaufen am spätwinterlichen Himmel. Aufgrund der großen Helligkeit führt seine Entdeckungsgeschichte bis zurück ins Altertum. Bereits in der Antike finden sich bei Griechen und Römern verschiedenste Schilderungen des Haufens, wobei häufig eine »kleine Wolke« oder ein »Nebelstern« beschrieben wird. In der Mythologie stellt M<sup>44</sup> die Futterkrippe der beiden Esel des Gottes Dionysos dar. Die Esel werden hierbei durch die Sterne  $\gamma$  Cancri (Asellus Borealis) und  $\delta$  Cancri (Asellus Australis) repräsentiert, was visuell gut nachvollziehbar ist, da diese Sterne den Nebel praktisch in die Zange nehmen.

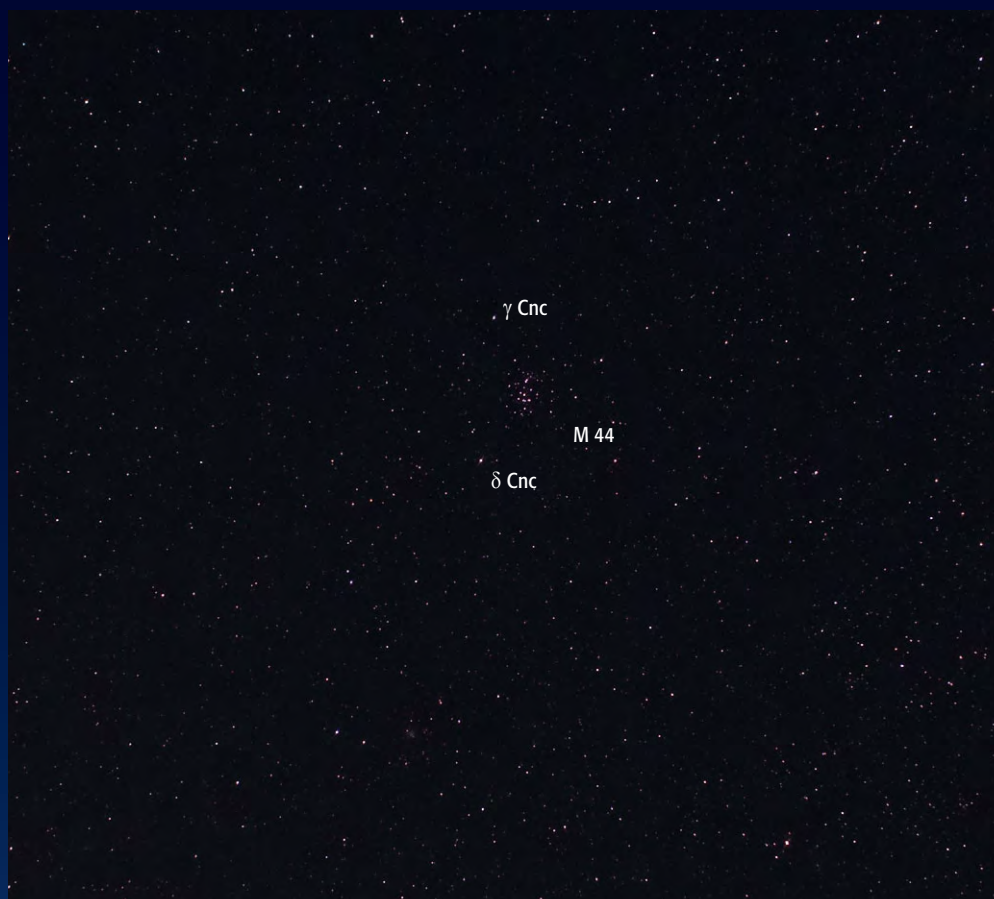
Die »Krippe« ist eines der dankbarsten Beobachtungsobjekte für das bloße Auge und kann in dieser Beziehung sicherlich in einem Atemzug mit M<sup>8</sup>, M<sup>45</sup> oder dem Doppelsternhaufen im Perseus genannt werden. Ab und an mag vielleicht sogar ein zufälliger Beobachter über den »Nebelball« stolpern. Erste Eindrücke des Haufens kann man sogar schon unter einem Vorstadthimmel gewinnen. Unter dunklem Landhimmel wird M<sup>44</sup> dann zu einem imposanten Objekt. Nicht nur, dass man

den Haufen praktisch schon in Horizontnähe erkennen kann – vielmehr gewinnt man nun auch einen ungefähren Eindruck der Dimensionen. Der Haufen bedeckt am Himmel immerhin fast die dreifache Fläche des Vollmonds! Aufgrund der Nähe zur Ekliptik ergeben sich ab und an Begegnungen mit den Objekten unseres Sonnensystems. Dann kann es ganz besonders reizvoll sein, den matten Schimmer des Nebels im grellen Licht eines Planeten zu erhaschen.

Ein oft diskutiertes Thema ist die Auflösbarkeit des Haufens mit bloßem Auge. Die Grundvoraussetzungen sind dabei durchaus gegeben, da die hellsten Sterne eine Helligkeit von 6<sup>m</sup>,5 überschreiten. Zudem erscheinen die Haufensterne aufgrund der Nähe von M<sup>44</sup> (die Distanz beträgt nur 580 Lj) relativ gering konzentriert, so dass meist ein Freiraum von einigen Bogenminuten zwischen ihnen liegt. Sicherlich sind für solche Versuche sehr gute Beobachtungsbedingungen und scharfe Augen notwendig, aber es gibt bereits einige Berichte von erfolgreichen Sichtungen einzelner Haufensterne.

Matthias Juchert

Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Uran.
M 44	OC	Cnc	8 <sup>h</sup> 40,0 <sup>m</sup> in	+19° 40,4'	3 <sup>m</sup> ,1	95'	141



PETER WIENERROITHER

## Astronomie mit

Ganz im Norden des Sternbildes Orion findet sich ein wenig bekannter Emissionsnebel mit der Bezeichnung NGC 2174. Es ist sehr eigenartig, viele helle Deep-Sky-Objekte werden immer wieder und wieder beobachtet und abgelichtet, doch dieser Nebel wird nur sehr selten beschrieben oder abgebildet. Man könnte meinen, dass es sich um ein schwieriges oder zumindest sehr uninteressantes Objekt handeln muss.

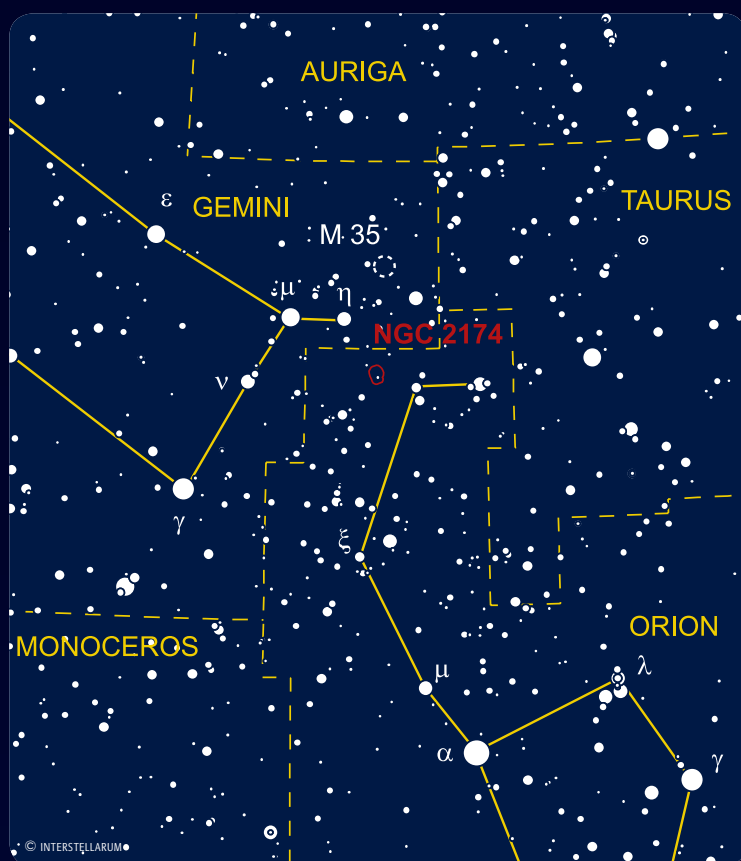
Ich selbst bin eines Tages mit einem Kleinteleskop von 110mm Öffnung bei 16-facher Vergrößerung buchstäblich darüber gefallen, als ich mich auf der Suche nach IC 443 in den Zwillingen befand. Ein auffälliger Nebel, der einen helleren Stern einhüllte, sprang mich förmlich an und ich fragte mich, warum denn ein so heller Komet übersehen werden konnte. Mir war kein helles Deep-Sky-Objekt in dieser Region bekannt. Der UHC-Filter schaffte dann aber Klarheit über die Natur des Objektes: ein Emissionsnebel. Die endgültige Lösung brachte dann die Karte mit NGC 2174 als Gasnebel und eingehülltem Sternhaufen (NGC 2175), von dem übrigens keine Spur zu sehen war.

Natürlich versuchte ich mich auch mit dem 8×32-Fernglas an dem Objekt und siehe da: Es war überhaupt kein Problem den hellen Stern mit umgebendem Nebel zu sehen. Damit ist dieses Objekt für jede Fernglasgröße ein lohnendes Ziel. Mit dem 8×32 ergab sich noch dadurch eine Steigerung des Anblicks, dass M<sup>35</sup> mit im Blickfeld lag.

Sie finden den Nebel am leichtesten von den Zwillingen aus. Biegen sie von  $\mu$  Gem über  $\eta$  Gem leicht nach Süden ab, indem sie den Abstand der Sterne noch einmal zurücklegen. Selbst bei mäßigem Himmel um die fst~5<sup>m</sup>,6 sollten Sie Ihr Ziel finden.

Rainer Töpler

## dem Fernglas: NGC 2174 und 2175



NGC 2174 gezeichnet am 8×32-Fernglas bei  $f_{st} \sim 5^m6$ . [Rainer Töpler]

Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Uran.
NGC 2174	GN	Ori	6 <sup>h</sup> 9,7 <sup>m</sup>	+20° 30,0'	-	26'×33'	137
NGC 2175	OC	Ori	6 <sup>h</sup> 9,6 <sup>m</sup>	+20° 29,3	6 <sup>m</sup> 8	18'	137

## Veränderlicher aktuell: $\alpha$ UMi

Der Polarstern (auch Polaris genannt) gehört zu den populärsten Sternen überhaupt. Dank seiner Helligkeit und seiner Beliebtheit liegen schon seit dem 19. Jahrhundert umfassende spektroskopische und photometrische Messreihen vor. Lange Beobachtungsreihen und ein riesiger Fundus an Material für einen hellen und bekannten Stern bedeuten aber nicht automatisch, dass wir ein schlüssiges Modell haben, welches alle Phänomene abdeckt.

Polaris ist zunächst als Mehrfachsystem bekannt: Der Hauptstern A hat in 18" Abstand einen Begleiter B der visuellen Helligkeit 8<sup>m</sup>6 und dem Spektraltyp F3V – diese Komponente dürfte vielen Beobachtern vertraut sein [7]. Während dieser Stern mit hoher Wahrscheinlichkeit mit Komponente A zusammen ein physisches System bildet, gelten zwei entfernte schwache Begleiter C und D als sehr unsichere Mitglieder. Wichtiger ist die Komponente P, die mit A ein astrometrisch und spektroskopisch leicht nachweisbares Doppelsternsystem mit einer Periode von 29,59 Jahren bildet. Mehrere Umläufe haben sich seit Beginn der Messungen im 19. Jahrhundert verfolgen lassen. Die Komponente P selbst ist im Spektrum aufgrund des mindestens 6<sup>m</sup> betragenden Helligkeitsunterschiedes nicht sichtbar. Eine aktuelle und umfassende Bahndiskussion findet man in [7], der aktuelle Abstand beträgt demnach etwa 0,16".

Polaris ist für konventionelle Parallaxenmessungen zu weit entfernt; so hat man mehrfach anhand der Komponente B eine spektroskopische Parallaxe ermittelt: Typischerweise erhielt man damit Entfernungen um 370 Lichtjahre. Der Hipparcos-Wert ist höher und liegt bei 425 Lj. Erst dieses Jahr hat dagegen Turner [2, 6] Hinweise auf die Mitgliedschaft von Polaris in einem sehr lockeren Sternhaufen mit nur einem halben Dutzend Mitgliedern gefunden, was die Entfernung von Polaris auf die für diese Gruppe ermittelte Distanz von 305 Lichtjahren drücken würde. Diese Unsicherheit in der Entfernung ist direkt verantwortlich für Unsicherheiten bei der Deutung der physikalischen Eigenschaften des Sterns.

Für Astrophysiker interessant ist Polaris, weil er der hellste und nächste Vertreter der Cepheiden ist. Allerdings ist es auch ein Cepheide mit einer äußerst kleinen Amplitude. Und obendrein hat seine visuelle Amplitude im Zeitraum, für den Messungen vorliegen, von dem so wieso schon geringen Wert von 0<sup>m</sup>12 bis auf fast 0<sup>m</sup>02 abgenommen. Damit einhergehend hat auch die Amplitude der Radialgeschwindigkeit, wie bei einem Cepheiden zu erwarten, deutlich abgenommen. In den 1980er Jahren und noch zu Beginn der 1990er Jahre vermutete man daher, dass der Polarstern seine Pulsationen ganz einstellen würde, aber um 1993 war diese Entwicklung plötzlich beendet, und die Amplitude nimmt seitdem allmählich wieder zu. Gegenwärtig (2004) werden 0<sup>m</sup>038 angegeben [2, 3].

Nicht nur die Amplitude ist starken Änderungen unterworfen, auch die Periode des Sterns von 3,97 Tagen

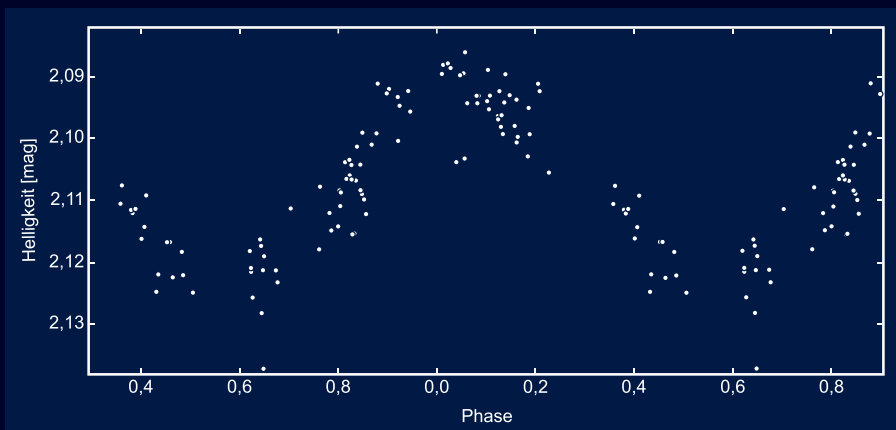


Abb. 1: Lichtkurve von Polaris nach Messungen von Hipparcos aus dem Zeitraum Februar 1990 bis Januar 1993

ist veränderlich: Seit Beginn der Messungen nimmt die Periode um 3,2 Sekunden pro Jahr ab. Das klingt nicht viel, summiert sich aber im Lauf der Zeit zu auffallenden Abweichungen von den vorherberechneten Elementen [3].

Pulsierende Sterne können in verschiedenen Modi pulsieren: Bei der überwiegenden Mehrheit der Cepheiden geschieht dies im »fundamental mode«, was bedeutet, dass sämtliches Material sich im Lauf der Pulsationen entweder nach außen oder nach innen bewegt. Expandiert dagegen eine Schicht des Sterns, während eine andere schon kontrahiert, spricht man von einer Schwingung im Oberton-Modus [4]. Aufgrund seiner ungewöhnlichen Pulsationseigenschaften hat man schon des längeren vermutet, dass Polaris ein Oberton-Pulsator ist. Allerdings ändert Polaris seine Periode weit schneller, als man nach der Theorie erwarten würde [5]. Dass man dennoch mehrheitlich immer noch dazu neigt, Polaris als Oberton-Pulsator zu interpretieren, liegt daran, dass man mit der Hipparcos-Entfernung und der direkten Durchmesserbestimmung des Navy Prototype Optical Interferometer auf einen Sterndurchmesser kommt, der zu groß für einen Cepheiden im Fundamentalmodus ist, nämlich auf 46 Sonnendurchmesser [4]. Der Wert würde allerdings genau für einen Oberton-Pulsator passen. Wird allerdings die von Turner auf 305 Lj reduzierte Entfernung zugrunde gelegt, dann könnte es sich um einen ganz normalen Fundamentalmode-Pulsator handeln – der Fall ist also noch durchaus offen. Dass die Hipparcos-Distanzen schon in diesem Entfernungsbereich mit einigen Unsicherheiten behaftet sein können, hat

man unlängst am Fall der strittigen Plejadendistanz sehen können. Allerdings ist der Turner-Wert auch kleiner als die spektroskopische Parallaxe anhand der Komponente B. Hätte Turner recht, wäre Polaris bei seiner ersten Durchquerung des Instabilitätsstreifens im Hertzsprung-Russell-Diagramm, wobei seine Temperatur abnimmt. Stimmt die Hipparcos-Entfernung und ist Polaris ein Oberton-Pulsator, dann ist Polaris zum zweiten Mal dabei, den Instabilitätsstreifen zu durchqueren, diesmal in die andere Richtung, und seine Temperatur nimmt zu.

Als ob das alles nicht interessant genug wäre, gibt es überzeugende Indizien dafür, dass Polaris in den letzten beiden Jahrtausenden merklich heller geworden ist: Seit der Antike etwa um eine ganze Größenklasse. Noch zu Herschels Zeit hatte der Stern nur  $2^m,4$ , um 1900 dann  $2^m,2$ , heute dagegen  $1^m,95$  [2, 6].

Mit seiner aktuellen Amplitude von fast  $0^m,04$  ist Polaris wieder in einem Bereich angekommen, bei dem nicht nur geübte Photometriker die Veränderlichkeit nachweisen können, sondern auch Besitzer von Digitalkameras, bevorzugt von solchen Kameras, die das Abspeichern von Bildern im RAW-Format ermöglichen. Der CCD-Pionier Christian Buil hat in seine freie Software IRIS [1] auch umfangreiche Verarbeitungsmöglichkeiten für Aufnahmen mit gängigen digitalen Spiegelreflexkameras eingebaut, und seine Experimente zur photometrischen Genauigkeit lassen hoffen, mit ihnen schöne Lichtkurven von Polaris erhalten zu können. Dass diese Aufnahmen sehr sorgfältig kalibriert werden müssen, versteht sich von selbst. Hilfestellungen dazu geben die umfangreichen Tutorials von Buil. Ein gro-

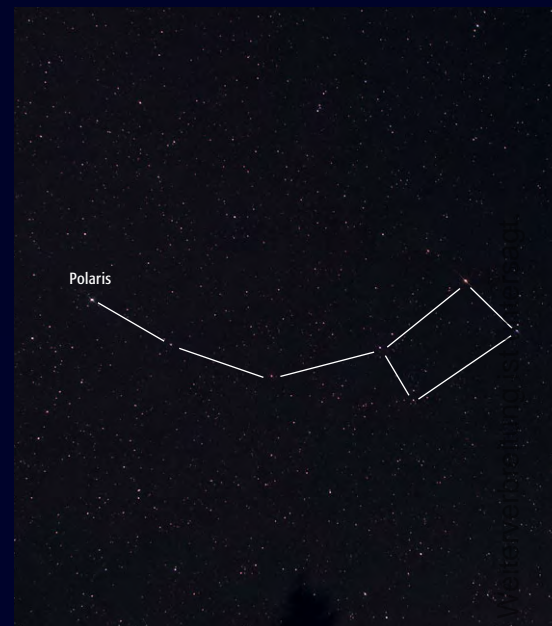


Abb. 2: Der Polarstern ist der uns am nächsten stehende Cepheiden-Veränderliche. [Peter Wienerroither]

ßer Vorteil ist die Helligkeit von Polaris und seine exponierte Position nahe dem nördlichen Himmelspol: Man braucht keine Nachführung, sondern kann seine Kamera mal eben auf ein Fotostativ schrauben und flott hintereinander ein paar Aufnahmen machen. Wiederholt man dies an jedem klaren Abend, sollten nach einem Monat genug Aufnahmen zusammengekommen sein, um die Werte zu einer aussagekräftigen Lichtkurve reduzieren zu können. Unterstützung findet man bei der BAV, der Bundesdeutschen Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne.

Béla Hassforther

- [1] Buil, C.: Software IRIS: [www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm](http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm)
- [2] Fischer, D.: Polaris Teil eines Sternhaufens – und in der Antike viel dunkler?, [www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/news/910.html](http://www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/news/910.html)
- [3] Kamper, K. W., Fernie, J. D.: Polaris revisited, *Astron. J.* 116, 936 (1998)
- [4] Nordgren, T. E.: Plumbing the Depths of Polaris, [www.usno.navy.mil/pao/press/npoi0607.htm](http://www.usno.navy.mil/pao/press/npoi0607.htm)
- [5] Pietrukowicz, P.: Period Changes in Galactic Classical Cepheids. Slow Evolution of Long-Period Cepheids, [de.arxiv.org/abs/astro-ph/0304053](http://de.arxiv.org/abs/astro-ph/0304053)
- [6] Schilling, G.: Mysteries of the North Star, [skyandtelescope.com/news/article\\_1265\\_1.asp](http://skyandtelescope.com/news/article_1265_1.asp)
- [7] Wielen, R., Jahreiß, H., Dettbarn, C., Lenhardt, H., Schwan, H.: Polaris: astrometric orbit, position, and proper motion, *Astron. Astrophys.* 360, 399 (2000)

Name	R. A.	Dekl.	Hell.	Periode	Bemerkung
$\alpha$ UMi	$2^h 31^m 47s$	$+89^\circ 15' 51''$	$1^m,95-1^m,99$	3,97d	Cepheid

# Ods Objekte der Saison



M 50 • Offener Sternhaufen



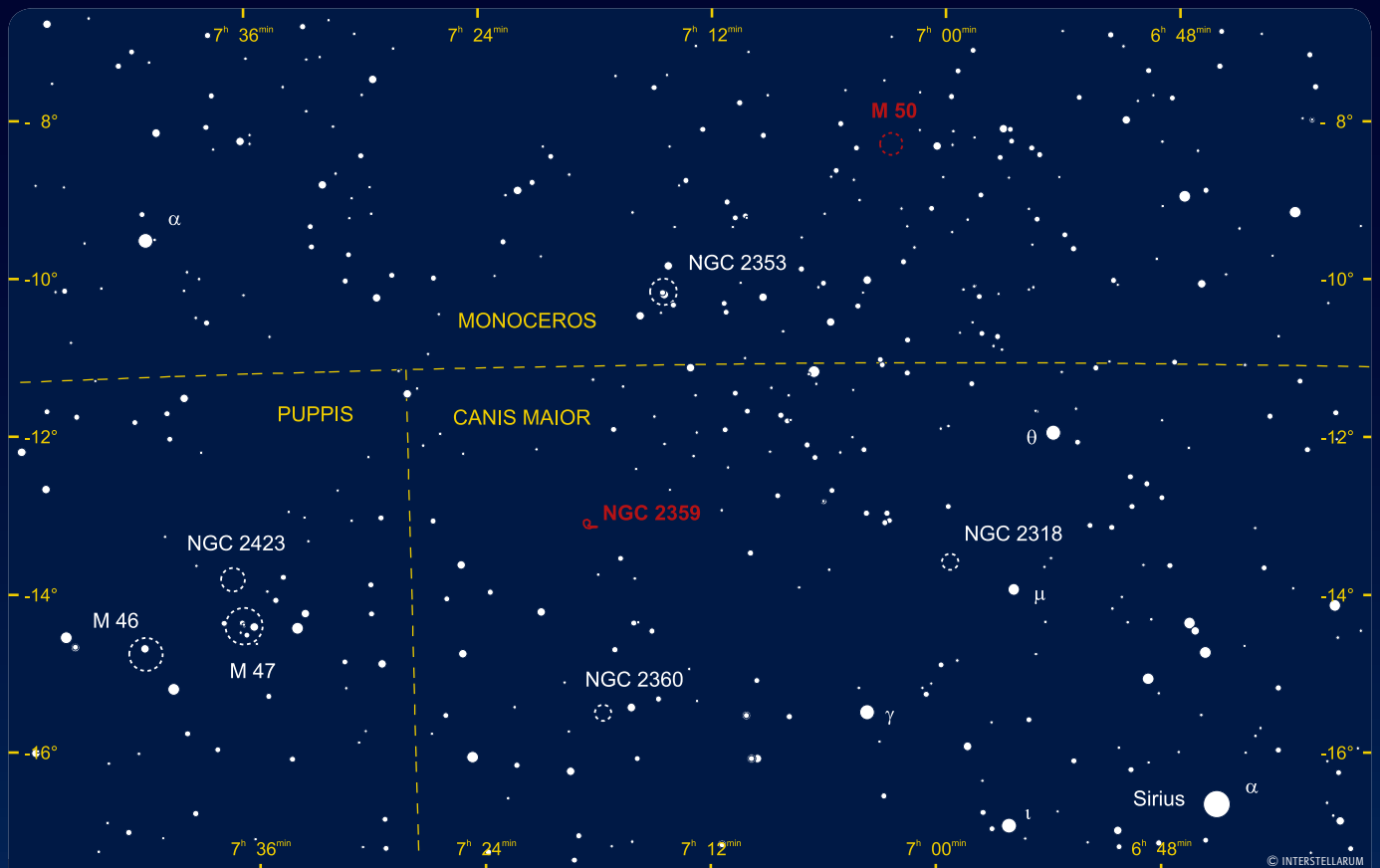
NGC 2359 • Galaktischer Nebel

## is-MITARBEIT

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 zwei Objekte vorgestellt, die jeweils ein Jahr zuvor für die Beobachtung bekannt gegeben werden. Senden Sie uns Ihre Ergebnisse – wir veröffentlichen alle Beschreibungen und eine Auswahl der Bildresultate. 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)

## Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Typ	Stern.	R.A.	Dekl.	Einsendes.
Nr. 39 Apr./Mai 2005	NGC 4565	Gx	Com	12 <sup>h</sup> 36,3 <sup>min</sup>	+25° 59'	25.1.2005
	NGC 4559	Gx	Com	12 <sup>h</sup> 36,0 <sup>min</sup>	+27° 58'	
Nr. 40 Jun./Jul. 2005	M 102	Gx	Dra	15 <sup>h</sup> 06,5 <sup>min</sup>	+55° 46'	25.3.2005
	NGC 5907	Gx	Dra	15 <sup>h</sup> 15,9 <sup>min</sup>	+56° 20'	
Nr. 41 Aug./Sep. 2005	NGC 6818	PN	Sgr	19 <sup>h</sup> 44,0 <sup>min</sup>	-14° 09'	25.5.2005
	NGC 6822	Gx	Sgr	19 <sup>h</sup> 44,9 <sup>min</sup>	-14° 48'	
Nr. 42 Okt./Nov. 2005	IC 5146	GN	Cyg	21 <sup>h</sup> 54,3 <sup>min</sup>	+47° 16'	25.7.2005
	M 39	OC	Cyg	21 <sup>h</sup> 32,2 <sup>min</sup>	+48° 26'	
Nr. 43 Dez./Jan. 2006	σ Orionis	DS	Ori	05 <sup>h</sup> 38,7 <sup>min</sup>	-02° 36'	25.9.2005
	NGC 2024	GN	Ori	05 <sup>h</sup> 42,0 <sup>min</sup>	-01° 50'	
Nr. 44 Feb./Mär. 2006	NGC 2244	OC	Mon	06 <sup>h</sup> 32,4 <sup>min</sup>	+04° 52'	25.11.2005
	NGC 2337-9/46	GN	Mon	06 <sup>h</sup> 32,3 <sup>min</sup>	+05° 03'	



Objekte der Saison 38

☉ PN ○ Gx ○ OC ⊕ GC □ GN ● 0 ● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5 ● 6 ● 7

© INTERSTELLARUM

## M 50

Im Zentrum des Vierecks, welches die Sterne  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\delta$  Mon zusammen mit Sirius bilden, liegt der Offene Sternhaufen M 50 (NGC 2323). Es ist erstaunlicherweise das einzige Messier-Objekt im Sternbild Einhorn, fristet aber wegen prominenter Nachbarn eher ein Schattendasein – dies jedoch völlig zu Unrecht. Zum ersten Mal gesichtet wurde er womöglich bereits 1711 von Giovanni Domenico Cassini [1], dem Entdecker der nach ihm benannten Saturnring-Teilung. Sein Sohn wies später auf dessen Sichtung eines »Nebels im Gebiet zwischen Canis Minor und Canis Maior« hin. Unabhängig davon entdeckte ihn Messier im April 1772 während der Beobachtung des Kometen Montaigne (auch: Bielas Komet). Zwei Jahre später wurde er von Johann Elert Bode, der von Cassinis Sichtung wusste, »wiederentdeckt« und in seinem Katalog unter der Nummer 16 aufgenommen.

Mit einer Gesamthelligkeit von  $5^m,9$  ist er unter hervorragenden Bedingungen mit dem bloßen Auge sichtbar, erschwert wird dies jedoch durch einen relativ sternreichen Hintergrund. Im Feldstecher oder Teleskop kann der visuell etwa  $15'$  große Haufen problemlos in Einzelsterne aufgelöst werden und zeigt bei ausreichend hoher Vergrößerung Dutzende von Sternen, darunter sehr schöne Doppelsysteme und Sternketten. Er ist nicht besonders stark konzentriert, die Sterndichte nimmt nur wenig zur Mitte hin zu und seine Form wirkt unregelmäßig. Manche Beobachter erkennen gar ein herzförmiges Aussehen – im englischsprachigen Raum trägt er daher den Namen »heart-shaped cluster«.

Die auffälligsten Sterne im Gebiet des Haufens besitzen eine Helligkeit von etwa  $8^m-9^m$ , mit vorwiegend weiß-blauer Färbung – ein deutlicher Hinweis auf ein geringes Alter.

Auf Farbaufnahmen besonders eindrucklich sichtbar [5] sind darüber hinaus orange-rote Riesen in der Nähe des Haufens: besonders HD 52965 am südlichen Rand vom Spektraltyp K5 mit einer visuellen Helligkeit von  $7^m,8$  (nach [3] ein wahrscheinliches Mitglied).



M 50 fällt durch einige Rote Riesen auf. [T. Credner, S. Kohle, Sternwarte der Uni-Bonn/Calar Alto]

Wie so oft waren die physikalischen Parameter des Haufens lange Zeit nur ungenau bekannt, Entfernungs- oder Altersangaben schwankten um einen Faktor zwei. Erst Arbeiten aus jüngerer Zeit [3, 4] lieferten ein einheitlicheres Bild. Kalirai et al. [4] veröffentlichten 2003 eine Untersuchung, die mit dem  $3,6\text{m}$ -Spiegel des Canada-France-Hawaii-Teleskops [6] durchgeführt wurde mit dem Ziel, Weiße Zwerge in Offenen Sternhaufen zu entdecken und zu katalogisieren. Im Zuge der Auswertung konnte ein Farben-Helligkeitsdiagramm von M 50 bis zu einer Grenzgröße von  $23^m$  erstellt werden. Über 2000 Sterne (heller  $22^m$ ) in einem Radius von  $15'$  wurden als wahrscheinliche Mitglieder identifiziert. Da damit zehn Mal mehr Sterne als vorher in eine Auswertung dieses Haufens eingehen konnten, war eine statistisch gut fundierte Analyse möglich. Der Haufen befindet sich demnach in einer Entfernung von 3200 Lichtjahren und ist 130 Mio. Jahre »jung«. Extrapoliert man die ermittelte

Leuchtkraftfunktion über die gemessene Grenzgröße hinaus, ergibt sich bis  $15^m$  eine Gesamtpopulation von über 3000 Mitgliedern! Ein Zusammenhang mit der nahe gelegenen CMa-OB1-Assoziation (Alter ca. 3 Mio. Jahre) wird im Übrigen auf Grund des unterschiedlichen Alters ausgeschlossen [3].

