

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wer träumt nicht von einer kalten klaren Winter-
nacht mit dem Pferdekopfnebel im Okular? Genera-
tionen von Amateurastronomen glaubten an seine
prinzipielle Unsichtbarkeit. Erst die Nebelfilter haben
B 33 und andere Objekte in seiner Umgebung sicht-
bar gemacht – wir berichteten in den Objekten der
Saison in Ausgabe 2 ausführlich. Thomas Jäger erklärt
wie man den schwierigen Nebel schon mit Fernrohr-
Öffnungen ab 200mm erjagen kann. Folgen Sie doch
dem Starhopper auf seiner Orion-Tour rund um den
Pferdekopf (Seite 53)!

Mit drei Berichten zum Thema Mars nehmen wir
Abschied vom Roten Planeten. Im letzten Teil unserer
Marsdokumentation fassen wir die unglaublich detail-
lierten Ergebnisse von Amateurbeobachtungen der
zurückliegenden Sichtbarkeitsperiode zusammen
(Seite 30). Im zweiten Artikel wird über die Resultate
mit kleinen Teleskopen berichtet – mit beeindruckenden
Ergebnissen (Seite 34). Schließlich fasst Christian
Harder die visuellen Sichtungen der schwachen Mars-
monde zusammen, bereichert um großartige Web-
cam-Aufnahmen aus Namibia (Seite 36). Damit ver-
lässt uns Mars – bis zum Jahr 2005!

Über Preiserhöhungen redet niemand gern – gerade
in wirtschaftlich angespannten Zeiten. Preissteige-
rungen bei Dienstleistungsfirmen und der wachsende
allgemeine Kostendruck auf kleine Unternehmen
zwingen uns jedoch zu einer moderaten Erhöhung
der Abonnementspreise um 0,80 Euro pro Heft. Der
neue Preis für das Jahresabonnement beträgt damit
37,80 Euro (44,80 Euro im Ausland), beginnend mit
der ersten Ausgabe des neuen Jahres.



Titelbild: Die großartige Nebelland-
schaft um den Pferdekopfnebel mit IC
434, NGC 2024 und NGC 2023. Auf-
nahme von Knut Schöffner mit einem
300mm-Deltagraphen bei f/3,3, Nach-
führung durch ST-4 an einem 90/900-Leitfernrohr, 38 Mi-
nuten belichtet auf Kodak E200 durch einen Tokai Deep-Sky-Filter.



(Foto: Erich Kopowski)

Wir haben uns die Entscheidung für eine Anhe-
bung nicht leicht gemacht und hoffen, dass Sie inter-
stellarum weiterhin gewogen bleiben. Auch mit dem
neuen Preis bleibt interstellarum günstiger als andere
Astro-Zeitschriften.

Mit der nächsten Ausgabe werden wir einige Ände-
rungsvorschläge unserer Leser behutsam umsetzen.
Dabei wollen wir den Stichpunkt Service besonders
groß schreiben – mehr dazu im nächsten Heft. Ein
herzlicher Dank geht an die Einsender vieler schöner
Aufnahmen der Polarlichter vom 30.10. und der Totalen
Mondfinsternis am 9.11. Wir werden beide Ereig-
nisse ausführlich in der nächsten Ausgabe vorstellen!

Mit dem Umzug in neue Räumlichkeiten (siehe
Seite 6) haben wir den Abo-service verbessern könn-
en, davon profitieren unsere Abonnenten bereits
jetzt. Ein neuer Service entsteht gerade im Internet
unter www.interstellarum.de: Sie können jetzt schon
in den Verzeichnissen der Hefte 20 bis 31 nach Arti-
keln, Autoren und Themen suchen – kostenlos. Die
Funktionen werden auf alle erschienenen Hefte aus-
gedehnt werden.

Das Redaktionsteam möchte sich zum Jahresaus-
klang herzlich bei allen Autoren, Inserenten und Mit-
arbeitern für die Unterstützung bedanken. Wir wün-
schen Ihnen ein frohes Weihnachtsfest und einen gu-
ten Rutsch in das Jahr 2004.

Bleiben Sie uns treu!

Ronald Stoyan
Stephan Schmitz
Susanne Friedrich
Matthias Gatz

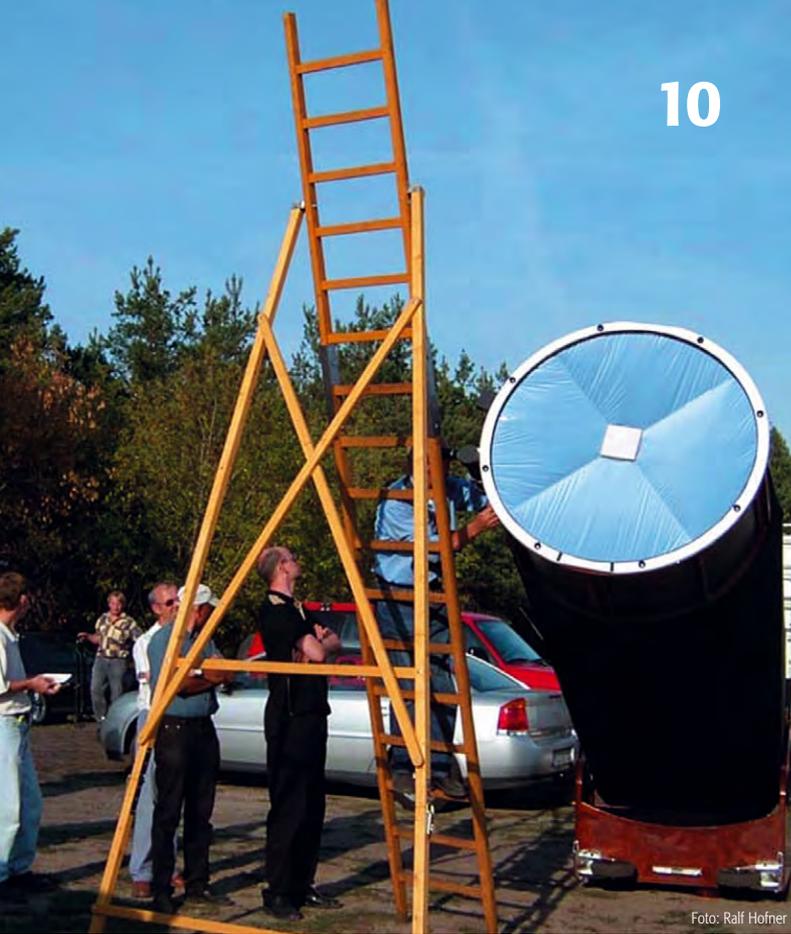
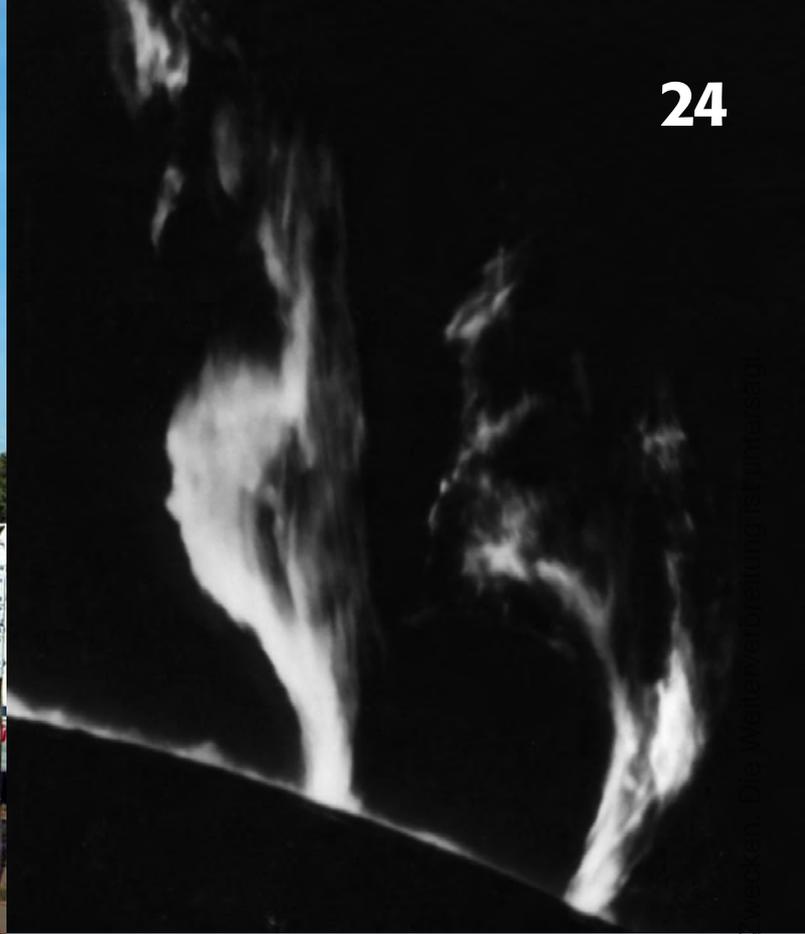


Foto: Ralf Hofner



Inhalt

Dezember 2003

8 Beobachterforum

Astroszene

10 Ostdeutschlands größte Fernrohrversammlung

Dieses Teleskoptreffen findet jedes Jahr in Südbrandenburg statt.
VON RALF HOFNER

11 ITT 2003 – ein Stimmungsbild

Teleskope und Alpengipfel – eine schöne Kombination.
VON WOLFGANG ROHR

14 Schlagzeilen

Jupitersonde Galileo versenkt • Bewegung in der Jupiteratmosphäre • Weniger Planetoiden im Kuipergürtel? • Meteorit in Indien • Begleiter der Andromedagalaxie • Winzige Uranusmonde • Galaxien aus der Frühzeit des Universums aufgespürt • Raumfahrt aktuell: Langsam zum Mond • Im Universum wird es dunkel

16 Aktueller Sternhimmel

Einsteiger

20 Webcam-Workshop (6)

Im sechsten Teil: Anwendungsbeispiele. VON DIRK VAN UDEN

22 Astronomie mit dem Fernglas: M 103 und Umgebung

23 Mars-Foto-Wettbewerb

Fokussiert..... 1	Bezugsbedingungen..... 6
Impressum..... 6	Termine..... 80
Autoren/-Inserenten Verzeichnis..... 6	Kleinanzeigen..... 80
Leserhinweise..... 6	Vorschau..... 80

Sonne

24 Ein Hochleistungs-Protuberanzenansatz zum Selberbasteln

Es muss nicht immer teuer sein: Dieser Selbstbau-Ansatz kostet ein Bruchteil der käuflich erwerblichen Geräte – und liefert trotzdem erstklassige Resultate. VON WALTER SCHWARZ

29 Sonne aktuell

Planeten

30 Mars in Jahrtausendopposition (4)

Die Auswertung der Zeichnungen und Fotos der Marsopposition macht klar: Die Amateur-Planetenbeobachtung ist lebendiger als je zuvor. VON RONALD STOYAN

34 Marsbeobachtung mit kleinen Teleskopen

Auch kleine Teleskope haben ihren Mars.
VON MATTHIAS JUCHERT UND RONALD STOYAN

36 Phobos und Deimos visuell

Die Marsmonde galten bis vor kurzem als ultimative Beobachtungsherausforderung. Die Auswertung der Beobachtungen des Sommers bringt überraschende neue Erkenntnisse.
VON CHRISTIAN HARDER

Kometen

41 Die Kometenseite

Milchstraße

42 Veränderlicher aktuell: Orion-Veränderliche in M 42

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

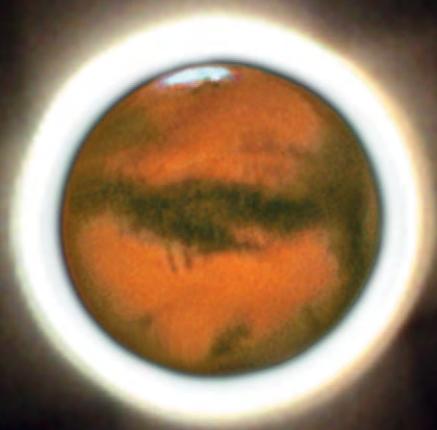


Foto: Knut Schäffner

www.interstellarum.de

31

🌀 Universum

44 Die IC 342/Maffei-Galaxiengruppe – Teil II

Maffei, Dwingelloo, UGCA: Hinter den exotischen Namen verbergen sich Objekte der uns nächstgelegenen Galaxiengruppe. VON FRANK RICHARDSEN

48 Die sphäroiden Zwerggalaxien des M 31-Systems (2)

Teil 2 der Abhandlung der M 31-Zwerggalaxien gibt Daten und Hintergrund zu den Objekten And V bis VII. VON PETER RIEPE UND HARALD TOMSIK

Starhopper

52 Starhop in Orion (2):

Rund um den Pferdekopfnebel

Das Sternbild Orion ist die Heimstatt vieler schöner Deep-Sky-Objekte. Der Starhopper besucht Emissions-, Reflexions- und Dunkelnebel auf seiner Tour um die Gürtelsterne des Himmelsjägers. VON THOMAS JÄGER

Hardware

56 Reisetelkope im Test (1)

Mars bei 200× im Urlaub? Oder M 31 bei f/6 fotografieren? Kleine Apochromate sind wahre Tausendsassas – interstellarum vergleicht drei populäre Geräte. VON RONALD STOYAN UND GÜNTER WÖHNER

61 Produktspiegel (Neuigkeiten direkt vom Hersteller)

Technik

62 Nachweisgrenzen in der CCD-Technik

Wo liegen die Grenzen der digitalen Technik? Rechenbeispiele mit dem Exposure Time Calculator der ESA zeigen beispielhaft die Stärken der CCD-Kameras. VON WOLFRAM FISCHER

Software

69 Bücher im Fokus: Den Mond beobachten

69 Software im Fokus: Orbitron

Galerie

70 Astrofotos von Heinrich Weiß

Objekte der Saison

73 NGC 405: Galaktischer Nebel

Max Wolf dachte an einen brennenden Stern – rennend wäre richtiger gewesen.