Jürgen Lamprecht

- [1] Burnham's celestial handbook, Dover Publications, New York (1978)
- [2] Cuffey, J.: The Galactic Clusters Messier 46, Messier 50, and NGC 2324, *Astrophys. J.* 94, 55 (1941)
- [3] Claria, J. J., Piatti, A. E., Lapasset, E.: Photometric study of the open cluster NGC2323, *Astron. Astrophys. Suppl.* 128, 131 (1998)
- [4] Kalirai, J. S. et al.: The CFHT Open Star Cluster Survey. IV. Two Rich, Young Open Star Clusters: NGC 2168 (M35) and NGC 2323 (M50), *Astron. J.* 126, 1402 (2003)
- [5] [www.allthesky.com/clusters/m50.html](http://www.allthesky.com/clusters/m50.html)
- [6] [www.cfht.hawaii.edu](http://www.cfht.hawaii.edu)

Name	Typ	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	Uran.
M50	OC	Mon	$7^h 02,1^{\text{min}}$	$-08^\circ 23,0'$	$5^m,9$	$16'$	3200 Lj	273

## Beobachtungen zu M 50

**Bloßes Auge:** fst 6<sup>m</sup>;9; Der Haufen ist bei exzellentem Himmel sehr schwach mit bloßem Auge als kleiner Nebelansatz, direkt östlich eines 6<sup>m</sup>-Sterns erkennbar. Sirius muss dazu mit der Hand verdeckt werden. MATTHIAS JUCHERT

**10×50-Fernglas:** fst 6<sup>m</sup>;4; sehr hübsch: sieben Sterne sind vor unaufgelöstem Nebelgrund sichtbar, der hellste Stern mit 8<sup>m</sup> ist am Südrand erkennbar. Fast 10' Durchmesser, hell. In reichem Milchstraßenfeld mit aufblitzenden Sternpünktchen überall. WOLFGANG VOLLMANN

**10×50-Fernglas:** Bortle 3–4: Prachtvoll: gut abgehoben vom Sternenhintergrund, etwas Ost-West-länglich. Fünf Sterne sind sichtbar, eingebettet in ein Leuchten. Auffällig ist der hellste Haufenstern von ca. 8<sup>m</sup> an der Südwestgrenze. UWE PILZ

**60/910-Refraktor:** rund und indirekt viele schwache Sterne zu sehen; 26×. ANDREAS KACZMAREK

**63/840-Refraktor:** fst 6<sup>m</sup>;4; Sehr hell, sehr groß, in dichtem Milchstraßenfeld gelegen, viele hellere Sterne in der Peripherie des Haufens, deutlich länglich mit verschiedenen Sternkonzentrationen, lohnendes Objekt. MATTHIAS JUCHERT

**110/805-Newton:** 32× und 54×: groß, hell, hellster Teil oval, insgesamt jedoch rundlich, aufgelöst, dicht, viele Sterne, Sterne ungefähr gleich hell, dichter eiförmiger Zentralteil umgeben von einem etwas schwächeren und weniger dichten Außenbereich. Heller Stern westlich daneben. CHRISTIAN SCHREINER

**114/900-Newton:** Bei 22× ist der Sternhaufen kompakt, aber aufgelöst; viele Sterne im Haufen. Bei 50× sind die Sterne leicht verstreut. GERD KOHLER

**130/1040-Refraktor:** fst 5<sup>m</sup>;8; bei 35× prächtig: etwa 15' Durchmesser, mindestens 50 Sterne 9<sup>m</sup> bis 13<sup>m</sup> sind zu erkennen, viele sind 11<sup>m</sup> bis 12<sup>m</sup> hell und leicht sichtbar. Der hellste Stern 9<sup>m</sup> steht am Südrand. Schön! WOLFGANG VOLLMANN

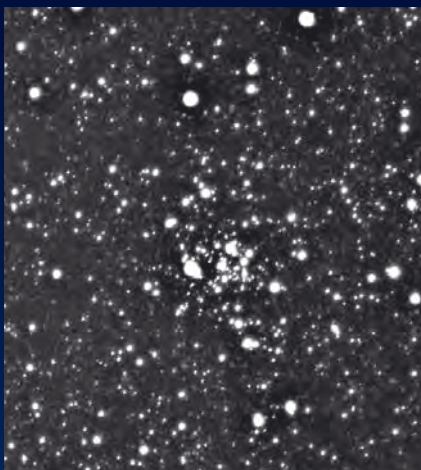
> S. 24



CCD-Aufnahme, 6"-Maksutov bei 900mm Brennweite, SXV-H9, L (10×2min), R (7×75s), G (75s), B (2min). [Günter Kerschhuber]



CCD-Aufnahme 8"-SCT bei 1260mm, ST-7, 10min. [Matthias Hänel]



CCD-Aufnahme, 8"-SCT bei 2000mm Brennweite, ST-7, 5min. [Heino Niebel]



Zeichnung, 8"-SCT, 57×. [Rainer Töpler]

**150/750-Newton:** Bei 19× ist der Haufen schon aufgelöst; asymmetrisch. Es sind nicht viele Sterne zu sehen. Bei 42× sind deutlich mehr Sterne zu sehen, einige sind auf einem unregelmäßigen Haufen konzentriert mit einem Sternbogen, der aus dem Haufen heraus ragt. GERD KOHLER

**200/800-Newton:** sternreicher Haufen, bläulich-weiße Sterne. Ein auffallender orange-roter Stern ist im Haufen. Ovaler Hauptteil mit verschiedenen hellen Sternen und Verstärkungen am Rand, zwei größere Gebiete sind ohne Sterne; 57×. GERD KOHLER

**200/1200-Newton:** Bortle 5; an diesem etwas diesigen Abend erkenne ich einen Sternhaufen mit 50–60 auffälligen Sternen. Diese sind ungewöhnlich oft paarweise angeordnet. Nördlich mehr Sterne als südlich. Bei 200× okularfüllend. ANGELIKA GRUNER

**200/2000-SCT:** fst 5<sup>m</sup>5; ein auffälliger, reicher Sternhaufen aus sehr unterschiedlich hellen Sternen. Die Gesamtform ist etwa rund, die Sterne stehen zur Mitte hin konzentrierter; 57×. RAINER TÖPLER

**250/1250-Newton:** fst 5<sup>m</sup>6; im 8×50-Sucher sind die hellsten Sterne bereits gut sichtbar. Im Hauptinstrument hebt sich der Haufen sehr deutlich von der Umgebung ab. Die Sterne sind locker gestreut, es gibt keine auffällige Konzentration zur Mitte. Dreieckige Form. Sternreich: Mehr als 50 Sterne (geschätzt). Unterschiedliche Sternhelligkeiten. Sterne sind z.T. in auffälligen Dreiecken und Ketten angeordnet. 3 hellere Sterne bilden ein Dreieck in der Nähe des Zentrums. Ein weiteres, kleineres Sterndreieck steht im Zentrum des Haufens; 85×. DIRK PANCYZYK

**320/1440-Newton:** Bortle 3–4: mindestens 100 Sterne, von denen zahlreiche bis zu 9<sup>m</sup> hell sind. Die dunkelsten schätze ich auf 13<sup>m</sup>. Der Haufen hat eine eigenartige Form: Ein nahezu gleichseitiges Fünfeck aus Sternen 9<sup>m</sup> bildet das Zentrum des Haufens. Hier sind auch die zahlreichen dunklen Stern konzentriert. An der Südseite dieses Fünfecks ragen zwei Sternketten in den Raum. Ausdehnung: Ost-West ca. 30', Nord-Süd etwa 15'. UWE PILZ

## NGC 2359

Man sieht es NGC 2359 auf den ersten Blick an: Dies ist kein normaler Galaktischer Nebel. Tatsächlich handelt es sich bei diesem einzigartigen Objekt um einen Wolf-Rayet-Nebel, von dessen Typ es nur wenige Exemplare gibt (die bekanntesten sind NGC 6888, der Crescent-Nebel und NGC 6164 am Südhimmel). Da Wolf-Rayet-Sterne sehr selten sind, können sie nur eine kurze Phase im Leben massereicher Sterne darstellen. Die Entstehung von Wolf-Rayet-Sternen ist jedoch noch nicht völlig verstanden. Zwei Theorien werden diskutiert: Entweder sind Wolf-Rayet-Sterne die freigelegten Kerne massereicher O-Sterne, die ihre äußere Atmosphärenschicht auf Grund sehr starker Sternwinde oder durch Massentransfer in einem engen Doppelsternsystem verloren haben, oder ihre inneren und äußeren Schichten wurden stark durchmischt, so dass Elemente, die bei den Kernprozessen im Zentrum entstehen, in die äußeren Atmosphärenschichten gelangen.

Die Spektren dieser sehr massereichen und leuchtkräftigen Sterne werden dominiert von breiten Emissionslinien von Helium und Stickstoff oder Kohlenstoff. Wasserstofflinien kommen gar nicht vor oder sind nur schwach. Aus der Form der Emissionslinien kann man auf starke Sternwinde mit erheblichem Massenverlust schließen. Stößt der Wind auf dichteres interstellares Medium, entsteht durch Wechselwirkung ein Emissionsnebel. Dieser Zusammenhang ist erstmals 1965 von Johnson und Hogg [1] erkannt worden

– zuvor waren die Wolf-Rayet-Nebel für Planetarische Nebel oder mögliche Supernovaresten gehalten worden, wie NGC 6888 in [2].

Verantwortlich für NGC 2359 ist der Wolf-Rayet-Stern HD 56925 (Spektraltyp WR7) der Helligkeit 11<sup>m</sup> [3]. Er bläst mit einer Geschwindigkeit von 2800 km/s Materie in den Raum, die mit dem umgebenden Gas dreier Molekülwolken kollidiert und ionisiert wird [4]. Dabei wird ein Teil des in den Wolken gespeicherten Materievorrats von 2200 Sonnenmassen zum Leuchten angeregt [5]. Jedes Jahr gehen HD 56925 dadurch 1/10000 Sonnenmassen verloren [6] – ein nicht unerheblicher Anteil bei ursprünglich 25 Sonnenmassen.

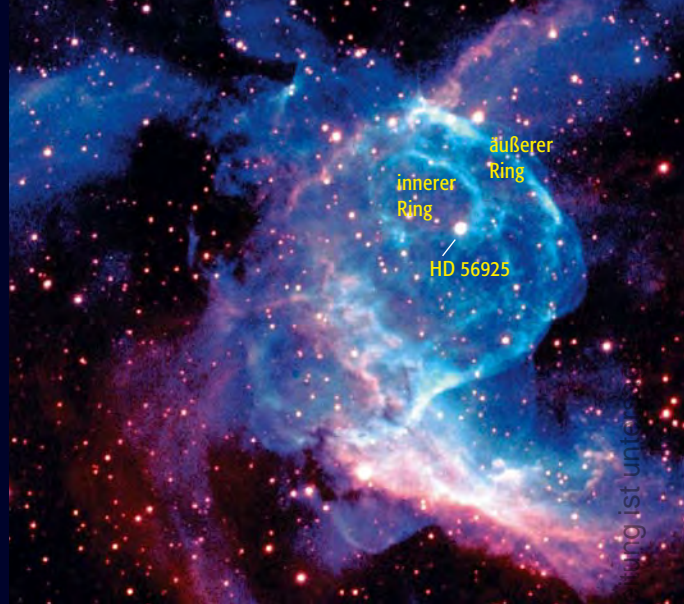


Abb. 1: NGC 2359 mit Ausläufern auf einer Aufnahme des 20"-SDSS-Photometrie-Teleskops des John Hopkins Observatory.



Abb. 2: Der Zentralbereich von NGC 2359 mit dem 1,2m-Teleskop der Whipple-Sternwarte. [Perry Berlind, Pete Challis]

Name	Typ	Sternb.	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Entf.	Uran.
NGC 2359	GN	CMa	07 <sup>h</sup> 18,6 <sup>min</sup>	-13° 12'	-	22'×33'	16000 Lj	274





Abb. 3: Detail aus NGC 2359, fotografiert mit dem Magellan-Baade-Teleskop der Las Campanas-Sternwarte.

Das Ergebnis ist eine mehrfache Blasenstruktur um den verursachenden Stern. Die äußere Blase mit einem Durchmesser von 4,2' expandiert mit 12km/s in den Raum. Sie hat eine tatsächliche Ausdehnung von 220 Lj × 120 Lj, stammt nach [6] aber noch vom heißen Vorgängerstern des Wolf-Rayet-Objekts. Wenn die angenommene Distanz des Sterns von 16000 Lichtjahren zutrifft, ist NGC 2359 eines der entferntesten Objekte der Wintermilchstraße, was die Energie der hier stattfindenden Prozesse verdeutlicht.

HD 56925 wird von einem weiteren kleineren Ring mit etwa 1,3' Durchmesser umgeben. Die längliche helle Region südwestlich der Ringe mit einer Ausdehnung von 5' × 3' hängt nach [4] möglicherweise mit einem weiteren Stern zusammen, der zur Ionisation beiträgt.

Langbelichtete Fotos zeigen, dass NGC 2359 erstaunlich weit reichende Ausläufer besitzt. Ein nach Nordwesten gerichtetes Nebelteil ist als IC 468 einzeln katalogisiert, die gesamte Nebelregion wird auch als Sharpless 298 bezeichnet.

Wilhelm Herschel entdeckte NGC 2359 im Jahr 1785. Sein Sohn John verglich ihn später mit einer Büste, von der Kopf, Nacken und Schultern zu sehen sei. Moderne fantasiebegabte Amerikaner fühlen sich dagegen an den Kopf einer Ente oder »Thors Helm« erinnert – Bezeichnungen, unter welchen der Nebel in angelsächsischen Publikationen bekannt ist.

-rcs

- [1] Johnson, H. M.; Hogg, D. E.: NGC 2359, NGC 6888, and Wolf-Rayet Stars, *Astrophys. J.* 142, 1033 (1965)
- [2] Harris, D. E.: The Radio Spectrum of Supernova Remnants, *Astrophys. J.* 135, 661 (1962)
- [3] Pismis, P., Recillas-Cruz, E., Hasse, J.: Internal motions in H II regions. IV. The ring nebula NGC 2359, *Rev. Mex. Astron.* 2, 209 (1977)
- [4] Goudis, C. D., Christopoulou, P.-E., Meaburn, J., Dyson, J. E.: Expanding rings in the WR nebula NGC 2359, *Astron. Astrophys.* 285, 631 (1994)
- [5] Cappa, C., Goss, W. M., Niemela, V. S., Ostrov, P.: Observations of neutral and ionized gas of the WR ring nebula NGC 2359, *Rev. Mex. Astron.* 11, 57 (2001)
- [6] Rizzo, J. R.; Martín-Pintado, J.: Kinematics and Morphology of the Neutral Gas Around WR Stars: NGC 2359, *ESA-SP* 460, 487 (2001)
- [7] Goudis, C., Hippelein, H., Muench, G.: NGC 2359 – The H II-region driven by the WR-star HD 56925, *Astron. Astrophys.* 117, 127 (1983)

## Beobachtungen zu NGC 2359

**63/840-Refraktor:** fst 6<sup>m</sup>8; indirekt deutlich erkennbar. Überraschend groß, in Nord-Süd-Richtung im Verhältnis von 2:1 ausgedehnter Nebelfleck. Keine Strukturen erkennbar. MATTHIAS JUCHERT

**110/805-Newton:** schwach aber gut sichtbar, mittelgroß, diffus, unregelmäßige gewinkelte Form mit einer dunkleren Einschnürung. CHRISTIAN SCHREINER

**120/1020-Refraktor:** hell, ziemlich groß; hellster Teil ist ein nebliger Balken im südlichen Teil, elongiert Ost-West mit einem hellen Stern auf dem südöstlichen Rand. Zwei schwache Sterne können nördlich dieses Komplexes erkannt werden, von denen der nördliche mit etwa 12<sup>m</sup> von einer fast runden Nebelblase umgeben ist. Dieser Ring ist sehr dünn, mit dem hellsten Teil im Norden und Westen, in einer sternartigen Kondensation kulminierend. Ein weiterer kleinerer Ring ist innerhalb des Hauptrings. IC 468, der schwache Ausläufer nach Nordwesten ist nur sehr schwach zu erkennen. Ohne Filter ist alles nur ein verschwommener Fleck; [OIII]. RONALD STOYAN

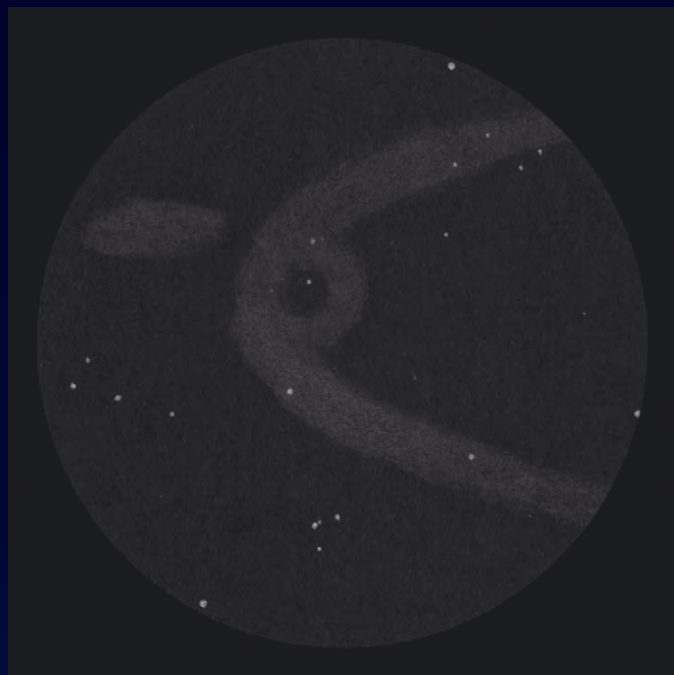
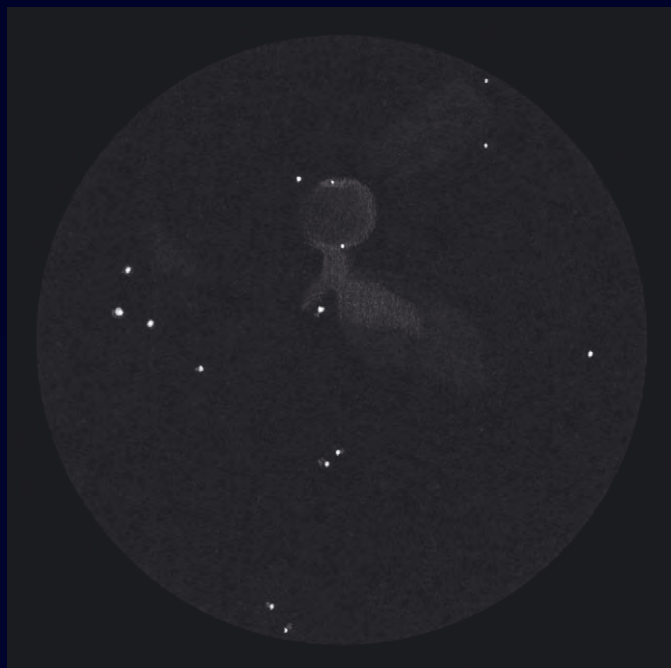
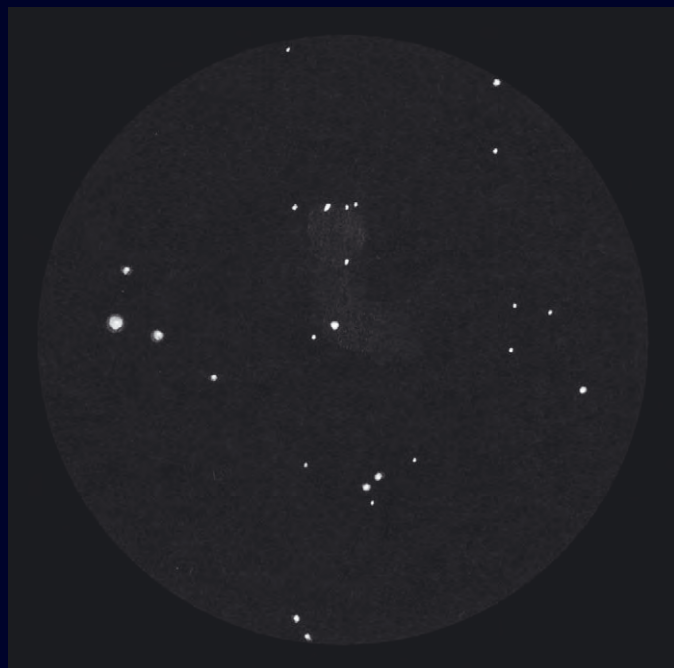
**200/1200-Newton:** direkt sichtbarer, relativ großer runder Nebel, der einen deutlich strukturierten Eindruck hinterläßt. Im südlichen Bereich ist ein helles diffuses deutlich längliches Anhängsel Richtung Westen erkennbar; 60×, [OIII]. KLAUS WENZEL

**200/1220-Newton:** fst 6<sup>m</sup>5; trotz filterloser Beobachtung überraschend hell und deutlich sichtbar. Der ausgedehnte Zentralbereich der etwa im Verhältnis von 2,5:1 in Nord-Süd-Richtung elongiert erscheint, ist

auf Anhieb erkennbar. Bei genauerer Betrachtung ist dann ein schwacher Ausläufer an der Süd-Westseite, der eine rund-ovale Form zeigt, und nur halb so groß erscheint, wie der Hauptteil. MATTHIAS JUCHERT

**250/1250-Newton:** fst 5<sup>m</sup>0; ohne Filter ist vom Nebel nichts zu sehen, mit [OIII]-Filter springt einem der Nebel aber sofort ins Auge. NGC 2359 hat die Form eines Entenkopfes, wobei der Schnabel etwas heller ist als der Kopf; dieser wirkt etwas gemottelt, eine Ringstruktur konnte ich unter den mäßigen Bedingungen nicht eindeutig ausmachen. Am Rand der Blase und am Schnabelrand ist jeweils ein Stern zu erkennen; innerhalb der Blase befindet sich ebenfalls ein Stern, der aber nicht genau in der Mitte steht, sondern etwas mehr in Richtung Schnabelende; 39×, 100×. FRANK LANGE

**320/1440 Newton:** Bortle 3; der Nebel ist andeutungsweise zu sehen. Er besteht aus zwei Teilen, welche unregelmäßig geformt sind. Keine weiteren Einzelheiten (36×, ohne Filter). Groß und auffällig mit viel Struktur: Der südliche Teil ist Ost-West gerichtet und wird südlich von einem feinen Stern begrenzt. Die nördliche Struktur ist eher rund. Beide sind verbunden, an der Verbindungsstelle ragen Dunkelnebel in den Verbund. Die kontrastreichere Einbuchtung liegt im Westen. Auch östlich ist ein Dunkelnebel zu sehen, jedoch kontrastärmer. Bei indirektem Sehen und mit ausgeruhtem Auge ist ein schwaches Filament erkennbar, welches von der Westseite der Südkomponente weit in den > s. 27



Oben: Zeichnung, 4,7"-Refraktor, rechts mit, links ohne [OIII]-Filter. [Ronald Stoyan]

Mitte links: Zeichnung, 17,5"-Newton, 80 $\times$ , [OIII]. [Andreas Kaczmarek]

Mitte rechts: Zeichnung, 10"-Newton, 100 $\times$ , [OIII]. [Frank Lange]

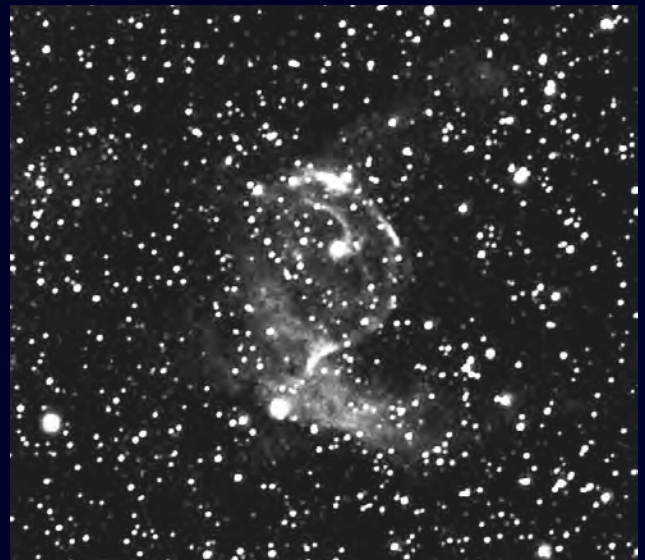
Unten: Zeichnung, 14"-Newton, 89 $\times$ , 116 $\times$ , [OIII]. [Markus Dähne]

Raum ragt. Der Entennebel ist einer der wenigen Objekte, wo der visuelle Eindruck an Detailreichtum von Fotografien herangereicht; 36×, H $\beta$ -Filter. UWE PILZ

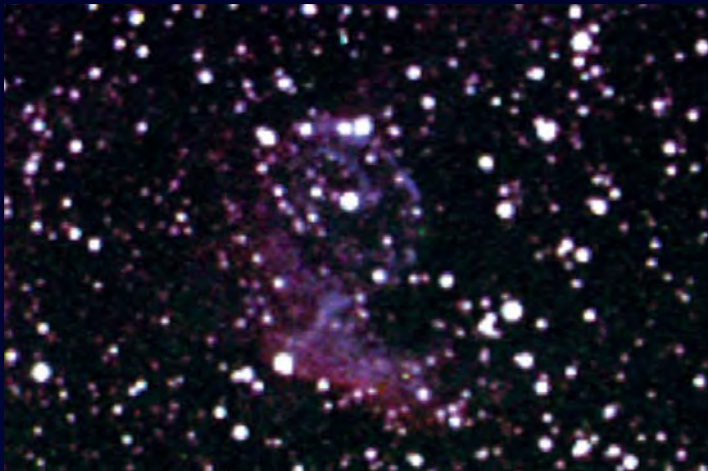
**320/1440-Newton:** Bortle 3–4; der Nebel wird südlich und nördlich durch einen Stern begrenzt. Im Osten hat er eine ziemlich gerade Kante. Westlich gibt es eine ovale Ausbuchtung. Am südlichen Ende des Nebels hat er zusätzlich ein helles Filament, welches westwärts zeigt. Genau darin steht ein auffälliger Stern. Die Helligkeit des Nebels ist recht gleichmäßig verteilt. Er ähnelt einer Ente; UHC. ANGELIKA GRUNER

**360/1585-Newton:** fst  $\sim 5^m 6$ ; ohne Filter ist der Nebel soeben direkt als ziemlich strukturlose, diffuse Masse erkennbar. Mit Filter erscheint er direkt hell und strukturreich. Eine runde Blase wird im Westen von einer hellen, knotigen Doppelfront begrenzt. Auch ihr Inneres lässt Helligkeitsnuancen sehen. Ein breiter Fortsatz nach Süd-Westen ist deutlich durch Knoten und Bögen differenziert; UHC. RAINER TÖPLER

**445/2000-Newton:** ein großes helles C-förmiges und strukturiertes Objekt, in dessen Mitte ein strukturierter Ring sichtbar ist; 80×, [OIII]. ANDREAS KACZMAREK



CCD-Aufnahme, 7"-Refraktor bei 1600mm Brennweite, MX916, STAR2000, 4×10min. [Michael Karrer]



CCD-Aufnahme, 8"-SCT bei 1260mm Brennweite, ST-7, L (15min), RG (je 10min), B (15min). [Matthias Hänel]



CCD-Aufnahme, 11"-SCT bei 1680mm Brennweite, ST-8, AO-7, 4×10min. [Georg Emrich und Klaus Eder]



CCD-Aufnahme, 10"-SCT bei 1500mm Brennweite, ST-8E. [Stephan Messner]



CCD-Aufnahme, 3"-Refraktor bei 624mm Brennweite, ST-8E. [Stephan Messner]



# *Im hohen Norden des Mondes*

**DURCH DAS MEER DER KÄLTE**

*von Wilfried Tost*

Der Mondspaziergang wird uns diesmal über weniger bekanntes Gelände führen. Selbst für langjährige Mondbeobachter endet der Blick zu häufig bei den beliebten und gut zu erkennenden Highlights auf dem Mond. Dieser Rundgang wird Objekte zum Thema haben, die im Mare Frigoris und nördlich davon liegen. Diese Gebiete am Mondrand haben den zusätzlichen Reiz, zu bestimmten Zeiten zusätzliche Einzelheiten zu zeigen, die sonst hinter dem Mondrand verborgen sind. Aufgrund der Größe des betrachteten Feldes sind die hier vorgestellten Formationen zu unterschiedlichen Zeiten ideal zu beobachten, es empfiehlt sich daher, den Spaziergang in zwei Etappen zu teilen.



◀ Abb. 1: Die nördlichsten 40 Breitengrade (oben) des Mondes nehmen aus unserem Blickwinkel aufgrund der Verzerrung durch die Kugelgestalt des Mondes lediglich etwa 10% des Durchmessers ein. Etwa um den 60. Breitengrad herum zentriert befindet sich das Mare Frigoris, das diese Region ausfüllt und uns von der Erde aus wie ein schmales dunkles Band erscheint. Das Foto zeigt die westliche Hälfte des Mare Frigoris bei abnehmendem Mond, das im ersten Teil des Spaziergangs besprochen wird. Mosaik von Torsten Edlmann aus 42 Einzelaufnahmen, 9,3"-SCT, ToUCam Pro.

Abb. 2: Der östliche Teil des Mare Frigoris bei zunehmendem Mond. Direkt am Rand ist das Mare Humboldtianum zu sehen. Mosaik von Sebastian Voltmer, 14"-SCT.

**A**usgangspunkt für den heutigen Mondspaziergang ist das Ziel der ersten Tour in interstellarum 34: Der Krater **Plato** am nördlichen Rand des Mare Imbrium. Von hier aus wollen wir uns dem nördlichen Rand des Mondes zuwenden. Unmittelbar nördlich des Mare Imbrium schließt sich das Mare Frigoris an, das Kältemeer. Mit der Assoziation der nördlichen Polargebiete auf der Erde kann man sich diesen Namen leicht einprägen. Wie eine riesige Stirnfalte des Mondes erscheint das Mare Frigoris als schmaler Streifen dunklen Mare-Gebietes am Nordrand des Mondes. Es ist noch mit dem bloßen Auge zu erkennen, wenngleich hier die Sichtbarkeit bzw. Erkennbarkeit schon

etwas schwierig wird. Immerhin betrachten wir hier nur etwa das oberste Achtel des gesamten Monddurchmessers.

Zur Orientierung: Das Mare Imbrium ist das große, etwa kreisförmige Mare, welches sich vollständig auf der Nordhalbkugel des Mondes und dort etwas links versetzt in der Mitte des Mondes befindet. Das südliche Ende beginnt etwa bei 15° nördlicher Breite und reicht hinauf bis über 50°, wo sich der Krater Plato am nördlichsten Teil des Mares befindet. An seinem nordwestlichen Rand befindet sich der Sinus Iridum und an seinem östlichen Rand der Krater Cassini. Das Mare Frigoris umkränzt das Mare Imbrium als schmales dunkles Band im gesam-

ten nördlichen Bereich. Es hat nur etwa 300km Ausdehnung in der Breite, ist aber gute 1600km lang. Da es etwa um den 60. Breitengrad zentriert ist, erscheint es von der Erde aus in der Nord-Süd-Ausdehnung auf fast ein Drittel gestaucht und damit wesentlich schmaler, als es ohnehin in Wirklichkeit ist.

Am westlichen Ende des Mare Frigoris fällt der 39km durchmessende Krater **Harpalus** auf, sobald er bei einem Mondalter von etwa 11–12 Tagen in Sicht kommt. Zunächst ist von dem Krater nur sein hell erleuchteter Rand zu erkennen, wenn das Sonnenlicht auf die mehr als 5000m hohen Absätze fällt. Bereits einen Tag später ist seine helle Farbe schon das dominierende



Abb. 3: Das Kraterpaar Atlas und Hercules am östlichen Rand des Mare Frigoris. Westlich davon der Krater Bürg im Lacus Mortis. Eudoxus und Aristoteles erscheinen gerade am Terminator. Auf Bild a) und b) ist das Mare Humboldtianum nicht zu sehen. Aufnahme c) zeigt dieselbe Situation wie im linken Bild, aber mit anderer Libration. Nördlich von Endymion erscheint deutlich das Mare Humboldtianum. Am Rand lassen sich Berge bzw. Krater-

Objekt auf dem dunklen Boden des Mare. Kurze Zeit darauf erkennt man zusätzlich ein Strahlensystem um Harpalus. Verlängert man nun den Abstand vom Sinus Iridum zu Harpalus um dieselbe Strecke weiter nach Norden, so findet man dort die Wallebene Babbage.

Die Wallebene **Babbage** ist gut zwischen den vielen anderen Kratern zu erkennen, weil sie einen tiefen und recht großen inneren Krater enthält, der mit Babbage B bezeichnet wird. Babbage gilt als Wallebene, da der Boden bei einem Durchmesser von 144km im Wesentlichen glatt ist und der Gesamteindruck auch nicht mehr kreisrund erscheint. Ihre Größe, sowie das Fehlen eines scharf begrenzten Randes und eines Zentralberges unterscheiden Wallebenen von den großen Kratern. Auch Babbage ist aufgrund seiner

westlichen Lage erst ab 2–3 Tage vor Vollmond zu sehen.

Unmittelbar am Nordrand von Babbage schließt sich das Ringgebirge **Pythagoras** an. Mit 130km Durchmesser ist es eines der größten Ringgebirge auf dem Mond. An den Rändern finden sich Terrassen, die mit etwas Mühe unter hoher Vergrößerung zu sehen sind. Die etwa 5000m hohen Berge, die den Rand von Pythagoras bilden, werfen lange Schatten auf die weite Ebene. Aufgrund seiner Lage am Mondrand ist das in Wirklichkeit kreisförmige Ringgebirge stark länglich verzerrt. Etwa zwei Tage vor Vollmond kommt Pythagoras genau am Terminator zu liegen. Dann erkennt man vom Ringgebirge nur noch dessen Ränder und in der Mitte eine helle Spitze, die von der Ansammlung von mehreren Zentralbergen herrührt. Es gibt also

auch bei diesen sonst ungeliebten Nächten um den Vollmond herum noch etwas auf dem Mond zu entdecken. Im Alter von etwa 25 Tagen, also wenige Tage vor Neumond, wenn man in den frühen Morgenstunden beobachten muss, sieht man, wie die Zentralberge sich als dunkler Punkt im Inneren des hell beleuchteten Pythagoras abzeichnen. Entwickeln Sie doch einmal den Ehrgeiz, zu den wenigen Menschen zu gehören, die diesen Anblick mit dem eigenen Auge am Teleskop erlebt haben.

Die zweite Etappe des Mondspaziergangs führt in die Region zwischen dem Mare Frigoris und dem Nordpol sowie weiter östlich. Recht genau nördlich der Berührungspunkte von Mare Imbrium und Mare Serenitatis findet sich mit **Aristoteles** der größte und hellste Krater im Mare Frigoris. Er durchmisst 87km und

#### Mondformationen um das Mare Frigoris

Name	Typ	Mondlänge	Mondbreite	Colongitude	Durchmesser/Fläche	Höhe	Rükl
Mare Frigoris	Mare	315° – 50°	50° N – 65° N	60°–360°	436000km <sup>2</sup>	–	2–6
Mare Humboldtianum	Mare	280°	57° N	280°–100°	22000km <sup>2</sup>	–	7
Plato	Wallebene	9,3°	51,6° N	10°–50°	101km	2530m	3
Babbage	Wallebene	56,8°	59,5° N	60°–100°	144km	–	2
Pythagoras	Ringgebirge	62,8°	63,5° N	70°–120°	130km	–	2
Goldschmidt	Wallebene	2,9°	73,0° N	10°–50°	120km	–	4
Anaxagoras	Strahlenkrater	355,0°	73,4° N	0°–40°	51km	–	4
Aristoteles	Krater	342,6°	50,2° N	350°–30°	87km	–	5
Atlas	Krater	315,6°	46,7° N	320°–360°	87km	3048m	15
Hercules	Krater	320,9°	46,7° N	320°–360°	69km	3810m	14
Endymion	Krater	303,5°	53,6° N	310°–360°	125km	–	7



ränder von Objekten der Mondrückseite ausmachen. Abbildungen aus dem Berliner Mondatlas.

besitzt leicht erkennbare Terrassen in seinem Kraterwall. Schon ab einem Alter von 5–6 Tagen kann man Aristoteles beobachten.

Am östlichen Ende des Mare Frigoris findet sich schließlich das schöne Kraterpaar **Atlas und Hercules**. Der 69km durchmessende Hercules liegt westlich von Atlas und ist an seinem dunklen Boden und seinem großen inneren Krater zu erkennen, der fast ein Viertel seines Durchmessers ausmacht. Atlas ist mit 87km noch größer als Hercules und unter günstigen Beobachtungsbedingungen kann man bei hoher Vergrößerung auf seinem Kraterboden zwei schmale Rillen ausmachen. Der kleine Zentralberg ist ca. 800m hoch, während der Höhenunterschied zwischen Kraterboden und Rand etwa 3000m beträgt. Beste

Beobachtungsbedingungen sind ab einem Mondalter von 5 Tagen, doch lohnt sich ein Blick auch zu anderen Zeiten.

Den Rundgang beschließt diesmal der im Nordosten liegende Krater **Endymion**, dessen 125km Durchmesser ihn zum größten Krater dieser Region machen. Endymion ist auch deshalb interessant, weil er bei extremer Libration genau am Mondrand zu liegen kommt, während ihn zu anderen Zeiten mehrere seiner eigenen Kraterbreiten vom Rand trennen.

Sofern man einen Tag mit günstiger Libration nutzt, kann man auch die Gelegenheit nutzen und das mehr oder weniger unbekannte **Mare Humboldtianum** beobachten. Es liegt unmittelbar hinter Endymion am Mondrand und verschwindet mitunter zur Hälfte von der uns zuge-

wandten Seite. Obwohl es einen Durchmesser von ca. 160km besitzt, erscheint es aus unserem ungünstigen Blickwinkel nur als schmales Band. Dafür ist es spannend, unmittelbar hinter dem Mare die Spitzen von Bergen beobachten zu können, die zu Kratern gehören, die »hinter dem Mond« liegen.

#### ☞ SURFTIPPS ]

**Berliner Mondatlas** • [www.wfs.be.schule.de/Mondatlas/](http://www.wfs.be.schule.de/Mondatlas/)

**Liste aller Mondkrater** mit Positionen und Größe • [planetarynames.wr.usgs.gov/moon/mooncrat.html](http://planetarynames.wr.usgs.gov/moon/mooncrat.html)

**Monatliche Librationskarten** • [www.nightskyobserver.com/moon.htm](http://www.nightskyobserver.com/moon.htm)

## Beobachtungen »hinter dem Mondrand«

Die Nordpolregion, die wir bei diesem Mondspaziergang kennen lernen, ist noch abwechslungsreicher, als es der Mond ohnehin schon ist. Im Gegensatz zu Deep-Sky-Objekten ändert sich das Aussehen jedes Objektes auf dem Mond ohnehin von Nacht zu Nacht durch die unterschiedliche Beleuchtung. In den Librationszonen, die sich in einem Streifen von bis zu  $\pm 8^\circ$  um den Mondrand ziehen und zu denen deshalb auch die Polgebiete gehören, sieht man zu günstigen Zeiten aber auch noch einen erheblichen Anteil der Mondoberfläche, die sonst hinter dem sichtbaren Rand liegt. Insgesamt 18% des Mondes befindet sich in diesem Bereich, der (unabhängig davon, ob er von der Sonne beleuchtet wird oder nicht) zeitweise vor und hinter dem Mondrand liegt. Zwei nebeneinander liegende

Fotos, aufgenommen bei unterschiedlicher Libration zeigen sofort umfangreiche zusätzliche Details und geben uns damit einen weiteren Grund, auch einmal die extremen Randzonen des Mondes zu beobachten. Selbst in einem kleinen Feldstecher erscheinen die Polarregionen wie ein Relief. Hier ändert sich der Anblick sehr viel stärker und schneller als in den zentralen Gebieten, mitunter erkennt man dies schon deutlich innerhalb einer Beobachtungsnacht. Besonders die Zeichner, die feine Details und den Schattenwurf der Kraterwälle auf den flachen Kraterböden festhalten wollen, vermerken, dass sich der Schattenwurf bei extrem niedrigem Sonnenstand geradezu sichtbar verändert.







# Sonne aktuell

von Manfred Holl

Im September ist die Fleckentätigkeit der Sonne gegenüber dem Vormonat deutlich zurückgegangen. Lag die durchschnittliche Monatsrelativzahl im August nach Beobachtungen des SIDC noch bei 40,9, so wurden im September nur noch 27,7 erreicht. Das drückt sich auch in den Zahlen für die beiden Hemisphären aus (17,5 gegenüber 8,0 und 23,4 zu 19,7). Das Übergewicht der Südhalbkugel setzte sich weiter fort und zwischen dem 1. und 8., sowie zwischen dem 22. und 29. September war der Norden völlig fleckenfrei. Die Waldmeierklasse F wurde nicht mehr erreicht und nur zwei Fleckengruppen, die aktiven Regionen AR 10672 und AR 10673, wurden für wenige Tage als E-Gruppen klassifiziert. Darüber hinaus wurde die Sonne lediglich von Fleckengruppen der Waldmeierklassen A bis D bzw. H und J bevölkert.

Im zweiten Berichtsmonat, dem Oktober, stieg die Sonnenaktivität wieder deutlich an. Das lag aber vor allem an einem Aktivitätsschub ab etwa Mitte des Monats. Dadurch wurde die ruhige Sonne der ersten Monathälfte wieder ausgeglichen. Zu Beginn des Oktobers nahm die solare Fleckentätigkeit zunächst weiter ab. Über mehrere Tage hinweg konnten lediglich maximal drei Fleckengruppen der unteren Waldmeierklassen gefunden werden. Für den 10. Oktober gar weist das Sunspot

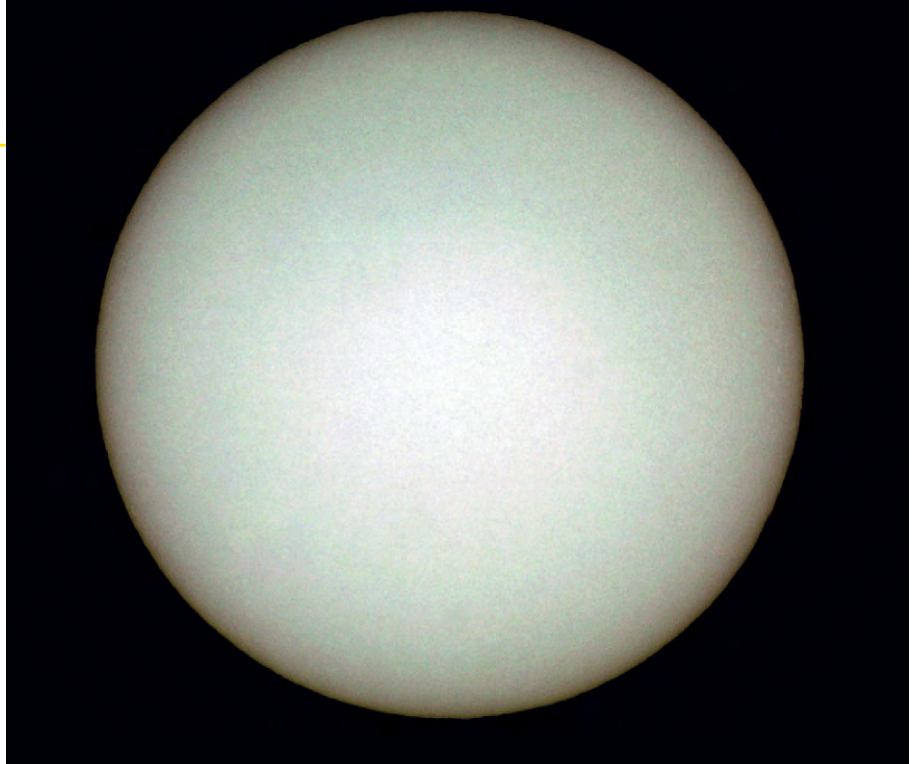


Abb. 1: Die fleckenlose Sonne am 11.10.2004, 11:32 MEZ, 4"-Refraktor bei 2500mm Brennweite, Herschelprisma, Olympus 5050Z Digitalkamera, 1/500s. [Erich Kopowski]

Index Data Center in Brüssel einen völlig fleckenfreien Tag aus. Viele Beobachter sahen vom 9. bis 11. keine Flecken. Nach dem 16. stieg dann die Sonnenaktivität soweit an, dass Ende des Monats mehrere E- und F-Gruppen zu beobachten waren. Im Oktober war – wie schon in den meisten Monaten zuvor – die Südhalbkugel der Sonne die aktivere, die Nordhalbkugel dagegen war am 1. und 2., vom 5. bis 7. und vom 15. bis 18. fleckenfrei.

Im gleichen Maße wie die Fleckentätigkeit stieg im Oktober auch die von solaren Eruptionen induzierte geomagnetische Aktivität an, wobei freilich nicht jeder Ausbruch auch in Richtung Erde

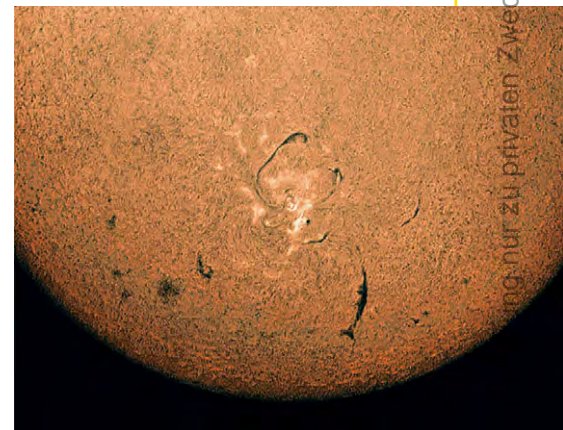
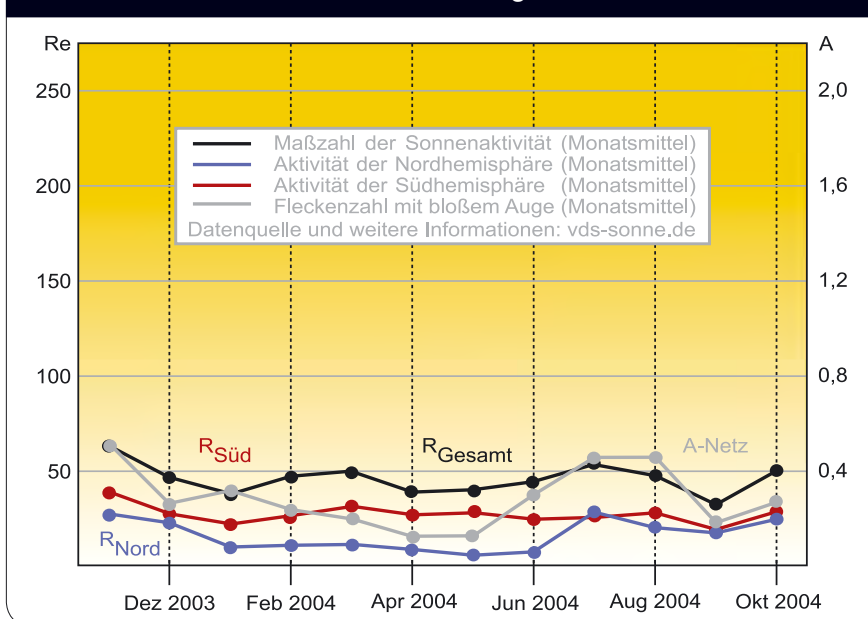


Abb. 2: Sonnendetail in H $\alpha$  am 17.10.2004, 4"-Refraktor, Solarmax40, Olympus 3040Z, 1/160s. [Martin Huwiler]

## Relativzahlen und Flecken mit bloßen Augen



zeigte. Neben zahlreichen schwächeren Flares gab es am 20.10. aus der Region 10687 um 10:51 UT einen Röntgenstrahlungsausbruch; der damit verbundene Teilchenausbruch wies aber nicht in Richtung Erde. Einen Tag später kam es hier um 19:48 UT noch einmal zu einem derartigen Flare. Nach einigen Tagen der relativen Ruhe mit nur einigen niederenergetischen Eruptionen hat die Region 10691 am 30. um 16:33 UT einen weiteren heftigen Strahlungsausbruch erzeugt. Keine dieser Erscheinungen hat jedoch zu Polarlichtern geführt, die in mittleren europäischen Breiten zu sehen waren.

[1] Space Environment Center: [www.sec.noaa.gov/ftpmenu/forecasts/RSGA.html](http://www.sec.noaa.gov/ftpmenu/forecasts/RSGA.html)  
 [2] Sunspot Index Data Center: [sidc.oma.be/index.php3](http://sidc.oma.be/index.php3)

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

# Phantom Merkur

## OBERFLÄCHENBEOBACHTUNGEN MIT AMATEURMITTELN

von Ronald Stoyan

Merkur gilt als der am schwierigsten zu beobachtende Planet. Anders als bei dem sehr schwachen Pluto, dem man mit genügend Öffnung einfach beikommen kann, erfordert Merkur Können und Glück, denn der innerste Planet ist immer nur für wenige Minuten am Tag während einer Sichtbarkeitsperiode optimal zu beobachten. Die kommende Abendsichtbarkeit im März (siehe Seite 15) bietet für das Jahr 2005 die beste Gelegenheit, Einzelheiten der Merkuroberfläche zu beobachten. Diese sind von erfahrenen Beobachtern bei guten Bedingungen als vergleichbar mit denen des Planeten Mars beschrieben worden.

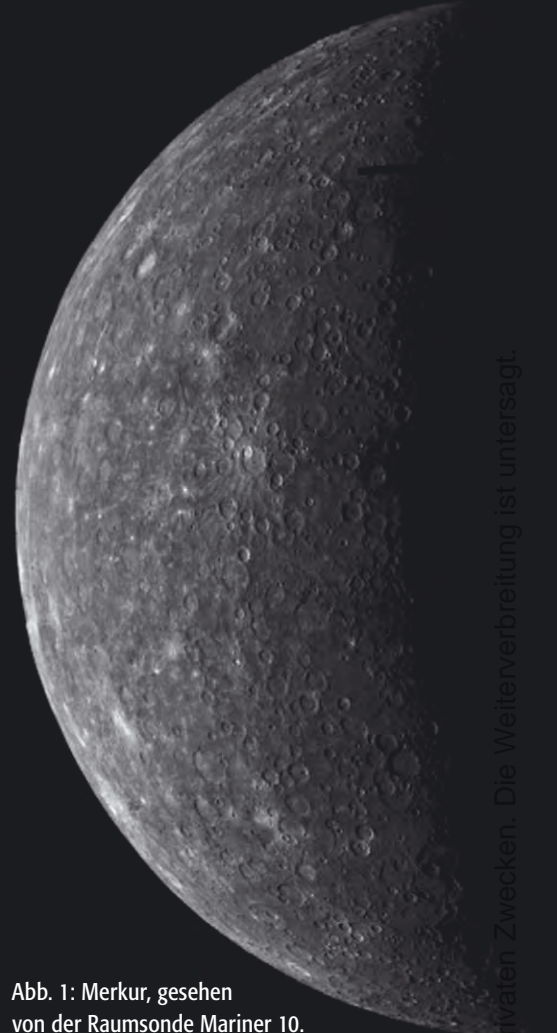


Abb. 1: Merkur, gesehen von der Raumsonde Mariner 10.

### Wahl des Beobachtungszeitpunktes

Von zentraler Bedeutung für eine erfolgreiche Merkurbeobachtung ist der richtige Zeitpunkt der Beobachtung. Beobachtet man zu früh am Abend bzw. steht der Planet noch gleichzeitig mit der Sonne am Taghimmel, verblassen die Merkurdetails in kleinen Teleskopen. Beobachtet man dagegen nach Sonnenuntergang, kommt Merkur dem Horizont rasch nahe, was schlechtes Seeing und das unbeliebte regenbogenfarbene atmosphärische Spektrum zur Folge hat. Der optimale Zeitpunkt ist nur wenige Minuten lang und von der Öffnung des Instruments sowie der Merkurhelligkeit und Sonnenelongation abhängig. Das Problem ist zunächst das Aufsuchen des Planeten. Dies sollte möglichst früh erfolgen, wenn die Sonne noch über dem Horizont steht, damit man den Planeten in die Dämmerung verfolgen kann. Unersetzlich ist hier eine parallaktische Montierung, sehr nützlich eine Goto-Steuerung. Hilfreich ist ein Orangefilter, der den Kontrast des Scheibchens zum blauen Himmels hintergrund erhöht. Mit großen > S. 36



Abb. 2: Moderne Amateuraufnahmen sind in der Lage, Albedostrukturen auf Merkur zu zeigen: a) verkleinerte Version von Abb. 1 zum Vergleich, b) Merkur-Aufnahmen vom 15.4.2003, 10"-Maksutov-Cassegrain, 11430mm Äquivalentbrennweite. Solitudo Criophori ist deutlich zu erkennen. [Stefan Seip], c) Merkur-Aufnahme vom 30.3.2004, 9"-SCT, 10800mm Äquivalentbrennweite. [Mario Weigand]

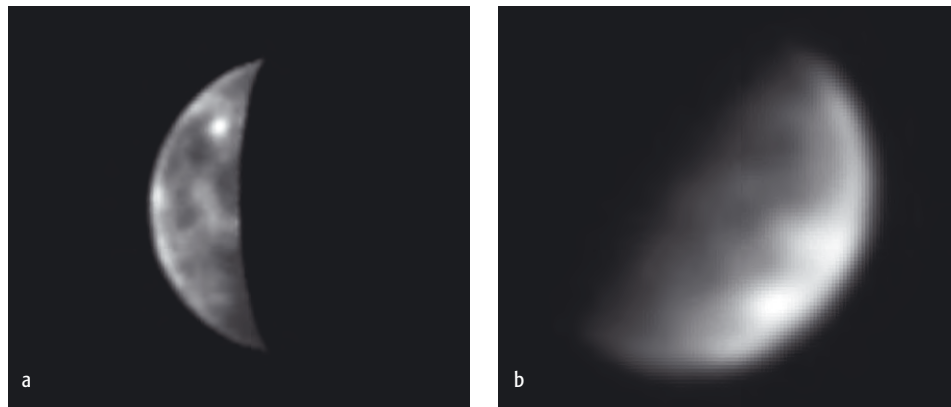


Abb. 3: Die besten erdgebundenen Merkurtaufnahmen. Deutlich sind einige helle junge Krater zu erkennen: a) Einem Team von Astronomen der Universität Boston gelang am 29.8.1998 diese Aufnahme mit dem Mount Wilson-Teleskop. Die Belichtungszeiten betragen 1/60s. Aus 340000 Einzelbildern wurden die besten 60 für das Bild addiert, b) Diese Aufnahme stammt vom schwedischen Vakuum-Teleskop auf La Palma aus dem Jahr 1995.

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



## Farbfiltereinsatz bei der Merkurfotografie

Merkur steht immer sehr knapp über dem Horizont, wo die atmosphärische Refraktion sehr stark und das Seeing am schlechtesten ist. Eine Möglichkeit die Refraktion zu »umgehen« ist der Einsatz von Farbfiltern.

Durch mehrere Versuche bin ich zu dem Ergebnis gekommen, dass ein Grünfilter an meinem 6"-Maksutov am besten geeignet ist. Die erste Abbildung zeigt einen Vergleich von Merkuraufnahmen ohne und mit Grünfilter. Um das Ergebnis weiter zu verbessern, kann man aus dem Bild mit Grünfilter zusätzlich mit einem Grafikprogramm den Grünkanal extrahieren.

Arbeitet man ohne zusätzlichen Grünfilter und extrahiert dann aus einer RGB-Aufnahme den G-Kanal, bekommt man schlechtere Ergebnisse, was in der zweiten Abbildung deutlich wird. Links ist der extrahierte Grünkanal aus einer normalen RGB-Aufnahme und rechts im Vergleich dazu mit einem zusätzlichen Grünfilter abgebildet. Um die Wirkung des Grünfilters zu verdeutlichen, sind in der dritten Abbildung alle drei Farbkanäle dargestellt. Man sieht deutlich, dass das rote und blaue Licht fast vollständig herausgefiltert wird.

Mario Weigand

Abb. 1: Merkuraufnahmen ohne (links) und mit Grünfilter (rechts). [Mario Weigand]

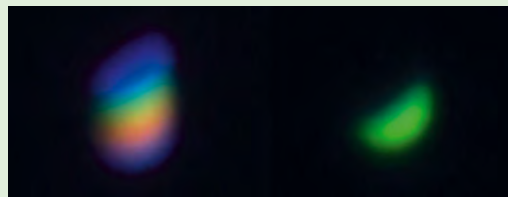


Abb. 2.: Links ist der extrahierte Grünkanal aus einer RGB-Aufnahme zu sehen, rechts der Grünkanal mit zusätzlichem Grünfilter. [Mario Weigand]

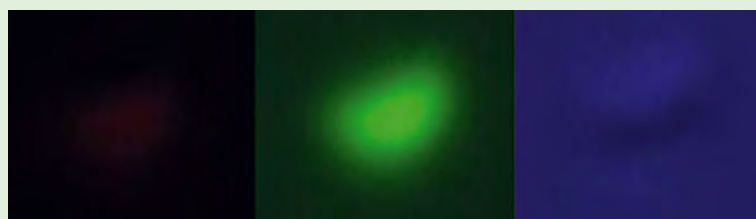
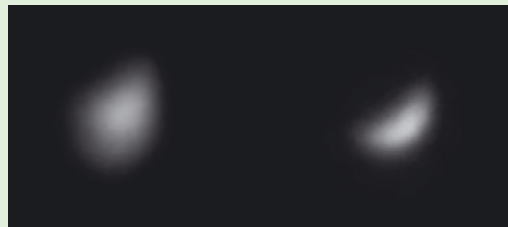


Abb. 3: Die drei Farbkanäle einer RGB-Aufnahme mit Grünfilter. Es ist deutlich zu erkennen, dass durch den Einsatz des Filters das rote und blaue Licht herausgefiltert wird. [Mario Weigand]

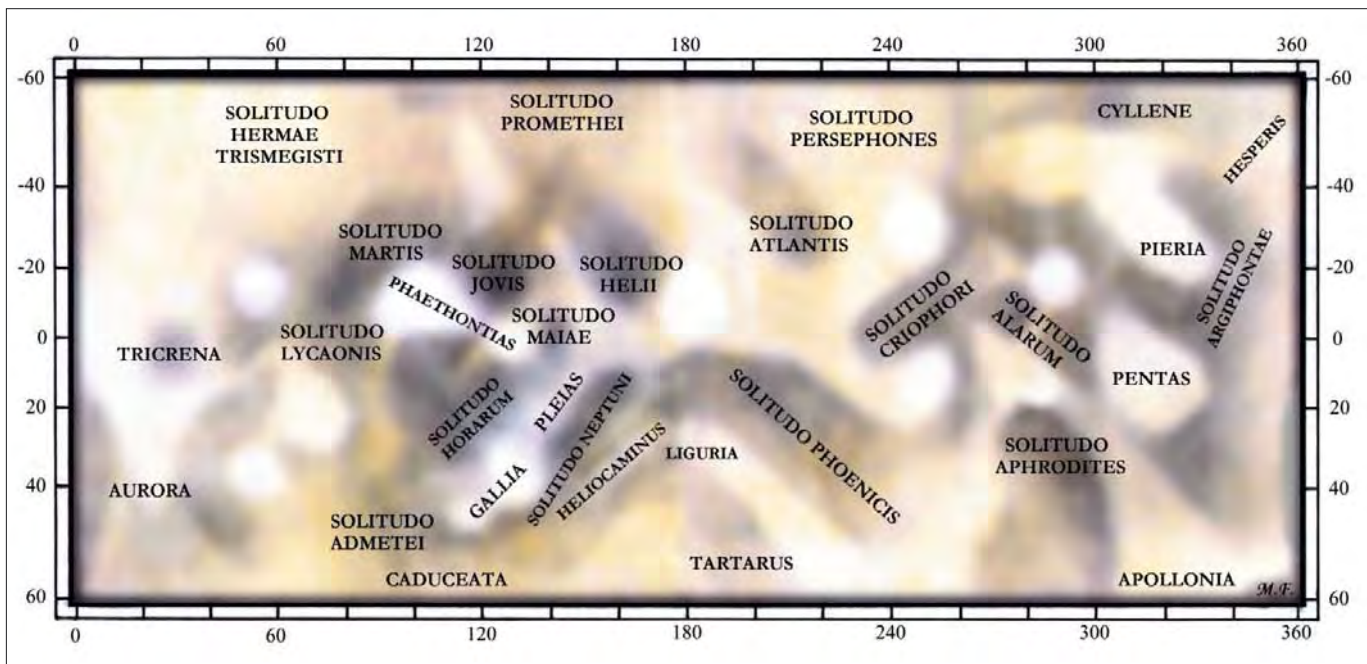


Abb. 4: Karte der Merkur-Oberfläche nach Mario Frassati, basierend auf 54 Beobachtungen erstellt mit einem 8"-SCT bei 250× bis 400× von 1997 und 2001. Süden ist oben.

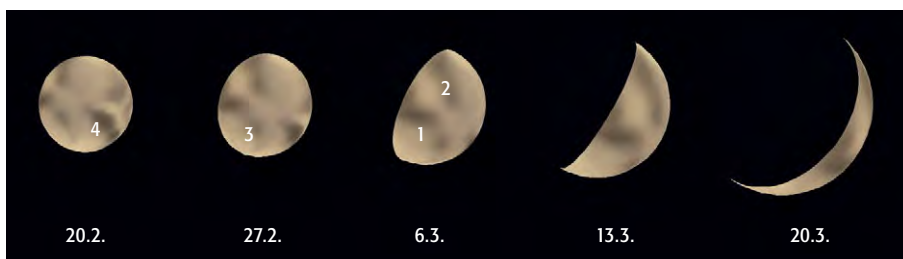


Abb. 5: Merkursichten für die Abendstimmbarkeit im Februar/März 2005. Zu erkennen sind die dunklen Formationen von Solitudo Criophoni (1), Solitudo Phoenicis (2), Solitudo Atlantis (3) und Solitudo Helii (4). [Tim Wilson]

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

Optiken entstehen die besten Ergebnisse bereits am Nachmittags Himmel. Je kleiner die Optik, desto länger muss gewartet werden, bis der Kontrast zwischen Planet und Hintergrund ausreichend groß ist. Dennoch sollen bereits Teleskope ab 100mm Öffnung Einzelheiten zeigen können.

### Albedostrukturen

Die hellen und dunklen Flecken auf Merkurs Oberfläche sind ähnlich wie bei Mars und Mond auf Albedounterschiede des Bodens zurückzuführen. Die Albedo ist besonders im Umkreis junger Krater groß, während altes kraterreiches Terrain eher dunkel erscheint. Mare gibt es auf Merkur nicht – oder sehr wahrscheinlich nicht, denn von Raumsondenbildern her ist nur etwa ein Drittel der Planetenoberfläche bekannt.

Der auch für seine Marskarten berühmte Antoniadi hat bereits vor 80 Jahren eine erste Merkur-Albedokarte aus visuellen Tagbeobachtungen gewonnen. Eine neue Karte, die derjenigen von Antoniadi in nichts nachsteht, hat 2003 der italienische Amateur Mario Frassati entworfen (vgl. Abb. 4).

### Rotation und Umlaufzeit

Merkur läuft in 88 Tagen ein Mal um die Sonne und rotiert in 59 Tagen um seine Achse. Von der Erde aus gesehen vollzieht sich der Sonnenumlauf scheinbar in 116 Tagen (synodische Umlaufzeit), was etwa dem Doppelten der Rotationsperiode entspricht. Aus diesem Grund beobachten wir zu den für Mitteleuropa günstigen Abendsichtbarkeiten im Frühjahr jeweils die gleiche Seite des Planeten, die sich zudem während der maximal 14-tägigen Sichtbarkeitsdauer kaum verändert.

Zu den bei diesen Gelegenheiten immer wieder gesehenen Einzelheiten gehört der dunkle Keil der Solitudo Criophori, wohl das auffälligste Merkurdetail. Es scheint bei »Halb-Merkur« vom Terminator aus in die beleuchtete Planetenkugel hineinzuragen.

### Tipps für Fotografen

Merkur-Fotografen sollten in der Lage sein, durch kurze Belichtungszeiten das Seeing einzufrieren bzw. aus einer Reihe von Aufnahmen nur die besten für die Addition eines Bildes zu verwenden. Zusätzlich wird die Verwendung eines Rotfilters empfohlen (etwa Wratten 25 oder 92), der kein blaues und infrarotes Licht durchlassen darf. Alternativ wurden auch gute Erfahrungen mit anderen Filtern, z.B. einem Grünfilter (s. Kasten), gemacht, die in der Lage sind das atmosphärische Spektrum auszuschalten. Ergebnisse, die reale Details der Merkuroberfläche zeigen, veröffentlichen wir gerne in dieser Zeitschrift.

# Überwachung der Saturnatmosphäre

## EIN NEUES FELD FÜR DIE AMATEURBEOBACHTUNG

von Ronald Stoyan



Abb. 1: Farbaufnahme Saturns der Raumsonde Cassini.

Die Amateurbeobachtung Saturns widmet sich hauptsächlich seinen Ringen (vgl. interstellarum 25). Doch daneben bietet der zweitgrößte Planet des Sonnensystems auch die faszinierenden unvorhersagbaren Phänomene einer aktiven Atmosphäre. Mit modernen Bildaufnahme-Techniken sind heute auch Amateure in der Lage, diese schnelllebigen Erscheinungen zu verfolgen und somit einen Beitrag zur Planetenforschung zu erbringen.

Viele Sternfreunde sind immer noch der Meinung, Planetenbeobachtung sei ein wissenschaftlich völlig wertloses Hobby. Das Gegenteil ist der Fall: Durch kontinuierliche Überwachungsaufgaben haben gerade Amateure einen wesentlichen Teil zu unserem heutigen Wissen über die Planeten Mars und Jupiter beigetragen. Die ständige Atmosphärenbeobachtung, etwa des Planeten Jupiter, wird wegen fehlender professioneller Kapazitäten auch in Zukunft ein Feld der Amateure bleiben, die ihre Beobachtungen im Internet der Forschung bereitstellen können. Nun taucht ein neues Ziel für Sternfreunde auf: die Atmosphäre des Saturn.

### Einzelheiten der Saturnatmosphäre

Saturn zeigt wie Jupiter in seiner Atmosphäre ein Muster aus hellen Zonen und dunklen Bändern, die durch eine Abfolge von schnellen und langsamen Strömungszonen verursacht werden. In diesen Strömungszonen treten unvorhersagbar helle und dunkle Flecken auf. Je nachdem in welcher Breite des Planeten die Flecken liegen, kann zusammen mit ihrer Rotationsgeschwindigkeit die jeweilige Strömungszone bestimmt werden. Anders als bei Jupiter sind diese Strömungszonen nicht gut bekannt. Jeder Geschwindigkeitswert hilft somit, das Strömungsprofil des Planeten zu verbessern (vgl. Abb. 1). Diese Werte werden meistens gegen das System III angegeben (siehe Tabelle 2), auch wenn in Amateurkreisen noch vereinzelt weitere Systeme benutzt werden.

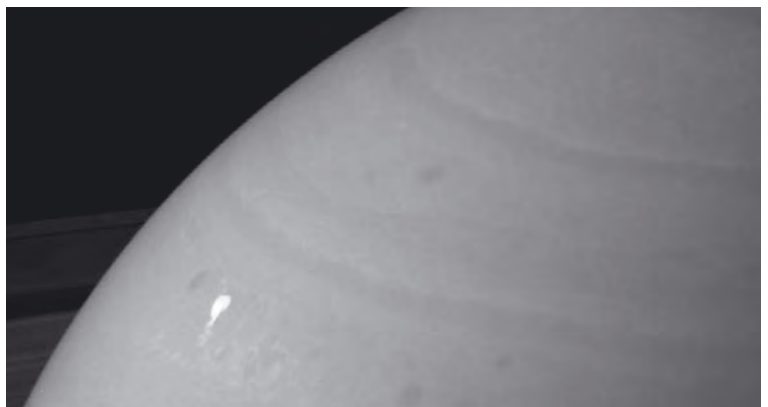
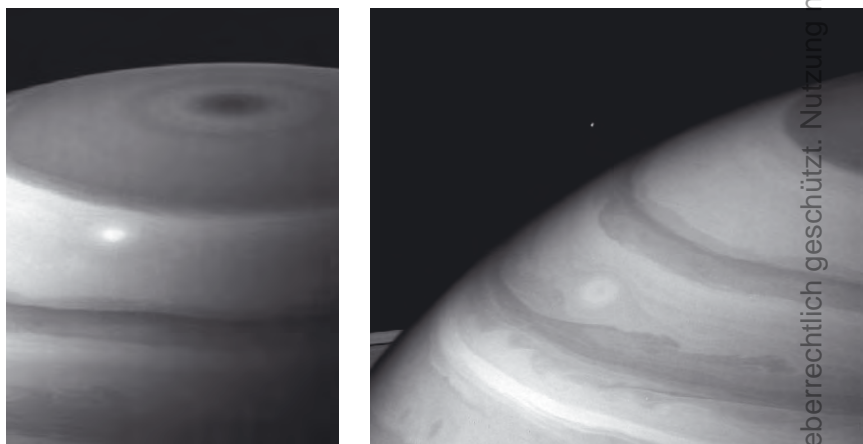


Abb. 2: Auf diesen Aufnahmen von Cassini im November 2004 zeigen sich verschiedene Fleckentypen in Saturns Atmosphäre. Zu sehen sind kleine weiße Flecken in der Südhemisphäre.

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

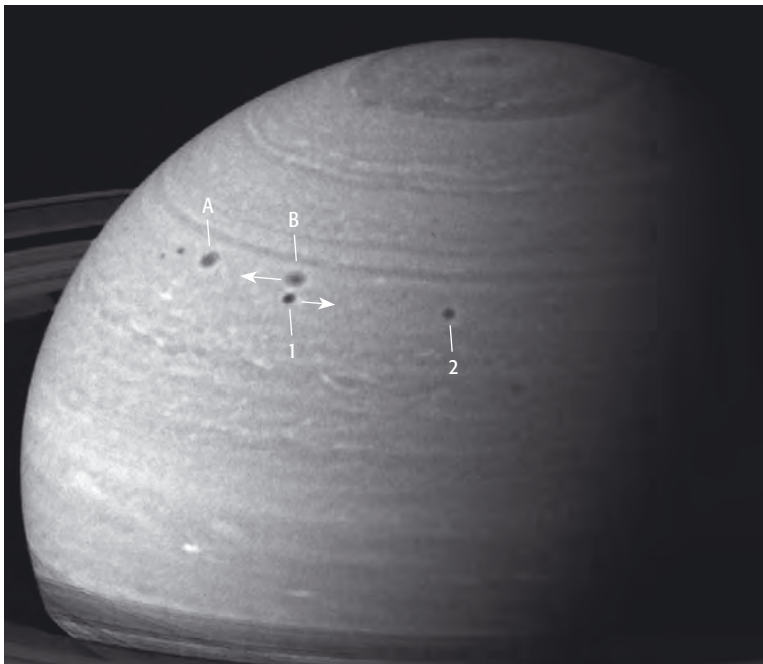


Abb. 3: Diese Serie von Cassini-Bildern zeigt die Bewegung von Flecken in zwei verschiedenen Strömungszonen der südlichen Hemisphäre im infraroten Spektralbereich. a) 4.6.2004, b) 17.6.2004.

**SURFTIPPS** ]

**International Saturn Watch** • [www.ehu.es/iopw/saturn\\_images.htm](http://www.ehu.es/iopw/saturn_images.htm)  
**aktuelle Cassini-Bilder** • [www.nasa.gov/mission\\_pages/cassini/media/Cassini\\_Multimedia\\_Collection\(Search\\_Agent\)\\_archive\\_1.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/cassini/media/Cassini_Multimedia_Collection(Search_Agent)_archive_1.html)  
**SAPOS-Software** • [home.t-online.de/home/grischa.hahn/astro/](http://home.t-online.de/home/grischa.hahn/astro/)

**is-MITARBEIT**

interstellarium ruft die Planetenfotografen mit entsprechender Ausrüstung auf, in dieser Saison nach Saturnflecken statt »pretty pictures« auf die Jagd zu gehen. Ihre Ergebnisse veröffentlichen wir gerne an dieser Stelle.

Flecken, die visuell oder fotografisch verfolgt werden können, galten bis in die jüngste Zeit als eine Rarität. Darunter fiel vor allem eine Reihe von Erscheinungen, die in etwa 30-jährigem Zyklus aufeinander folgte. Der letzte dieser besonders auffälligen hellen Flecken war 1990 bereits mit einem 60mm-Fernrohr zu sehen gewesen.

Doch auch abseits dieser Erscheinungen ist die Saturnatmosphäre nicht ruhig, wie viele Amateurfotos suggerieren. Tatsächlich sind in jeder Oppositionsperiode mehr oder weniger deutliche dunkle und helle Flecken zu beobachten. Die heutige Aufnahmetechnik mit sehr kurz belichtenden Webcams und CCD-Kameras erlaubt die Verfolgung dieser Einzelheiten auch für Amateure.

**Fotografie von Atmosphärendetails**

Saturn gehört zu den Planeten mit der geringsten Flächenhelligkeit, sie beträgt nur ein Drittel des Wertes von Jupiter. Die chemische Fotografie verlangte bei Saturn sehr lange Belichtungszeiten, wodurch die Luftruhe eine entscheidende Rolle spielte. Kurze und dennoch ausreichende Belichtungszeiten sind ein wichtiges Kriterium für die Saturnfotografie, damit das Seeing keinen Einfluss mehr auf die Bildqualität hat.

Der zweite Punkt ist eine ausreichende Äquivalentbrennweite, die um die 10m oder mehr betragen sollte. Die Auflösung einer Webcam mit 10µm Pixelgröße entspricht nur etwa 2" bei 1000mm Brennweite. Nur die allergrößten Saturnflecken erreichen diese Ausdehnung. 10000mm Brennweite erreichen dagegen schon 0,2" Auflösung und kommen damit in den Bereich der jedes Jahr zu beobachtenden Atmosphärendetails. Dieser Wert muss jedoch auch von der Optik theoretisch aufgelöst werden – für 0,2" ist dies erst ab 450mm Öffnung der Fall.

Somit kommen nur größere Amateurteleskope für aussagekräftige Saturnfotos in Betracht, die eine genügend lange Brennweite ohne zu viel Verlust an Belichtungszeit erlauben und gleichzeitig die nötige Auflösung leisten können. Praktisch liegen ab 250mm bis 300mm Öffnung Ergebnisse vor, die dies erreichen.

Saturn hat eine ebenso schnelle Rotation wie Jupiter. Um Flecken darzustellen ist es deshalb nicht möglich, zeitlich weit auseinander liegende Bilder für die Bildbearbeitung zu addieren. Der maximale Zeitraum für die Überlagerung sollte fünf Minuten nicht überschreiten, um ein Verwischen der Einzelheiten zu verhindern.