76 NGC 1746: Offener Sternhaufen

Er ist in fast jedem Atlas enthalten und ist scheinbar auch am Himmel beobachtbar. Dennoch: NGC 1746 existiert gar nicht.

Autorenverzeichnis

Stefan Beck	Rilkeweg 4, 71101 Schönaich	
Stefan Binnewies	Kutzbach 20, 53804 Much	
Markus Dähne	Grafstraße 6, 82008 Unterhaching	markus.dahne@geo-photo-gmbh.de
Wolfram Fischer	Kochstr. 111, 04277 Leipzig	
Peter Friedrich	Hoheberg 29, 85309 Pörmbach	pfriedrich@naa.net
Bernd Gährken	Am Holzbach 41, 33378 Rheda-Wiedenbrück	bernd@mini.gt.owl.de
Ed Grafton	15411 Greenleaf, Houston TX 77062, USA	egrafton@ghg.net
Christian Harder	Vintloh-Ring 28, 27389 Fintel	christian.harder@t-online.de
Béla Hassforther	Ringstr. 27, 69115 Heidelberg	bela1996@aol.com
Ralf Hofner	Walther-Rathenau-Str.4 B, 04895 Falkenberg	rho@meade.de
Manfred Holl	Friedrich-Ebert-Damm 12a, 22049 Hamburg	m.holl@t-online.de
Michael Jäger	Seibererstr. 225, 3610 A-Weißenkirchen	
Thomas Jäger	Kriemhildstr. 10, 90513 Zirndorf	
Matthias Juchert	Am Hasenkamp 15, 14797 Lehnin	
Michael Karrer	Rinneggerstr. 18, A-8061 St. Radegund	
André Knöfel	Habichtstr. 1, 15526 Reichenwalde	aknoefel@minorplanets.de
Walter Koprolin	Nordmannngasse 9/2/7, A-1210 Wien	kropolin@astro-univie.ac.at
Robert Korn	Gailenberg 30, 87541 Bad Hindelang	robertkorn@tesionmail.de
Jürgen Lamprecht	Am Bauernwald 50, 90411 Nürnberg	
Uwe Pilz	Pöppigstr. 35, 04349 Leipzig	pilz@medizin.uni-leipzig.de
Thomas Rattei	Tassiloweg 2, 85399 Hallbergmoos	thomas@rattei.de
Gerald Rhemann	Linzerstr. 372/1/6, A-1140 Wien	
Frank Richardsen	Bachwiesenweg 6, 82327 Unterzeismering	richardsen@gmcoinart.de
Peter Riepe	Lortzingstr. 5, 44789 Bochum	
Wolfgang Rohr	Altwaterstr. 7, 97437 Haßfurt	
Martin Schoenball	Welschhufer Str. 69, 01728 Bannewitz	martin@schoenball.de
Walter Schwarz	Herzogenauracher Str. 1, 90431 Nürnberg	
Stefan Seip	Landauerstr. 24, 70499 Stuttgart	s.seip@web.de
Waldemar Skorupa	Münsterlandstr. 22, 58256 Ennepetal	skorupa@t-online.de
Harald Tomsik	Haselnussweg 15, 45770 Marl	harald.tomsik@ruhr-runi-bochum.de
Rainer Töpler	Zaisenweg 6, 73614 Schorndorf	
Dirk van Uden	Tulpenweg 4, 42799 Leichlingen	
Sebastian Voltmer	Metzer Str. 65, 66117 Saarbrücken	sevospace@aol.com
Heinrich Weiß	Eichenweg 3, A-3163 Rohrbach/Gölsen	hein.weiss@kronline.at
Franz-Georg Wenner	Gehlenhof, Blausteinstr. 18, 41352 Korschenbroich	FGW.J.S@t-online.de
Günter Wöhner	Friedrichsthalerstr. 38, 90469 Nürnberg	GJWohner@aol.com
André Wulff	Gluckstr. 18a, 22081 Hamburg	a.wulff@t-online.de

Inserentenverzeichnis

APM Markus Ludes 7	Astrooptik Keller 51	Engel EDV 76	Lechner Electric 43
Astro Optik Beck 38	AstroInfo 9	Fernrohrland 28	MEADE U4
Astro Optik Bock 80	Astrooptik Meier 39	Dobs Mounts 68	Sunshine Wintergarten . . 61
Astro Shop U2	Astrosnop.biz 80	Gerd Neumann 21, 47	Tele-Optic 72
Astromcom U3	Baader Planetarium 27	Grab Astrotech 43	Teleskop Service 40
Astro-Electronic 55	Bauer Kuppeln 47	Intercon Spacetec 4/5	Wissenschaft-Online 12
Astronomie.de 23	Berlebach Stativtechnik . . 51	Kosmos Verlag 39	Wolfgang Lille 43

Leserhinweise

Bildorientierung:	Allgemein: Norden oben, Osten links; Mond und 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.
Helligkeiten:	sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit
Kürzel für 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 (alte Ausgaben)

Bezugsbedingungen

Abonnement – umfasst die Lieferung der Zeitschrift *interstellarum* zur Fortsetzung (sechs Hefte/Jahr einschließlich Porto/Versand). Das Abonnement beginnt mit der nächstmöglichen Ausgabe, ein rückwirkendes Abonnement ist nicht möglich. Es verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn nicht bis spätestens zwei Wochen nach Erhalt des letzten Heftes schriftlich gekündigt wird. Eine frühere Kündigung führt nicht zum vorzeitigen Abbruch des Abonnements. **Bezahlung** – per Lastschrift (nur Inland), Überweisung, Konto 98634, BLZ 76350000, Stadtparkasse Erlangen (Internationale Überweisungen: IBAN DE60 7635 0000 0000 0986 34, BIC BYLADEM1ERH) oder Postkonto 40-612427-7, Ronald Stoyan (nur für Kunden aus der Schweiz). **Adressenänderung** – sofort dem AboService mitteilen! Für aufgrund falscher Anschrift nicht zugestellter Hefte wird nicht gehaftet, fehlende Hefte müssen kostenpflichtig nachbestellt werden.

Verlag
Oculum-Verlag Ronald Stoyan, Erlangen

WIR SIND UMGEZOGEN
Anschrift
Westl. Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen

Abo-Service
bitte immer die Kunden-Nummer angeben;
schriftlich, per Fax: 09131/978596 oder per
E-Mail: aboservice@interstellarum.de

Redaktion
Ronald Stoyan (-rcs), Stephan Schurig (-srg),
Susanne Friedrich (-sf), Matthias Gräter (-mg);
schriftlich, per Fax: 09131/978596 oder per
E-Mail: redaktion@interstellarum.de

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

Herstellung
Ronald Stoyan (Konzeption)
Susanne Friedrich (Red. Bearbeitung),
Stephan Schurig (Satz und Layout),
Matthias Gräter (Bildbearbeitung, Anzeigen)

Internet
www.interstellarum.de,
www.interstellarum.com,
webmaster@interstellarum.de

Erscheinungsweise
zweimonatlich; jeweils im Februar, April, Juni,
August, Oktober, Dezember

Private Kleinanzeigen
kostenloser Service,
E-Mail: kleinanzeigen@interstellarum.de

Anzeigenleitung
es gilt die aktuelle Preisliste; schriftlich oder
per E-Mail: werbung@interstellarum.de

Bezug
Jahresbezugspreise 2003:
Deutschland 33 Euro
Ausland 40 Euro

Mitarbeit
Wir freuen uns auf Ihre Einsendungen! Detaillierte Hin-
weise für Autoren finden Sie im Internet auf www.inter-
stellarum.de.

Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlas-
sen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck in
unserer Zeitschrift. Weiteres Abdrucke in Büchern oder
CDs sind nicht automatisch gegeben und bedürfen der
Genehmigung durch den Autor. Ausgenommen davon
ist der Abdruck ausgewählter Bilder in der Vorschau für
die nächste *interstellarum*-Ausgabe und auf den inter-
stellarum Internet-Seiten.

Bitte informieren Sie uns, ob Ihre Beiträge schon an
anderer Stelle veröffentlicht worden sind. Prinzipiell
drucken wir nur unveröffentlichte Fotos und Texte. Paral-
lelveröffentlichungen bereits eingesandter Materialien
sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach
Abdruck verboten (§ 2-1 Verlagsgesetz) - wir bitten um
Beachtung.

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

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

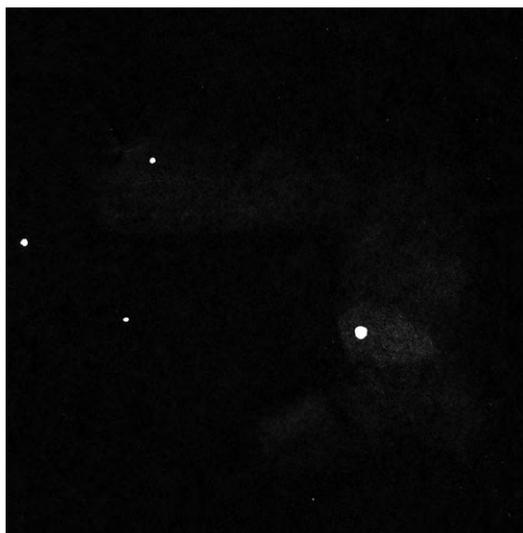
Polarisation von NGC 7023

Im vergangenen Sommer beobachtete ich zum ersten Mal den Egg-Nebel und entdeckte die Polarisation als ein sehr spannendes Beobachtungserlebnis. Die Beobachtung geschieht recht einfach mit Hilfe eines Polarisationsfilters, den man vor das Okular hält und dreht. Dabei sollte man eine veränderliche Helligkeit des Objektes feststellen können.

Angeregt durch die Objekte der Saison in interstellarum 30 startete ich nun einen Versuch, die Polarisation im Reflexionsnebel NGC 7023 zu beobachten. Ich beobachtete mit meinem

10"-Dobson unter einem guten Himmel mit einer Grenzhelligkeit von 6^m3. Bei 66× konnte ich zunächst nur eine Polarisation vermuten, bei 139× wurde meine Vermutung bestätigt und die veränderliche Helligkeit des Nebel wurde deutlicher. Die Beobachtung ist nicht ganz einfach, da der Nebel selbst bei maximalem Durchlass nur noch schwach zu erkennen ist. Dreht man den Filter nun um 90°, wird der Nebel weiter geschwächt und ist nun nur noch sehr schwach. Es ist fast nur der Bereich nordwestlich des hellen Sterns sichtbar. Vergleichend mit der Beobachtung des Egg-Nebels war der Effekt schwieriger und geringer ausgeprägt sichtbar.

Einige Wochen vorher fertigte ich nebenstehende Zeichnung bei geringfügig besseren Bedingungen an.



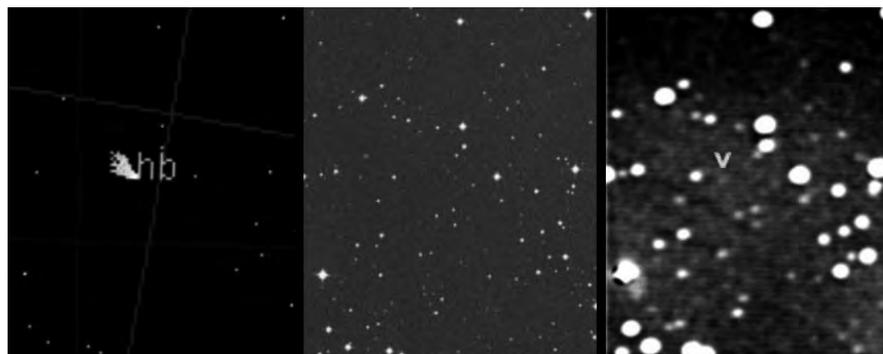
Martin Schoenball

Erinnerung an Hale Bopp

Fünf Jahre ist es schon her, seit Hale Bopp in Sonnennähe stand. Hale Bopp befindet sich mittlerweile in Uranusentfernung (!) und ist immer noch heller als 18^m. Das Foto entstand während des letzten Astro-Urlaubs in Namibia mit einem bescheidenen 140mm f/3,6 Newton und einer Mintronkamera.

Die Identifizierung des Kometen war nicht ganz einfach. Aufgrund des großen Bahnboogens führen schon winzige Abweichungen in den Nachkommastellen der Bahndaten zu großen Abweichungen bei den Ephemeriden. Die üblichen PC-Programme sind nicht in der Lage ausreichend genau zu rechnen. Erst ein Vergleich der Daten von »The Sky« mit den Ephemeriden der MPEC (cfa-www.harvard.edu/iau/Ephemerides/Comets/) ermöglichte die Berechnung der exakten Position und die Korrektur der mit »The Sky« gedruckten Aufsuchkarte. Der Komet liegt zwar nur knapp über der Rauschgrenze, aber die Position stimmt und einen kleinen Bildrotations-Nachführfehler hat er ebenfalls mitbekommen.

Bernd Gährken



Edle Ferngläser im Vergleich: Ein Nachtrag

Als ich den Artikel von Manuel Jung über die Ferngläser mit mittelgroßer Öffnung las (interstellarum 30) war ich etwas überrascht. Ich besitze nämlich ein Instrument, welches dem Paralux Jumbo bis aufs i-Tüfelchen gleicht. Es ist allerdings mit dem Schriftzug »Revue« versehen. Ich habe es Ende der neunziger Jahre bei Quelle gekauft, es hat damals 550 DM (!) gekostet. Inzwischen ist es nicht mehr im Angebot. Im Preis enthalten war damals eine Kunstledertasche und ein Stativadapter.

Das damalige Preis-Leistungs-Verhältnis empfand nicht nur ich als sehr gut. Zwei meiner astronomisch interessierten Freunde haben auch noch dieses Instrument gekauft.

Ich weiß, dass es kein wirkliches Spitzenglas ist: Es gibt heutzutage bessere Vergütungen und auch bessere Okulare. Aber es ist ein gutes astronomisches Gebrauchsglas. Der große Teil des Gesichtsfeldes hat eine ordentliche Abbildung, das Lichtsammelvermögen ist beachtlich. Ich verdanke diesem Instrument viele schöne Beobachtungen, da ich es oft auf Reisen mitführe. Meist benutze ich ein Schulterstativ, welches ich einmal in einem Fotoversand gekauft habe. In einem Liegestuhl oder auf dem Boden liegend vermeidet man die Genickstarre, welche ansonsten bei Objekten in größerer Höhe unweigerlich eintritt.

Ich habe zahlreiche Beobachtungen für die Objekte der Saison mit dieser Optik ausgeführt, z.B. M 64 mit zahlreichen Details in interstellarum 22 oder den Offenen Haufen NGC 2281 in interstellarum 20.

Mit diesem Glas sah ich zum ersten Mal den Cirrusnebel auch ohne Nebelfilter sowie den Flammennebel NGC 2024. Der letztere zeigte deutlich die beiden dunklen Teilungen, die sich in ihm kreuzen; ein überwältigender Anblick.

Wichtig ist für mich, dass ich eine ernstzunehmende Optik im Urlaub bei mir führen kann. Gute Beobachtungsbedingungen kann ich dann ausnutzen, ich brauche zusätzlich nur den Atlas für Himmelsbeobachter von Karkoschka.

Uwe Pilz

Nachgefragt: Zum Interview mit Mario Costantino, APD Marketing & Sales Director, Meade Europe

Stimmt die in interstellarum 30 gemachte Berechnung des Preisunterschieds von Meade-Geräten in Deutschland und den USA? Nach meiner Rechnung ließen sich derzeit mit einem Kauf in den USA gut 700–800 Euro sparen. Grundlage sind die in den Anzeigen in Sky & Telescope genannten Preise (Heft 10/2003):

10" LX200GPS	2745 \$
(dies beinhaltet, anders als im Interview behauptet, bereits SmartMount und Autostar Suite)	
+ UHTC Vergütung.	235 \$
+ 10% Sales Tax	298 \$
(je nach Staat verschieden)	
.	= 3278 \$
Umrechnung in Euro zum Kurs 1:1,10:	2980 €
+ 20,2% Umsatzeinfuhrsteuer und Zoll	602 €
+ Versand	200 €
.	= 3782 €

Jürgen Mischke

In der Berechnung fehlt die Komponente »Packing & shipping charge«, die den Versand vom Werk zum Händler in den USA abdeckt. Diese beträgt beim 10" LX200GPS 145 \$. Weiterhin ist die Berechnungsmethode nicht ganz korrekt, da der Zoll auf den Wert des Teleskops inklusive Transport berechnet wird, und die Einfuhrumsatzsteuer wiederum auf diesen Wert inklusive Zoll. Auch halte ich die angegebenen 200 Euro für den Transport für recht gering.

Bezahlt werden muss in der Luftfracht schließlich das (deutlich höhere) Volumengewicht des Teleskops, und der »Pick-up« beim Händler in den USA zum Flughafen und die US Flughafen-Handling-Gebühren gehen extra. Weiterhin entstehen in Deutschland in Abhängigkeit von der Entfernung des Wohnortes zum entsprechenden nächsten internationalen Flughafen Zustellkosten, die alleine schon 50–100 Euro ausmachen. Hier also nochmals die meiner Ansicht nach korrekte Rechnung:

10" LX200GPS incl. UHTC	2980 \$
Packing & Shipping	145 \$
10% Sales Tax auf beides	312 \$
Pick-up, Flughafen-Handling & Luftfracht	190 \$
.	= 3627 \$
.	= 3297 € (bei Kurs 1:1,10)
Zoll und Einfuhrumsatzsteuer	688 €
Abfertigung und Zustellung in Deutschland	75–150 €
.	= 4060–4135 €

Jeder möge selbst entscheiden, ob es die verbleibende Differenz zum Preis in Deutschland von 4395 Euro inklusive Garantie und Service wert ist, das Gerät in den USA zu kaufen!

Mario Costantino

Ostdeutschlands größte Fernrohrversammlung

BERICHT VOM 4. HERZBERGER TELESKOPTREFFEN (HTT)

von Ralf Hofner

Zu Zeiten von Nikolaus Kopernikus war Herzberg (Elster) ein wichtiger Wallfahrtsort. Vor der großen Stadtkirche St. Marien befand sich das Augustinerkloster, welches jedoch 1525 durch Martin Luther aufgelöst wurde. Danach blieben die Pilger aus und an die Stelle des Klosters bauten die Bürger in der Renaissance-Zeit ein schmuckes Rathaus. Auch später wurde in Herzberg noch so manches gebaut, z.B. 1960 eine Sternwarte und fünf Jahre später das Zeiss-Planetarium. Und im September 2000, zum 1. Herzberger Teleskoptreffen, setzten die Pilgerfahrten wieder ein. Die Wallfahrer von einst und heute eint das Interesse an himmlischen Dingen, wengleich die Sichtweise auf diese wohl teilweise recht verschieden sind.

Am 19. und 20. September 2003 fand das 4. HTT statt und so viele Hobbyastronomen wie nie zuvor pilgerten in den Süden Brandenburgs.

Das diesjährige Treffen stand ganz im Zeichen des Mars, zunächst am Freitag beim Vortragsabend im Planetarium. Zunächst zeigten Matthias Juchert und ich einen astrofotografischen Rückblick auf das Höhepunktreiche Jahr 2003. Aktuelle, z.T. nur wenige Stunden alte Marsaufnahmen bewiesen, dass heutzutage Amateurastronomen mit kleinen Fernrohren bessere Bilder gewinnen können als es die Fachastronomie mit den größten Himmelskanonen während der Vor-CCD-Zeit vermocht hatte.

Im Anschluss daran referierte der wissenschaftliche Leiter der Wilhelm-Foerster-Sternwarte Berlin, Jochen Rose, sehr informativ und kurzweilig über die spannende Geschichte der Marsforschung.

Schließlich war dann Gelegenheit, den kleinen Bruder der Erde live im Fernrohr zu sehen. Am Planetarium wurde der altehrwürdige Zeiss 100/1000 aufgebaut. Viele stiegen aber auch die 207 Stufen des Wasserturms empor, auf dessen Plattform sich die Sternwarte mit dem 12"-SCT befindet. Und als später alle wieder zu ebener Erde vereint im Planetariumsgarten zusammen saßen, wurde es bei Grillwurst und frisch gezapftem Bier noch ein langer, gemütlicher Abend. Die herzliche, familiäre Atmosphäre ist ein besonderes Markenzeichen des HTT. Sie wird unter anderem durch die kulturelle und gastronomische Umrahmung des Treffens erzeugt, wozu auch die Führung durch die Herzberger Altstadt am Samstag Vormittag gehört. Heimathistoriker Helmut Knappe hat hier offenbar mittlerweile einen eigenen HTT-Fanclub, denn einige Stammgäste nehmen jedes Jahr daran teil.

Am Nachmittag begann dann das eigentliche Teleskoptreffen 8km südlich der Stadt. Bis zum Abend versammelten sich rund 140 Sternfreunde mit Teleskopen aller Bauarten, Größen und Hersteller an der Bahnsdorfer Jagdhütte. Viele kamen aus Brandenburg und den angrenzenden Bundesländern, aber auch weitgereiste Besucher aus West- und Norddeutschland waren zugegen. Besonders bemerkenswert war die Anreise eines 16jährigen Mecklenburgers, der von seinem Vater die 400km nach Herzberg am Freitag gefahren und Sonntag Mittag wieder abgeholt wurde. Schön, dass es Eltern gibt, die das naturverbundene Hobby ihrer Kinder so engagiert unterstützen.

Mit Astro-Optik Bock und Berlebach-Stativtechnik waren erstmals auch Händler

bei diesem Treffen zu sehen. Auch Petrus scheint ein Freund des HTT zu sein, denn bei jedem Herzberger Sternfreundetreffen waren bislang Himmelsbeobachtungen möglich – einzigartig in der deutschen Teleskoptreffengeschichte! Rekordverdächtig war auf alle Fälle das Wetter beim 4. HTT; zum einen weil Helios seit Tagen ungestört vom Himmel brannte und das Herzberger Land auf 32°C aufheizte. Bis weit in die Nacht hinein konnte man in luftiger Sommerbekleidung am Fernrohr stehen – für die zweite Septemberhälfte schon ein merkwürdiges Gefühl!

Noch besser aber war das fantastische Seeing, vor allem um Mitternacht herum. Alle Sterne ab ca. 30° Höhe standen regungslos still, kein Flackern oder Flimmern, man hätte meinen können, den künstlichen Planetariumshimmel über sich zu haben! Entsprechend gut waren die Beobachtungsergebnisse beim Mars.

Die Deep-Sky-Gemeinde hatte dafür natürlich keinen Blick und belagerte derweil den 42"-Riesendobson von Dr. Hänßgen. Mit dieser gewaltigen Tonne (1,08m Spiegeldurchmesser, 5m Brennweite!) konnte jeder (schwindelfreie) Beobachter Bilder vom M 13, M 33, Cirrusnebel usw. auf seine Netzhaut zaubern, wie man sie sonst nur von Fotos her kennt. Unvergesslich war auch der Blick auf den farbigen Orionnebel, obwohl er gegen 4:00 MESZ noch recht tief stand.

Als in der fünften Morgenstunde dann das letzte Teleskop wieder eingepackt wurde, war dieses Ereignis wieder viel zu schnell zu Ende gegangen. Aber der nächste September kommt bestimmt und mit ihm das 5. HTT.

ITT ... ein Stimmungsbild

2003

von Wolfgang Rohr

Das ITT 2003 wird als eines der gelungensten Teleskop-Treffen in die Annalen der Hobby-Astronomie eingehen. Kärnten und besonders die Emberger Alm auf 2000 Meter über Normal-Null ist ohnehin eine der ersten Adressen für dieses Hobby. So trifft sich europaweit alljährlich im späten September die Astroszene mit allen Kapazitäten und Experten dort, um sich entweder die Nächte bis früh um vier Uhr um die Ohren zu schlagen, wie es diesmal bei traumhaftem Wetter der Fall war, oder zum Kontakt-Plausch, um die virulenten Projekte zu diskutieren bzw. vorwärts zu bringen. Der Reporter dieses Berichtes hat sich seit vielen Jahren als Qualitäts-Prüfer der Teleskope eingeführt und hatte auch diesmal jede Menge Zuspruch zur Justage einiger Schmidt-Cassegrains mit nachfolgendem Interferogramm erfahren oder konnte bei der Frage helfen, wie es um den versteckten Muschelbruch eines Spiegels bestellt ist.

Das ITT platzt zwar nicht aus den Nähten wie das ITV, dafür ist es sehr familiär, besonders auch durch die Mannschaft um den Almwirt, wenn es um die leiblichen Bedürfnisse der Sternfreunde geht. Selbst für eine Sauna und für ein Internet-Café ist gesorgt, ein Ritt auf einem Pony ist ebenso möglich wie der Flug mit einem Gleitschirm. Das Freizeit-Angebot ist derart reichhaltig, dass viele der Teilnehmer dieses Treffen für einen längeren Urlaub nutzen – besser geht es nicht! Diesmal hat auch das Wetter durch viele herrliche Beobachtungsnächte mitgespielt.



Abb. 1: Astrohändler im Clinch? Markus Ludes und Wolfgang Ransburg im spaßhaften Streit.



Abb. 2: Der Doppelrefraktor ist ein Eigenbau und handwerklich allererste Sahne. Nun hat der Erbauer das Bino-Problem lediglich durch unterschiedlich langes Abknicken des Strahlenganges gelöst – und den Augenabstand? Durch den Höhenversatz beider Refraktoren lässt sich auch dieses Problem einfach lösen! Ich war begeistert!

Abb. 3: Was macht man mit einem alten Auto, dessen Liegesitze ihre Schuldigkeit getan haben? Wenn dann auch noch der Kinderwagen-Untersatz nicht mehr gebraucht wird? Dann sind beide Teile immer noch für einen bequemen Astro-Roll-Stuhl zu gebrauchen, mit dem man sich in die günstigste Position rollen kann. Ob die Idee schon patentiert ist?