Der wichtigste Punkt jedoch ist eine verantwortungsvolle Bildbearbeitung. Um für Messungen verwertbare Aufnahmen zu gewinnen, müssen diese nicht

Tab. 1: Große Fleckenerscheinungen in der Saturnatmosphäre

Jahr	Entdecker	Strömungszone	Rotationszeit	Lebensdauer	Bemerkung
1793	Herschel	?	10h 16min	mehrere Wochen	
1876	Hall	EZ	10h 14min 23,8s	4 Wochen	2" groß, zog sich auseinander
1903	Barnard	NTrZ	10h 39min 06s	mehrere Monate	Serie von Flecken
1933	Hay, Weber	EZ	10h 13min 36s	mehrere Monate	3" groß, breitete sich stark aus
1960	Botham	NNTZ	10h 39min	7 Wochen	zog sich in die Länge
1990	Wilber, Montalvo	EZ	09h 50min	8 Wochen	zog sich in die Länge

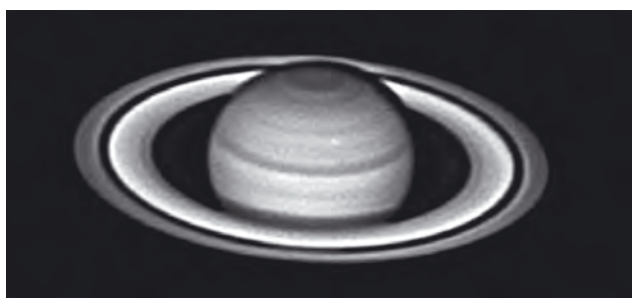


Abb. 4: Ed Grafton zeigt, dass mit einem 14"-SCT und ST5 CCD-Kamera die regelmäßige Verfolgung von Saturnflecken gelingen kann. Die Äquivalentbrennweite betrug jeweils 95m! a) 14.1.2004, dunkle Flecken am Südrand des SEB, b) 20.1.2004, heller Fleck in der STrZ.

schön aussehen, sondern sollten »ehrlich« sein. Zu stark bearbeitete Aufnahmen verraten sich durch die »falsche Encke-Teilung« (siehe ausführliche Darstellung in interstellarum 25) sowie die hellen oder dunklen Säume an kontrastreichen Übergängen, etwa dem Ringschatten. Für manche Zwecke mag es sinnvoll sein, bewusst an die Grenze der Bildbearbeitung zu gehen, beispielsweise um einen auf dem normal dargestellten Bild entdeckten Fleck deutlicher herauszuheben. Es empfiehlt sich aber, die zu stark bearbeitete Aufnahme immer nur zusammen mit dem Originalbild zu veröffentlichen. Niemals sollte eine Entdeckung allein auf einem zu stark bearbeiteten Einzelbild fußen.

## Veröffentlichung und Auswertung

Die bevorzugte Stelle für eine Veröffentlichung im Internet ist die Seite der »International Saturn Watch«, ein Projekt zur Zusammenarbeit von Amateur- und Profiastronomen. Sternfreunde aus aller Welt publizieren hier ihre aktuellen Bilder, die sich somit zeitnah vergleichen lassen.

Eine eigene Auswertung von Aufnahmen erlaubt die von Grisca Hahn geschriebene freie Software SAPOS. Hier können komfortabel Breiten- und Längenpositionen von Saturnflecken bestimmt werden. Wichtig dafür ist, dass der Aufnahmezeitpunkt des Fotos auf die Minute bekannt ist.

Eine Auswertung von Reihen von Fleckenpositionen darf immer nur für eine bestimmte Strömungszone geschehen! Da Saturnflecken nur extrem selten zwischen verschiedenen Strömungszonen wechseln, zerstört eine Analyse von mehreren Strömungszonen gleichzeitig völlig die Aussagekraft dieser Messungen. Man sollte also darauf achten, dass man nur Positionen aus einer bestimmten Breitenlage Saturns heranzieht, wenn man Geschwindigkeiten von Flecken ermitteln will.

Tab. 2: Rotationssysteme der Saturnatmosphäre

System	Rotationszeit	gültig für
I (IAU)	10h 13min 59,99s	EZ, SEB(N), NEB(S)
II (ALPO)	10h 38min 25,42s	polwärts von System I
III (IAU)	10h 39min 22,40s	global



## Kometen aktuell

von André Wulff

Die vergangenen zwei Monate wurden vom Kometen **C/2004 Q2 (Machholz)** bestimmt. Der Komet konnte bereits im Dezember mit dem bloßen Auge bei einer Helligkeit von ca. 5<sup>m</sup> beobachtet werden, während der Schweif zunächst für die visuelle Beobachtung sehr schwach blieb. Fotografisch zeigte sich ein feiner Gasschweif von ca. 1,5° Länge, der mit dem diffusen Gasschweif einen Winkel von fast 90° bildete.

Nach Redaktionsschluss Anfang Dezember stieg der Komet kontinuierlich immer höher und erreichte die Erdnähe am 6.1. in einer stattlichen Horzonthöhe von 60°. Die zugehörigen Beobachtungen und Fotos werden im kommenden Heft veröffentlicht.

Jetzt ist der Komet ein zirkumpolares Objekt geworden. Nach Einbruch der Nacht steht er optimal postiert fast im Zenit. Zum Monatswechsel Januar/Februar steht der Komet unweit des schönen Doppelsternhaufens  $\eta$  und  $\chi$  und damit mitten in der Milchstraße. Er zieht durch die Cassiopeia und den Cepheus zum Drachen und passiert dabei in rund 6° Entfernung den Himmelspol.

Bis Ende März wird Komet Machholz ein schönes Feldstecherobjekt bleiben. Die prognostizierte Helligkeit sinkt von etwa 3<sup>m</sup>.5 Anfang Januar auf etwa 6<sup>m</sup> Ende März. Die Schweiflänge wird ebenfalls abnehmen, kann aber Anfang Februar noch 2° oder mehr betragen.

Am Morgenhimmel wird ein weiterer Schweifstern in die Reichweite von Feldstechern gelangen. Der Komet **C/2003 T4 (LINEAR)** steht mitten in den Sommersternbildern. Mitte Februar passiert der Komet im markanten Sternbild Pfeil den Sternhaufen M 71. Im März wandert der Komet immer schneller in Richtung Sonne und wird damit Ende März nicht mehr aufzufinden sein. Ist der Komet Anfang Februar noch rund 8<sup>m</sup>.7 hell, wird er bis zu seinem Verschwinden Ende März immerhin gut 6<sup>m</sup> erreichen.

Ein weiterer Komet wird tief am Abendhimmel im Februar sichtbar werden. Es handelt sich hierbei um **C/2003 K4 (LINEAR)**. Er wird für einen Beobachter in Mitteleuropa aber nur rund 13° Höhe über dem Horizont erreichen und leider recht schnell tiefer sinken. Beobachter in Süddeutschland sind etwas im Vorteil. Der Komet steht im Sternbild Eridanus und wird Anfang Februar noch rund 8<sup>m</sup> hell sein. Neben der Höhe über dem Horizont wird auch die Helligkeit deutlich abnehmen. Dieser Komet wird also mehr etwas für Spezialisten sein, da die geringe Horzonthöhe eine Beobachtung doch deutlich erschwert.

### is-MITARBEIT

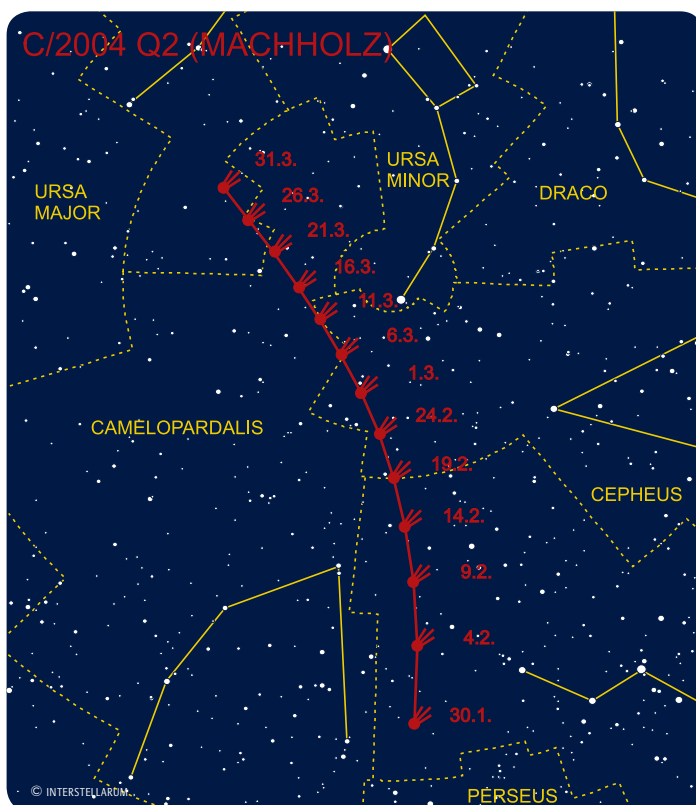
Senden Sie uns Ihre Kometenbilder! Wir suchen immer Bilder und Zeichnungen zu aktuell sichtbaren Schweifsternen und drucken gerne Ihre Ergebnisse, die auch nach Redaktionsschluss angenommen werden.



Abb. 1: Komet Machholz am 18.9.2004, 200/800-Newton, Platinum K402ME CCD-Kamera, 4×2min. [Stefan Beck]



Abb. 2: Komet Machholz am 10.12.2004, 180mm-Teleobjektiv bei f/4,0, SXV-H9 CCD-Kamera, 170s (L), 70s (je RG), 140s (B). [Gerald Rhemann und Michael Jäger]



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





Abb. 3: Komet Machholz am 11.12.2004, 200/300-Schmidtamera, SXV-H9 CCD-Kamera, 100s (je LRGB). [Gerald Rhemann und Michael Jäger]



Abb. 4: Komet Machholz am 14.12.2004, 101/430-Refraktor, SXV-H9 CCD-Kamera, 3min (L), 1min (je RGB). [Peter Wienerroither]



# Die Milchstraße – eine Studie der visuellen Abbildungen

## TEIL 2: MODERNE ZEICHNUNGEN

von Arndt LatuBeck

Die »Alten Meister« hatten um 1920 herum die Kunst der Milchstraßenzeichnung zur Perfektion gebracht (vgl. Teil 1, interstellarum 36). Astronomen wie Easton und Pannekoek hatten in teilweise Jahre langer Arbeit Werke mit einem Detailreichtum angefertigt, die modernen Weitwinkelfotografien in nichts nachstanden. Im Gegenteil, wie Antonin Pannekoek immer wieder betonte, bilden Zeichnungen des visuellen Eindrucks der Milchstraße ohne optische Hilfsmittel eine ganz wesentliche Ergänzung zu Fotografien, was zum einen in der geringeren Winkelauflösung des Auges begründet sei, was den »wolkigen« Charakter der Milchstraße erst ermögliche, zum anderen natürlich im abweichenden spektralen Empfindlichkeitsbereich des menschlichen Auges.

Umsso erstaunlicher erscheint es, dass nach dieser Periode diese Kunst praktisch in Vergessenheit geriet; das einzige Beispiel aus späterer Zeit ist offenbar die Zeichnung von Sergej Gaposchkin von 1956 (siehe [1]). Aber gerade Amateure, die in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts im Allgemeinen nur

sehr kleine Teleskope zur Verfügung hatten, hätten auf diesem Gebiet ein weites Betätigungsfeld vorgefunden.

Genau im Gegensatz dazu finden in den letzten Jahren offenbar immer mehr Beobachter trotz der Beliebtheit von Riesendobsonen und schwächsten Objekten wieder zurück zur Deep-Sky-Beobachtung mit

bloßem Auge. Und in der Folge entstehen neue Milchstraßenzeichnungen, die im Hinblick auf den Detailreichtum und die Schönheit der Abbildungen mit den visuellen Astronomen des frühen 20. Jahrhunderts mindestens mithalten können, oder sie sogar übertreffen. Im Folgenden zeigen vier Beispiele aus den letzten Jahren, was tatsächlich ohne jegliche optische Hilfsmittel in der Milchstraße zu erkennen ist.

Viele Strukturen, die für die Milchstraße als Spiralgalaxie typisch sind, sind bereits durch bloßes genaues Hinschauen zu erkennen; daneben sind erstaunlich viele einzelne Deep-Sky-Objekte auszumachen. Anhand der vier Milchstraßenzeichnungen von Rainer Töpler, Martin Schoenball, Ronald Stoyan und Markus Dähne (Abb. 2) werden die wichtigsten dieser Strukturen aufgezeigt. Dabei möge immer der Ausspruch von Antonin Pannekoek beachtet werden, dass das visuelle Bild der Milchstraße das fotografische ergänzt, nie aber zu ihm identisch sein wird.

### Die Zeichnungen

Die vier verwendeten Zeichnungen zeigen vor allem eines auf: Der Eindruck, den jeder Beobachter vom Milchstraßenband hat, ist sehr subjektiv; man wird kaum zwei Menschen finden, die exakt dasselbe Bild von der Milchstraße haben. > S. 46

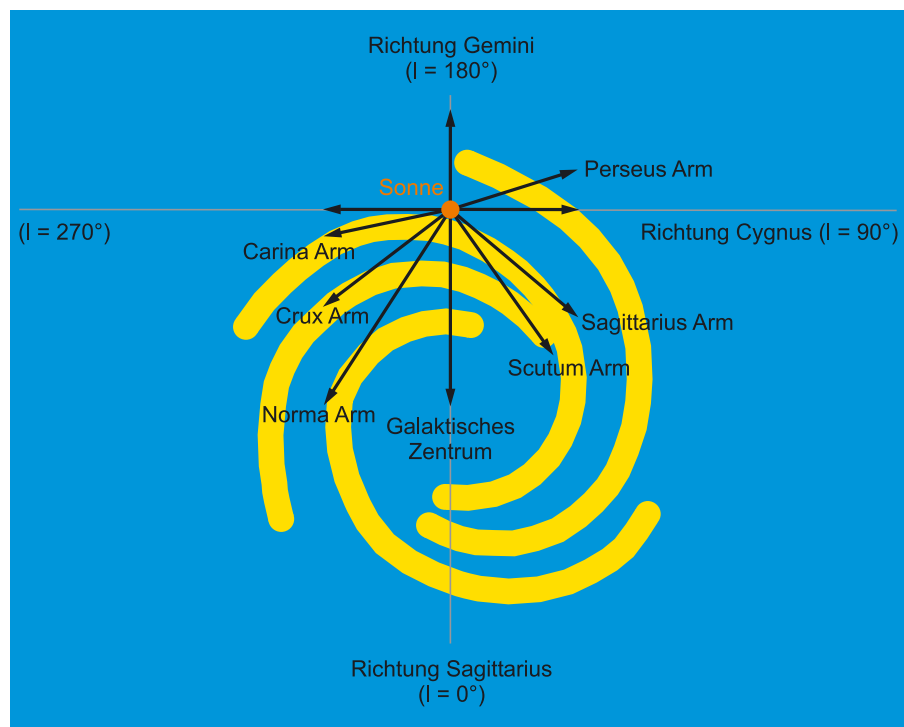
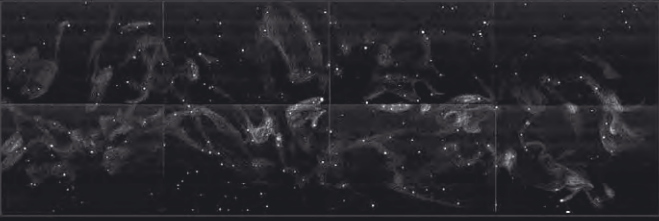


Abb. 1: Übersicht über die visuell sichtbaren Helligkeitsmaxima der Milchstraße ([2], [3]).

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

5      4      3      2      1      9      8      7  
 ↓      ↓      ↓      ↓      ↓      ↓      ↓      ↓

RAINER TÖPLER



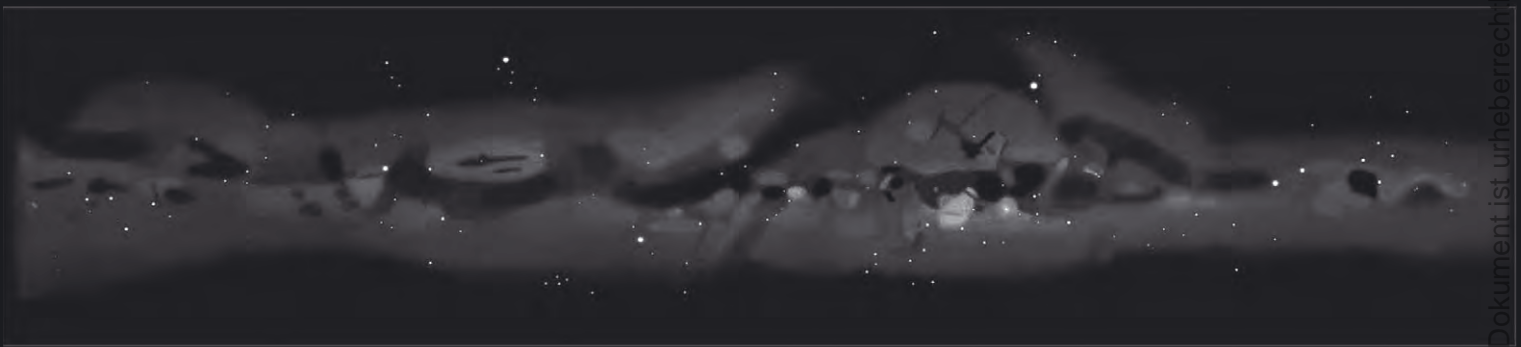
MARTIN SCHOENBALL



RONALD STOYAN



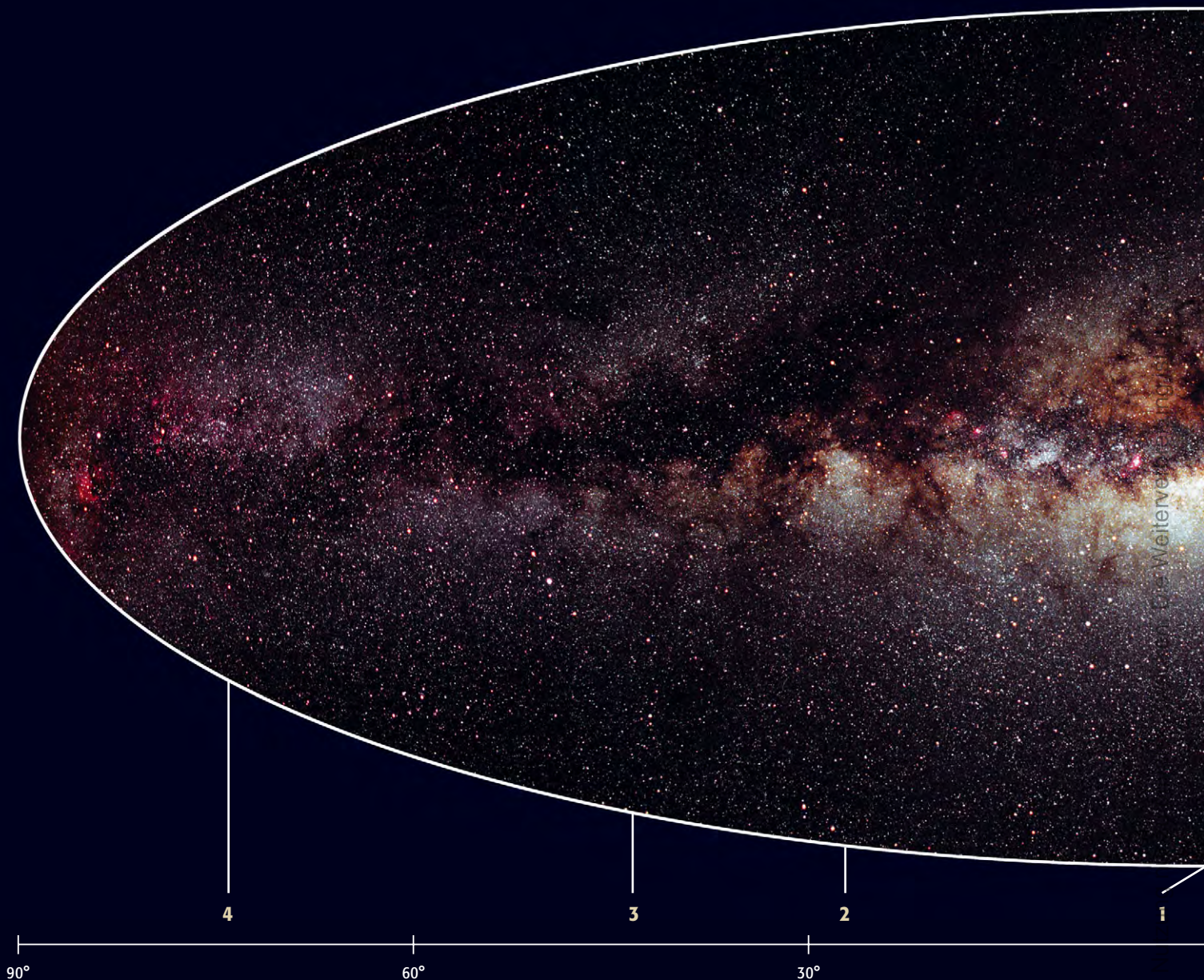
MARKUS DÄHNE



↑      ↑      ↑      ↑      ↑      ↑      ↑      ↑  
 5      4      3      2      1      9      8      7

Abb. 2: Vier neuere Milchstraßenzeichnungen im Vergleich. Die Zeichnungen sind zueinander in galaktischer Länge | zentriert, um den direkten Vergleich zu erleichtern. Die Markierungen am oberen und unteren Rand beziehen sich auf das fotografische Panorama auf Seite 44/45.

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



## Die Struktur der Milchstraße

**1 Galaktisches Zentrum (0°):** Obwohl das eigentliche Zentrum von dichten Staubwolken verdeckt ist, finden wir trotzdem bei 0° galaktischer Länge die hellsten Milchstraßenwolken, allerdings nicht auf dem galaktischen Äquator, sondern südlich davon, etwa bei -5° galaktischer Breite. In diesem Bereich ist die galaktische Extinktion extrem gering, so dass wir bis etwa 2000 Lichtjahre an das Zentrum »heransetzen« können. Somit ist diese Struktur ein Teil des inneren Bulge unserer Galaxis. Die beiden Zeichnungen von Ronald Stoyan und Markus Dähne zeigen diese Wolke klar und deutlich.

**2 Scutum-Crux-Arm (30°):** Trotz der größeren Winkeldistanz des Sternbilds Schild zum galaktischen Zentrum verläuft der Scutum-Crux-Arm innerhalb des Sagittarius-Carina-Armes. Dieses

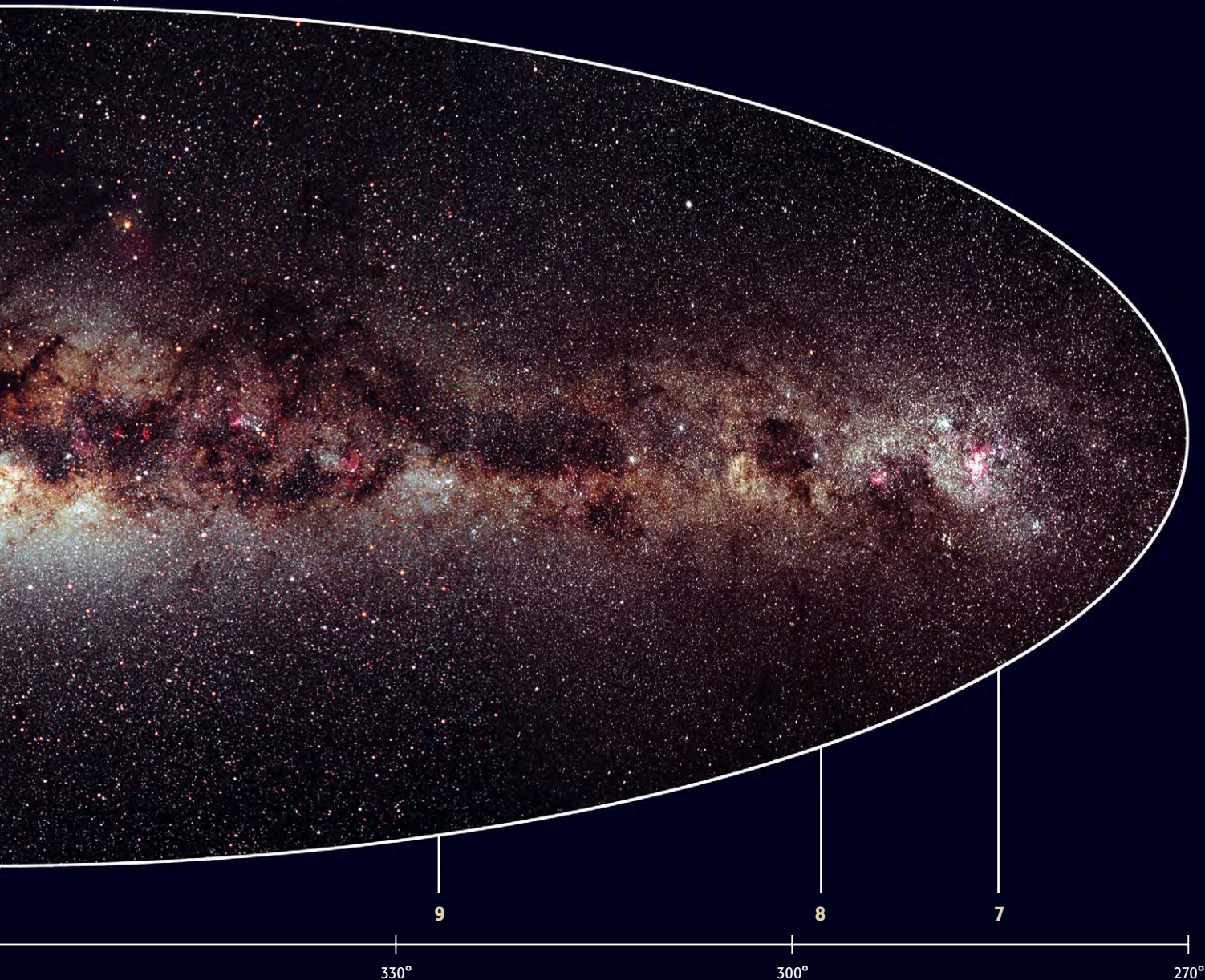
scheinbare Paradoxon erklärt sich aber durch die Perspektive, unter der wir auf die beiden Arme blicken. Diejenigen Teile der Milchstraße, die von uns aus gesehen im Sternbild Schütze liegen, gehören zum nächst inneren Spiralarm. Die markanteste Struktur ist natürlich die Schildwolke südwestlich des Adlers. Besonders ausgeprägt zeigt Martin Schoenballs Zeichnung die Schildwolke, in seiner Zeichnung erscheint sie deutlich abgegrenzt gegenüber der Umgebung. Ronald Stoyan und Markus Dähne sehen die Wolke eher ins Milchstraßenband eingebunden, was wahrscheinlich an den Umständen liegt, unter denen die Zeichnungen erstellt wurden (siehe Kasten).

**3 Sagittarius-Carina-Arm (45°):** Die Blickrichtung entlang des Sagittarius-Carina-Armes verläuft hier etwa bei der

galaktischen Länge 45° in Richtung Adler. Gerade hier sind die Dunkelwolken des Great Rift besonders ausgeprägt (»Aquila Rift«), so dass diese Milchstraßenregion nicht besonders auffällig ist. Entsprechend zeigt keine der Zeichnungen größere Auffälligkeiten.

**4 Große Cygnus-Wolke (90°):** Bei 90° und 270° galaktischer Länge blicken wir tangential entlang des lokalen Arms, der wahrscheinlich auch nur ein äußerer Ausläufer des Sagittarius-Carina-Armes ist. Die Cygnus-Wolke ist in allen Zeichnungen sehr deutlich zu sehen, was auch nicht weiter verwundert, denn sie ist neben der Schildwolke die hellste Milchstraßenregion des nördlichen Himmels.

**5 Perseus-Arm (110°):** Wir sehen hier in Richtung des äußeren Randes der



Milchstraße, etwa in Richtung Kassiopeia. Da die interstellare Extinktion in diesem Bereich vergleichsweise gering ist, sind in der Kassiopeia und Umgebung neben den Sternen des Arms selbst sehr viele Offene Sternhaufen als typische Vertreter einer Spiralarmpopulation zu erkennen. Vor allem Martin Schoenballs Zeichnung hebt die Cassiopeia-Wolke deutlich hervor.

**6 Antizentrum (180°):** In Richtung Zwillinge/Orion blicken wir direkt aus der Milchstraße hinaus in den intergalaktischen Raum (das Antizentrum befindet sich in der Nähe von M 35 in den Zwillingen). Hier erreicht die Milchstraße ihre geringste Helligkeit. Keine der Zeichnungen zeigt diesen zugegebenermaßen nicht sonderlich interessanten Milchstraßenabschnitt.

**7 Sagittarius-Carina-Arm (280°):** In Richtung Carina berührt unsere Sichtlinie wiederum den Sagittarius-Carina-Arm. Die Sternwolken in diesem Bereich sind ähnlich hell wie die der großen Cygnus-Wolke, was die Zeichnungen von Markus Dähne und Ronald Stoyan auch gut abbilden.

**8 Scutum-Crux-Arm (300°):** Wieder bedingt durch die Perspektive finden sich hier außerordentlich helle Milchstraßenbereiche, die durch das in Crux beginnende »Great Rift« (Kohlensack) besonders schön strukturiert sind. Ronald Stoyans Zeichnung zeigt die helle Crux-Wolke sehr kontrastreich und fast rechteckig, während Markus Dähne den Bereich um das Kreuz des Südens entlang des Milchstraßenäquators eher gleichmäßig hell erkennt; bei ihm ist das

Helligkeitsmaximum weniger ausgeprägt und deutlich stärker elongiert.

**9 Norma-Arm (330°)** Ebenfalls eine Struktur des Südhimmels, bilden die Sternwolken dieses Spiralarms durch die günstige Perspektive ein zwar nicht allzu großes, aber umso helleres Milchstraßenareal, das aber nur südlich des »Great Rift« seine ganze Helligkeit entfaltet. Auch diese Struktur ist in den Zeichnungen von Ronald Stoyan und Markus Dähne enthalten. Wie bei der Crux-Wolke (8), so macht sich auch bei der Norma-Wolke die unterschiedliche Wahrnehmung beider Zeichner bemerkbar: Markus Dähne sieht das Gebiet wiederum stark elongiert, während Ronald Stoyan eher eine rundliche Form sieht, die zudem einen deutlichen Helligkeitsgradienten zur Mitte hin aufweist.



Abb. 2 zeigt diesbezüglich zwei Extreme: Während Markus Dähne den Verlauf weitgehend homogen zeichnet und damit seine Zeichnung der von Houzeau von 1879 ähnelt, zerfällt nach Rainer Töpler das Band in einzelne Wolken oder Bänder, ganz ähnlich der historischen Zeichnung von Gould (vergleiche Abb. 4 und 5 in [1]). Der Stil von Martin Schoenballs Zeichnung entspricht dagegen in etwa Eduard Heis und Ronald Stoyans Zeichnung weist viele Parallelen zu Antonin Pannekoek auf (Abb. 3 bzw. 7 in [1]). Dabei wurden alle Zeichnungen unter besten Bedingungen – bei Grenzgrößen von  $6^m2$  oder besser – angefertigt. Weiterhin sind die Herstellungsmethoden so verschieden wie die Sinneseindrücke (siehe dazu Kasten). Trotzdem scheint es einige wesentliche Strukturen zu geben, die von allen Beobachtern ähnlich gesehen werden, und das sowohl im großskaligen Bereich, also im Gesamtanblick der Milchstraße, als auch beim Erkennen von Details innerhalb des Bandes.

### Großräumige Strukturen

Alle Zeichnungen zeigen eine respektable Ausdehnung der schwächsten Milchstraßenäusläufer in galaktischer Breite. Interessant ist vor allem die Region westlicher Schwan/östliche Leier; schon Pannekoek hatte hier bis in Regionen von  $+20^\circ$  galaktischer Breite schwächste Ausläufer gesehen, was sich in allen vier Zeichnungen bestätigt. Daneben dominiert bei hohen galaktischen Breiten natürlich die zentrale Aufwölbung im Bereich Schütze/Skorpion; hier erstrecken sich die Ausläufer des Milchstraßenbandes ebenfalls bis etwa  $+20^\circ$ .

Sehr unterschiedlich fällt der Verlauf und die Ausprägung der großen Dunkelwolkenstruktur, des »Great Rift« aus, das sich auf Fotografien vom Nordamerikanebel bis zum Kreuz des Südens hinzieht und die visuelle Milchstraße zwischen Cygnus und Crux quasi in zwei Hälften teilt (der Kohlsack selbst gehört übrigens noch zu diesem Dunkelwolken-Komplex). Bei Rainer Töpler ist er praktisch nicht nachweisbar, Ronald Stoyan und vor allem Martin Dähne zeigen das Great Rift hingegen sehr ausgeprägt.

### Galaktische Struktur

Obwohl wir die Milchstraße ähnlich einer Edge-On-Galaxie quasi »von der Seite« sehen, ist man inzwischen durch die genaue Kenntnis der Lage der Spiralarme

durch radioastronomische Beobachtungen in der Lage, einige benachbarte Spiralarme auch im optischen Bereich nachzuweisen. Zeichnungen der Milchstraße sind zu diesem Zweck optimal geeignet, da sie einen sehr großen Winkelbereich abdecken, und nur auf dieser Skala werden die typischen Strukturen sichtbar.

Abb. 1 zeigt die Lage der wesentlichen Intensitätsmaxima entlang des Milchstraßenbandes. In Abb. 2 sind die jeweiligen Strukturen am oberen und unteren Rand durch Pfeile markiert. Es fällt auf, dass alle großräumigen Maxima tatsächlich unmittelbar mit Spiralarmstrukturen zusammenhängen (vgl. Seite 44/45).

### Detailbeobachtungen mit bloßem Auge

Neben dem großräumigen Verlauf des Milchstraßenbandes findet man relativ leicht eine ganze Reihe von Strukturen, die auf einer sehr viel kleineren Winkelskala angesiedelt sind. Zum Teil handelt es sich dabei um kleine, besonders helle Milchstraßenwolken (wie bei M 24), zum Teil aber auch um »klassische« Deep-Sky-Objekte, und hier vor allem um Sternhaufen. Auch die abgebildeten Zeichnungen zeigen viele dieser Objekte. Einige markante Beispiele sind in Abb. 3–6 dargestellt. Hier zeigt sich im Detail besonders deutlich die unterschiedliche Betonung der meist schwachen Kontraste des Milchstraßenverlaufs, die wahrscheinlich durch die Überlagerung der Faktoren Wahrnehmung und Dunkelheit des Himmels zustande kommt.

### Fazit

Die Kunst der Milchstraßenzeichnung ist völlig zu Unrecht Jahrzehnte lang stark vernachlässigt worden. Die Tatsache, dass außer einem dunklen Himmel und Zeichengerät überhaupt keine Hilfsmittel benötigt werden, könnte doch aber sicherlich Anreiz sein, sich einmal an das größte Deep-Sky-Objekt an unserem Himmel heran zu wagen!