Abb. 4: Die »Dreharbeiten« für dieses Foto dauerten etwas länger. Es dürfte die 5. oder 6. Einstellung gewesen sein, die Martin Birkmaier bei der Präsentation seines neuen Feldstechers über sich ergehen lassen musste – sehr zur Belustigung aller Umstehenden, die sich an den Sketch von Viktor von Bülow alias Loriot erinnert sahen.



Abb. 5: Der Mann, der die Teleskope zum Laufen bringt ist Michael Koch. Der Astroelektroniker stellte seine Teleskop-Steuerungen vor.

Abb. 6: Irmgard Adam und Joachim Engel stellten interstellarum vor – ein Magazin, das auch der Autor sehr gerne liest.



Jupitersonde Galileo versenkt

Am 21. September 2003 endete die 14jährige Reise der erfolgreichen Jupitersonde Galileo mit dem gelenkten Eintauchen in die dichte Atmosphäre des Jupiter. Nach der mehrmals verlängerten Mission der Sonde, in deren Verlauf die Vorgänge in der Wolkenhülle des Riesenplaneten und die Oberflächendetails seiner inneren Monde ausführlich studiert wurden, war der Treibstoff der Sonde nun nahezu aufgebraucht, so dass sie in Kürze nicht mehr zu steuern gewesen wäre. Um einen eventuellen Absturz der mit organischem Material behafteten Sonde auf dem Jupitermond Europa zu vermeiden, auf dem die Möglichkeit eines Ozeans unter der Eisoberfläche und sogar die Möglichkeit von Entstehung von Leben diskutiert wird, entschied sich die NASA für den kontrollierten Absturz auf Jupiter. [Quelle: Pressemitteilung des JPL]

Bewegung in der Jupiteratmosphäre

Lange Zeit herrschte, scheinbar gestützt durch die Bilder der Voyager-Sonden, die Ansicht vor, dass auf Jupiter das atmosphärische Gas in den hellen Zonen aufsteigt und in den dunklen Bändern wieder absinkt. Nach der Auswertung der 26000 Bilder (mit einem Auflösungsvermögen von besser als 100km), die die Sonde Cassini bei ihrem Vorbeiflug Ende 2000 von Jupiter aufnahm, stellte sich heraus, dass es sich genau umgekehrt verhält. Die Bilder zeigen über den dunklen Bändern »aufgetürmtes« Gas, über den hellen Zonen jedoch nichts dergleichen. Die Ursachen dieser konvektiven Prozesse sind bisher nicht klar; man geht davon aus, dass sie tiefer in der Jupiteratmosphäre liegen. Bemerkenswert ist auch, dass die aufsteigenden Gaswolken, die sich im äquatornahen Bereich häufen, nichts mit den Gewittern zu tun haben, die fast ausschließlich in den Polarzonen beobachtet werden. Es konnte jedoch ein Zusammenhang zwischen der Erscheinung eines von der Sonde Cassini beobachteten dunklen Ovals in der Polarregion und dem Auftreten von Polarlichtern hergestellt werden. [Quelle: Sky & Telescope, September 2003, Seite 24]

Weniger Planetoiden im Kuiper-Gürtel?

Bei der Durchmusterung (Grenzhelligkeit etwa 29^m) eines 0,02 Quadratgrad großen Himmelsfeldes mit dem Hubble Space Telescope, die Planetoiden jenseits der Neptunbahn aufspüren sollte, wurden nur drei statt der erwarteten etwa sechzig Objekte gefunden. Sie sind Mitglieder des Kuiper-Gürtels, der eine große Anzahl von Planetoiden im sonnenfernen Bereich unseres Planetensystems umfasst und aus dem, wie angenommen wird, die Kometen stammen, die von Zeit zu Zeit ins innere Planetensystem eindringen. Die große Diskrepanz zu der erwarteten Zahl beruht vermutlich darauf, dass es im Kuiper-Gürtel verschiedene Populationen von Planetoiden gibt, deren Größenspektrum noch nicht genau genug bekannt ist. [Quellen: STCcl News Center, Preprint astro-ph/0308467]

Meteorit in Indien

Am frühen Abend des 27. September trat über dem ostindischen Bundesstaat Orissa bei der Stadt Kendrapara ein Meteorit in die Atmosphäre ein, der für Sekunden die Landschaft hell erleuchtete. Teile des Meteoriten sollen in dem Dorf Sudsudia niedergegangen sein und acht Menschen verletzt haben. [Quellen: AFP, newindpress.com]

Begleiter der Andromeda-Galaxie

Unmittelbar vor unserer großen Nachbar-Weltinsel, der Andromeda-Galaxie (M 31), haben Astronomen der Case Western Reserve University in Cleveland eine Zwerggalaxie entdeckt, die die große Andromeda-Galaxie umkreist. Die neu entdeckte Galaxie mit der Bezeichnung »Andromeda VIII« ist etwa genauso hell wie die gut bekannte Begleitgalaxie M 32, allerdings ist sie wesentlich ausgedehnter. Die daraus resultierende geringe Flächenhelligkeit hat sie bisher einer Entdeckung entzogen. Gefunden wurde sie nur dadurch, dass die Astronomen mit einem 3,5m-Teleskop auf dem Kitt Peak in Arizona die Bewegung der in ihr enthaltenen Sterne maßen; diese verrieten, dass sie sich unabhängig von M 31 bewegen und ein eigenständiges System bilden, welches allerdings durch die Gravitation an M 31 gebunden ist. [Quelle: Pressemitteilung des National Optical Astronomy Observatory vom 16. September 2003]



Winzige Uranusmonde

Aufnahmen mit dem Hubble Space Telescope, die im August und September gemacht wurden, haben zur Entdeckung zweier winziger Monde des Uranus geführt; ihre Durchmesser werden mit 12 bzw. 16km angegeben. Beide bewegen sich innerhalb der Bahnen der fünf großen Neptun-Trabanten. Darüber hinaus wurden zwei weitere lichtschwache Uranus-Monde wiederentdeckt. [Quellen: STCcl News Center, IAU Circulare 7171, 8194, 8209]

Galaxien aus der Frühzeit des Universums aufgespürt

Mit dem VLT wurde eine Gruppe von Galaxien gefunden, die etwa 12,6 Milliarden Lichtjahre entfernt sind. Das Licht benötigte etwa 9/10 des Alters des Universums, um zu uns zu gelangen. Die Galaxien werden also zu einem Zeitpunkt beobachtet, als das Universum noch sehr jung war, nämlich weniger als 10% des jetzigen Alters. Im Gegensatz zu bisherigen Studien, die nur einzelne weit verstreute Galaxien fanden, wurden in dieser neuen Untersuchung wenigstens sechs Galaxien innerhalb von weniger als 40 Quadratbogenminuten gefunden. Das Licht dieser weit entfernten Galaxien ist stark rot-verschoben, so dass sie in einem Rotfilter relativ hell erscheinen, während sie in einem Grünfilter kaum oder gar nicht zu sehen sind. Aufnahmen in diesen Filtern lieferten etwa 20 Kandidaten, von denen anschließend Spektren aufgenommen wurden, um die genaue Rotverschiebung zu bestimmen. Neben einer Rotverschiebung zwischen 4,8 und 5,8 zeigten die Spektren, dass in diesen Galaxien Sterne entstehen und dass sie nicht älter als höchstens 100 Millionen Jahre sind. Ihre Helligkeit legt jedoch den Schluss nahe, dass es in der Anfangszeit des Universums mehr kleinere und nicht so helle Galaxien gegeben hat als bisher angenommen, da ihre UV-Helligkeit nicht ausreicht, um das umgebende Gas völlig zu ionisieren. Die vollständige Ionisation ist jedoch die Voraussetzung für die Entkoppelung von Materie und Strahlung, durch die das Universum durchsichtig wurde. [Quelle: ESO Press Release PR 24/03]

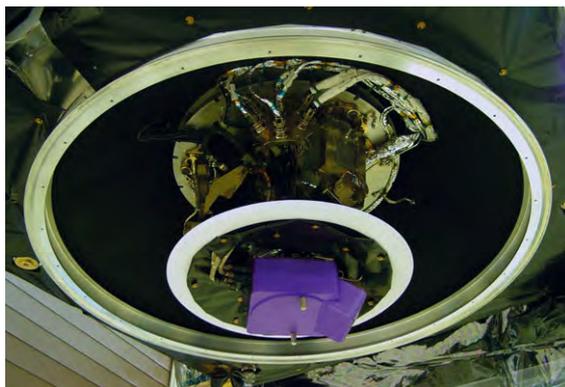


Himmelsregion, in der die Gruppe von Galaxien mit einer Entfernung von ungefähr 12,6 Milliarden Lichtjahren gefunden wurde, ESO PR Photo 25a/03.

Raumfahrt aktuell:

Langsam zum Mond

In der Nacht vom 27. auf den 28. September wurde mit SMART-1 die erste europäische Mondsonde auf die Reise geschickt. Sie besitzt einen Ionenantrieb, bei dem anstelle von chemischem Treibstoff im elektrischen Feld beschleunigte Ionen (hier Xenon) für den Rückstoß-Antrieb sorgen. Im Gegensatz zu chemischen Raketenantrieben ist der Ionenantrieb recht schwach, kann aber dafür über einen langen Zeitraum für kontinuierliche Beschleunigung sorgen. Die Reise der 366,5kg schweren Sonde zum Mond wird 16 Monate dauern. Neben der Erprobung dieses Antriebsverfahrens (das Triebwerk wurde bereits »gezündet«) hat SMART-1, ähnlich wie zuvor die amerikanischen Sonden Clementine und Lunar Prospector, die Aufgabe mit einer Kamera und einem IR-Spektrometer die Mondoberfläche und deren chemische Zusammensetzung zu untersuchen. [Quelle: ESA]



Ionenantrieb der Sonde SMART-1

Im Universum wird es dunkel

Die Untersuchung der Sternentstehungsraten in 40000 Galaxien hat ergeben, dass seit etwa sechs Milliarden Jahren im Kosmos nicht mehr genügend neue Sterne entstehen, um alte, sterbende Sterne zu ersetzen. Deshalb wird das Universum langsam dunkler. Untersuchungen an sehr weit entfernten Galaxien haben bereits darauf hingewiesen, dass in der Frühzeit des Kosmos die Sternentstehungsraten deutlich höher als heute war. Nun konnte dies auch für nahe Galaxien anhand ihrer Spektren gezeigt werden, die aus dem Sloan Digital Sky Survey stammen. Galaxien leuchten im Licht aller ihrer Sterne. Das meiste Licht kommt dabei von leuchtkräftigen blauen Sternen, die nach einer im kosmischen Maßstab kurzen Zeit ihr Leben mit einer Supernova beenden. Wenn sie vergangen sind, überstrahlen sie nicht mehr die langlebigen rötlicheren Sterne. Viele Galaxien erschienen mehr rötlich als bläulich, was als Indiz gewertet wird, dass der größte Teil der Sternentstehung in ihnen lange Zeit zurück liegt. [Quelle: RAS Press Notice PN03-32]



Aktueller Sternhimmel

Dezember/Januar 2003-4

Sonne und Mond

Die **Sonne** tritt am 1.12.2003 in das 13. Tierkreissternbild Ophiuchus ein, wechselt am 18.12. in den Schützen, den sie am 20.1.2004 wieder in Richtung Steinbock verlässt. Am 22.12. um 8:04 MEZ erreicht sie den südlichsten Punkt ihrer Bahn, die Wintersonnwende ist damit vollzogen. Ende Dezember steht die Sonne nur 8 Stunden über dem Horizont.

Der **Mond** kann zweimal als besonders schmale Sichel am Abendhimmel beobachtet werden, zum einen am Weihnachtstag, zum anderen am 23.1.2004. Bei

der ersten Gelegenheit am 25.12. steht die Mondsichel nur wenig von der Venus entfernt. Eine zweite Begegnung mit Venus ist am Abend des 24.1.2004 beobachtbar.

Im Januar kommt es zu drei interessanten Bedeckungen von hellen Sternen durch den Mond (siehe Thema auf S. 18).

Planeten

Der schnelle Planet **Mercur** kommt in den Monaten Dezember und Januar beinahe zu zwei Sichtbarkeiten. Am 9.12. erreicht er eine östliche Elongation zur Sonne von $20^\circ 56'$, zu einer Abendsichtbarkeit kommt es aber nicht, da sich Merkur tief am Horizont im Schützen aufhält. Bereits am 27.12. steht der innerste Planet in Konjunktion zur Sonne und eilt dann an den Morgenhimmel, wo er am 17.1. mit 24° in westlicher Elongation steht. Eine bescheidene Morgensichtbarkeit vom

10.–20.1. ist möglich, Ferngläser werden zum Aufsuchen allerdings unerlässlich sein. Eine sehr gute Gelegenheit bietet der Morgen des 19.1.2004, wenn die Mondsichel wenig südwestlich von Merkur als Aufsuchhilfe dienen kann.

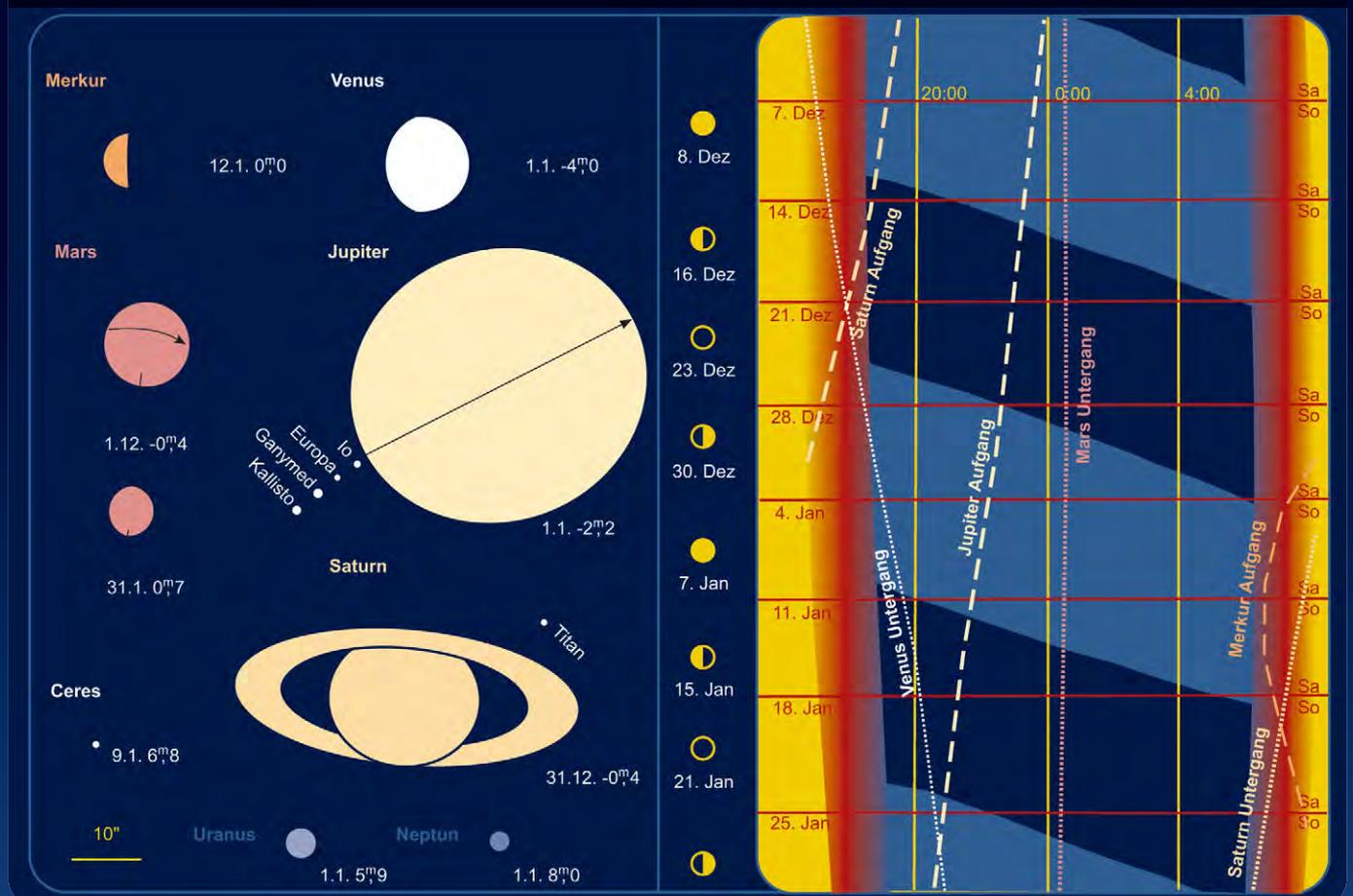
Venus wird immer strahlender als Abendstern, sie wechselt am 20.12. vom Schützen in den Steinbock. Ihr Untergang erfolgt Ende Januar bereits über drei Stunden nach Sonnenuntergang. Im Fernrohr ist dann ein $15''$ großes und zu 75% beleuchtetes Scheibchen sichtbar.

Mars ist weiterhin bis Mitternacht beobachtbar. Am 4.12. wechselt der Rote Planet in die Fische. Seine Helligkeit nimmt im Lauf von Dezember und Januar deutlich von $-0^m,4$ auf $+0^m,7$ ab, ebenso schrumpft der Durchmesser von $11''$ auf unter $7''$. Der das Ende der Beobachtungsperiode symbolisierende Wert von $10''$ Durchmesser wird am 12.12. unterschritten.

Astronomische Ereignisse

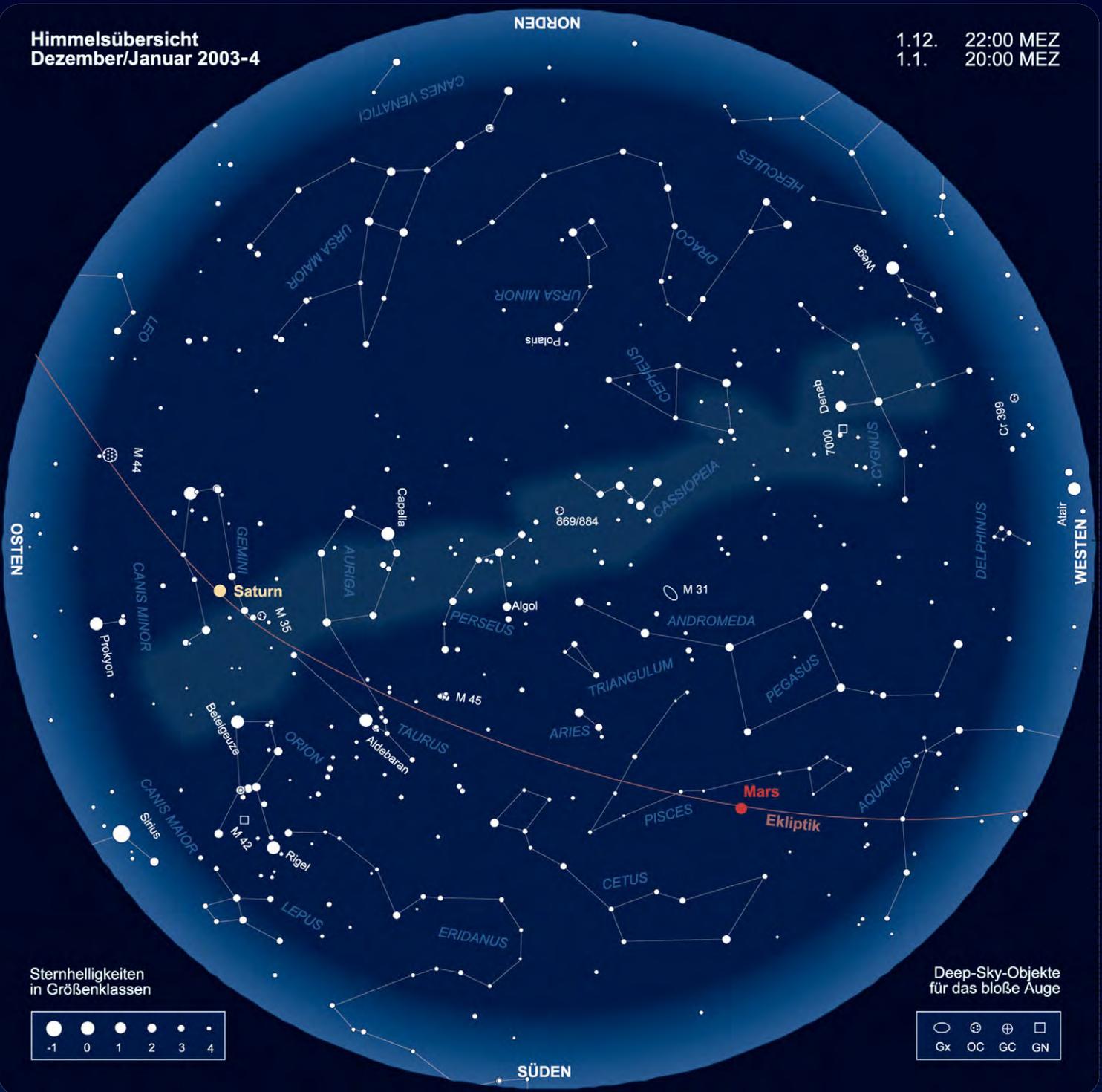
22.12.	8:04 MEZ	Wintersonnenwende
31.12.	21:00 MEZ	Saturn in Opposition
9.1.	15:00 MEZ	Ceres in Opposition
14.1.	3:35 MEZ	Mond bedeckt Porrima

Planeten, Mondphasen und Dämmerungsdiagramm für Dezember/Januar 2003-4



Himmelsübersicht
Dezember/Januar 2003-4

1.12. 22:00 MEZ
1.1. 20:00 MEZ



Das Sonnensystem Dezember/Januar 2003/4

Planetenpositionen 1.12.2003 bis 31.1.2004



Jupiter löst Anfang Dezember Mars um Mitternacht am Planetenhimmel ab, Ende Januar erscheint er schon früh in der ersten Nachthälfte. Der Planetenriese steht im Sternbild Löwe und bereitet sich bereits auf die Opposition vor. Erreicht hat diese der Ringplanet **Saturn** bereits am 31.12. (siehe Extra-Thema).

Uranus ist noch tief am frühen Abendhimmel sichtbar. Am Abend des 15.1. kommt es zu einer Passage von Venus in nur 1° Abstand. **Neptun** und **Pluto** sind im Dezember und Januar nicht beobachtbar. Dafür erreicht aber der größte Kleinplanet (1) **Ceres** am 10.1. seine Oppositionsstellung. Sie steht dabei 2° südwestlich von Castor in den Zwillingen und besitzt eine Helligkeit von 6^m,8. Der Abstand zur Erde beträgt dabei 243 Mio. km. Das mit 0,9" Durchmesser wie die Jupitermonde messende Planetenscheibchen kann mit mittleren Teleskopen direkt gesehen werden!

Meteorströme

Die **Chi-Orioniden** sind ein recht wenig aktiver Strom, in dem aber auch häu-

Meteorströme

Strom	Aktivität	Maximum	Radiant	ZHR	max. sicht.
Chi-Orioniden (XOR)	26.11.–15.12.	2.12.	05 ^h 28 ^{min} , +23°	3	3
Monocerotiden (MON)	27.11.–17.12.	9.12.	06 ^h 40 ^{min} , +8°	3	2
Sigma-Hydriden (HYD)	03.12.–15.12.	12.12.	08 ^h 28 ^{min} , +2°	2	1
Geminiden (GEM)	07.12.–17.12.	14.12.	07 ^h 28 ^{min} , +33°	120	100
Coma Bereniciden (COM)	12.12.–23.1.	20.12.	11 ^h 40 ^{min} , +25°	5	4
Ursiden (URS)	17.12.–26.12.	23.12.	14 ^h 28 ^{min} , +76°	10	9
Quadrantiden (QUA)	1.1.–5.1.	4.1.	15 ^h 20 ^{min} , +49°	120	110
Delta-Cancrien (DCA)	1.1.–24.1.	17.1.	19 ^h 48 ^{min} , +20°	4	3
Virginiden (VIR)	25.1.–15.4.	24.3.	13 ^h 00 ^{min} , -4°	5	3

figer helle Meteore auftreten. In diesem Jahr sind sie durch den frühen Untergang des zunehmenden Mondes in der zweiten Nachthälfte sehr gut zu beobachten. Der aktive Strom der **Geminiden** wird 2003 ein Opfer des Mondes, zudem das erwartete Maximum in die Tagesstunden fällt.

Die **Coma-Bereniciden** sind wenig auffällig, aber durch Neumond während des Maximums ungestört beobachtbar. Besonders in der zweiten Nachthälfte sind die Beobachtungsbedingungen durch den hohen Stand des Radianten ideal.

Die **Ursiden** sind ein in Mitteleuropa sehr gut beobachtbarer Strom, der allerdings nicht sehr aktiv ist. In den vergangenen Jahren konnten aber Maxima mit deutlich höherer ZHR als angegeben beobachtet werden, so das dieser Strom durchaus für Überraschungen gut ist. Das Maximum wird am 23. Dezember zwischen 3:00 und 4:00 MEZ erwartet.

Die normalerweise recht aktiven **Quadrantiden** werden leider Anfang 2004 komplett ein Opfer des Mondes.

-red, André Knöfel

Kosmische Begegnungen:

zusammengestellt von André Knöfel

Begegnungen von Kleinplaneten heller 11^m mit Deep-Sky-Objekten

Datum	Kleinplanet	Helligkeit	Abstand	PW	Deep-Sky-Objekt	Helligkeit
1./2.12.	29 Amphitrite	8 ^m ,8	14'	185°	NGC 1514 (PN)	10 ^m ,0
11./12.12.	196 Philomela	10 ^m ,9	0'	0'	NGC 1746 (OC)	6 ^m ,1

Der Phasenwinkel gibt die Position des Kleinplaneten vom Deep-Sky-Objekt gesehen an. Ein Phasenwinkel von 0°/360° zeigt in nördliche, ein Winkel von 90° in östliche Richtung.