- [1] Latußeck, A.: Die Geschichte der Milchstraßenzeichnungen, *interstellarum* 36, 52 (2004)
- [2] [www.naoj.org/staff/kumiko/files/MWmodelp.e.pdf](http://www.naoj.org/staff/kumiko/files/MWmodelp.e.pdf)
- [3] Georgelin, Y. M., Georgelin, Y. P.: The spiral structure of our galaxy determined from HII regions, *Astron. Astrophys.* 49, 57 (1976)
- [4] Crossen, C., Rhemann, G.: *Sky Vistas*, Springer, Wien (2004)

## Wie zeichnet man die Milchstraße?

Interessant an den Milchstraßenzeichnungen ist nicht nur das fertige Bild, meist ist auch die Entstehungsweise der Bilder sehr aufschlussreich und regt vielleicht zum selber Zeichnen an. Jeder Autor entwickelt dabei seinen eigenen Stil in der Zeichentechnik, ganz wie bei »klassischen« Deep-Sky-Zeichnungen.

**Markus Dähne** nutzte Panoramafotografien als Basis: »Als Grundlage verwendete ich eine Himmelskarte, die ich mir aus einem Planetariumsprogramm ausdrückte. In diese Karte zeichnete ich dann auf La Palma die Milchstraße von Cassiopeia bis Scorpion, wobei ich anstelle einer flächigen Zeichnung zunächst nur linienhaft die Begrenzungen der Milchstraße und ihrer Dunkelwolken erfasste und die Helligkeiten der einzelnen Bereiche mit Ziffern (von 1 = sehr hell bis 6 = sehr schwach) kennzeichnete. Wieder zu Hause angekommen, nahm ich nun die Reinzeichnung vor. Als Grundlage diente mir das bekannte Milchstraßenposter von Eckhard Slawik: Ich legte ein großes, relativ dünnes Blatt Papier auf das Poster und zeichnete die hellsten Sterne hoch. Dann begann ich, die Milchstraße flächenhaft, mit Bleistift, zu zeichnen. Abschließend scannte ich die Zeichnung ein und bearbeitete sie mit Photoshop (Invertieren, Glätten etc.). Im August 2002 konnte ich das Panorama bei einem Namibia-Aufenthalt noch bis zum Sternbild Carina erweitern.«

**Martin Schoenball** benötigte nur knapp 90 Minuten für die Rohzeichnung: »An meinem Beobachtungsplatz angekommen erwartete mich ein recht klarer Himmel, allerdings auch ein recht böiger Wind, der nicht nur nervte sondern auch schlechtes Seeing mitbrachte. Wieso also nicht einmal ohne Vergrößerung beobachten und zeichnen? Zu diesem Zweck hatte ich mir schon vorher drei A4-Ausdrucke mit den Sternbildern der Sommermilchstraße in meinem Beobachtungsordner abgelegt. Diese enthielten Sterne bis  $6^m0$ , die Grenzgröße bestimmte ich in dieser Nacht zu  $6^m2$ . Am Südhorizont hielten sich ferne Wolken. Nach und nach zeichnete ich die



Stern- und Dunkelwolken unserer Milchstraße ein. Hier und da zeigten sich auch einzelne Nebel und Sternhaufen! Nach etwa eineinhalb Stunden musste ich die Zeichnung wegen aufkommender Bewölkung abbrechen. Den aufwändigsten Teil der Arbeit stellte allerdings die Reinzeichnung am nächsten Tag dar. Zuerst durchstach ich jeden der etwa 500 Sterne mit einer Stecknadel, puzelte die drei Blätter zusammen und heftete sie auf schwarzes Tonpapier. Anschließend wurde nun noch einmal jeder Stern mit einer Tuschefeder und weißer Tusche durchgestochen und so auf das Papier übertragen. Nachdem ich noch die hellsten Sterne der Sternbilder zur besseren Orientierung herausgearbeitet hatte, konnte ich die Sternwolken und Nebel einzeichnen.«

**Rainer Töpler** nahm sich mehrere Nächte Zeit: »Gemütlich ist die Zeichnerei der horizontnahen Sternbilder: Man sitzt und hält das Zeichenbrett auf dem Schoß. Je mehr sich das Zeichengebiet dem Zenit nähert, umso schwieriger wird die Zeichnerei, da man das Zeichenbrett immer mehr über den Kopf halten muss (Das Blatt wird dabei von Gummis gehalten und so gegen Herabsinken und Wind geschützt). Schwierig ist auch das Aneinanderfügen mehrerer Blätter, besonders, wenn man wie ich die Beobachtung über mehrere (3) Nächte verteilt. Es ist dabei wichtig, helle Sterne als Markierungen von einem Blatt zum nächsten überlappen zu lassen, so dass sie sich auf beiden Blättern wieder finden, sonst findet man nie wieder die Passung! Ähnliches gilt für die Helligkeit der Milchstraßenbereiche, was ziemlich schwierig wird, wenn sich die Bedingungen während der Nacht ändern (und das ist normal!) oder natürlich von einem Tag auf den anderen. Ich zeichne nachts im-

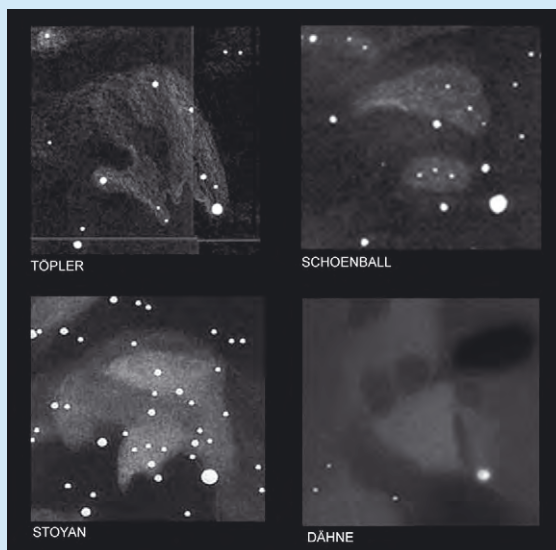


Abb. 3: Detail der visuellen Zeichnungen: Deneb mit NGC 7000.

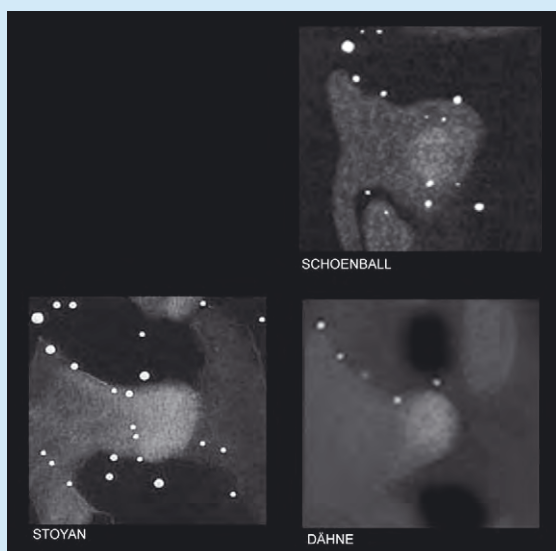


Abb. 5: Detail der visuellen Zeichnungen: die Schildwolke.

mer Bleistift auf Weiß und mache dann möglichst am Tag darauf eine Reinzeichnung Weiß auf Schwarz. Das hat den Vorteil, dass ich keine Verrenkungen machen muss, um Fehler nachts bei Rotlicht zu korrigieren, sondern einfach falsche Sterne durchstreiche und an der richtigen Position noch mal einzeichne, dass ich dunkle Gebiete einfach umrande, den genauen Kontrast aber erst in der Reinzeichnung erzeuge.«

**Ronald Stoyans** Zeichnung entstand im Lauf mehrerer Jahre an verschiedenen Standorten: »Die Grundlage für das Milchstraßenpanorama bildeten zehn Ausdrücke aus einem Sternkartenprogramm. Die einzelnen Zeichnungen entstanden in exzellenten Nächten in den

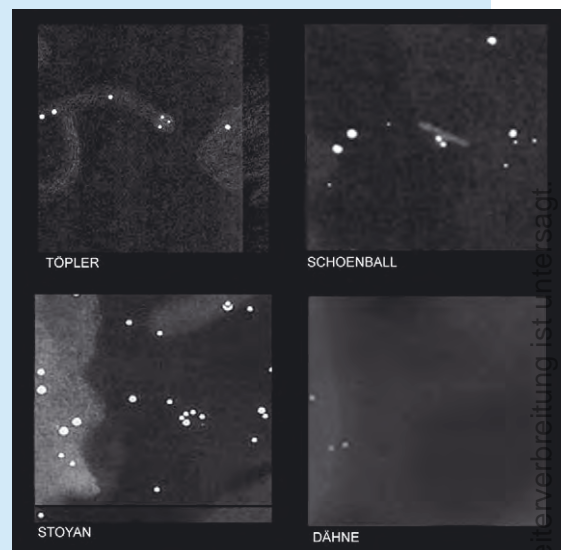


Abb. 4: Detail der visuellen Zeichnungen: Collinder 399, der Kleiderbügelhaufen.

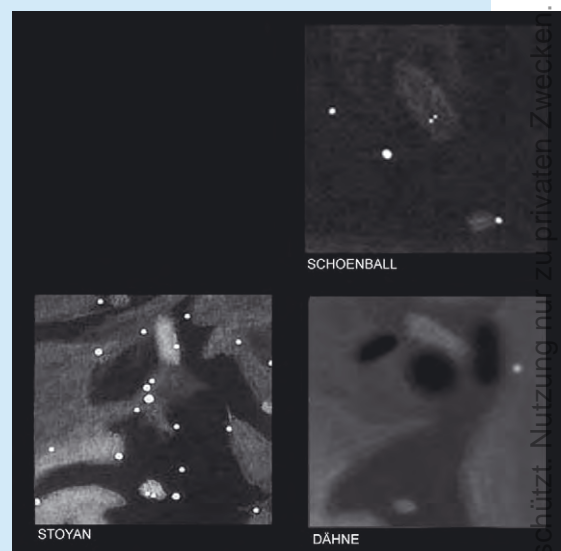


Abb. 6: Detail der visuellen Zeichnungen: M 24 (jeweils oben) und M 8 (unten).

Hochalpen und Namibia, wobei jedes Gebiet zwei Mal unabhängig voneinander gezeichnet wurde, um persönliche Zeichenfehler zu minimieren. Entscheidend ist dabei wie bei der Okularbeobachtung eine gute Dunkeladaption und viel Geduld, so dass pro Abend nur etwa ein Zehntel der Gesamtmilchstraße gezeichnet werden sollte. Dabei ist auffällig, dass die zentralen Bereiche um den Schützen und Skorpion eine viel kleinteiligere Gliederung aufweisen als die bekannten Gebiete in Cygnus. Derzeit besteht noch eine Lücke der Darstellung zwischen Carina und Monoceros, die in den nächsten Jahren zu einem kompletten Panorama geschlossen werden soll.«

# Distanzbestimmung mit Amateurmitteln

EIN VERSUCH AM BEISPIEL OFFENER STERNHAUFEN

von Bernd Böhmer

Mit dieser Arbeit soll der erfahrene Amateurastronom angesprochen werden, der die Entfernung und die scheinbare Helligkeit von offenen Sternhaufen mit eigenen Mitteln bestimmen möchte. In meinem Beispiel werden die Offenen Sternhaufen M 45 und M 67 untersucht. Dies lässt sich mit einem bestimmten technischen Aufwand und etwas Erfahrung durchführen. Man benötigt ein Fernrohr mit Montierung, eine CCD-Kamera und einen Rechner mit entsprechender Software, um die Helligkeiten und Farben der Sterne zu bestimmen, die dann in ein Farben-Helligkeits-Diagramm eingetragen werden. Wie aus der Lage der beobachteten Hauptreihe im Farben-Helligkeits-Diagramm die Entfernung des Haufens ermittelt wird, soll im Folgenden beschrieben werden.

Das Bild ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.





## Das Farben-Helligkeits-Diagramm

Grundlage für die Bestimmung der Entfernung eines Sternhaufens ist ein Farben-Helligkeits-Diagramm (FHD). Für ein FHD werden zunächst mit genormten Filtern die scheinbaren Helligkeiten im blauen, kurzwelligeren (B) und visuellen, langwelligeren (V) Spektralbereich gemessen und der so genannte Farbindex  $FI = B - V$  berechnet. Trägt man nun die Helligkeit V über dem Farbindex  $B - V$  in ein Diagramm ein, ordnen sich die meisten Sterne entlang einer Diagonalen von links oben nach rechts unten an. Einige Sterne sind rechts oberhalb und links unterhalb dieser so genannten Hauptreihe zu finden. Dabei handelt es sich um Riesensterne bzw. Weiße Zwergsterne.

Da sich im Weltraum das Sternenlicht durch interstellaren Staub seinen Weg suchen muss, wird das Licht wie durch einen Filter verfärbt, bevor es zu uns gelangt. Diese selektive Absorption hat eine Verfärbung (Rötung) des Sternenlichts zur Folge. Sind die Eigenfarbe  $(B - V)_0$ , die man für verschiedene Spektraltypen im MK-System z.B. aus [2, 3] entnehmen kann und beobachtete bzw. gemessene Farbe  $(B - V)$  bekannt, so folgt hieraus die Verfärbung der Sterne  $E(B - V) = (B - V) - (B - V)_0$ , wobei E auch als Farbexzess bezeichnet wird. Dazu wurden jeweils mehrere Sterne, die zugleich physische Mitglieder der jeweiligen Haufen (M 45 und 67) sind, als Referenz für  $(B - V)_0$  benutzt. Für M 45 wurden 20 Sterne und für M 67 sechs Sterne verwendet. Die MK-Spektralklassen der Referenzsterne wurden aus [4] und [5] entnommen.

Um letztendlich die Entfernung mit Hilfe des Entfernungsmoduls der Sternhaufen zu erhalten, muss man noch die interstellare Absorption  $A_v$  berechnen. Sie lautet:  $A_v = 3,2 \cdot E(B - V)$ . Der Wert 3,2 ist im visuellen Wellenlängenbereich in guter Näherung konstant. Nun kann das Entfernungsmodul berechnet werden:

$$m - M = 5 \log r - 5 + A_v$$

## Entfernungsmodul

In der Praxis nimmt man dafür an, dass die Sterne eines Haufens in erster Näherung dieselbe Entfernung von der Sonne besitzen und sich deshalb  $m$  von  $M$  bei allen Sternen um denselben Faktor unterscheidet. Um jeweils einen Wert für das Entfernungsmodul ( $m - M$ ) der Sternhaufen M 45 und M 67 zu erhalten, werden die gemessenen  $(B - V)$ - und  $V$ -Werte in ein Farben-Helligkeits-Diagramm eingetragen (siehe Abb. 4 und 5). Anschließend bestimmt man die Lage der beobachteten Hauptreihe. Da sowohl bei M 45 als auch

M 67 keine Hauptreihe direkt erkennbar ist, wurde eine Gerade als Mittelwert durch die Messpunkte eingezeichnet. Der Literatur [2, 3] entnimmt man nun die absolute Helligkeit  $M$  und  $(B - V)$  für unverfärbte Hauptreihensterne und trägt sie ebenfalls in ein FHD ein, das man am besten auf durchsichtiger Folie anfertigt. Dies ergibt die theoretische Hauptreihe. Anschließend werden beobachtete und theoretische Hauptreihe senkrecht gegeneinander verschoben bis sie zur Deckung kommen, wobei zu beachten ist, dass die  $(B - V)$ -Skala der beobachteten FHDs noch um den gemessenen Wert von  $E(B - V)$  korrigiert werden muss. Die vertikale Verschiebung beider Hauptreihen ergibt das Entfernungsmodul  $m - M$ . Mit Hilfe der Formel für das Entfernungsmodul und der bereits bestimmten interstellaren Absorption ist es nicht mehr schwer die Entfernung  $r$  beider Haufen zu bestimmen.

## Photometrie der Sternhaufen

Zur Bestimmung von  $B$  und  $V$  werden mehrere Aufnahmen im Blauen und Visuellen bei  $\lambda = 435 \text{ nm}$  und  $\lambda = 555 \text{ nm}$  von M 45 und M 67 angefertigt. Diese Bilder sind am 14.12.01 bzw. am 29.03.02 um 19:01 Uhr und 21:27 Uhr mit Hilfe einer Alpha-Mini CCD-Kamera mit einem Philips FT800P-Chip sowie eines gelb-grünen und eines blauen Filters gewonnen worden. Die erwähnten Filter entsprechen dem UBV-Standardsystem und sollten so einen direkten Vergleich der ermittelten Helligkeiten mit in der Literatur veröffentlichten Helligkeiten ermöglichen. Die Belichtungszeiten für beide Spektralbereiche lagen zwischen 20 und 50 Sekunden. Es wurde jeweils bei den Aufnahmen ein Dunkelbild vom Originalbild subtrahiert. Auf ein Flatfield wurde unter der Annahme verzichtet, dass die Empfindlichkeitsunterschiede individueller Pixel und Vignettierung zu vernachlässigen sind. Als Aufnahmeoptik diente ein Fotoobjektiv mit 105mm Brennweite bei einem Öffnungsverhältnis von  $f/2,8$  sowie ein 8"-Schmidt-Cassegrain mit einem Öffnungsverhältnis von  $f/5$ .

Für die Auswertung der Aufnahmen werden sie in den Computer eingelesen. Es sollten nur Dunkelstrom- (und Flatfield-) korrigierte Bilder der einzelnen Sternhaufen verwendet werden, da eine leichte Bearbeitung (z.B. Schärfung etc.) der Aufnahmen eine Ungenauigkeit der Helligkeitsbestimmung zur Folge haben wird. In beiden Wellenlängen werden auf den Dunkelstrom-korrigierten Bildern identische Messwege erstellt. Dabei ist zu bemerken, dass die gemessenen Flächen für beide Filter eines jeden einzelnen Sterns gleich groß sind.

Abb. 1: M 45, die Plejaden. Ist es mit Amateurmitteln möglich, die Entfernung zu diesem Sternhaufen zu bestimmen? [Johannes Schedler]



Abb. 2: Aufnahme von M 45. [Heinrich Weiß]

Abb. 3: Aufnahme von M 67. [Georg Emrich und Klaus Eder]

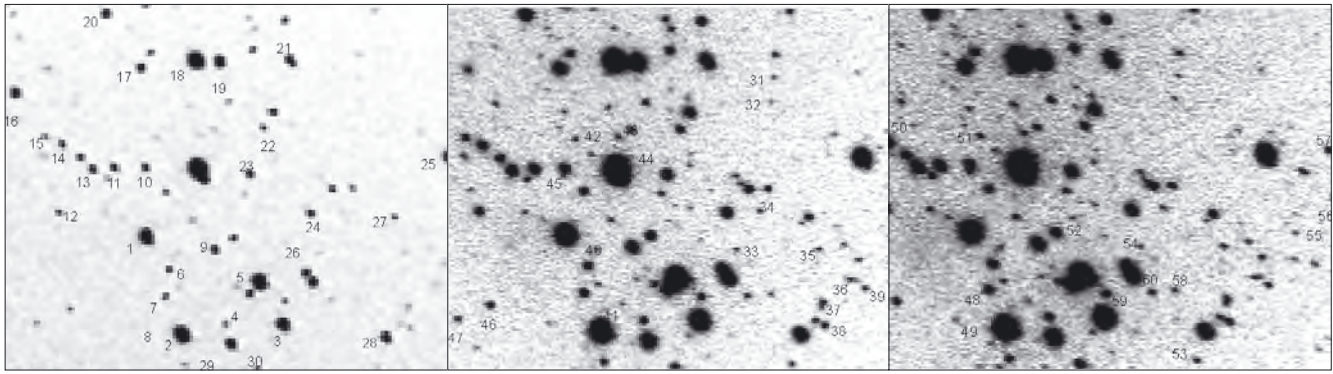


## Auswertung der Beobachtungen

Für die photometrische Auswertung wurde das Programm CCD Night verwendet. In dieser Software erscheint für die Messung ein kleines rotes Quadrat und ein Fenster für weitere Daten. Diese sind für das Messobjekt z.B. der maximale, minimale und mittlere Wert aller im Messrahmen vorkommenden Pixelwerte. Gleichzeitig wird das effektive Rauschen (Himmelshintergrund) und die Gesamthelligkeit – also die Summe aller Pixelwerte – innerhalb des Messbereiches bestimmt. Dazu werden zuerst die Pixelwerte am Rande des Messrahmens ermittelt, die als Hintergrundwerte gelten. Bei allen ausgemessenen Sternen muss gewährleistet sein, dass sich kein weiteres Sternchen im Messrahmen befindet. Später wird von jedem Pixel innerhalb des Messrahmens der Hintergrund subtrahiert und die sich daraus ergebenden Pixelwerte summiert. Anschließend wird mit dem Messquadrat ein Referenzstern positioniert und dessen Helligkeit in B oder V in ein »Mag-Vorgabefeld« eingetragen. Mit Hilfe dieser Referenzhelligkeiten berechnet das Programm für



## Photometrische Messungen an M 45



Nr.	V	B-V
1	4 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 0
2	4 <sup>m</sup> 1	-0 <sup>m</sup> 4
3	4 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 1
4	5 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 2
5	3 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 0
6	7 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 3
7	7 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 2
8	3 <sup>m</sup> 8	-0 <sup>m</sup> 9
9	6 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 3
10	7 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
11	6 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 4
12	6 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 5
13	7 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 4
14	7 <sup>m</sup> 3	1 <sup>m</sup> 1
15	8 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 0
16	5 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 0
17	6 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 3
18	3 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 1
19	4 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 2
20	5 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 0

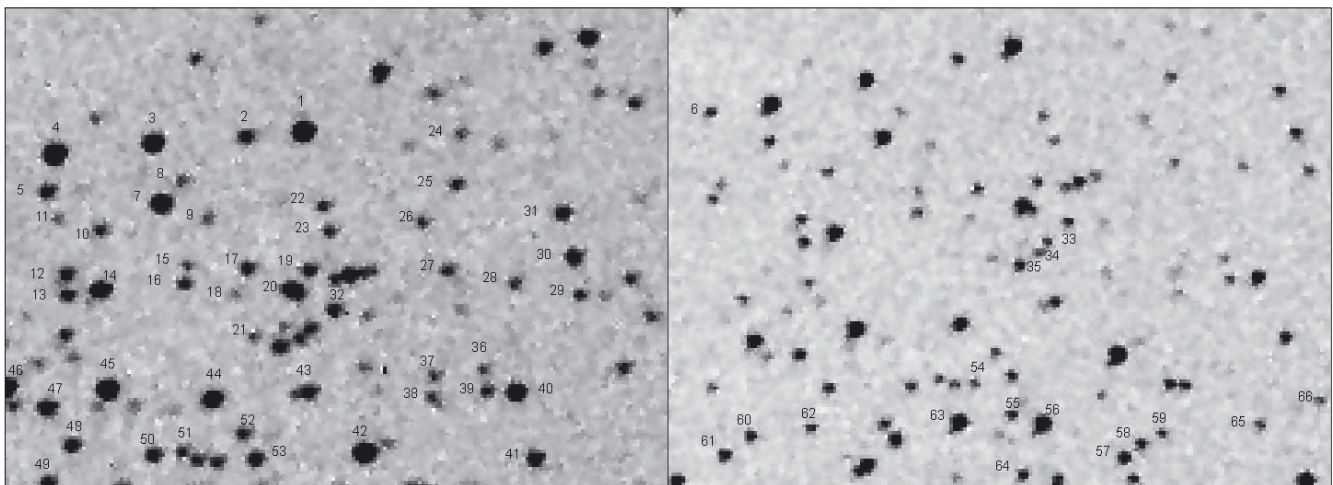
Nr.	V	B-V
21	7 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 0
22	8 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 0
23	6 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 3
24	6 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 2
25	5 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 9
26	6 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 6
27	8 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 4
28	5 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 2
29	9 <sup>m</sup> 7	-0 <sup>m</sup> 4
30	7 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
31	10 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 3
32	14 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 4
33	10 <sup>m</sup> 1	1 <sup>m</sup> 4
34	8 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 2
35	9 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 0
36	9 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 8
37	8 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 6
38	9 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 1
39	9 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 4
40	8 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
41	8 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 1
42	10 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 3
43	8 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 3
44	7 <sup>m</sup> 5	-0 <sup>m</sup> 6
45	9 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 6
46	8 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 2
47	9 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 0
48	8 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 6
49	10 <sup>m</sup> 7	2 <sup>m</sup> 5
50	9 <sup>m</sup> 8	1 <sup>m</sup> 8

Nr.	V	B-V
51	9 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 5
52	8 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 1
53	9 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 1
54	10 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 6
55	11 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 8
56	8 <sup>m</sup> 6	1 <sup>m</sup> 2

## Photometrische Messungen an M 67



Nr.	V	B-V
1	10 <sup>m</sup> 6	1 <sup>m</sup> 1
2	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 1
3	11 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 0
4	10 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 4
5	12 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 3
6	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 1
7	11 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 2
8	14 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 3
9	14 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 6
10	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 2
11	14 <sup>m</sup> 2	-0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
12	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 1
13	12 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 3
14	11 <sup>m</sup> 3	-0 <sup>m</sup> 3
15	14 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 6
16	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 9
17	13 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 0
18	14 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 3
19	13 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 4
20	11 <sup>m</sup> 2	0 <sup>m</sup> 3
21	13 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 3
22	13 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 3

Nr.	V	B-V
23	14 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 1
24	14 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 4
25	13 <sup>m</sup> 4	-0 <sup>m</sup> 1
26	13 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 5
27	13 <sup>m</sup> 8	-0 <sup>m</sup> 2
28	14 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 3
29	13 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 9
30	12 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 1
31	13 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 0
32	12 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 3
33	13 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
34	14 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 3
35	12 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 2
36	13 <sup>m</sup> 4	1 <sup>m</sup> 0
37	14 <sup>m</sup> 0	-0 <sup>m</sup> 6
38	14 <sup>m</sup> 7	-0 <sup>m</sup> 9
39	13 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 2
40	11 <sup>m</sup> 8	-0 <sup>m</sup> 1
41	12 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 4
42	10 <sup>m</sup> 3	0 <sup>m</sup> 5
43	12 <sup>m</sup> 9	-0 <sup>m</sup> 1
44	11 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 2

Nr.	V	B-V
45	10 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 4
46	11 <sup>m</sup> 3	-0 <sup>m</sup> 2
47	12 <sup>m</sup> 6	-0 <sup>m</sup> 3
48	12 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 3
49	13 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 2
50	13 <sup>m</sup> 1	0 <sup>m</sup> 3
51	14 <sup>m</sup> 5	-0 <sup>m</sup> 2
52	13 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 1
53	12 <sup>m</sup> 8	0 <sup>m</sup> 4
54	14 <sup>m</sup> 0	-0 <sup>m</sup> 7
55	13 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 1

Nr.	V	B-V
56	10 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 4
57	12 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 2
58	12 <sup>m</sup> 9	0 <sup>m</sup> 1
59	13 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 0
60	12 <sup>m</sup> 6	0 <sup>m</sup> 6
61	12 <sup>m</sup> 4	0 <sup>m</sup> 2
62	13 <sup>m</sup> 0	0 <sup>m</sup> 2
63	10 <sup>m</sup> 7	0 <sup>m</sup> 1
64	12 <sup>m</sup> 8	1 <sup>m</sup> 0
65	13 <sup>m</sup> 4	-0 <sup>m</sup> 3
66	13 <sup>m</sup> 5	0 <sup>m</sup> 2

jeden beliebigen Stern auf der Aufnahme die Helligkeit in Magnituden, die sich bei entsprechend positioniertem Messquadrat für einen Stern direkt ablesen lassen. Man

erhält so für jeden benutzten Stern zwei Helligkeitswerte, einen im visuellen und einen im blauen Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Die visuellen Hel-

ligkeiten (V) und der Farbenindex (B-V) sind in den obigen Abbildungen für jeden Stern eingetragen. In Tabelle 1 sind die einzelnen Ergebnisse für M 45 und M 67



zusammengefasst; für M 45 ergibt sich für das Entfernungsmodul  $m-M = 4^m9$  und für M 67  $m-M = 10^m1$ , wobei für M 67 für  $E(B-V)$  der Literaturwert von 0,01 benutzt wurde.

### Bestimmung der Gesamthelligkeit

Aus den gemessenen V-Helligkeiten der Einzelsterne kann man noch die scheinbare Helligkeit beider Sternhaufen ermitteln. Dazu werden die Intensitäten aller Sterne des Haufens direkt aufaddiert und anschließend in Größenklassen umrechnet:

$$m_0 - m_{\text{Haufen}} = -2,5 \log \frac{I_0}{\sum_{\text{Sterne}} I_{\text{Stem}}}$$

$I_0$  und  $m_0$  bezeichnen dabei die Intensität und Helligkeit eines bekannten Referenzsterns. Stehen nur die Helligkeiten der Sterne in Größenklassen zur Verfügung, müssen in obiger Formel die Intensitäten in Größenklassen umgerechnet werden. Als Referenzstern wurde ein Stern mit  $0^m$  gewählt. Es ergibt sich dann:

$$m_{\text{Haufen}} = -2,5 \log \sum_{\text{Sterne}} \left( \frac{1}{10^{0,4m_{\text{stern}}}} \right)$$

$m_{\text{stern}}$  bezeichnet dabei die einzelnen Helligkeiten der Haufensterne. Für M 45 ergibt sich aus den gemessenen Helligkeiten eine Gesamthelligkeit von  $1^m5$  und für M 67 eine Gesamthelligkeit von  $7^m7$ . Die geringere Abweichung vom Literaturwert bei M 45 ( $1^m2$ ) gegenüber M 67 ( $6^m9$ ) ist vermutlich auf die größere Helligkeit der Einzelsterne in M 45 zurückzuführen.

### Fehlerabschätzung und Fazit

Zum Abschluss dieses Artikels soll noch auf die Messfehler eingegangen werden. Aus Tabelle 1 ist sofort erkennbar, dass offensichtlich die Bestimmung des Farbexzess  $B-V$  insbesondere bei M 67 mit einem großen Fehler behaftet ist. Das negative Vorzeichen von  $A_v$  würde sogar einer »Bläuing« entsprechen! Die Literaturwerte für  $A_v$  weichen deutlich von den hier bestimmten Werten ab, wodurch sich auch die

Entfernungen von den Literaturwerten unterscheiden: Für M 45 lautet die nach derselben Methode, wie hier beschrieben, gemessene Entfernung 420 Lichtjahre und für M 67 2500 Lichtjahre. Als Fehlerquelle kommt der CCD-Chip in Frage, dessen spektrale Empfindlichkeit nicht überall gleich ist und in Kombination mit den Filtern doch nicht ganz dem UBV-System entspricht. Zudem konnten bei M 67 fast ausschließlich nur Riesensterne zur Bestimmung der Eigenfarbe verwendet werden. Ein weiterer Fehler bei M 67 ergibt sich daraus, dass nur Sterne heller als etwa  $15^m$  gemessen werden konnten, die Hauptreihe jedoch von etwa  $14^m$  zu schwächeren Sternen reicht.

Weiter beeinflussen atmosphärische Störungen die Bildqualität. Eine weitere Fehlerquelle sind Feldsterne, die sich im Bereich des Sternhaufens befinden, aber nicht zu ihm gehören. Diese Feldsterne haben eine ganz andere Entwicklung und Entfernung zur Sonne als die Haufensterne und können somit das FHD verfälschen. Außerdem ist es nicht einfach, die Lage der beobachteten Hauptreihen zu bestimmen, hier liegt eine weitere Fehlerquelle. Ich denke, dass sich der eine oder andere Amateur Gedanken macht, in naher Zukunft derartige Beobachtungen selbst durchzuführen.

- [1] Gondolatsch, F., Groschopf, G., Zimmermann, O.: *Astronomie II*, Klett-Verlag Stuttgart (1978)
- [2] Voigt, H. H.: *Abriss der Astronomie*, Bibliographisches Institut, Mannheim (1988)
- [3] Roth, G. D.: *Handbuch für Sternfreunde*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1989)
- [4] Mermilliod, J.-C.: [obswww.unige.ch/webda/cgi-bin/chart\\_frame.cgi?mel022](http://obswww.unige.ch/webda/cgi-bin/chart_frame.cgi?mel022)
- [5] Johnson, H. L., Sandage, A. R.: The galactic cluster M67 and its significance for stellar evolution, *Astrophys. J.* 121, 616 (1955)

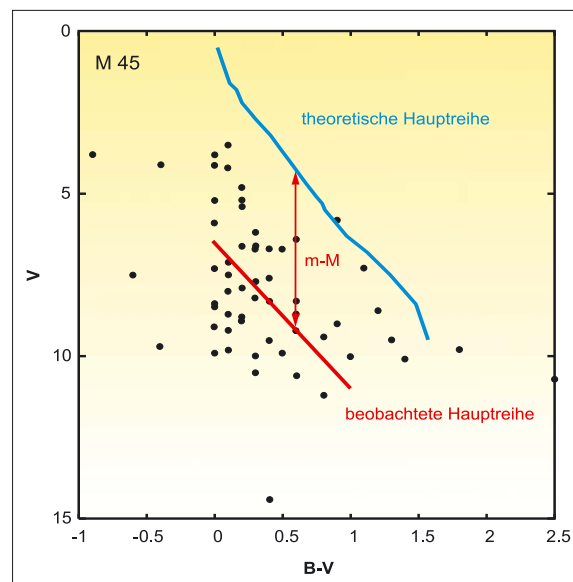


Abb. 4: Farben-Helligkeits-Diagramm für M 45 mit eingezeichnete beobachteter und theoretischer Hauptreihe, die um  $E(B-V)$  verschoben wurde, sowie dem Entfernungsmodul  $m-M$ .

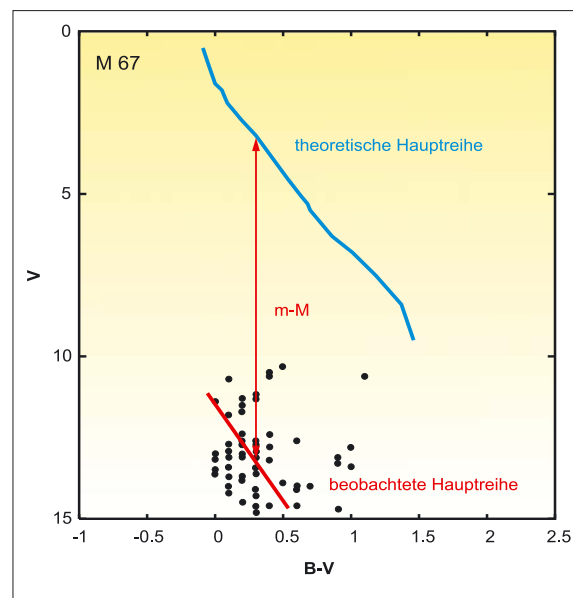


Abb. 5: Farben-Helligkeits-Diagramm für M 67 mit eingezeichnete beobachteter und theoretischer Hauptreihe, die um  $E(B-V)$  verschoben wurde, sowie dem Entfernungsmodul  $m-M$ .

Tab 1: Ergebnisse der Beobachtung		
	M 45	M 67
$E(B-V)$	$0^m11 \pm 0^m27$	$-0^m6 \pm 0^m18$
$A_v$	$0^m35$	$-1^m92$
$A_v$ (Literatur)	0,04	0,04
$m-M$	$4^m9$	$10^m1$ (mit $A_v$ aus Literatur)
Entfernung	262Lj	3330Lj
Entfernung (Literatur)	420Lj	2500Lj

Tab. 2: Daten zu den Offenen Sternhaufen M 45 und M 67						
Objekt	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Sternbild	Uran.
M 45	$3^h 47,0^m$	$+24^\circ 07'$	$1^m2$	$1,8^\circ \times 1,2^\circ$	Tau	132
M 67	$8^h 50,4^m$	$+11^\circ 49'$	$6^m9$	$15'$	Cnc	187



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

# BL Lacertae-Objekte

## EINE VISUELLE LANGZEIT-ÜBERWACHUNG

von Klaus Wenzel

Im Rahmen des Beobachtungsprogramms »Quasare visuell« der VdS Fachgruppe Deep Sky [1], beobachte ich seit 1998 sehr intensiv Aktive Galaxien insbesondere BL Lacertae-Objekte. Nachdem zunächst der Schwerpunkt der Beobachtungen lediglich im Auffinden und Identifizieren dieser Objekte lag, beschloss ich in einer zweiten Stufe, einige ausgewählte Objekte längerfristig visuell zu überwachen. BL Lacertae-Objekte bieten sich hierbei besonders an, da sie meist einen schnelleren und stärkeren Lichtwechsel als andere Aktive Galaxien zeigen. Da die Objekte mangels Beobachtungszeit an professionellen Sternwarten nicht regelmäßig beobachtet werden können, liefert die Überwachung von BL Lac-Objekten durch Amateure einen sinnvollen Beitrag zur Forschung. Denn nur während eines Helligkeitsminimums besteht die Chance, in den Spektren Emissionslinien zu entdecken und die Entfernung zu bestimmen.

### Was ist ein BL Lacertae-Objekt?

BL Lacertae (BL Lac) wurde 1929 entdeckt und wegen seines sternförmigen Aussehens und der Variabilität für einen veränderlichen Stern gehalten, was der ganzen Gruppe ihren Namen gab. Später stellte sich heraus, dass es zu den Aktiven Galaxien gehört. Aktive Galaxien oder »Active Galactic Nuclei« (AGN), wie sie im Englischen bezeichnet werden, ist der Sammelbegriff für verschiedene Typen von Galaxien mit leuchtkräftigen Zentralbereichen, von denen Strahlung hoher Energie emittiert wird (s. Kasten). BL Lacertae-Objekte zeichnen sich im Wesentlichen durch das Fehlen von Emissionslinien in ihrem Spektrum, die starke Polarisation ihrer Kontinuumsstrahlung und ihrer schnellen Variabilität auf Zeitskalen von Tagen bis Monaten aus.

Durch das Fehlen von Linien im Spektrum ist es meist schwer, direkt eine Rotverschiebung von BL Lac-Objekten zu messen. Eine Möglichkeit besteht zum Beispiel darin, dass man den hellen Galaxienkern ausblendet und versucht, Absorptionslinien der umgebenden Galaxie

zu entdecken und deren Rotverschiebung zu messen. Dies geht jedoch nur bei vergleichsweise nahen Objekten, bei denen die so genannte Hostgalaxie überhaupt nachzuweisen ist.

Was ist aber der Grund, dass bei diesen Objekten keine oder nur ganz schwach ausgebildete Emissionslinien beobachtet werden können? Das gängige AGN-Modell nimmt ein massereiches Schwarzes Loch im Zentrum der Galaxie an, das von einer Akkretionsscheibe umgeben ist, aus der Materie in das Schwarze Loch spiralt, wobei enorme Mengen an Energie frei werden. In der Umgebung dieses zentralen Objekts befinden sich dichtere Gaswolken, in denen die breiten Emissionslinien der Balmer Serie des Wasserstoffs entstehen, wie sie z.B. in Spektren von Seyfert 1-Galaxien gesehen werden. Umgeben wird das Ganze von einem dichten Gastorus und weiteren Gaswolken, in denen die schmalen Emissionslinien entstehen, wie sie bei Seyfert 2-Galaxien beobachtet werden. An den beiden Polen des Schwarzen Loches schießt jeweils ein hochenergetischer Gasstrom (Jet) heraus. Diese Jets kann man übrigens bei einigen Objekten wie 3C 273

oder der Galaxie M 87 [2] direkt, teilweise sogar mit Amateurmitteln, beobachten. Ist der Jet genau auf den Beobachter gerichtet, dominiert seine kontinuierliche Synchrotronstrahlung (s. Kasten) das Spektrum und keine Emissionslinien werden beobachtet, wie bei den BL Lac-Objekten. Nach diesem so genannten »Vereinheitlichten Modell« ist lediglich der Blickwinkel unter dem man das Objekt beobachtet entscheidend, ob es sich um ein Seyfert 1 oder 2 oder um ein BL Lac-Objekt handelt [3]. Weitere Untertypen der AGN unterscheiden sich nur durch ihren Energieausstoß.

### Visuelle Helligkeitsschätzungen

Bei den visuellen Helligkeitsschätzungen gehe ich nach der allgemein bewährten und bekannten Methode nach Argelanders vor, wobei die Helligkeit des AGNs in Stufen zu verschiedenen Vergleichssternen geschätzt wird. Bei der Stufe 0 ist kein Helligkeitsunterschied feststellbar, bei Stufe 1 ist nach genauer Beobachtung ein Objekt minimal heller. Dies kann man bis etwa zur Stufe 3 oder maximal 4 ausdehnen. Ein höherer Helligkeitsunterschied ist je-

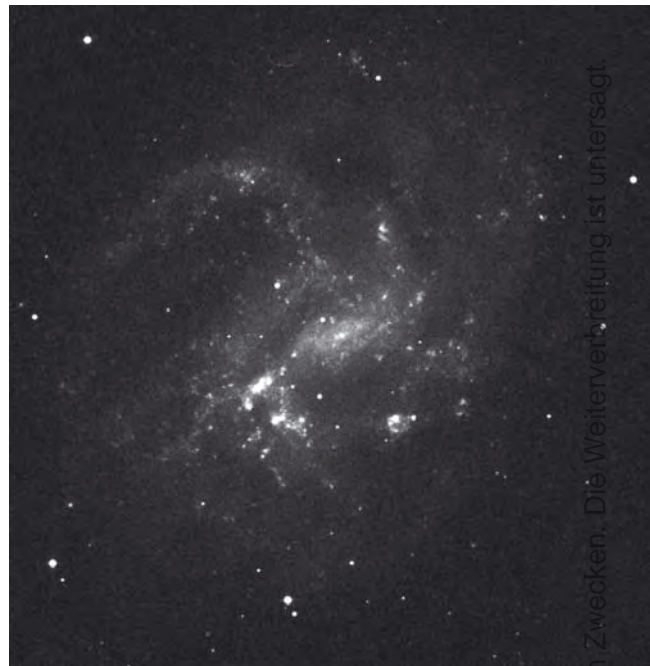


Abb. 1: Die Aufnahme von NGC 4395, der leuchtschwächsten und nächsten mit den BL-Lacertae-Objekten verwandten Seyfert-Galaxie, wurde mit dem Palomar-5m-Teleskop gewonnen. Die Galaxie in den Jagdhunden ist acht Millionen Lichtjahre entfernt. [Digitized Sky Survey]



Abb. 2: CCD-Aufnahmen der BL Lacertae-Objekte. a) BL Lac, b) S5 0716+71, c) Markarian 421, d) 3C 382. [Wolfgang Düskauf]

doch nicht sinnvoll, da das Beobachtungsergebnis dann zu ungenau wird. Grundvoraussetzung für solche Beobachtungen sind natürlich exakte Aufsuchkarten mit brauchbaren Vergleichssternehlleigkeiten.

Die visuellen Helligkeitsschätzungen zu den hier veröffentlichten Lichtkurven wurden ausnahmslos mit dem 317/1500mm-Newton-Teleskop in meiner Dachsternwarte in Wenigumstadt durchgeführt [4]. Die CCD Aufnahmen der Objekte wurden von Wolfgang Düskauf in seiner Privatsternwarte in Waldkraiburg mit einem 5-Zoll-Refraktor, bzw. einem 11"-SCT in Verbindung mit einer ST7-Kamera aufgenommen [5].

### BL Lacertae – der Prototyp

Das überaus aktive Sternsystem wurde bereits 1929 von Cuno Hoffmeister in Sonneberg, auf einer Platte (A 881) vom 12. Oktober 1928 identifiziert (S363.1929)

und zunächst als unregelmäßig veränderlicher Stern klassifiziert. 1968 wurde der »Stern« dann von J. Schmitt als optisches Gegenstück zur Radioquelle VRO 42.22.01 (Vermilion River Observatory) identifiziert. Die Identifizierung gelang ebenfalls, fast zeitgleich, den beiden Kanadiern McLeod und Andrew. Halton Arp war vermutlich einer der ersten, der dieses Objekt visuell mit dem 5m-Hale-Teleskop auf dem Mount Palomar beobachtete. Er konnte bei dieser Beobachtung ein stellares, helles Zentrum mit kleiner diffuser Hülle erkennen. Arp vermutete zunächst eine kompakte Galaxie oder einen ungewöhnlichen Planetarischen Nebel hinter diesem Objekt. Nach der Aufnahme eines ersten Spektrums wurde die Sache noch mysteriöser – BL Lacertae zeigte ein völlig konturloses Spektrum, ohne jegliche Emissionslinien. Anhand der Absorptionslinien konnten schließlich J. Oke und J. Gunn 1974 eine Rotverschiebung von

etwa  $z=0,070$  nachweisen, was BL Lacertae in eine Entfernung von etwa 900 Mio. Lj rückt und somit endgültig die extragalaktische Natur bestätigt. Bei BL Lacertae sind Lichtwechsel von mehr als einer halben Größenklasse in 24 Stunden keine Seltenheit. In Zeiten des Minimums (BL Lacertae kann bis zur 17. Größenklasse abfallen) konnten sogar schwache Emissionslinien nachgewiesen werden, ein Hinweis darauf, dass eben diese Emissionslinien nicht fehlen, sondern lediglich durch die hohe Intensität des relativistischen Jets, der vom schwarzen Loch im Zentrum ausgeht, und vermutlich genau in unserer Blickrichtung verläuft, überstrahlt werden (s. Kasten). Größere Helligkeitsausbrüche konnten 1997 und 1999 beobachtet werden, als BL Lacertae die 13. Größenklasse erreichte [6]. In den folgenden Jahren wurden dann immer wieder kurzfristig Helligkeitswerte um  $13^m,5$  (z.B.  $13^m,3$  am 26.10.2002) beobachtet.

Tab. 1: BL Lacertae-Objekte für die Langzeitüberwachung

Objekt	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Rotverschiebung	Entfernung	Sternbild	Uran.
BL Lac	22 <sup>h</sup> 02 <sup>min</sup> 43 <sup>s</sup>	+42° 16' 39"	~12 <sup>m</sup> -17 <sup>m</sup>	0,069	~870 Mio. Lj	Lac	87
S5 0716+71	07 <sup>h</sup> 21 <sup>min</sup> 53 <sup>s</sup>	+71° 20' 36"	~12 <sup>m</sup> -16 <sup>m</sup>	0,3:	~3000 Mio. Lj	Cam	-
Mrk 421	11 <sup>h</sup> 04 <sup>min</sup> 27 <sup>s</sup>	+38° 12' 31"	~11 <sup>m</sup> -17 <sup>m</sup>	0,031	~380 Mio. Lj	UMa	106
W Com	12 <sup>h</sup> 21 <sup>min</sup> 32 <sup>s</sup>	+28° 13' 58"	~11 <sup>m</sup> -16 <sup>m</sup>	0,102	~1200 Mio. Lj	Com	107
3C 382	18 <sup>h</sup> 35 <sup>min</sup> 03 <sup>s</sup>	+32° 41' 46"	~12 <sup>m</sup> -16 <sup>m</sup>	0,059	~750 Mio. Lj	Lyr	117

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

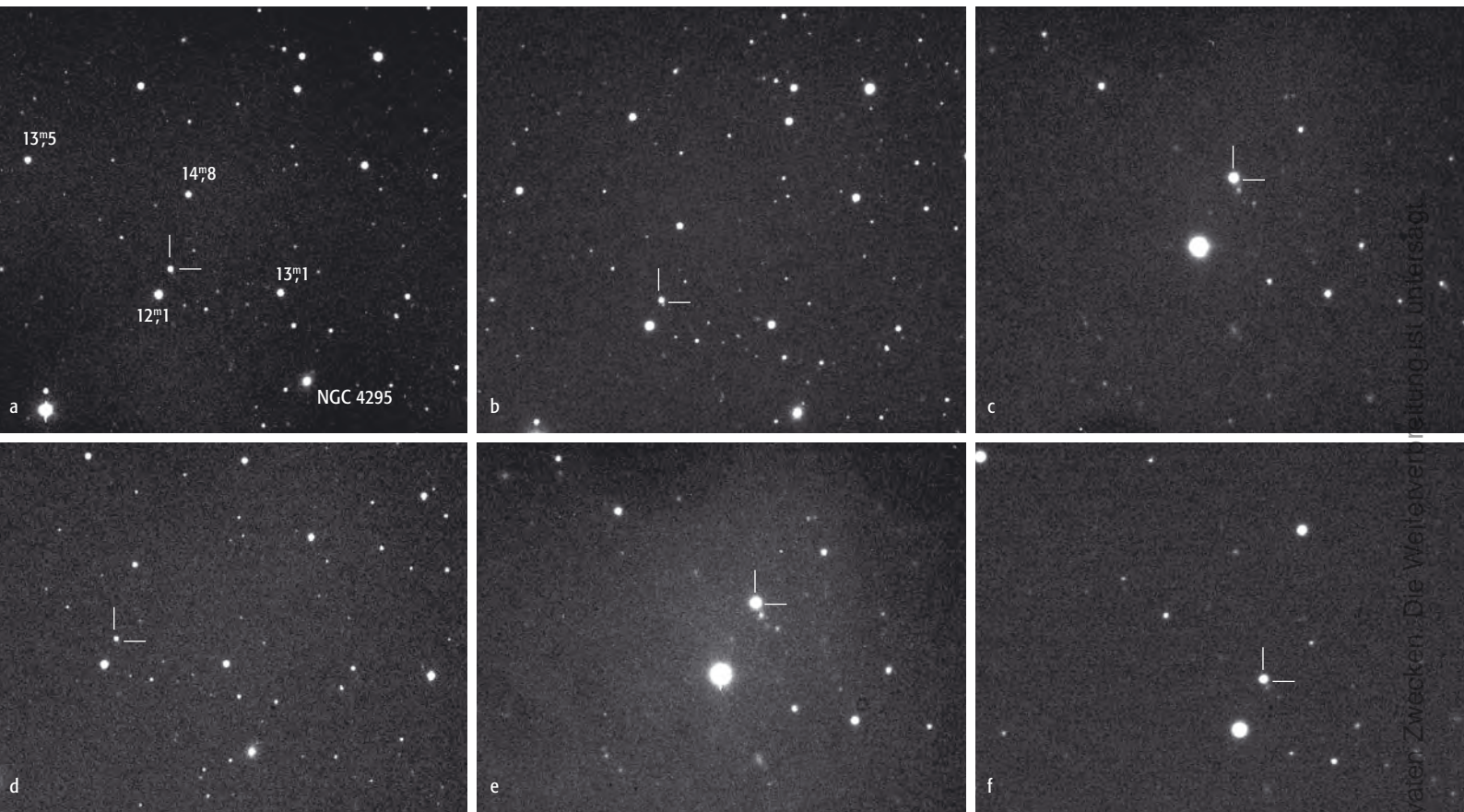


Abb. 3: Fotoreihe eines BL-Lacertae-Objekts am Beispiel von W Comae. a) 28.3.2001, b) 20.4.2003, c) 16.3.2004, d) 27.3.2004, e) 29.3.2004, f) 20.4.2004. [Wolfgang Düskauf]

### S5 0716+71 – völlig stellar

Das Objekt wurde zunächst, vermutlich Ende der 1970er Jahre, aufgrund seiner starken Radiostrahlung bei einer Durchmusterung (Bonn-NRAO 5 GHz Survey = S5 Survey) in hohen nördlichen Breiten identifiziert. Die Radioquelle wurde dann wahrscheinlich 1979 von J. Kühr am MPI für Astronomie in Heidelberg optisch mit einem stellaren Objekt 13. Größenklasse auf dem POSS I identifiziert. Am 29. August 1979 wurde dieses Objekt auf der Sternwarte Hoher List der Universität Bonn mit dem 340/500/1375mm-Schmidt-Teleskop und dem 300/1500mm-Astrographen photometrisch und spektroskopisch untersucht. Wegen der fehlenden Emissionslinien und anderer spektraler Eigenschaften wurde der »Stern« recht schnell als BL Lacertae-Objekt identifiziert. Bisher konnte jedoch noch keine sichere Rotverschiebung bestimmt werden. Der Wert von  $z=0,3$  beruht lediglich auf Schätzungen, da auch auf HST-Aufnahmen das Objekt absolut stellar erscheint und keine Hostgalaxie erkannt werden konnte, was auf eine hohe Rotverschiebung hinweist. Andererseits konnten bisher auch keine intergalaktischen Absorptionslinien nachgewiesen werden, wie sie bei Objekten mit

einer größeren Rotverschiebung als  $z=0,3$  zu erwarten wären. Die Rotverschiebung dürfte sich demnach in einem Bereich von  $z=0,2-0,4$  bewegen. Die extragalaktische Natur des Objekts gilt jedoch als gesichert. Bei zwei benachbarten Galaxien, die möglicherweise mit S5 0716+71 assoziiert sind, wurde eine Rotverschiebung von  $z=0,260$  gemessen [7]. Das Objekt wird gelegentlich von der Landessternwarte Heidelberg mit dem 70cm-Cassegrain-Teleskop überwacht. Hier befasst sich regelmäßig eine Arbeitsgruppe um Dr. Stefan Wagner mit diesem BL Lacertae-Objekt. Optisch weist S5 0716+71 Helligkeitsschwankungen zwischen  $13^m$  und  $15^m$  auf. Ausbrüche von einer halben Größenklasse innerhalb von 24 Stunden sind durchaus möglich. Zwischen

1995 und 1997 wurde S5 0716+71 mit einigen anderen AGN von einer finnischen Beobachtergruppe im visuellen Bereich photometrisch mit dem 1,03m-Dall-Kirkham-Teleskop des Tuorla Observatoriums überwacht. Dabei wurde eine Minimalhelligkeit von  $15^m,15$  und eine Maximalhelligkeit von  $13^m,57$  beobachtet. Es konnten außerdem in einem Zeitraum von etwa 60–70 Tagen kleinere Helligkeitsausbrüche beobachtet werden [8].

Der größte seit der Identifizierung beobachtete Ausbruch von S5 0716+71 konnte Anfang 2004 verbucht werden. Mitte Januar erreichte das Objekt Werte von deutlich über  $13^m$ , denen ein Helligkeitsabfall bis etwa  $13^m,5$  folgte, um dann Mitte März erneut auf etwa  $12^m,5$  anzusteigen [9]. Bei

Tab. 2: Verschiedene AGN im »Vereinheitlichten Modell«

Typ	absolute Helligkeit	Blickrichtung	Kommentar
Quasar	$M_b < -23^M$	zwischen Jet und Torus	auch als QSO bezeichnet
Seyfert 1	$M_b < -21^M$	zwischen Jet und Torus	wie QSO, aber leuchtschwächer
Broad-Line Radio Galaxy (BLRG)	-		ähnelt Seyfert 1 Galaxie
Seyfert 2	$M_b < -20^M$	auf den Torus	
BL Lac	$-26^M < M_b < -21^M$	parallel zum Jet	gehören zu den Blazern
Narrow-Line Radio Galaxy (NLRG)	-		vermutlich leuchtschwächere Seyfert 2 Galaxie

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



den ersten Beobachtungen in der neuen Beobachtungssaison zeigte sich das Objekt weiter aktiv und erreichte um den 17.09.2004 eine erneute Helligkeitsspitze von  $13^m$ .

### Markarian 421 – der »Stern« südwestlich von 51 Ursa Majoris

Mrk 421 wurde 1966 von Fritz Zwicky und seinem Kollegen Emil Herzog bei der Durchmusterung des POSS für ihren Galaxienkatalog »Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies« (CGCG) entdeckt und als »extremely compact« beschrieben. 1972 wurde diese Galaxie von dem armenischen Astronomen Benjamin E. Markarian (1913–1985) als 421stes Objekt in seinen Katalog für Galaxien mit intensiver UV-Strahlung (UV-Exzess) aufgenommen. Markarian beschrieb dieses Objekt folgendermaßen: »Condensed spheroidal galaxy with ill-defined edges. An 18m satellite in contact at the NE. Seyfert features possibly present. H-Alpha reliably present in the spectrum«. Markarian bemerkte also bereits das

außergewöhnliche Spektrum der Galaxie, und beschrieb auch die schwache Begleitgalaxie unmittelbar nordöstlich. 1973 wurde Mrk 421 als optisches Gegenstück zur Radioquelle B2 1101+38 identifiziert und Marie-Helene Ulrich klassifizierte das nahezu stellare extragalaktische Objekt nach Spektralbeobachtungen mit dem 273cm-Teleskop des McDonald Observatoriums, die im Dezember 1972 durchgeführt wurden, aufgrund der fehlenden Emissionslinien im Spektrum als BL Lacertae-Objekt. Die Rotverschiebung von  $z=0,0308$  konnte 1975 ebenfalls von M.-H. Ulrich aufgrund von Absorptionslinien im Spektrum gemessen werden. 1975 beschrieb H. R. Miller die starke Veränderlichkeit von Mrk 421. Auf Platten des Harvard

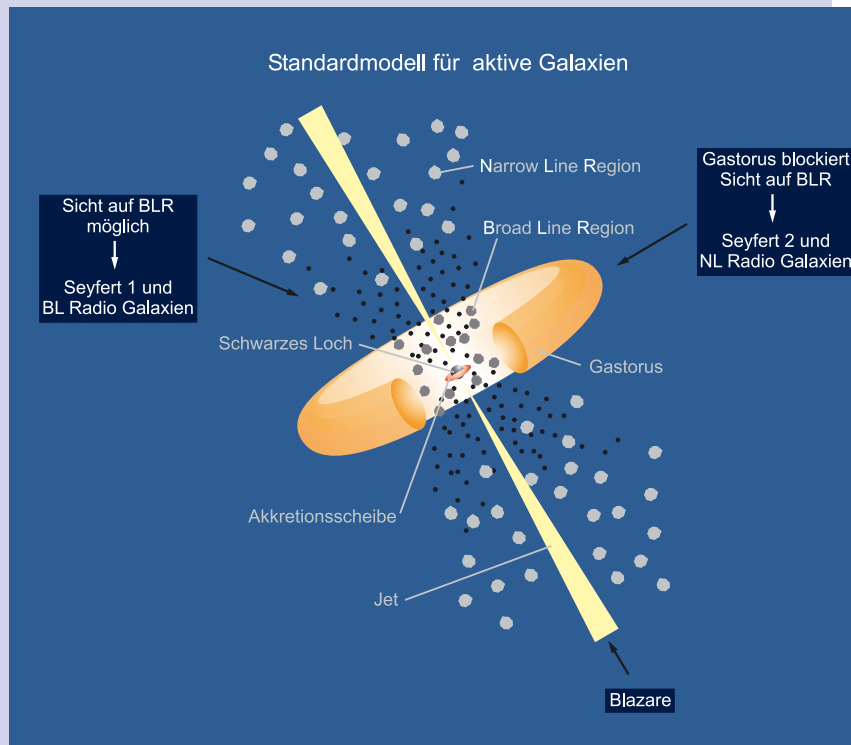
## is-Grundlagen: Aktive Galaxien

Aktive Galaxien oder Active Galactic Nuclei (AGN), wie sie im Englischen genannt werden, ist der Oberbegriff für eine Vielzahl von Objekten, deren Energieabstrahlung die normaler Galaxien um ein Vielfaches übertrifft. Als Energiequelle wird im Zentrum der Aktiven Galaxie ein Schwarzes Loch mit einer Masse von etwa  $10^7$ – $10^{10}$  Sonnenmassen vermutet, das von einer Akkretionsscheibe umgeben ist, aus der Materie in das Schwarze Loch spiralt, wobei enorme Energiemengen frei gesetzt werden.

Ein Halo von Gaswolken, in denen die breiten Emissionslinien der Balmerie des Wasserstoffs entstehen (broad line region), umgibt Schwarzes Loch und Akkretionsscheibe. Ein für Strahlung undurchlässiger Torus erstreckt sich jenseits des Halos. Ober- und unterhalb des Torus befinden sich weitere Gaswolken, in denen schmale Emissionslinien (narrow line region)

entstehen. Senkrecht zur Akkretionsscheibe entlang der beiden Pole des Schwarzen Lochs breitet sich Materie mit nahezu Lichtgeschwindigkeit in so genannten Jets aus. Der Jet emittiert kontinuierliche Synchrotron-Strahlung, die von Elektronen, die sich mit fast Lichtgeschwindigkeit in einem starken Magnetfeld in Spiralbahnen um Magnetfeldlinien bewegen, ausgesandt wird.

In diesem »Vereinheitlichten Modell« unterscheiden sich die verschiedenen Typen von AGN nur durch den Blickwinkel unter dem sie beobachtet werden und der abgestrahlten Energie. In Wirklichkeit ist es komplizierter, da die Klassifizierung nicht nur vom Blickwinkel sondern z.B. auch von der Transparenz des Torus, die von der abgestrahlten Energie des zentralen Objektes bestimmt wird und damit zeitlich veränderlich ist, abhängt.



Observatoriums konnte die Helligkeitentwicklung bis 1900 zurückverfolgt und Helligkeitsschwankungen von  $11^m$  bis unter  $16^m$  nachgewiesen werden. Es waren bis zu diesem Zeitpunkt die größten Helligkeitsschwankungen, die bei BL Lac-Objekten beobachtet worden waren. Einer der gewaltigsten Ausbrüche ereignete sich um den 19. Januar 1934, als das Objekt mit  $11^m$  seine bisherige Maximalhelligkeit erreichte. Außerdem konnten Helligkeitsanstiege von bis zu 1,5 Größenklassen innerhalb von drei Tagen nachgewiesen werden. Anhand der historischen Lichtkurve fand eine chinesische Beobachtergruppe 1997 periodische Schwankungen von etwa 23 Jahren, eine mögliche zweite Periode von 15 Jahren ist nicht sehr signifikant [10].

In den letzten beiden Jahren zeigte Markarian 421 gravierende Helligkeitsschwankungen. Nachdem im März 2003 mit einer Helligkeit von  $13^m$  ein Tiefstand der letzten Jahre beobachtet wurde, erreichte sie im Februar 2004 Rekordhelligkeiten bis etwa  $12^m$ .

### W Comae – »veränderlicher Stern« im Haar der Berenike

In den Astronomischen Nachrichten Nr. 202 von 1916 berichtete Max Wolf (Heidelberg) von der Beobachtung eines veränderlichen Sterns im Sternbild Coma Berenices. Aufgefallen war das Objekt bei der Auswertung von älteren Aufnahmen, die er bereits 1892 mit dem 6-Zöller in

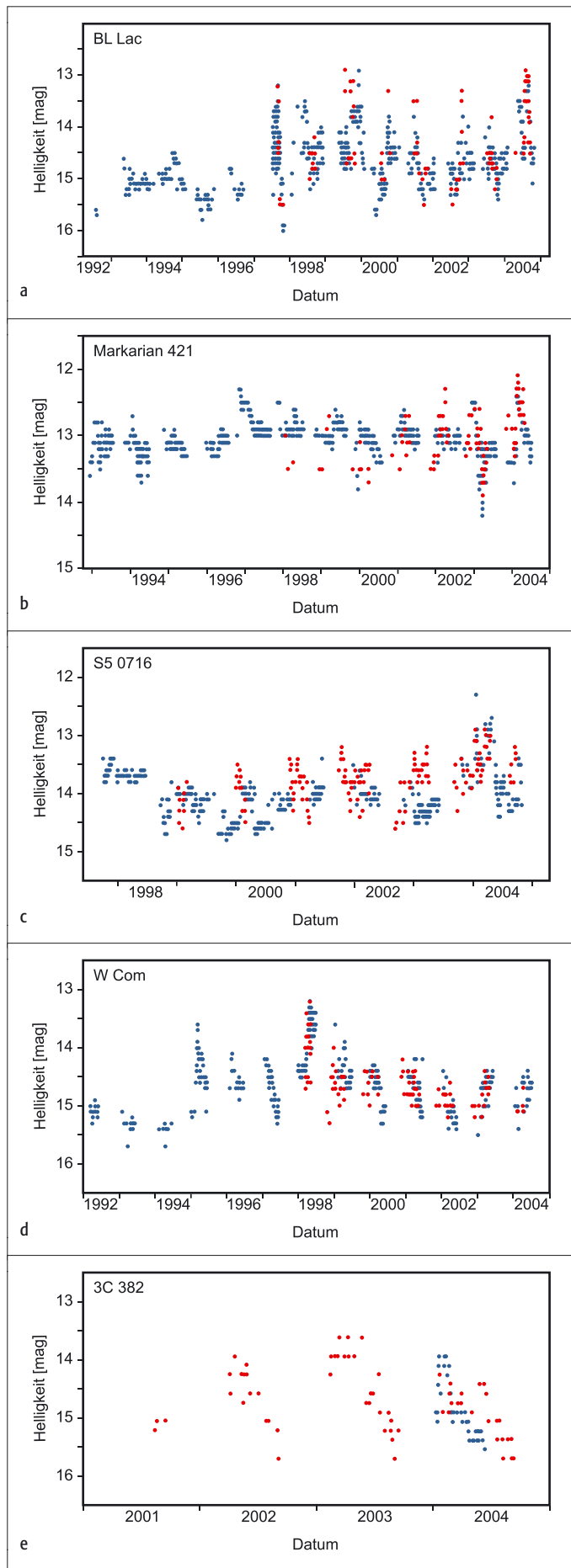


Abb. 4: Helligkeitsschätzungen von BL Lacertae-Objekten von K. Wenzel (rot) und G. Poyner (blau). a) BL Lac, b) S5 0716+71, c) Markarian 421, d) W Comae, e) 3C 382.

seiner Privatsternwarte in der Märzgasse in Heidelberg gewonnen hatte und neueren Aufnahmen von 1903, die er mit dem neuen Bruce-Astrographen auf der Bergsternwarte auf dem Königstuhl erhalten hatte. Max Wolf durchsuchte die Aufnahmen eigentlich nach Sternen mit hohen Eigenbewegungen. Auf diesen Aufnahmen fiel ihm ein Stern im Sternbild Coma Berenices auf, der zwischen März 1892 und März 1903 Helligkeitsveränderungen zwischen  $14^m$  und  $11^m,5$  zeigte. Das neue Objekt bekam die vorläufige Bezeichnung 10.1916 Comae. Später wurde im GCVS die endgültige Bezeichnung W Comae eingeführt. Noch 1969 ist W Comae als irregulär veränderlicher Stern im GCVS enthalten. Erst 1971 wurde die extragalaktische Natur und die Identität mit der Radioquelle ON 231 (Ohio Source) erkannt. Aufgrund des kontinuierlichen Spektrums erwies sich W Com als eines der relativ seltenen BL Lacertae-Objekte. Unmittelbar südwestlich befinden sich einige schwache Objekte, die offensichtlich mit dem AGN assoziiert sind. Das Objekt zeigt wie die meisten BL Lacs lebhaften Lichtwechsel in der Regel zwischen  $14^m$  und  $16^m$ . Die Rekordhelligkeit von  $11^m,5$  von 1903 wurde allerdings nicht mehr erreicht. Der letzte hellere Ausbruch fand im Frühjahr 1998 statt, damals erreichte W Comae etwa  $13^m,5$ . Zwischen 1995 und 1997 wurde W Com ebenfalls von der finnischen Beobachtergruppe im visuellen Bereich photometrisch mit dem 1,03m-Dall-Kirkham-Teleskop des Tuorla Observatoriums überwacht. Dabei wurden Helligkeitsschwankungen zwischen  $13^m,3$  und  $15^m,5$  beobachtet [8]. Nach dem spektakulären Ausbruch von 1998 ( $13^m,5$ ) wurde die Aktivität stetig geringer und das Objekt schwankt momentan nur geringfügig um die 15. Größenklasse. Doch ein erneuter Ausbruch kann jederzeit eine neue Phase mit größeren Aktivitäten einleiten, was eine stetige Überwachung sehr reizvoll macht.

Südwestlich von W Comae befindet sich noch die Galaxie NGC 4295, die von Heinrich D'Arrest bereits 1864 in Kopenhagen entdeckt und nur knapp beschrieben wurde: »very faint, small«. Bei einer Fluchtgeschwindigkeit von 8600 km/s beträgt die Entfernung etwa 370 Mio. Lj. Die Galaxie befindet sich somit weit im kosmischen Vordergrund des BL Lacertae-Objektes, dessen Entfernung bei etwa 1,2 Milliarden Lichtjahren liegen dürfte.

### 3C 382 – eine aktive Galaxie in der Leier

Das letzte Objekt, das ich hier vorstellen möchte, fällt etwas aus dem Rahmen, da es sich hierbei nicht um ein BL Lacertae-Objekt handelt, sondern laut Katalogangaben um eine Seyfert 1-Galaxie. Wir schauen bei diesem Objekt also nicht in den Jet, sondern seitlich versetzt daran vorbei auf den aktiven Kern (s. Kasten).

Die Seyfert 1-Galaxie wurde vermutlich zwischen 1961 und 1963 von F. Zwicky und seinen Kollegen Wild und Herzog bei der Durchmusterung des POSS für den »Catalogue of Galaxies and Clusters of Galaxies« (CGCG) entdeckt. Als Radioquelle war das Objekt jedoch bereits seit 1959, dem Erscheinungsjahr des »3rd Cambridge Catalog of Radio Sources« (3C), als 382ter Eintrag bekannt. 1966 veröffentlichte J. Wyndham im *Astrophysical Journal* [11] eine Liste mit optischen Identifizierungen des 3C-Kataloges. Unter diesen Neuentifizierungen findet sich auch die »Zwicky« Galaxie CGCG 173-14, die mit der Radioquelle 3C 382 identifiziert wurde. Hutchings [12] beschrieb 1988 eine lichtschwache, diffuse Verbindung mit zwei schwachen, vermutlich mit 3C 382 assoziierten Galaxien  $20''$  östlich. Eine weitere, relativ helle (ca.  $15^m,2$ ) anonyme Galaxie befindet

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



sich etwa 1,2' nordöstlich, unmittelbar östlich eines etwa 13<sup>m</sup> hellen Vordergrundsterns. Auch mit dieser Galaxie scheint 3C 382 durch zwei schwache Filamente verbunden zu sein. Der aktive Kern weist im visuellen Bereich eine Variabilität von mindestens 1–2 Größenklassen auf. Im 3C-Katalog finden sich Helligkeitsangaben von 14<sup>m</sup>5, während Zwicky 15<sup>m</sup>5 angegeben hat. Im aktuellen Katalog von Veron [13] steht die Galaxie mit 15<sup>m</sup>39 zu Buche, was schließlich zu einer Absoluthelligkeit von –21<sup>M</sup>3 führt. Neuere Untersuchungen wurden von N. Roche und S. Eales [14] am 2,5m-Isaak-Newton-Teleskop auf La Palma am 9. Juni und am 9. August 1997 durchgeführt. Aufgrund dieser photometrischen Beobachtungen (14<sup>m</sup>61) errechneten sie eine Absoluthelligkeit von –22<sup>M</sup>56, womit das Objekt immer noch knapp schwächer als die per Definition eingeführte Minimalhelligkeit für einen Quasar ist. Nach meinen eigenen visuellen Beobachtungen, die ich seit 1998 durchführe, war der aktive Kern visuell jedoch immer heller als 14<sup>m</sup>. Anfang 2003 überschritt das Objekt sogar längerfristig die 13. Größenklasse. Die Lichtwechsel scheinen etwas

weniger spektakulär als bei einigen anderen, oben beschriebenen Objekten abzu-  
laufen, es sind jedoch Veränderungen im Bereich von 0<sup>m</sup>5 innerhalb von 14 Tagen durchaus möglich. Aufgrund der optimalen Position am Himmel und der relativ hohen scheinbaren Helligkeit bietet sich gerade dieses Objekt für eine regelmäßige Beobachtung an.