Mögliche, in Mitteleuropa beobachtbare Sternbedeckungen durch Kleinplaneten

Datum	Zeit	Kleinplanet	Helligkeit	Dauer	Stern	Helligkeit	Abfall
9.12.	06:24,5 MEZ	103 Hera	13 ^m ,24	5,2s	TYC 0274-00141-1	11 ^m ,10	2 ^m ,3
10.12.	22:51,7 MEZ	674 Rachele	11 ^m ,83	16,4s	TAC +03°00515	11 ^m ,48	0 ^m ,9
12.12.	00:06,5 MEZ	585 Bilkis	13 ^m ,30	5,9s	TYC 0688-00862-1	11 ^m ,86	1 ^m ,7
18.12.	01:19,1 MEZ	104 Klymene	11 ^m ,84	11,7s	TYC 1872-00207-1	11 ^m ,42	1 ^m ,0
22.12.	22:51,0 MEZ	925 Alphonsina	12 ^m ,04	4,2s	HIP 23799	6 ^m ,31	5 ^m ,7
24.12.	18:02,1 MEZ	1271 Isergina	15 ^m ,73	3,6s	TYC 4677-00003-1	11 ^m ,35	4 ^m ,4
25.12.	19:50,0 MEZ	638 Moira	15 ^m ,58	3,5s	TYC 5260-00438-1	11 ^m ,67	3 ^m ,9
30.12.	23:31,1 MEZ	25 Phocaea	12 ^m ,22	5,5s	TYC 4772-00581-1	12 ^m ,34	0 ^m ,7
07.01.	02:46,9 MEZ	521 Brixia	10 ^m ,91	11,2s	TYC 1888-01616-1	11 ^m ,58	0 ^m ,5
10.01.	23:17,4 MEZ	447 Valentine	13 ^m ,20	6,7s	TYC 1888-00539-1	11 ^m ,54	1 ^m ,9
15.01.	01:59,1 MEZ	447 Valentine	13 ^m ,30	7,1s	TYC 1887-00708-1	10 ^m ,09	3 ^m ,3
20.01.	22:43,0 MEZ	34 Circe	12 ^m ,08	13,4s	TYC 0744-00108-1	11 ^m ,91	0 ^m ,8
27.01.	22:02,4 MEZ	639 Latona	12 ^m ,90	5,6s	TYC 1364-01587-1	11 ^m ,64	1 ^m ,6
30.01.	00:11,4 MEZ	308 Polyxo	12 ^m ,70	22,7s	HIP 27972	7 ^m ,41	5 ^m ,3

Weitere Informationen und kurzfristige Vorhersagen: mpoc.astro.cz sowie astro1.physik.uni-siegen.de/uastro/occult

Saturn in Opposition

Fast exakt zum Jahreswechsel erreicht Saturn am 31.12. um drei Stunden vor Mitternacht seine Oppositionsstellung. Sein Abstand zur Erde beträgt dann 1,2 Mrd km. Saturn steht in der nördlichsten Region des Tierkreises. Die Höhe über dem Horizont erreicht mit $62,4^\circ$ für die Mitte Deutschlands einen Maximalwert für die nächsten 30 Jahre. Damit ergeben

sich die bestmöglichen Beobachtungsmöglichkeiten für den Ringplaneten, der zu Sylvester 16 Stunden über dem Horizont steht.

In der Oppositionsnacht erreicht der Durchmesser der Planetenkugel einen Wert von $20,6'' \times 18,8''$. Der um $25,5^\circ$ geneigte Ring misst $46,9'' \times 20,2''$. Die immer noch relativ große Ringöffnung erlaubt

nach wie vor detaillierte Beobachtungen und Fotos der Ringteilungen. Während die Cassiniteilung bereits mit einem 60mm-Fernrohr erreichbar ist, bleibt die Encke-Teilung eine Herausforderung für erfahrene visuelle und fotografische Amateurastronomen. Detaillierte Hinweise zur Saturnbeobachtung finden Sie in interstellarum 25.



Foto: Stefan Heutz

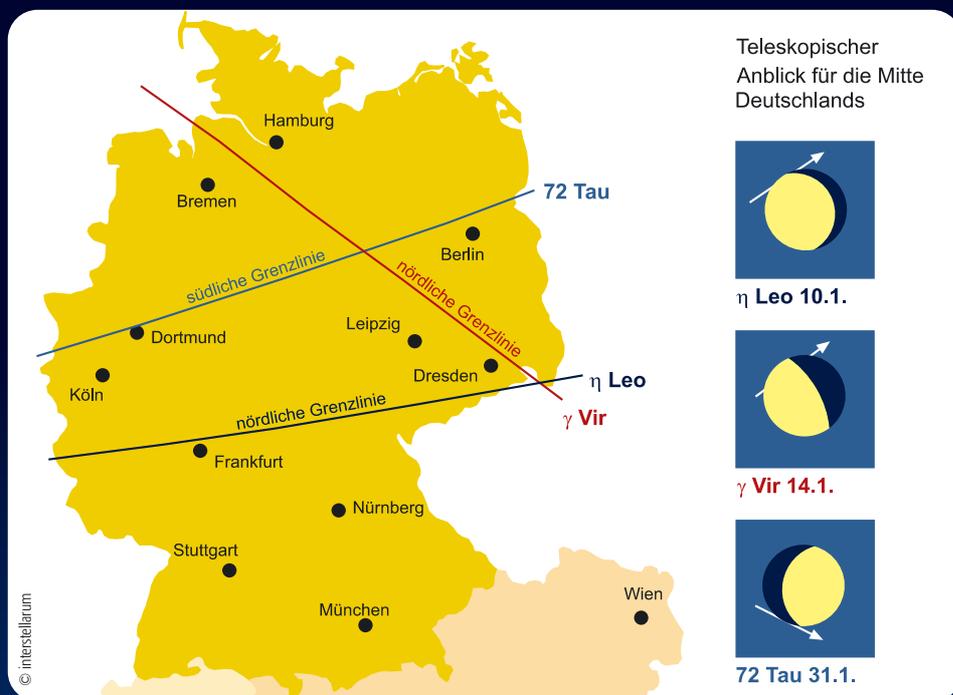


Foto: Stefan Seip

Drei streifende Sternbedeckungen im Januar

Der erste Monat des Jahres 2004 bringt uns drei Bedeckungen heller Sterne durch den Mond. Diese Ereignisse werden nur teilweise vom deutschen Sprachraum aus sichtbar sein, entlang einer Grenzlinie kommt es zu einer streifenden Bedeckung.

Die nördliche Grenzlinie für die Bedeckung am 10.1. verläuft quer durch die Mitte Deutschlands. Leider findet das Ereignis am hellen Mondrand statt. Am 14.1. gerät der enge Doppelstern Porrima hinter den Mond für die Südwesthälfte des deutschen Sprachraums. Die beiden je $3^m,5$ hellen Komponenten werden dabei trotz nur $0,5''$ Abstand getrennt kurz nacheinander bedeckt, was eventuell visuell beobachtbar sein kann. Auch diese Bedeckung geschieht am hellen Mondrand. Dunkel ist der vorangehende Teil des Mondes am 31.1., wenn 72 Tau für Norddeutschland hinter dem Trabant verschwindet. Eine streifende Bedeckung ist quer über dichtbesiedelten Gebieten West- und Mitteldeutschlands zu sehen – diese Gelegenheit sollte sich bei klarem Wetter kein Amateurastronom entgehen lassen!



Die streifenden Sternbedeckungen im Januar 2004

Datum	Beginn*	Stern	Helligkeit	Mondphase	Grenzlinie
10.1.	22:40	η Leo	$3^m,5$	89%	südlich Frankfurt-Zittau
14.1.	3:35	γ Vir	$2^m,9$	62%	südlich Hamburg-Dresden
31.1.	20:10	72 Tau	$5^m,5$	73%	nördlich Düsseldorf-Berlin

*) die exakten Zeiten variieren stark je nach Standort; die Beobachtungszeit sollte mindestens 30min früher beginnen

Webcam-Workshop

DIGITALE ASTROFOTOGRAFIE FÜR EINSTEIGER (6)

von Dirk van Uden

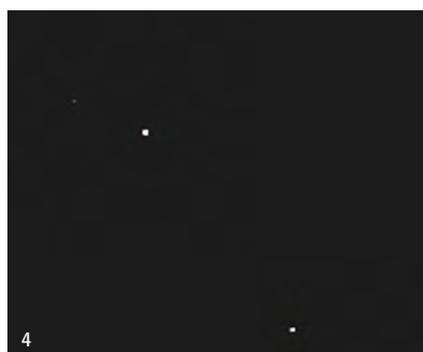
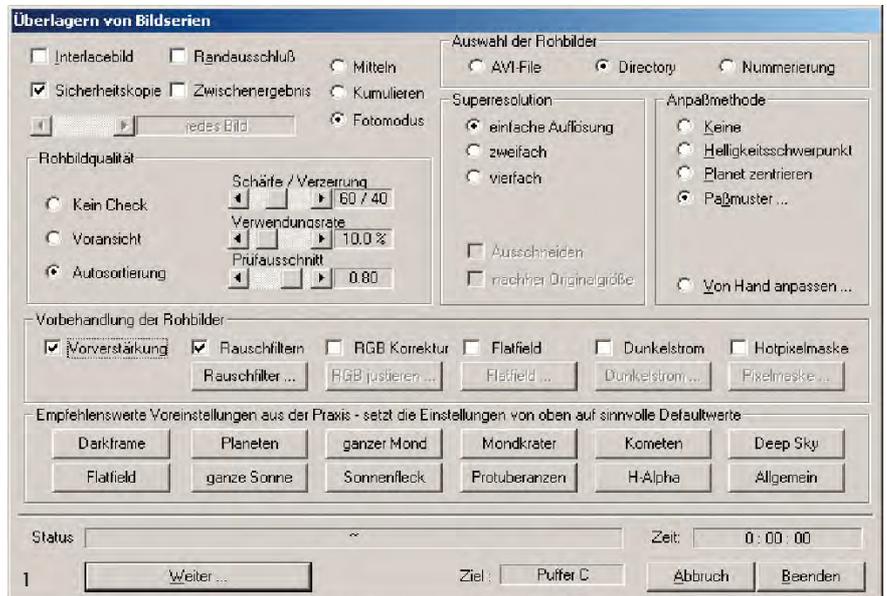
Im letzten Teil des Workshop möchte ich weitere Einsatzmöglichkeiten für die Webcam in der Astronomie aufzeigen. Welch enorme Fortschritte in der Planetenbeobachtung mit Webcams möglich sind, zeigen die unglaublichen Marsbilder in dieser Ausgabe. Für die aktuelle Saison der Jupiter- und Saturnopposition darf man mehr als gespannt sein.

Weitere Anwendungen: Doppelsterne

Welche Möglichkeiten gibt es noch, um Webcams einzusetzen? Als erste Anwendung neben Mond, Sonne und Planeten kamen mir Doppelsterne in den Sinn. Giotto bietet hier einige interessante Möglichkeiten bei der Addition. Als wichtigster Punkt ist hier die »Vorverstärkung« im Additionsdialog zu nennen. Mit dem Punkt »Fotomodus« erreicht man, dass Giotto alle Bilder tatsächlich addiert und nicht mittelt (Abb. 1). Im Fotomodus kann man allerdings nur sehr wenige Bilder nutzen. Das Ergebnis wird ansonsten sehr schnell rein weiß.

Mein Vorgehen bei der Aufnahme ist hier wie bei Planeten. Ich nehme nur nicht so viele Bilder auf. Im Schnitt mache ich pro Objekt 100 Aufnahmen.

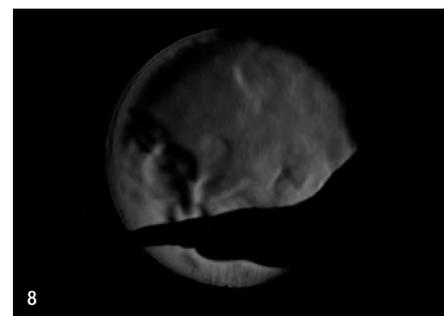
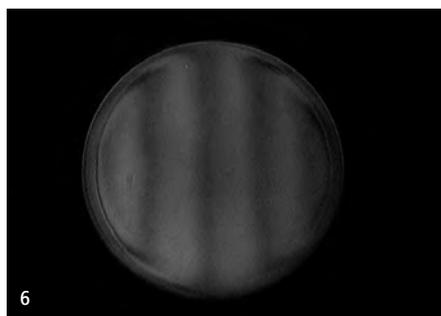
Als Beispiel möchte ich hier den Doppelstern γ Andromedae zeigen. Die schwächere Komponente hat eine Helligkeit von $4^m,8$ und steht $10''$ entfernt vom $2^m,3$ hellen Hauptstern (Abb. 2). Abb. 3 zeigt das Ergebnis nach dem Mitteln mit Vorverstärkung und nach Schärfung. Als weiteren Stern habe ich noch HD192577 aufgenommen, es handelt sich hierbei um ein schönes Dreifachsystem (Abb. 4). Auch das Paradeobjekt Albireo darf natürlich nicht fehlen ($3^m,1/5^m,1, 35''$). Dieses Bild ist



Internetforen:
www.astrotreff.de, www.astronomie.de

Software:
Giotto • www.videoastronomy.org/giotto.htm
Registax • aberrator.astronomy.net/registax/
AVIEdit • www.am-soft.ru/aviedit.html

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



lediglich gemittelt, schärfen war nicht notwendig (Abb. 5). Bei einer Grenzgröße von knapp 5^m sind mit meinem $4,5''$ -Newton schon eine ganze Reihe Doppelsterne erreichbar.

Hilfsmittel im Optikttest

Die Spiegelschleifgemeinde hat ebenfalls die Webcam entdeckt. Ich selber habe mir bei meinem eigenen Projekt (Schliff eines $10''$ -Newtons mit $f/4,8$) bisher nur einmal die Mühe gemacht und die Schattenprobe nach Foucault mit den eigenen Augen durchgeführt. Deutlich bequemer und genauer ist hier die Webcam. Abb. 6 zeigt das Ronchibild meines Spiegels. Deutlich ist der fehlerhafte Rand zu erkennen. Im Foucaultbild des Spiegels sind auch noch die kleinsten Rauigkeiten deutlich zu erkennen (Abb. 7).