- [1] Steinicke, W.: Beobachtungsliste für helle Quasare – Beobachtungsprogramm der Fachgruppe Deep Sky (1999)
- [2] Richardsen, F.: Visuelle Beobachtung des Jets in M 87, *interstellarum* 18, 50 (2001)
- [3] Wenzel, K., Düska, W.: BL-Lacertae Objekte – Eine Herausforderung für den Amateur, *SuW* 2/2003, 60
- [4] Wenzel, K.: Mein Weg zu den Sternen, *SuW* 39, 11/2000, 1000
- [5] Witt, V.: SuW Besuch bei Wolfgang Düska, *SuW* 36, 2/1997, 164
- [6] Veit, K., Wenzel, K.: BL Lacertae im Maximum, *interstellarum* 12, 9 (1997)
- [7] Stickel, M. et. al.: The complete Sample of 1 Jy BL-Lac Objects, *Astron. Astrophys. Suppl.* 98, 393 (1993)
- [8] Katajainen, S. et. al.: Tuorla Quasar Monitoring, *Astron. Astrophys. Suppl.* 143, 357 (2000)
- [9] Wenzel, K.: S5 0716+71 historisches Maximum, *interstellarum* 34, 7 (2004)
- [10] Liu, F. K., Liu, B. F., Xie, G. Z.: The long-term optical behavior of MKN 421, *Astron. Astrophys. Suppl.* 123, 569 (1997)
- [11] Wyndham J.: Optical Identification of Radio Sources in the 3c Revised Catalogue, *Astrophys. J.* 144, 459 (1966)
- [12] Hutchings, J. B.; Johnson, I.; Pyke, R.: Optical images of quasars and radio galaxies, *Astrophys. J. Suppl.* 66, 361 (1988)
- [13] Veron-Cetty, M.-P.; Veron, P.: A catalogue of quasars and active nuclei, ESO Scientific Report No. 19, 9. Ausgabe, Garching, European Southern Observatory (ESO) 2000
- [14] Roche, N., Eales, S. A.: Optical/ultraviolet morphology and alignment of low-redshift radio galaxies, *MNRAS* 317, 120 (2000)
- [15] Poyner, G.: [www.garypoyner.pwp.blueyonder.co.uk/plots.html](http://www.garypoyner.pwp.blueyonder.co.uk/plots.html)



Abb. 1: Der 200mm-Reisedobson in aufgebautem Zustand. Die Transportkiste wird umgedreht und dient als Standsockel.

# Acht Zoll für unterwegs

DER REISEDOBSON VON  
HOFHEIM INSTRUMENTS

von Thomas Jäger

Wenn einer eine Reise macht, dann kann er meist kein Teleskop mitnehmen. Bei einer Flugreise ist das Gewicht und die Größe des Gepäcks, welches man mitnehmen darf, stark begrenzt. Aber auch bei Reisen mit dem eigenen Wagen oder der Bahn kommt es immer wieder zu Platzproblemen. Der Lebenspartner legt sein Veto ein, wenn man mit dem riesigen Schmidt-Cassegrain-Transportkoffer oder dem Volltubus-Dobson den ganzen Kofferraum belegt. Andererseits möchte man auch nicht mit recht viel kleinerer Öffnung als gewohnt beobachten, sonst schwindet der Vorteil, den man durch den vermeintlich besseren Himmel am Urlaubsort gewinnt, wieder dahin. Ideal wäre eine große, transportable Öffnung.



**A**uf Starparties trifft man immer wieder findige Teleskopkonstrukteure, welche transportable Reisegeräte erfolgreich selbst gebaut haben. Die Konstruktionen werden immer bestaunt und häufig auch prämiert. Wer sich jedoch nicht selber helfen konnte, war bisher auf kleinere Reisegeräte angewiesen.

Diese Lücke schließt der neue 8"-Reisedobson der jungen Firma Hofheim Instruments. Das Teleskop vereint eine große Öffnung bei geringstem Platzbedarf und Gewicht. Die Dimensionen lassen sogar den Transport des Gerätes im Handgepäck an Bord eines Flugzeuges zu. Das bedeutet natürlich auch enorme Vorteile beim Transport des Teleskops mit dem Auto und für das Einlagern des Teleskops zu Hause. Am Urlaubsort bietet ein 200mm-Teleskop großartige Beobachtungsmöglichkeiten.

Während einer Astroexkursion nach Namibia im Sommer 2004 konnte inter-

stellarum das Gerät unter realen Reisebedingungen testen. Da es auf dem Markt kein vergleichbares Reisegerät gibt, erfolgt die Vorstellung des 8"-Dobsons ausnahmsweise nicht in einem Produktvergleich.

### Konstruktion und Design

Der Reisedobson von Hofheim Instruments folgt dem klassischen Gitterrohr-Dobson-Design. Es gibt einen unteren Spiegelkasten, acht Verbindungsstreben und einen achteckigen oberen Spiegelkasten. Alle diese Einzelteile befinden sich in einer Transportbox, die beim Aufbau einfach umgedreht wird und mit drei Füßen versehen als Beobachtungssockel dient. Für den Aufbau des Teleskops wird kein Werkzeug und keine dritte helfende Hand gebraucht. In etwa zehn Minuten ist man fertig, Geübte schaffen es noch schneller. Als Verbindungsstücke zwischen dem oberen und dem unteren Tubus dienen speziell

gefertigte Zollstöcke, die ohne Schrauben mittels verdrehbarer Metallriegel befestigt werden. Diese geniale Art der Befestigung spart Zeit und das lästige Schrauben. Die Konstruktion ist absolut stabil und justierkonstant, eventuell vorhandene Vorurteile sind unbegründet.

Das aufgebaute Teleskop besitzt eine Okularhöhe von 100cm über Grund, was bedeutet, dass eine entspannte Beobachtung im Sitzen möglich ist. Der obere Spiegelkasten kann so montiert werden, dass der Okularauszug nach Osten oder Westen zeigt, der Montagewinkel beträgt 45°. Der 2"-Okularauszug ist als Drehfokussierer (Helikalfokussierer) mit niedriger Bauhöhe ausgeführt und läuft absolut spielfrei und präzise. Der reale Fokussierweg beträgt 30mm, in der Praxis konnte so jedes verfügbare Okular scharf gestellt werden. Die Steigung des Okularauszugs beträgt 2,5mm pro Umdrehung, was sehr feingängig ist. Für die visuelle Beobach-



Abb. 2: Die Zollstockstreben werden spielfrei mit einem Metallriegel befestigt. Der 2"-Okularauszug ist für eine angenehme Einblickposition im Winkel von 45° angebracht.

## Technische Daten\*

Gewicht:	8kg
Transportmaße:	31cm × 32cm × 20cm
Okularhöhe:	100cm im Zenit
Hauptspiegel:	200mm aus BK-7 Glas
Brennweite:	800mm
Fangspiegel:	50mm
Obstruktion/Offset:	6% (Fläche), 3mm
Feld mit 100% Ausleuchtung:	12mm
Okularauszug:	2"-Aluminium-Helikalfokussierer
Gesichtsfeld bei 100% Ausleuchtung:	0,9°
Gesichtsfeld bei 75% Ausleuchtung:	2,5°
Durchmesser der Höhenräder:	20cm
Belag Höhenräder:	Ebony Star Formica
Lieferumfang:	Komplett-Teleskop mit Dobson-Montierung und 3 Standfüßen in Transportbox
Zubehör**:	Reduzierhülse von 2" auf 1,25", schwarze Stoffhülle, Anpressfeder für die Höhenräder, Gewindedruck-Einstellring für den Drehfokussierer, Visierpeiler, Laser-Kollimator
Preis:	965,- € ***

\*) nach Herstellerangaben    \*\*) verfügbar bzw. vom Hersteller angekündigt    \*\*\*) Stand Q4/2004

### Was uns gefallen hat:

- niedriges Gewicht und kleiner Platzbedarf
- hohe optische und mechanische Qualität
- sehr gute Handhabung

### Was uns nicht gefallen hat:

- Koma durch Öffnungsverhältnis von f/4
- Leuchtpunktsucher

tung erscheint dies etwas zu fein, 1 bis 2cm pro Umdrehung wären besser geeignet. Eine Reduzierhülse von 2" auf 1,25" ist nicht im Lieferumfang enthalten, kann aber als Zubehör bestellt werden. Die Komponenten enthalten keinen heute üblichen Spanning, der die Okulare vor der Klemmschraube schützt.

Sehr positiv fällt die Beurteilung der Spiegelhalterungen aus. Der Haupt- und Fangspiegel sind auf ihre Halterungen mittels Silikon geklebt, diese Befestigungsmethode ist bei Dobsons dieser Klasse heute als Standard anzusehen. Sie verhindert wirkungsvoll, dass die Optiken beim Einbau verspannt werden und bietet dennoch einen sicheren Halt. Alle Spiegelfassungen sind voll justierbar und mit Stellfedern versehen, welche die Justage auf Spannung halten. Außerdem hat die Hauptspiegelhalterung noch drei Konterschrauben, die als zusätzliche Sicherheit gegen ein Verstellen der Kollimation dienen. Positiv ist zu werten, dass kein Werkzeug benötigt wird, falls man trotzdem einmal nachjustieren muss. Ein bereits auf den Hauptspiegel geklebter Lochverstär-

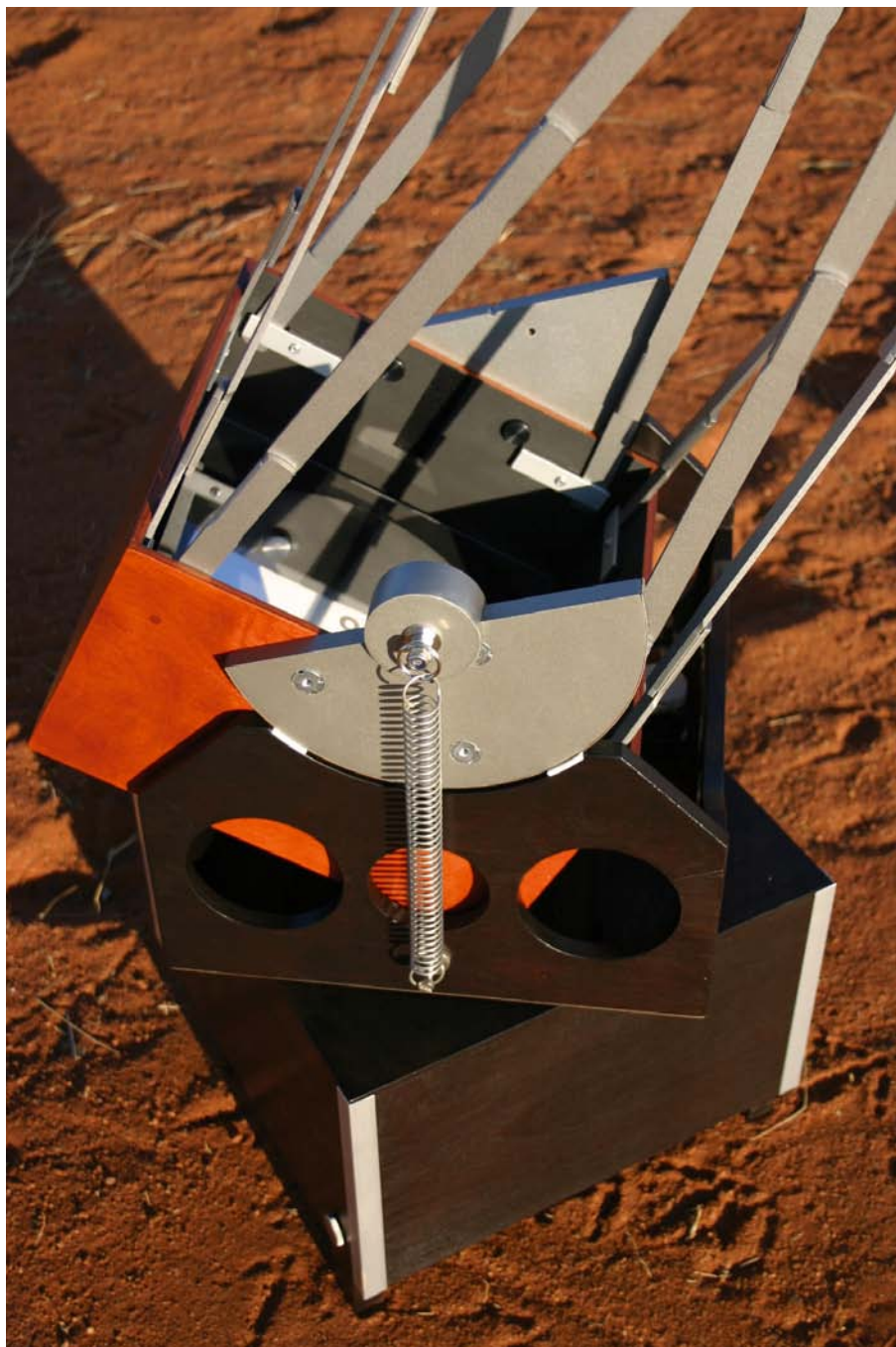


Abb. 3: Die optionale Anpressfeder ermöglicht die Verwendung von schwererem Zubehör, ohne dass die Bedienbarkeit leidet.

ker vereinfacht das Justieren mit dem Laser oder einem Chesire-Okular.

Die dreiarmige Fangspiegelspinne besteht aus M3-Gewindestangen und ist ausreichend stabil. Der Hauptspiegel hat als Schutz einen durchsichtigen Kunststoffdeckel, der aber nicht staubdicht schließt, der Fangspiegel hat keinen Staubschutz. Am Urlaubsort sollte man das Gerät aufgebaut lassen und mit einem Kunststoff sack schützen. Zu Hause ist es in der Transportkiste ausreichend geschützt. Als Sucher kann ein Leuchtpunktvisier mit passender Basis geliefert werden, das ähnlich wie beim Telrad einen roten Punkt an den Himmel projiziert. Als Batterie dient lei-

der eine Knopfzelle. Zum Einblick in das Leuchtpunktvisier muss man seinen Kopf ziemlich verrenken und schon fast auf die Zollstöcke pressen. Unserer Meinung nach ist der mitgelieferte Sucher nur eine Notlösung, die über kurz oder lang keinen richtigen Winkelsucher ersetzen kann. Für den Praxistest wurde kurzerhand ein 8x50-Winkelsucher mit aufrechtem Bild mit einem Gummiband montiert. Um das zusätzliche Gewicht zu kompensieren wurde die optional erhältliche Anpressfeder montiert. Sie erhöht die Reibung der Höhenräder und erlaubt in gewissen Grenzen die Benutzung von schwerem Zubehör (z.B. 2"-Okulare). Auch die Montage

der Feder ist wieder ohne extra Werkzeug möglich.

Eine wahre Freude ist die Handhabung des Reisedobsons. Die Nachführung von Hand läuft absolut butterweich und ruckfrei, unabhängig davon ob man die Anpressfeder verwendet oder nicht. Man vergisst fast, dass es am Dobson keine Nachführung gibt. Sehr positiv wurde die Verarbeitung und die Qualität der verwendeten Komponenten beurteilt. Allein optisch ist das Holzfinish eine Augenweide, wenn nicht gar ein kleines Kunstwerk. Die Spiegelkästen sind profihaft verzahnt und verleimt sowie mit einer wasserabweisenden teakholzfarbenen Holzschutzlasur versehen. Die Rockerbox und die Transportkisten sind dunkelbraun lasiert. Aluminiumprofile und Edelstahlschrauben lassen dem Rost keine Chance.

### In der Praxis

Im Praxistest zeigte sich die Überlegenheit der großen Öffnung. Die 200mm lassen einen tief in die Welt der Deep-Sky-Objekte eindringen. Alle Kugelsternhaufen des Messier-Katalogs sind hier bereits aufgelöst. In den Offenen Sternhaufen kann man Farbunterschiede bei den Einzelsternen entdecken. Planetarische Nebel zeigen erste Farbe und eine große Formenvielfalt. Einige Galaxien glänzen mit ersten Details. Mit einem [OIII]-Filter kann man die einzelnen Filamente des Cirrusnebels abfahren, und wer einen H $\beta$ -Filter einschraubt, kann sogar die ersten Konturen des Pferdekopfnnebels entdecken. Die heute in Mode gekommenen apochromatischen Reiserefraktoren können hier in Bezug auf Lichtsammelvermögen und Grenzgröße bei weitem nicht mithalten. Anders ist dies beim nutzbaren Gesichtsfeld. Hier ergeben sich aufgrund des gewählten Öffnungsverhältnisses  $f/4$  einige Einschränkungen. In der Mitte des Gesichtsfelds ist die Bildqualität sehr hoch, die Beugungsfiguren weisen keine nennenswerten Abweichungen auf. Ein Newton mit einem Öffnungsverhältnis  $f/4$  zeigt allerdings schon sehr viel Koma, wenn man nur wenige Bogenminuten von der Feldmitte abweicht. Dies hat aber nichts mit der Qualität der Spiegelkomponenten zu tun, sondern ist rein bauartbedingt. Beträgt das Feld, in dem visuell noch keine Koma sichtbar ist, beim 8"  $f/4$ -Newton 39', so sind dies bei einem 8"  $f/8$ -Newton bereits 58' [1]. Eine Weitfeldbeobachtung ist bei  $f/4$  kein Genuss mehr, hier haben Refraktoren einen Vorteil. Als sinnvolles Zubehör zum Reisegerät ist auf jeden Fall die inzwischen > s. 65







Abb. 4: Für die Reise kann der 8"-Newton auf eine Box von 32cm × 31cm × 20cm zusammengepackt werden, so dass er auch als Handgepäck am Flughafen durchgeht.

erhältliche Stoffhülle anzusehen, sie schützt wirkungsvoll vor eindringendem Streulicht. Beim Test zeigte sich ohne Hülle häufig eine Aufhellung des Bildfeldes, welches durch die am Beobachtungstisch aufgestellten Astrotaschenlampen verursacht wurde.

### Fazit

Der Reisedobson der Fa. Hofheim Instruments ist ein einmaliges Produkt und eine Bereicherung des Markts. Das Gerät kombiniert formschönes Aussehen mit überragender Verarbeitung und Qualität. Selten bekommt man so ein hochwertiges Produkt »Made in Germany« zu einem so erschwinglichen Preis. Die Nachteile des Leuchtpunktvisiers lassen sich leicht beheben, und viele Benutzer sehen überhaupt keine Probleme und kommen gut mit so einem Visier zurecht. Als potentieller Käufer sollte man schon einmal mit einem kurzbauenden Newton beobachtet haben, um zu entscheiden, ob man mit einem komabehafteten f/4-Newtonsystem leben kann. Der größte Pluspunkt des Reisergerätes sind seine Vorteile bei Transport und Lagerung, und dies zählt auch, wenn

man nicht gleich ins Flugzeug steigt. Nirgends kann man ein komplettes Teleskop mit mehr Öffnung bei so kleinen Packmaßen kaufen.

- [1] Francis, P.: Newtonian Notes – Designing and Building a High Performance Telescope From Commercial Components, Kenneth Novak & Co. (1979)

# Videoastronomie für Einsteiger

## TEIL 2: MIT EINER WATEC WAT-120N DIE GRENZE UNSERES SONNENSYSTEMS ÜBERSCHREITEN

von Ullrich Dittler

In der vergangenen Ausgabe von *interstellarum* wurde der Einsatz einer Webcam vorgestellt. Darauf aufbauend wird in diesem Beitrag am Beispiel der leistungsfähigen Überwachungskamera WATEC WAT-120N der Einsatz von hochempfindlichen Schwarz-Weiß-CCD-Videokameras zur Videoastronomie beschrieben. An verschiedenen Einsatzfeldern, wie z.B. entfernten Planeten und deren Monde, Doppelsternen und Kugelsternhaufen, werden die Möglichkeiten und Grenzen der Kamera vorgestellt.

Der Vorteil der Webcams liegt – wie in [1] gezeigt wurde – in der Möglichkeit, mit geringem Aufwand zahlreiche, qualitativ nicht notwendigerweise herausragende Einzelbilder mit geeigneter Software zu einer guten Farbaufnahme addieren zu können. Dafür eignen sich vor allem die helleren Objekte unseres Sonnensystems, d.h. der Mond und die helleren Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn. Die Grenzen des Einsatzes einer Webcam sind also relativ eng gesteckt: Die entfernteren Planeten unseres Sonnensystems bleiben für Webcams in der Regel, sieht man von den beeindruckenden Ergebnissen einiger engagierter

Amateure, die mit (modifizierten) Webcams und lichtstarken Teleskopen erfolgreich auf die Jagd nach Uranus, Neptun und einigen Planetenmonden gehen, ab, genauso wenig erreichbar, wie die zahllosen faszinierenden Deep-Sky-Objekte. Die Beschränkung ergibt sich aus der begrenzten Lichtempfindlichkeit der in Webcams verwendeten CCD-Chips sowie der meist auf 1/25 oder 1/50 Sekunden begrenzten Belichtungszeit.

In der Lücke zwischen Webcams und kostspieligen gekühlten Astro-CCD-Kameras (wie der in [2] vorgestellten MX7C) haben sich in den letzten Jahren zwei Kameras erfolgreich positioniert, die ur-

sprünglich für ganz andere Aufgaben entwickelt wurden: die hochempfindlichen Überwachungskameras der Firmen Mintron und Watec. Die neuere der beiden, die Watec WAT-120N, soll im Folgenden näher vorgestellt und deren Einsatzbereich als Astrokamera dargestellt werden.

### Die Watec WAT-120N

Bereits die Mintron MTV-12V zeigte, dass sich hochempfindliche Überwachungskameras in der Videoastronomie einsetzen lassen [3]. Vor gut einem Jahr führte die Firma Watec mit der WAT-120N eine Schwarz-Weiß-Überwachungskamera mit einigen technischen Besonderheiten auf dem deutschen Markt ein, die der Mintron – wie auch Martin Elsässer in [4] eindrucksvoll darstellte – in der Videoastronomie deutlich überlegen ist.

Die Watec WAT-120N hebt sich bereits mit einer Auflösung von 795×596 Bildpunkten (von denen für ein Bild effektiv 752×582 genutzt werden) von den bei Webcams üblichen 640×480 Bildpunkten ab. Die Größe der einzelnen Pixel wird mit 8,6µm×8,3µm angegeben [5]. Die Besonderheit der WAT-120N besteht darin, dass die Belichtungszeit der mit 0,00002 Lux äußerst empfindlichen Kamera, in Zweierpotenzen kameraintern von 1/25 Sekunde bis 10,24 Sekunden aufaddiert werden kann; die Kamera liefert in dieser Einstellung alle 10 Sekunden ein analoges Bild an den angeschlossenen Monitor oder Rechner. Die mit diesen Belichtungszeiten

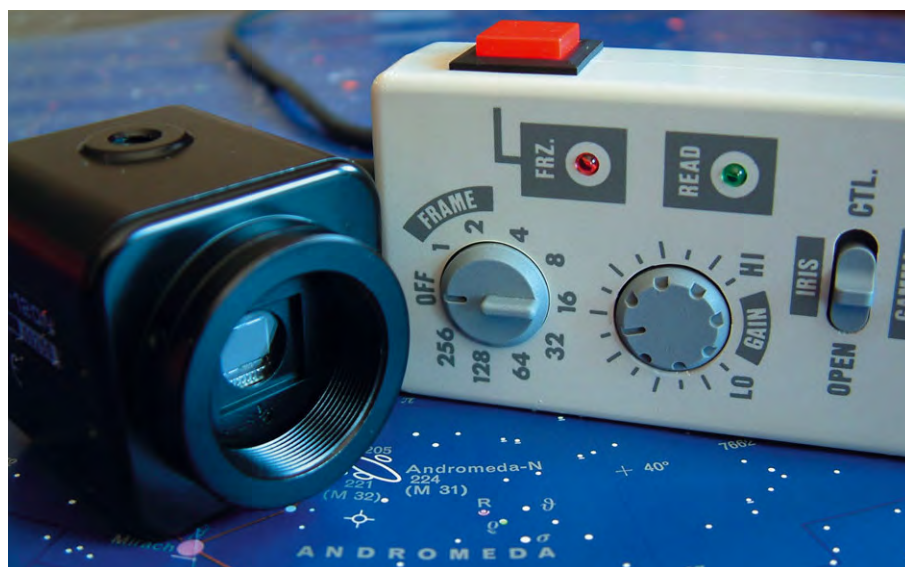


Abb. 1: Kamerakopf der Watec WAT-120N mit Steuereinheit, deutlich sichtbar ist der kleine CCD-Chip. [U. Dittler]

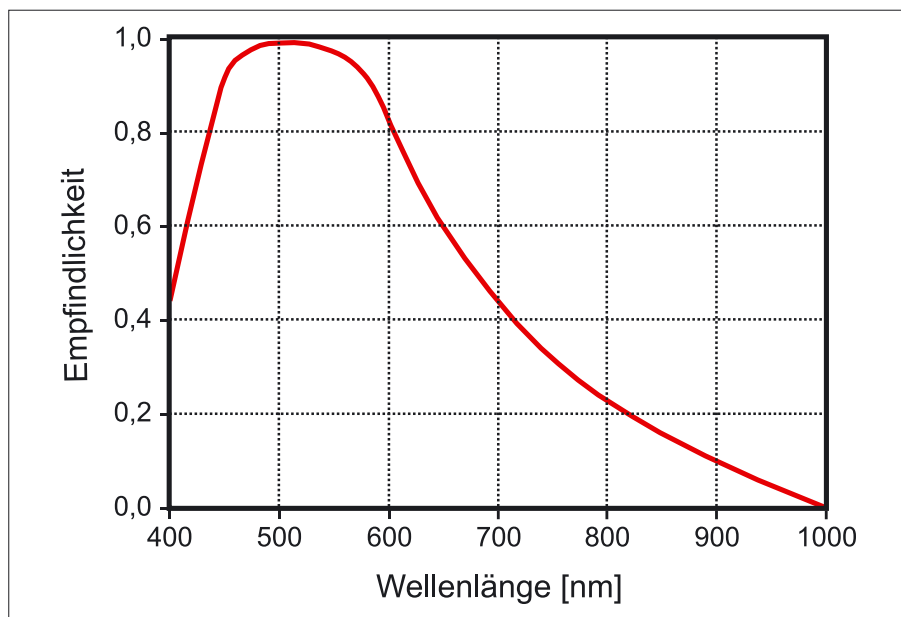


Abb. 2: Die spektrale Empfindlichkeit der WAT-120N Videokamera.

am Teleskop erreichbaren Grenzgrößen übertreffen die visuellen Grenzgrößen um mehrere Magnituden, so dass schon im Live-Bild zahlreiche Details der beobachteten Objekte sichtbar werden, die Beobachtern am Teleskop sonst verschlossen bleiben.

Neben dem nur rund 150 Gramm schweren und mit einer Kantenlänge von rund 4,5cm×6cm auch recht kleinen Kamerakopf, an den ein VideoOut-Kabel und die Stromversorgung angeschlossen werden, gehört eine mit einem rund drei Meter langen Kabel bedienbare Steuereinheit ebenfalls zur Kamera (Abb. 1). Mit dieser Steuereinheit können die Aufnahmeparameter (Belichtungszeit, Verstärkung etc.) der Kamera verändert werden, ohne jedes Mal die an das Teleskop adaptierte Kamera selbst berühren zu müssen – und damit die Aufnahmeoptik in störende Schwingungen zu versetzen.

In der Kamera arbeitet der Sony-Chip ICX419ALL, der bezüglich Bildschärfe und Dunkelheit des Bildhintergrundes beachtliche Ergebnisse liefert. Der Chip besitzt, wie in Abb. 2 zu sehen ist, die maximale spektrale Empfindlichkeit an fast derselben Stelle des Spektrums, wie das an die Dunkelheit adaptierte Auge des Beobachters.

Die Vorteile der WAT-120N (im Vergleich zu Webcams) sind wegen der deutlich höheren Empfindlichkeit und der längeren Belichtungszeit offensichtlich; die Kamera qualifiziert sich damit für lichtschwache Objekte innerhalb des Sonnensystems, aber auch für ausgewählte Deep-Sky-Objekte. Der Nachteil der Watec im Vergleich zu teureren speziellen Astro-CCD-Kameras liegt in der fehlenden Chipkühlung, dem eingeschränkten Bereich der spektralen Empfindlichkeit sowie der beschränkten Belichtungszeit, dazu später mehr.

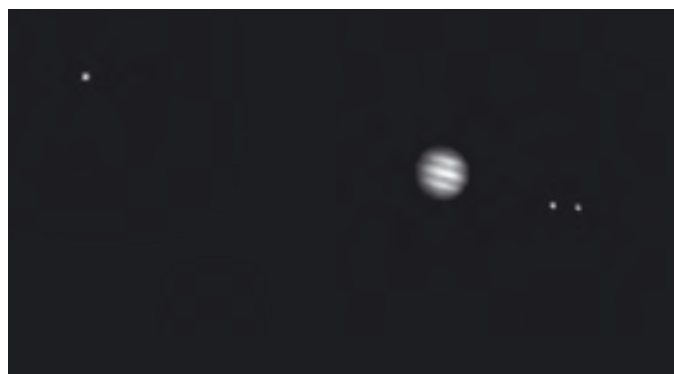


Abb. 3: Montage einer Kompositaufnahme aus 100 kurz belichteten Aufnahmen (Belichtungszeit 1/25s) des Planeten Jupiter und der Kompositaufnahme aus 100 länger belichteten Aufnahmen (Belichtungszeit 2,5s) seiner Monde Ganymed, Io und Europa, gewonnen mit einer WAT-120N mit einem 200/2000-SCT. [U. Dittler]



Abb. 4: Kompositaufnahme aus 30 Bildern (Belichtungszeit je 10s) von Uranus und seinen Monden, gewonnen mit einer WAT-120N mit einem 200mm-SCT mit Focalreducer (f/6,3, resultierende Brennweite: 1260mm). [U. Dittler]

## Einsatz der WAT-120N

Der Einsatz der Kamera zur Videoastronomie gestaltet sich einfach: Ähnlich wie die Webcams kann auch die WAT-120N (die über einen C-Mount-Anschluss verfügt) mit einem entsprechenden Adapter und IR-Sperrfilter für den fokalen Einsatz am Teleskop vorbereitet werden. Neben dem Stromkabel und der externen Steuereinheit ist am Kamerakopf nur noch das mitgelieferte Videokabel anzuschließen, das – und hier unterscheidet sich die WAT-120N vom Einsatz einer Webcam –, da die Kamera ein analoges Signal liefert, an einen Video-/Framegrabber angeschlossen werden muss. Framegrabber gibt es zum Einbau in den PC, auch recht preiswert mit USB 2.0-Anschluss. USB 1.1-Schnittstellen arbeiten in der Regel nicht mit der vollen Auflösung der Kamera; bei einem älteren Notebook macht daher der Einsatz einer PCMCIA-Karte Sinn, die einen entsprechenden USB 2.0-Anschluss zur Verfügung stellt. Die Aufnahme von Bildern ist sehr komfortabel, da über die Handsteuerbox sowohl die Belichtungszeit (von 1/25 bis 10,24 Sekunden) als auch die Verstärkung (Gain) gewählt werden kann, ohne jedes Mal die Aufnahmeoptik oder den Kamerakopf berühren zu müssen. Die gewählten Parameter werden sofort kameraintern umgesetzt und auf dem Monitor des angeschlossenen PCs erscheint umgehend ein aktualisiertes Bild. Eine Leuchtdiode an der Handsteuerbox informiert den Anwender während der Aufnahme immer dann, wenn ein neues Bild an den Rechner übertragen wird. Eine zweite Leuchtdiode zeigt an, wenn die Bildübertragung durch Betätigen der »Freeze-Taste« eingefroren wird, und das Monitorbild daher nicht aktualisiert wird. Durch die günstige Platzierung der beiden Einstell-



Abb. 5: Kompositaufnahme aus 25 Aufnahmen (je 10s) des Doppelsterns Albireo ( $\beta$  Cygni), Instrument wie Abb. 4. [U. Dittler]

räder und durch die beiden Leuchtdioden ist eine Bedienung der Kamera auch in der Dunkelheit völlig problemlos möglich. Eine Bedienung mit Handschuhen ist allerdings nicht unproblematisch.

### Objekte für die WAT-120N

Auf der Suche nach geeigneten astronomischen Objekten zeigt sich sehr schnell, dass die Kamera gut geeignet ist für tiefere Schritte in unser Sonnensystem und zu den helleren Deep-Sky-Objekten: Während eine Webcam sich vor allem für die Aufnahme der großen Planeten eignet, werden auf den Bildern der WAT-120N problemlos auch die helleren Monde der Planeten sichtbar. Abb. 3 zeigt Jupiter mit seinen Monden Ganymed, Io und Europa, die zum Aufnahmezeitpunkt mit einer Helligkeit zwischen  $5^m56$  und  $6^m23$  am Abendhimmel zu sehen waren. Da der mit  $-1^m89$  leuchtende Jupiter zum Aufnahmezeitpunkt deutlich heller als seine Monde war, stellt das Bild eine Kompositaufnahme kurz belichteter Aufnahmen des Planeten und länger belichteter Aufnahmen der Monde dar.

Wie damit bereits deutlich wird, qualifiziert sich die Kamera somit auch für die Aufnahme lichtschwacher Objekte. Aber nicht nur die Grenzen der Helligkeit, auch die räumlichen Grenzen lassen sich mit dieser Kamera ein Stück weiter hinauschieben: Wie in Abb. 4 zu sehen ist, war auch die Aufnahme des Uranus ( $5^m75$ ) in den frühen Morgenstunden des Juli 2004 und seiner Monde Oberon ( $14^m1$ ) und Titania ( $13^m9$ ) problemlos möglich. Die Lichtempfindlichkeit und die Leistungsfähigkeit der Kamera erlauben es in klaren Nächten auch die Planeten Neptun (ca.  $7^m8$ ) mit Mond Triton ( $13^m5$ ) und Pluto (ca.  $13^m9$ ) mit Mond Charon ( $15^m8$ ) sowie einige der helleren Kleinplaneten, wie Ceres, Vesta oder Pallas, bereits mit Amateurteluskopen aufzunehmen. Problematischer

als die Aufnahme mit der WAT-120N ist hierbei das Auffinden der Planeten und Kleinplaneten, das ohne entsprechende Aufsuchkarten (siehe beispielsweise [6]) nur sehr erfahrenen Beobachtern möglich ist.

Aber auch die Fotografie erster Deep-Sky-Objekte ist mit der Watec möglich: Neben Doppel- oder Mehrfachsternen bieten sich hier vor allem auch offene Sternhaufen oder Kugelsternhaufen an. Abb. 5 zeigt beispielhaft eine Aufnahme des klassischen Doppelsterns Albireo. Albireo ( $\beta$  Cygni) wurde 1755 als Doppelstern erkannt; die beiden  $3^m1$  bzw.  $5^m1$  hellen Sterne stehen in einem Abstand von rund  $40''$  und lassen sich damit auch mit kleineren Teleskopen wunderbar auflösen.

Reizvolle Doppelsterne für die Fotografie sind auch  $\zeta$  Piscium (der Hauptstern mit einer Helligkeit von  $5^m1$  wird in einem Abstand von  $23''$  von seinem nur  $6^m1$  hellen Begleiter flankiert) und der »Doppel-Doppelstern«  $\epsilon$  Lyrae, ein System, das aus vier Sternen bzw. zwei Doppelsternen besteht, bei denen  $\epsilon_1$  Lyrae sich aus zwei  $5^m0$  bzw.  $6^m1$  hellen Sternen in einem Abstand von  $2,7''$  und  $\epsilon_2$  sich aus zwei  $5^m2$  bzw.  $5^m5$  hellen Sternen im Abstand von nur  $2,5''$  zusammensetzt.

Auch der einzige Doppelstern im Messier-Katalog, M 40 oder Winnecke 4 im Sternbild Ursa Major, ist mit einer Helligkeit der beiden Einzelsterne von  $9^m6$  und  $10^m1$  eine spannende Herausforderung für die WAT-120N.

Aber die Messierliste enthält noch zahlreiche weitere Objekte, die sich mit der WAT-120N gut aufnehmen lassen: allen voran die 29 Kugelsternhaufen der Liste. Abb. 6 zeigt den Kugelsternhaufen M 5, der mit einem Durchmesser von rund  $17''$  und einer Helligkeit von  $5^m6$  leicht zu finden und zu fotografieren ist. Ein weiterer schöner Kugelsternhaufen ist der 1714 von Edmond Halley entdeckte Haufen im Sternbild Herkules, der auch von Messier

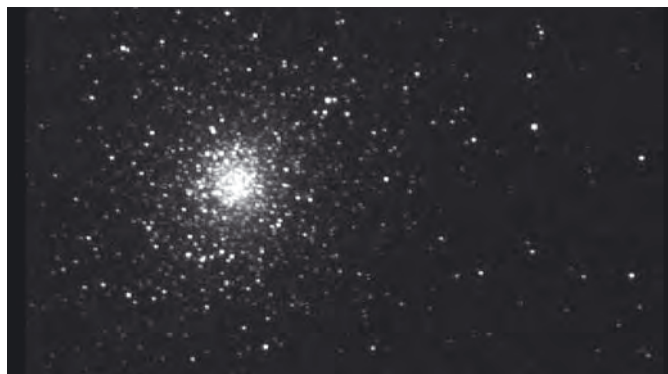


Abb. 6: Kompositaufnahme aus 15 Bildern des Kugelsternhaufens M 5, Instrument wie Abb. 4. [U. Dittler]

als Nummer 13 in seinen Katalog aufgenommen wurde. Er beschrieb seinen Eindruck im Jahre 1764 folgendermaßen: »Nebel ohne Sterne entdeckt im Gürtel des Herkules, er erscheint rund und hell, in der Mitte heller als am Rand.«

Über die Liste von Messier hinaus bieten sich die meisten hellen der knapp 150 Kugelsternhaufen des Himmels als Objekte für die Aufnahme mit der WAT-120N an. Aber auch andere Deep-Sky-Objekte, wie Nebel und Galaxien, fordern dazu heraus, sich mit der Kamera astrofotografisch an ihnen zu versuchen. Diese flächigeren und meist nicht ganz so leuchtstarken Objekte weisen dann auch auf die Schwächen der Kamera – die fehlende Kühlung und die begrenzte Belichtungszeit – hin, die bei der Nachbearbeitung der Bilder zu beachten sind. Abb. 7 zeigt eine Kompositaufnahme des bekannten Ringnebels M 57. In der Aufnahme sind deutlich Sterne bis knapp zur 15. Größenklasse zu erkennen.

### Verarbeitung der Aufnahmen

Wie bei der Videoastronomie üblich, werden zunächst viele kurz belichtete Einzelbilder aufgezeichnet, die allerdings bedingt durch ein Bildrauschen, das mit steigender Belichtungszeit zunimmt, und gegebenenfalls fehlerhafte Bildpunkte des CCD-Chips verunreinigt sind (Abb. 8a).

Während die Verarbeitung der Bilder der hellen Planeten und des Mondes in entsprechenden Programmen mit wenigen Einstellungen weitestgehend automatisiert abläuft, ist es bei Deep-Sky-Aufnahmen erforderlich, die fehlerhaften Bildpunkte und das Bildrauschen aus den Aufnahmen herauszurechnen. Hierzu nimmt man mit den gleichen Einstellungen, mit denen man das Deep-Sky-Objekt aufgenommen hat, noch ein paar Bilder auf, während die Teleskopöffnung verdunkelt ist. Aus der automatischen Addition und Mittlung dieser so genannten Dunkelbilder oder



Abb. 7: Kompositaufnahme aus 20 Aufnahmen (je 10s) des Ringnebels M 57, Instrument wie Abb. 4. [U. Dittler]

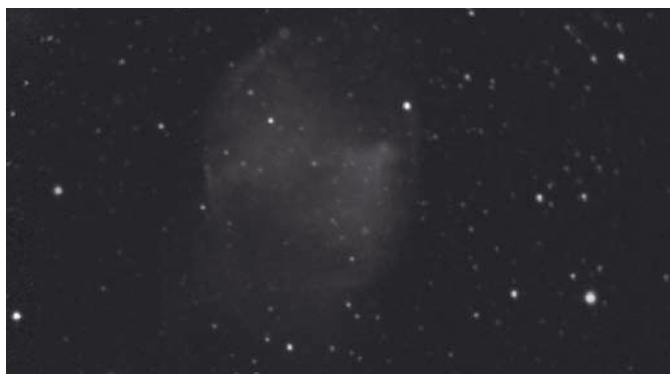


Abb. 9: Bearbeitete Kompositaufnahme aus 25 Aufnahmen des Hantelnebels M 27; von den Einzelaufnahmen wurde jeweils das Dunkelbild abgezogen. Instrument wie Abb. 4. [U. Dittler]



Abb. 8: Aufnahme des Hantelnebels M 27, Instrument wie Abb. 4. a) Einzelbild, b) Dunkelbild. [U. Dittler]

englisch Darkframes (in Giotto beispielsweise: Bildüberlagern -> addiere Bilder automatisch -> unverbindliche Empfehlungen -> Dunkelbild) ergibt sich ein Bild, das nur noch die fehlerhaften Bildpunkte und das Rauschen enthält (Abb. 8b). Dieses Dunkelbild kann nun von den Einzelbildern abgezogen werden, um nur die relevanten Bildinhalte zu erhalten und diese zu einer korrigierten Kompositaufnahme zu addieren. Das aus der Addition der Einzelbilder entstandene Kompositbild kann anschließend in Bildverarbeitungsprogrammen in Schärfe, Kontrast, Farbton usw. optimiert werden (Abb. 9). Im Zusammenhang mit Dunkelbildern werden oft so genannte Flatfields erwähnt. Diese Aufnahmen werden jedoch vor allem bei hellen und flächigen Objekten, beispielsweise Sonne und Mond, benötigt, um Vignettierungen und Verunreinigungen der Optik auszugleichen. Die unterschiedliche Empfindlichkeit der Pixel kann damit ebenfalls korrigiert werden.

### Schwächen der Kamera

Ergänzend zu den skizzierten Einsatzgebieten der Kamera noch ein paar Bemerkungen zu den angesprochenen Nachteilen der WAT-120N: der fehlenden Kühlung, der Begrenzung der Belichtungszeit auf

rund 10 Sekunden sowie der Beschränkung der spektralen Empfindlichkeit.

Wie bereits angesprochen, verfügt die Kamera nicht über eine aktive Kühlung und erwärmt sich während des Einsatzes in Abhängigkeit von der gewählten Belichtungszeit. Bei einer Belichtungszeit von 10,24 Sekunden wird das Gehäuse der Kamera spürbar wärmer und das Rauschen des CCD-Chips nimmt deutlich zu. Auf eine Verwendung von Dunkelbildern kann daher bei entsprechenden Belichtungszeiten nicht verzichtet werden.

Bedingt durch die fehlende Kühlung und die damit einhergehende Zunahme des Chip-Rauschens würde es aber keinen Sinn machen, kameraintern längere Belichtungszeiten zu realisieren, da die lichtschwächeren Objekte im steigenden Rauschen untergehen würden. Dieses Problem der kurzen Belichtungszeiten lässt sich durch den Einsatz entsprechender Aufnahme-Software leicht umgehen. In Giotto können beispielsweise (im Menü Bildaufnahme, Menüpunkt Aufnahme...) softwareseitig bereits während der Aufnahmephase mehrere einzelne Kamerabilder zu einem Bild addiert werden, um quasi längere Belichtungszeiten zu erhalten.

Wie in Abb. 2 zu sehen ist, liegt die größte Empfindlichkeit des verwendeten CCD-Chips im Wellenlängenbereich zwi-

schen 450nm und 600nm. Jenseits dieser Grenzen ist der Chip relativ unempfindlich und eignet sich daher auch nur eingeschränkt für die Anfertigung von Farbaufnahmen im RGB-Verfahren.

Die Stärke der ungekühlten Videokamera WAT-120N liegt damit deutlich im Bereich der Schwarz-Weiß-Aufnahmen. Bedingt durch die hohe Empfindlichkeit in Verbindung mit einer unkomplizierten Bedienung stellt die Kamera ein gutes Werkzeug dar, mit dem die Grenzen des Sonnensystems überwunden und erste vielversprechende, astrofotografische Ausflüge in den »Deep-Sky« unternommen werden können.

- [1] Dittler, U.: Videoastronomie für Einsteiger – Teil 1: Der Einsatz einer Webcam zur Planetenfotografie, *interstellarum* 37, 64 (2004)
- [2] Kowatsch B.: CCD-Farbfotografie mit der MX7C von Starlight Xpress, *interstellarum* 34, 60 (2004)
- [3] Hamann, B.: Astrofotografie mit der Mintron-Videokamera, *interstellarum* 28, 60 (2003)
- [4] Elsässer M.: Ein neuer Standard in der Videoastronomie, *interstellarum* 32, 58 (2004)
- [5] [www.videotec.de](http://www.videotec.de)
- [6] Stoyan, R.: Thema: Uranus und Neptun beobachten, *interstellarum* 35, 18 (2004)





## Astrofotos von Bernd Liebscher

**B**egonnen hat meine Faszination an der Astronomie im Alter von 11 Jahren. Damals war ich bei einem Freund und als es abends klar war, holte er sein 30mm-Fernrohr aus dem Schrank und wir bauten es im Garten auf. Er sagte zu mir: »Komm, wir stellen den hellen Stern dort im Süden ein, das ist Saturn und da kann man die Ringe sehen.« Gesagt getan, und tatsächlich sahen wir ein ovales Etwas.

Ich war davon so begeistert, dass ich mir zu Weihnachten auch ein Fernrohr wünschte, und ich bekam einen kleinen Refraktor mit 60mm Öffnung. Vier Jahre später kaufte ich mir ein 110mm-Spiegelteleskop mit 900mm Brennweite von BOB-Optic.

Von nun an ging's bergauf. Bei M 13 konnte ich Einzelsterne erkennen, die Planeten zeigten Oberflächen-details. Mit Komet West begann mein Interesse an der Astrofotografie und durch meine Ausbildung als Feinmechaniker baute ich mir meine erste Montierung mit motorischer Nachführung.

Seit dieser Zeit schwanke ich zwischen der Fotografie, der visuellen Beobachtung und dem Montierungsbau. Gleichzeitig begann meine Leidenschaft, in den Alpen (möglichst hoch oben) zu beobachten, die bis heute ungebrochen ist. Heute sind meine liebsten Beobachtungsgeräte ein 400/2800-Newton und ein 250/1425-Newton, den ich vor 25 Jahren zusammen mit meinem Freund Rainer Gröbel gebaut habe. Astrofotografisch habe ich zwei Lichtenknecker Flatfield-Kameras mit 760mm und 940mm Brennweite im Einsatz. Beide Kameras habe ich temperaturkompensiert und auf die Verwendung von 4"×5"-Planfilm bzw. CCD-Kameras umgebaut, denn vor drei Jahren hat mich das CCD-Virus erwischt. Eine ST10-XME/STL-11000M Kamera eröffnet gegenüber der chemischen Fotografie eine ganz neue Dimension und ich bin gespannt, wie weit uns die CCD-Technik noch führen wird.



Der Hantelnebel M 27, FFC 760 f/4,0, ST10 XME CCD-Kamera, 8min (R), 8min (G), 8min (B).



Der Nordamerikanebel NGC 7000, FFC 940 f/3,2, STL-11000M CCD-Kamera, 35min (H $\alpha$ ), 25min (G), 25min (B).



NGC 2264 mit dem Konusnebel, FFC 940 f/3,2, STL-11000M CCD-Kamera, 35min (H $\alpha$ ), 35min (G), 25min (B).





Die Plejaden M 45, FFC 940 f/3,2, STL-11000M CCD-Kamera, 25min (R), 25min (G), 25min (B).



IC 434 mit Pferdekopfnebel, FFC 940 f/3,2, STL-11000M CCD-Kamera, 35min (H $\alpha$ ), 25min (G), 25min (B).



## Produktspiegel – Neues vom Hersteller

### Teleskop-Service: Handschuhe für Amateurastronomen

Passend zur Winterzeit bietet der Münchener Astrohändler Handschuhe an, die einige für Sternfreunde nützliche Eigenschaften besitzen. Ein Bund am Gelenk verhindert das Eindringen von Schnee und Kälte. Die Umhüllung der Fingerkuppen und auch des Daumens ist umklappbar und haftet mit einem Klettband auf der Handrückseite. Somit können auch Feingefühl erfordernde Arbeiten wie das Bedienen einer Kamera oder der Filter- bzw. Okularwechsel erledigt werden – ohne dass die Handschuhe jedes Mal aus- und wieder angezogen werden müssen.



### Celestron: Das NexImage-Paket

Ein Komplettpaket für Einsteiger in die Webcam-Fotografie hat Celestron geschnürt. Mit dabei ist die firmeneigene NexImager-Kamera mit einem 640×480 Pixel großen Sony HAD-CCD-Chip und 1¼"-Okularanschluss mit integriertem Filtergewinde. Mit dazu gehört die Auswertesoftware Registax, die das

aufgenommene Video in Einzelbilder zerlegen kann und diese bearbeiten lässt. Voraussetzung ist ein PC oder Laptop mit Betriebssystem Windows 98 oder höher sowie ein USB-Anschluss. Das Paket kommt

mit ausführlicher deutscher Bedienungsanleitung und einem Tutorial für die Registax-Software.



### Baader Planetarium: 10Micron Montierung

Eine neue schwere deutsche Montierung ist bei Baader Planetarium erhältlich: Die 10Micron-Montierung wiegt 25kg und trägt nach Herstellerangaben bis zu 50kg Instrumentenlast. Innovativ ist die integrierte QCI-Goto-Steuerung, die mit einem Joystick bedient wird. Die Montierung ist auch komplett fernsteuerbar. Ein passendes schweres Stativ ist zusätzlich im Angebot, es lässt sich zwischen 100cm und 160cm Höhe verstellen und trägt 100kg bei 25kg Eigengewicht. Zum Zubehör der Montierung gehören ein Polsucherfernrohr, Gegengewichte, Abdeckhaube sowie Transporttaschen.



### T.Z.M.: Sternwarten mit Rundumsicht

Teleskope, Zubehör & mehr stellt ein neues Sternwartensystem mit Rundumsicht vor. Durch die abgesenkten Wände und die Klappe hat man in drei Richtungen freie Sicht bis zum Horizont. Das Fundament wird entweder als Platte oder als Punktfundament nach Plan in Eigenleistung erstellt. Darauf erfolgt die »schlüssel-fertige« Montage: Ausschnitte für Säulen oder Stative werden ebenso berücksichtigt wie ein Computerarbeitsplatz, Ablageflächen und Regale. Die Oberflächenbehandlung und die Dacheindeckung erfolgen in der Wunschfarbe. Das Dach ist isoliert und lässt sich sturmsicher verriegeln. Die halbrunden Laufschienen verhindern, dass sich Schnee oder Laub ablagert. Durch ein Rollensystem lässt sich das Dach leicht mit einer Hand fahren.



Die Klappe wird mit einem Hebel bewegt, der sich zur Seite wegrehen lässt und so nicht die Sicht behindert. Verschiedene Größen und Ausführungen können realisiert werden.

### Gerd Neumann: schwerer Okularauszug

Als Antwort auf die immer größeren CCD-Kameras bietet Gerd Neumann einen besonders stabilen Okularauszug an, der bis zu 15kg Zuladung erlaubt. Das dickwandige Innenrohr aus rostfreiem Edelstahl wird von sechs verspannten Kugellagern geführt, eine Durchbiegung wird so verhindert. Ein Schrittmotor bewegt über eine einstellbare Gewindestange das Innenrohr mit einer Genauigkeit von weniger als 1/100mm. So ist auch an sehr lichtstarken Instrumenten eine präzise Fokussierung möglich. Dank des großen freien Durchlasses von 67mm erzeugt der Auszug auch bei großen Sensoren und an lichtstarken Systemen keine Vignettierung. Der Fokussierweg von 15mm reicht für die Scharfstellung aus, größere Abstände können durch entsprechende Zwischenringe überbrückt werden.

Das Fokussieren erfolgt entweder manuell über den Handcontroller, auf dessen Display die aktuelle Position angezeigt wird, oder vom Computer über die eingebauten Schnittstellen (seriell und USB). Die volle ASCOM-Kompatibilität gewährleistet eine problemlose Ansteuerung von allen gängigen Programmen aus.



## Rezensionen – Neu auf dem Markt

### Astronomische Reiseziele für unterwegs

Sehenswerte Schauplätze der Astronomie findet man an vielen Orten der Erde. Trotzdem sind viele Amateurastronomen überrascht, wenn sie bei einer Urlaubsreise ein großes Observatorium, ein bedeutendes Museum oder ein Denkmal der Astronomiegeschichte erblicken. Oft fehlen dann Zeit oder Gelegenheit, die Sehenswürdigkeit zu besichtigen, denn man kennt weder Öffnungszeiten noch Ansprechpartner.

Der astronomie- und reisebegeisterte Autor Volker Witt nimmt sich dieses Problems an und stellt in seinem Buch bekannte astronomische Schauplätze und Sehenswürdigkeiten vor. Das Buch hat daher den Charakter eines thematischen Reiseführers, der sich geographisch geordnet zunächst Deutschland, Österreich und Schweiz, Frankreich und Italien, dann weiteren europäischen Ländern, USA, Kanada und Chile zuwendet. Historische Sternwarten, Museen und historische Stätten, Observatorien aus Stein und Impaktkrater werden danach gesondert vorgestellt.

Es ist ausgesprochen erfreulich, dass Volker Witt nicht der Versuchung erlag, zu viele Objekte in das Buch aufzunehmen.

Durch die Beschränkung auf z.B. 15 Observatorien im deutschsprachigen Raum bleibt ausreichend Raum, um Geschichte, Instrumentierung, Forschungsschwerpunkte, aktuelle Aktivitäten und auch meteorologische Bedingungen zu porträtieren. Die Texte zeichnen sich durch hohen Informationsgehalt und gute Recherche aus, sind trotz vieler Details kurzweilig und interessant. Platz für Abbildungen bleibt trotz der ausführlichen Texte, so dass sich der Leser zu fast jedem Objekt auch einen visuellen Eindruck verschaffen kann.

Selbstverständlich wird der eine oder andere Leser ein ihm wichtiges Reiseziel vermissen, dies ist bei dem 330-seitigen Umfang des Reiseführers unvermeidbar. Zu jedem vorgestellten Objekt finden sich Adresse und Kontaktdaten, Öffnungszeiten und Anmeldemodalitäten, Koordinaten und Anfahrtsbeschreibung verzeichnet. Bei vielen Observatorien gibt der Autor zusätzliche Informationen über diejenigen Bereiche, die besichtigt werden können. Das hilft, Enttäuschungen bereits im Vorfeld zu vermeiden.

Volker Witts Buch ist ein wirklich gelungenes astronomischer Reiseführer, der



Volker Witt: *Astronomische Reiseziele für unterwegs, Sternwarten, Museen und Schauplätze der Astronomie*, Elsevier GmbH, Spektrum Akademischer Verlag München 2004, 334 S. mit zahlreichen farbigen Abbildungen, ISBN 3-8274-1414-8, 30,00 €.

Interesse weckt und eine Fülle von Informationen bereithält. Es bleibt zu wünschen, dass das Buch durch regelmäßige Nachauflagen auch künftig aktuell gehalten wird.

Thomas Rattei

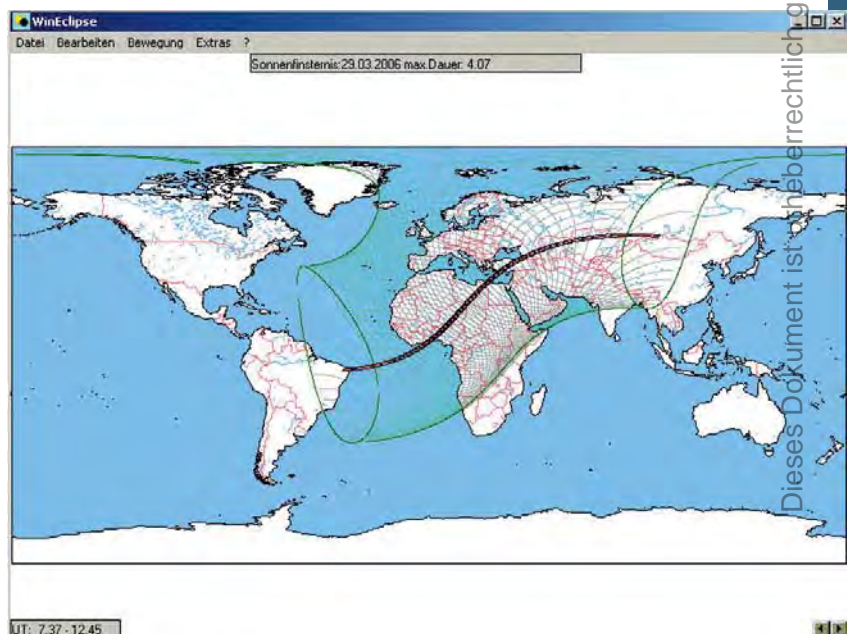
### Win-Eclipse

Die totale Sonnenfinsternis vom 11.8.1999 ist schon lange Geschichte, doch laufen schon die Vorbereitungen für die nächsten Sonnenfinsternisexpeditionen auf Hochtouren. Gut zu wissen ist der Verlauf des Schattenwurfes über die Erdkugel, welche Länder kommen zur Beobachtung in Frage. Einen schnellen Überblick verschafft das Programm Win-Eclipse von Heinz Scisibrany. Dieses kleine Freewaretool sorgt hier für einen schnellen Überblick. Wahlweise als Groundtrack oder auch als Animation kann man sich hier den Finsternisverlauf anzeigen lassen.

Aber auch wer die Sichtbarkeitsbedingungen für die nächste Mondfinsternis sucht, der wird mit diesem Programm seine Freude haben. Es wird nicht nur der Sichtbarkeitsbereich angezeigt, sondern es kann auch für jeden beliebigen Ort im Sichtbarkeitsbereich das Aussehen und der Verlauf der Finsternis angezeigt werden.

Das Programm ist auf allen Windows-Plattformen lauffähig und besteht nur aus einem kleinen ZIP-Archiv mit 632 Kilobyte Größe. Dieses muss nur entpackt werden und schon kann es benutzt werden. Es ist keine Installation nötig.

André Wulff



# Termine für Sternfreunde Januar bis April 2005

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

**26.3.–3.4.: 28. Astronomisches Abenteuercamp (AAC),** Mühle Wissel bei Kalkar am Niederrhein  
 ⓞ Volker Heesen, 0234/3223448, heesen@astro.ruhr-uni-bochum.de, www.sternwarte-moers.de/Leistungen/AAC/aac.html.

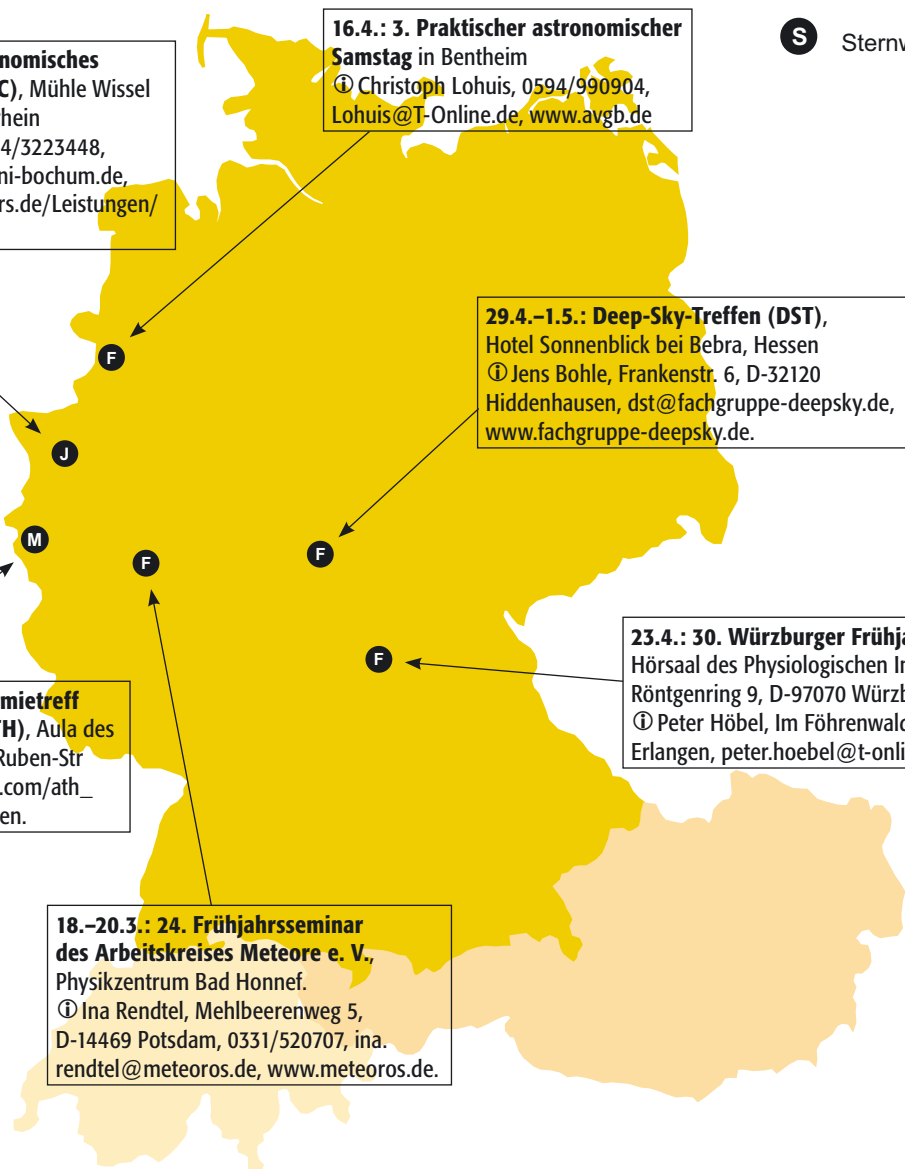
**16.4.: 3. Praktischer astronomischer Samstag** in Bentheim  
 ⓞ Christoph Lohuis, 0594/990904, Lohuis@T-Online.de, www.avgb.de

**29.4.–1.5.: Deep-Sky-Treffen (DST),** Hotel Sonnenblick bei Bebra, Hessen  
 ⓞ Jens Bohle, Frankenstr. 6, D-32120 Hiddenhausen, dst@fachgruppe-deepsky.de, www.fachgruppe-deepsky.de.

**19.2.: 5. Astronomietreff Hückelhoven (ATH),** Aula des Gymnasiums Dr.-Ruben-Str  
 ⓞ www.geocities.com/ath\_astro\_hueckelhoven.

**23.4.: 30. Würzburger Frühjahrstagung,** Hörsaal des Physiologischen Instituts, Röntgenring 9, D-97070 Würzburg.  
 ⓞ Peter Höbel, Im Föhrenwald 35, D-91054 Erlangen, peter.hoebel@t-online.de

**18.–20.3.: 24. Frühjahrsseminar des Arbeitskreises Meteore e. V.,** Physikzentrum Bad Honnef.  
 ⓞ Ina Rendtel, Mehlbeerenweg 5, D-14469 Potsdam, 0331/520707, ina.rendtel@meteoros.de, www.meteoros.de.



## Kleinanzeigen

**Verkaufe** folgendes Gerät aus zeitlichen Gründen: 1× Celestron C8 (ohne Kratzer oder ähnlichem) mit einem Standard 6×30 Sucher und einem original Celestron 8×50 Sucher, 1× Transportkoffer für den Tubus, 1× SP-DX neuwertig mit hochwertigem Holzstativ (ähnlich dem Baader Holzstativ und das kostet fast 400 Euro), 2× Polsucherbeleuchtung für die Montierung, 2× MT-1 Motoren, 1× Lumicon Easy Guider, 1× Vixen LV 15mm, 1× Celestron Ultima 30mm, 1× 5kg zusätzliches Gegengewicht (5kg schon vorhanden, also insgesamt 10kg Ge-

gengewicht), ein paar Bücher, die ich noch besitze (Himmelsatlas, drehbare Sternkarte u.s.w.). Habe alles zusammen vom Wolfi Ransburg für 1800,- € vor einem Jahr erstanden, alles in 1A Zustand, VHB 1400,- € • Christian Schmatz, Tel.: 08638/5981, E-Mail: christian.schmatz@web.de

**Verkaufe** MEADE LX200, f/10, Komplettausstattung, mit Wedge, Okulare, 2× Barlow, Amici Prisma, Okularreducer, u.v.a, Filtersatz, Glas Sonnenfilter, 2 Piggyback Kamera Adapter, Stativ, Tragekoffer, sehr

guter Zustand, VHB 2300,- € • Emil Pallos, Tel.: 06732/3173, E-Mail: emilpallos@aol.com

**Verkaufe** gut erhaltenes Alt 7AD Achsenkreuz mit Rusche Steuerung einschließlich RC Schnittstelle, 3 Stahlgewichte (zusammen 35 kg), in Hochgenauigkeitsausführung, 6500,- € • TMB 80/600 Apo mit Feather Touch Focuser 1/10 Untersetzung einschließlich breiter Klappschelle mit Fotogewinde, 1495,- € • Wolfgang Lille, Tel.: 04144/606996, Lille-Sonne@gmx.de

(Angaben ohne Gewähr)

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



# Vorschau interstellarum 39

ab 18.3.2005 im Handel

## Großferngläser im Vergleich

Teil 1: Geräte mit 80mm Öffnung

## CCD-Fotografie aus der Stadt

Tricks gegen die Lichtverschmutzung

## Deep-Sky visuell

Proto-Planetarische Nebel

## Autoguiding mit CCD-Kameras

Off-Axis-Methodik und geeignete Kameras

## Lichtverschmutzung

Filter für die Digitalfotografie



PETER WIENERROITHER

## Impressum

### Verlag

Oculum-Verlag, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen, info@oculum.de, www.oculum.de

### Abo-Service

Tel.: 09131-970694, Fax: -978596, aboservice@interstellarum.de

### Bezug

Jahresbezugspreise 2005 inkl. Zustellung frei Haus: 37,80 € (D), 44,80 € (CH), 40,90 € (A), 44,80 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez.

### Vertrieb

Verlagsunion KG, Am Klingenweg 10, D-65396 Walluf

### Redaktion

Ronald Stoyan (-rcs), Susanne Friedrich (-sf), Stephan Schurig, (-ssg), Frank Gasparini (-fg), Matthias Gräter (-mg), redaktion@interstellarum.de

Ronald Stoyan: Chefredaktion  
Susanne Friedrich: Lektorat  
Stephan Schurig: Layout/Anzeigen  
Frank Gasparini: Karten/Grafiken  
Matthias Gräter: Repro

### Mitarbeit

Peter Friedrich, Béla Hassforther, Manfred Holl, Thomas Jäger, André Knöfel, Jürgen Lamprecht, Thomas Rattei, Wolfgang Steinicke, Rainer Töpler, André Wulff

### Manuskripte

beachten Sie unsere Hinweise auf [www.interstellarum.de/autorenhinweise.asp](http://www.interstellarum.de/autorenhinweise.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 im Internet auf [www.interstellarum.de](http://www.interstellarum.de). Prinzipiell drucken wir nur unverfälschte Fotos und Texte. Parallelver-

öffentlichungen 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 sinnenstehend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

## 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
R.A., Dekl.:	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)
Uranometria:	es gelten die Seitenzahlen der Ausgaben vor 2001

## Autorenverzeichnis

**Stefan Beck**, Rilkeweg 4, 71101 Schönaich • **Bernd Böhrer**, Bresslauer Str. 14, 58455 Witten, bboehmer@web.de • **Josef Büchsenmeister**, Au 60, A-4351 Saxen, josef.romana@netway.at • **Markus Dähne**, Grafstr. 6, 82008 Unterhaching, markus.daehne@geo-photo-gmbh.de • **Ullrich Dittler**, Dorfstr. 1, 79595 Rümplingen • **Wolfgang Düskau**, Troppauer Str. 11, 84478 Waldkraiburg • **Torsten Edelmann**, Habichtstr. 68, 86899 Landsberg am Lech • **Peter und Susanne Friedrich**, Hoheberg 29, 85309 Pörnbach, pfriedrich@naa.net • **Béla Hassforther**, Ringstr. 27, 69115 Heidelberg, belai1996@aol.com • **Manfred Holl**, Friedrich-Ebert-Damm 12a, 22049 Hamburg, m.holl@t-online.de • **Martin Huwiler**, Schlimbergstr. 19, CH-8802 Kilchberg ZH, mhuwiler@datacomm.ch • **Thomas Jäger**, Kriemhildstr. 10, 90513 Zirndorf • **Michael Jäger**, Seibererstr. 225, A-3610 Weißenkirchen • **Matthias Juchert**, Neuhäuser Str. 22, 14797 Lehnin • **André Knöfel**, Habichtstr. 1, 15526 Reichenwalde, aknoefel@minorplanets.de • **Bernd Koch**, Hauptstr. 3a, 57636 Sörth • **Erich Kopowski**, Tempelhofer Str. 81, 45661 Recklinghausen • **Stefan Kunz**, Postfach 1126, 06471 Quedlinburg, stephan.kunz@t-online.de • **Arndt Latusseck**, Lützowstr. 5, 31141 Hildesheim, arndt.latusseck@t-online.de • **Bernd**

## Inserentenverzeichnis

APM Markus Ludes .....	13	Astrotreff .....	77	Kosmos Verlag .....	53
Astro-ServiceCenter .....	79	Berlebach Stativtechnik .....	53	MEADE .....	U4
Astro Shop .....	U2	Engel EDV .....	77	Oculum-Verlag .....	70/71, 80
AstroInfo .....	36	Fachgruppe Deep-Sky .....	77	Tele-Optic .....	59
Astrocom .....	U3	Gerd Neumann .....	65	Teleskop Service .....	32
Astronomie.de .....	41	Grab Astrotech .....	77	Farm Tivoli .....	77
Astrooptik Meier .....	79	Hofheim Instruments .....	39	Wissenschaft-Online .....	64
Astrooptik von Bergen .....	9	Intercon Spaceteq .....	4/5	Wolfgang Lille .....	77

**Liebscher**, Sonnenleithe 17, 91245 Simmelsdorf • **Christoph Lohuis**, Jahnstr. 3, 49828 Neuenhaus • **Frank Meyer**, Pingelshaeger Str. 94, 19057 Schwerin, s.h.f.@freenet.de • **Uwe Pilz**, Pöppigstr. 35, 04349 Leipzig, pilz@medizin.uni-leipzig.de • **Thomas Rattei**, Winterbergstr. 73, 01237 Dresden • **Gerald Rhemann**, Linzerstr. 372/1/6, A-1140 Wien • **Johannes Schedler**, Am Schlossberg 6, A-8410 Wildon • **Martin Schoenball**, Welschhufer Str. 69, 01728 Bannewitz, martin@schoenball.de • **Stefan Seip**, Landauerstr. 24, 70499 Stuttgart, s.seip@web.de • **Rainer Töpler**, Zaisenweg 6, 73614 Schorndorf, drjhtoepler@t-online.de • **Sebastian Voltmer**, Metzger Str. 65, 66117 Saarbrücken, info@weltraum.com • **Wilfried Wacker**, Elsa-Brändström-Str. 6, 48565 Steinfurt, starwack@t-online.de • **Mario Weigand**, Langener Str. 88, 63073 Offenbach, MarioWeigand@gmx.de • **Heinrich Weiß**, Eichenweg 3, A-3163 Rohrbach/Gölsen, hein.weiss@kronline.at • **Klaus Wenzel**, Hamoirstr. 8, 63762 Großostheim • **Peter Wienerroither**, Ziegelteichgasse 1, A-2331 Voesendorf • **Andre Wulff**, Glückstr. 18a, 22081 Hamburg, a.wulff@t-online.de