Der Vorteil der Webcam liegt auf der Hand: Man kann das Bild in aller Ruhe analysieren. Es gibt keinen verspannten Rücken und keine Tränen in den Augen. »Nachteilig« ist dagegen, dass man auch die winzigsten Fehler sichtbar machen kann. So könnte ich ewig an meinem Spiegel polieren.

Auf die Aufnahme von Deep-Sky-Objekten mit umgebauten Webcams möchte ich hier nicht weiter eingehen. Es sei an dieser Stelle auf den Artikel von Oliver Römer aus interstellarum 29 hingewiesen, welcher eindrucksvoll die Möglichkeiten von Umbauten der Phillips Webcam nach Steve Chambers zeigt.

Damit endet der Workshop um das Thema Webcams in der Astrofotografie. Ich habe versucht einen kleinen Einblick in die Möglichkeiten aufzuzeigen und hoffe mit diesen Zeilen dem Einsteiger geholfen und dem Fortgeschrittenen neue Anregungen gegeben zu haben. Mit neuen höher auflösenden und empfindlicheren Chips werden sich wieder neue Horizonte eröffnen. Auch wächst das Zubehörangebot um die Webcams. Ich denke, dass wir erst am Anfang dessen stehen, was machbar ist.



Nachtrag zu Folge 5 (interstellarum 30)

Im fünften Teil des Webcam-Workshops wurde ein Fehler im Programm Registax erwähnt: Bei mehr als 200 Bildern kommt es zu einem Programmabsturz. Wilfried Wacker hat daraufhin bei Programmierer Cor Berrevoets nachgefragt. Das Problem liegt wohl in einem zu kleinen Puffer von Windows und kann durch kürzere Dateinamen umgangen werden. Eine andere Alternative schlägt Bernd Gährken vor. Er stellt aus einzelnen BMP-Dateien eine AVI-Datei zusammen. Dies geht z.B. mit dem Programm »AVIedit«. Es lassen sich somit mehr als 200 Bilder mitteln. Damit ist Registax also wieder zu empfehlen.

Astronomie mit dem Fernglas:

M 103 und Umgebung

von Rainer Töpler

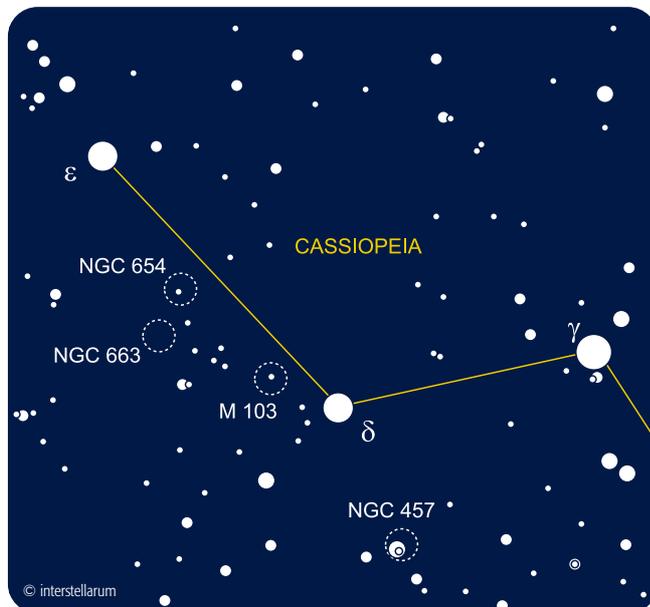
Diesmal soll an dieser Stelle eine Himmelsregion vorgestellt werden, die auch für Beobachter, welche nicht mit einem dunklen Sternenhimmel gesegnet sind, geeignet ist. Die nebenstehende Zeichnung, auf die sich die nachfolgende Beschreibung bezieht, wurde bei mittlerer Durchsicht und hochstehendem Halbmond angefertigt.

Das Sternbild Cassiopeia ist unglaublich reich an Offenen Sternhaufen unterschiedlichster Größe und Helligkeit. Hier findet der geduldige Beobachter mit jedem Instrument reiche Beute. Den Anfang soll heute M 103 machen. Von δ Cassiopeiae mit einem Katzensprung von 1° nach ONO trifft man schon auf ein nebliges Fleckchen, welches von zwei Sternen flankiert wird. Mehr zeigt ein kleines Fernglas von M 103 unter mäßigem Himmel nicht. Lässt man das Fernglas weiter in der selben Richtung driften, stößt man nach der doppelten soeben zurückgelegten Strecke wieder auf ein Nebelfleckchen, welches von zwei Sternen eingerahmt wird. Dies ist der Offene Sternhaufen NGC 663. Von hier gleitet man ganz zwanglos mit dem Fernglas etwa 1° nach NNW und trifft erneut auf ein Sterngrüppchen, welches von Nebel eingehüllt wird: NGC 654, wieder ein Offener Sternhaufen.

Auch wenn diese Sternhaufen nicht sehr viele Einzelheiten für ein kleines Fernglas preisgeben, ist es doch interessant, auch solch unscheinbare Kostbarkeiten des Himmels zu entdecken. Apropos Entdecken: Nehmen Sie sich doch eine gute Sternkarte, die ein größeres Feld zeigt, mit zum Beobachten. In der näheren Umgebung befinden sich noch viele weitere Sternhaufen. Wie viele finden Sie mit dem Fernglas in dem ganzen Sternbild Cassiopeia?

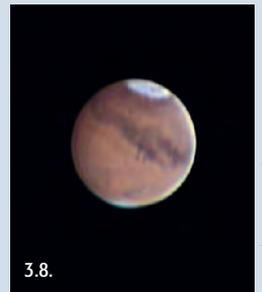


Zeichnung von Rainer Töpler mit einem 8x32-Fernglas



Fernglas-Objekte um δ Cas

Objekt	Typ	R.A.	Dekl.	Hell.	Größe
M 103	OC	1 ^h 33,2 ^{min}	+60° 42'	7 ^m ,4	6'
NGC 663	OC	1 ^h 46,0 ^{min}	+61° 15'	7 ^m ,1	15'
NGC 654	OC	1 ^h 44,1 ^{min}	+61° 53'	6 ^m ,5	5'



3.8.



7.8.



12.8.



15.8.



20.8.



31.8.

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

Mars

Der große Foto-Wettbewerb von
interstellarum und *Astronomie.de*

mit freundlicher Unterstützung der Firma Fernrohrland

Die Monatspreise im August



1. Preis für Gerald Wechselberger für ein Marsbild vom 26.8., aufgenommen mit einem 14"-SCT bei 7000mm Brennweite und ToUCam.



2. Preis für Kurt-Peter Zirn für eine Aufnahme vom 24.8., gewonnen mit einem 12"-Maksutov-Cassegrain bei 3750mm Brennweite und ToUCam.

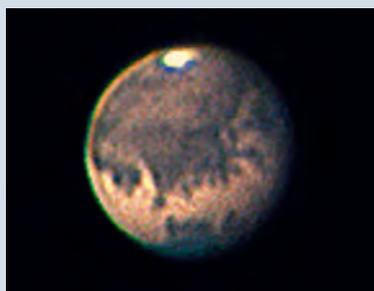
◀ **3. Preis** für Claudia & Thomas Winterer für eine Bildserie vom 3.8. bis 31.8., aufgenommen mit einem 16"-Newton bei 2000mm Brennweite und ToUCam.

Ein weiterer Monatspreis wird für den Monat Oktober vergeben. Alle Aufnahmen nehmen zudem an der Verlosung des großen Hauptpreises teil, einem Warengutschein der Firma Fernrohrland im Wert von 600,- €. Die Gewinner werden im nächsten Heft bekannt gegeben.

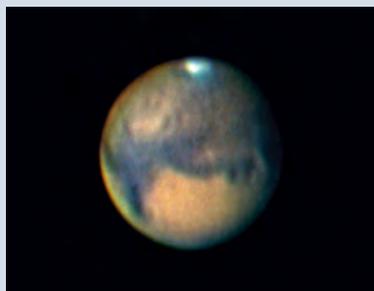
Die Monatspreise im September



1. Preis für Sebastian Voltmer für ein Foto vom 7.9., aufgenommen mit einem 14"-SCT und ToUCam von Namibia aus. Feinste Strukturen werden auf diesem Bild sichtbar!



2. Preis für Georg Görden mit einer Aufnahme vom 26.9., gewonnen mit einem 7"-Maksutov-Newton bei 2840mm Brennweite und ToUCam von der Edelweißspitze an der Großglockner-Hochalpenstraße.



3. Preis für Torsten Edelmann mit einem Bild vom 29.9., aufgenommen mit einem 8"-SCT bei 7200mm Brennweite und ToUCam.



Ein Hochleistungs-Protuberanzenansatz zum Selbstbasteln

von Walter Schwarz

Der Bau eines Protuberanzenansatzes wird meist so kompliziert beschrieben, dass viele Astroamateure, obwohl großes Interesse dafür bestünde, schon beim Lesen den Mut verlieren, sich selbst einen solchen zu bauen.

Protuberanzen zu beobachten und zu fotografieren ist jedoch nichts anderes, als eine Makroaufnahme des Kegelblendenrandes und des an dessen Rand fokussierten Luftbildes des Sonnenrandes anzufertigen.

Für den Ansatz benötigt man:

- eine Kegelblende. Die Größe berechnet sich aus der Formel: Brennweite des Fernrohres (in cm) \times 0,094 = \varnothing (in mm)
- eine Fotooptik einer Spiegelreflexkamera mit einer Brennweite zwischen 2,8cm und 5,5cm. Gebrauchte Optiken dieser Art gibt es billig bei jedem Fotohändler.
- einige Zwischenringe. Ich benutze Zwischenringe mit M42-Gewinde.
- ein H-alpha-Filter, in meinen Ansätzen wird ein H-alpha-Filter mit 1,5Å Halbwertsbreite verwendet. Ein engbandiges Filter ist bei der immer schlechter werdenden Luftdurchsicht von großem Vorteil!

Eine Hilfslinse und Blende, wie bei der klassischen Anordnung eines Nögelschen Protuberanzenansatzes, braucht man nicht.

Man setzt die Kegelblende exzentrisch in einen Zwischenring ein, so dass der obere Rand des Kegels knapp unter der Mitte des Zwischenringes zu liegen kommt (Abb. 1). Da man nicht die ganze Sonne beobachtet, sondern nur einen kleinen Teil des Sonnenrandes, erhält man eine viel größere Abbildung der Protuberanzen. Folglich ergibt sich eine bessere Abbildung, da man jetzt durch die Mitte der Optik beobachtet. Dieser Zwischenring muss in sich drehbar sein (Abb. 2). Durch Drehen des Zwischenringes und dadurch auch der Kegelblende (d.h. des ganzen Ansatzes) sowie durch

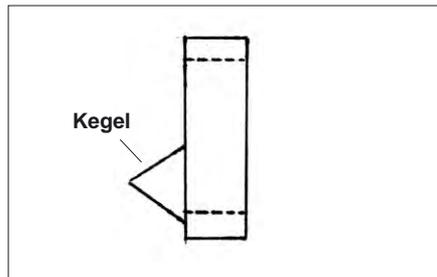


Abb. 1: Exzentrischer Einbau der Kegelblende in den Zwischenring.

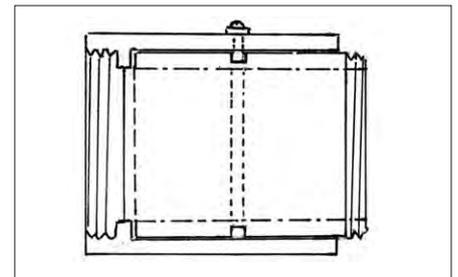


Abb. 2: Der drehbare Zwischenring.

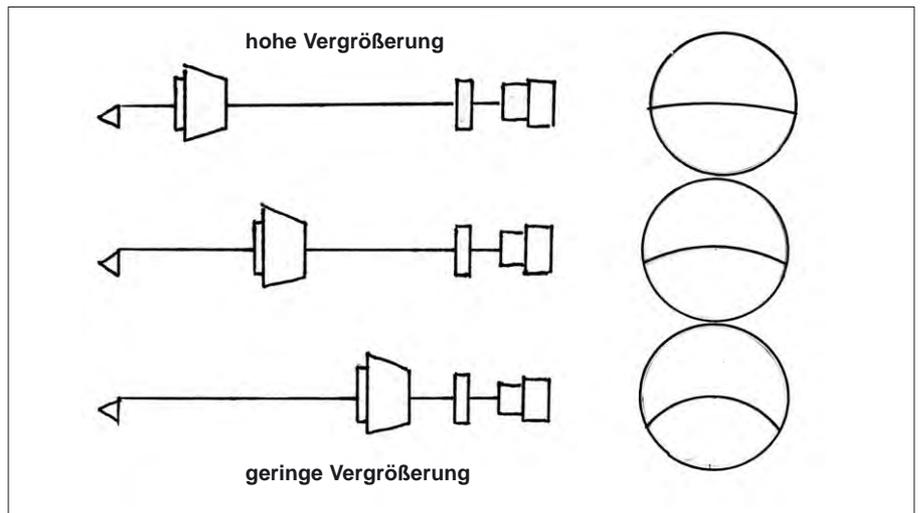


Abb. 3: Schema der Bildvergrößerung durch unterschiedliche Abstände Bildebene (Kegelrand)/Projektionsoptik – nicht Maßstabsgerecht.

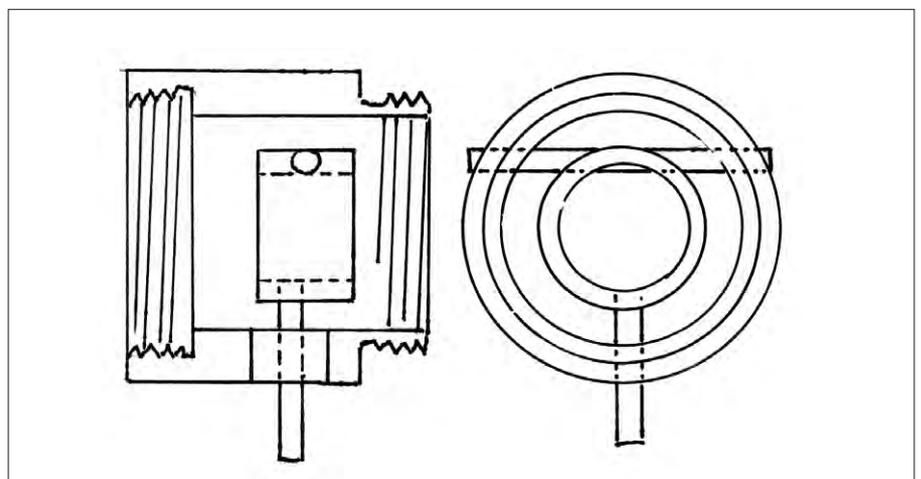
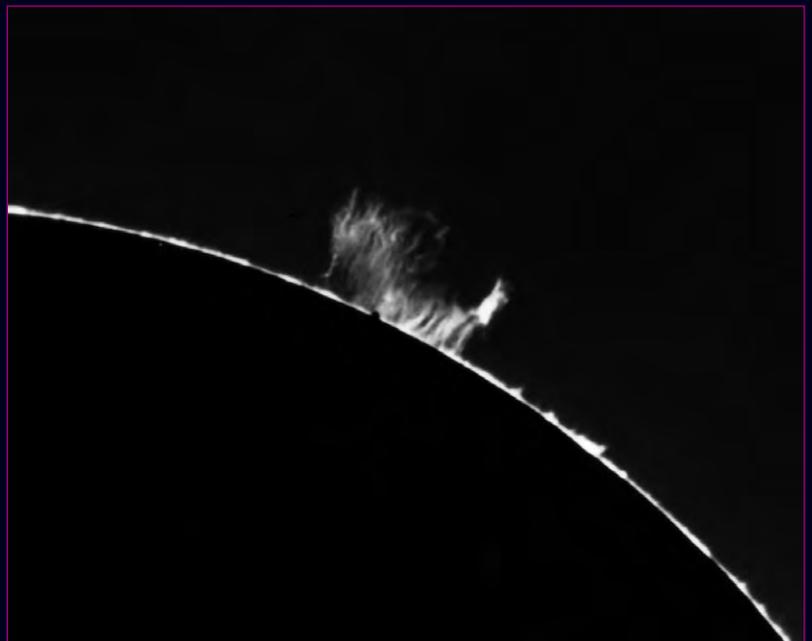
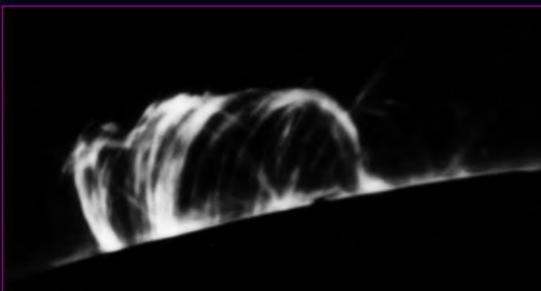
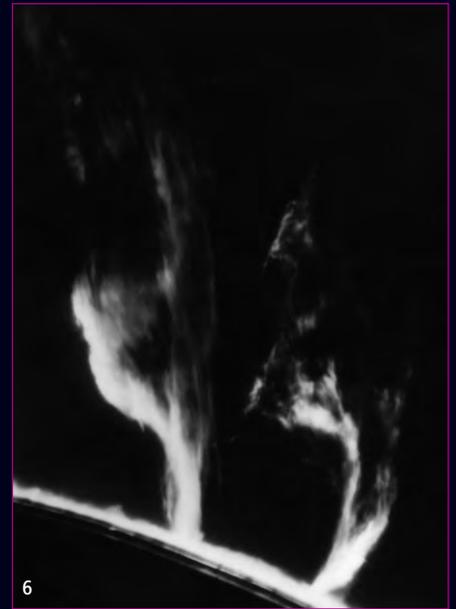
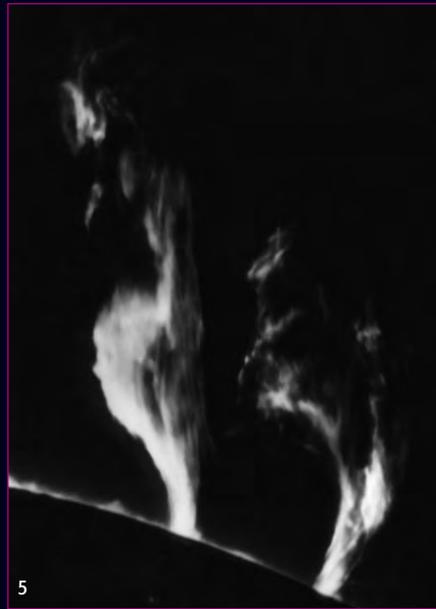
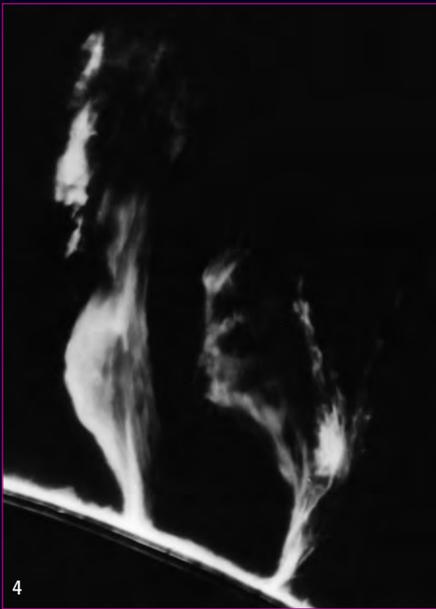
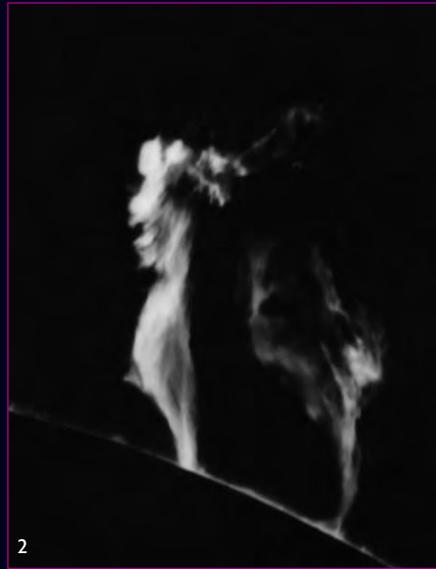


Abb. 4: Gekippter Filter in einem entsprechend gebauten Zwischenring.

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



Zu den Protuberanzen-Abbildungen: Aufnahmeinstrument ist ein 100/1570-Refraktor. Es wurde mit 1/30s, 1/60s oder 1/125s auf TP2415 belichtet, Standort ist das Weichbild der Großstadt Nürnberg.

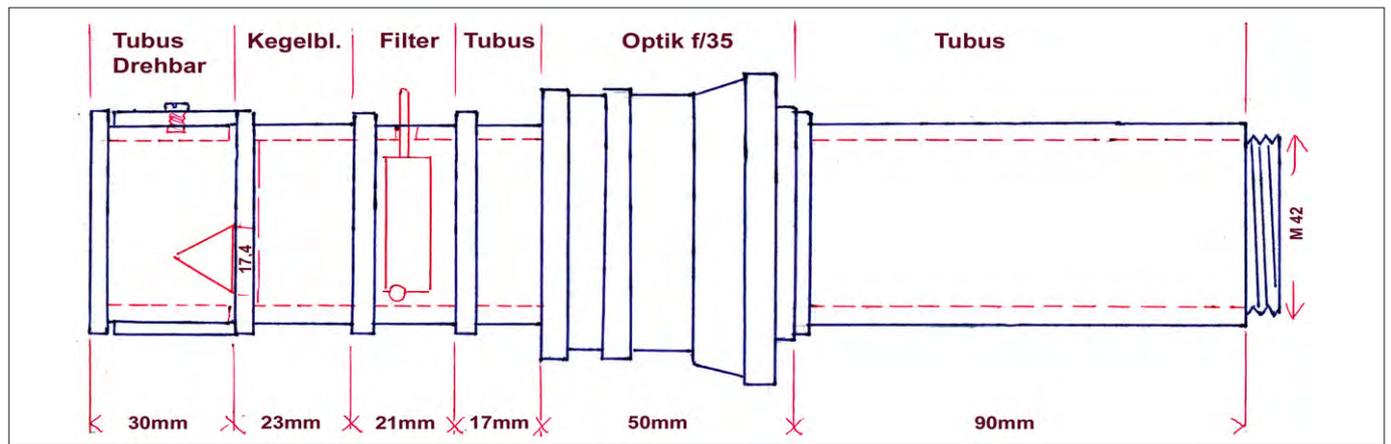


Abb. 5: Schnittzeichnung des Protuberanzenansatzes.

Verstellen des Stunden-Deklinationstriebes am Fernrohr ist es möglich, den Sonnenrand abzufahren. Der Abstand Optik-Kegelblende bestimmt die Vergrößerung (Abb. 3). Die Vergrößerung im Ansatz kann dadurch verändert werden.

Die Optik verwendet man in Retro-Stellung, also umgekehrt. Durch die wesentlich stärkere Vergrößerung erreicht man eine kürzere Bauweise des Ansatzes. Die Abbildungsqualität leidet durch die Retro-Stellung der Optik in keiner Weise! Der Zwischenring mit dem Filter kann vor bzw. hinter die Optik gesetzt werden.

Durch leichtes Kippen des Filters wird die Zentralwellenlänge geringfügig verschoben, wodurch einzelne Strukturen auf der Sonne kontrastreicher dargestellt werden können. Einen derartigen Zwischenring mit kippbarer Filterfassung zeigt Abb. 4.

Die Endfokussierung wird mit dem Entfernungstrieb der Optik ermöglicht. Diese Ein-

stellung wird nicht am Fernrohr, sondern gemütlich zu Hause gemacht. Maße hierfür können nicht angegeben werden, da sie sich nach der verwendeten Optik richten (Meine Maße siehe Abb. 5).

Zum Fotografieren sollte die Kamera einen Klarglasfleck haben, denn auf einer Mattscheibe ist das exakte Fokussieren einer Protuberanz fast unmöglich. Ich verwende eine Edixa-Kamera alter Bauart. Deren herausnehmbare Mattscheibe habe ich mit Sidol (einem Metallputzmittel) auf einem Leintuch poliert. Somit kann ich die Kamera auch als Okular benützen. Beobachten und Fotografieren wird dadurch ohne Umbau möglich.

Ganz wichtig: Das Fernrohr muss vollkommen reflexfrei sein! Matte schwarze Farbe genügt nicht. Der Tubus muss durch Blenden verdunkelt werden. Der Ansatz ist ohne optische und mathematische Vorkenntnisse anzufertigen! Nur Ausprobieren ist angesagt!

Die Höhe einer Protuberanz

Die annähernde Höhe einer Protuberanz kann man wie folgt bestimmen: Mit einer Messlupe ist zunächst die Höhe einer Protuberanz zu ermitteln. Der Maßstab des Bildes ergibt sich, wenn der mittlere Sonnendurchmesser von 1 392 000km durch den Sonnendurchmesser auf dem Negativ, den man erhält wenn der Kreisbogen zum Kreis ergänzt wird, dividiert wird. Die Höhe der Protuberanz ergibt sich dann, indem die Höhe der Protuberanz auf dem Negativ mit dem Maßstab des Bildes multipliziert wird.



Abb. 6: Der fertige Ansatz am Fernrohr.

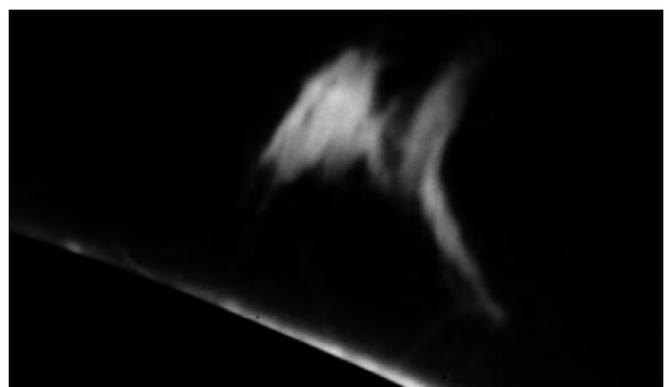
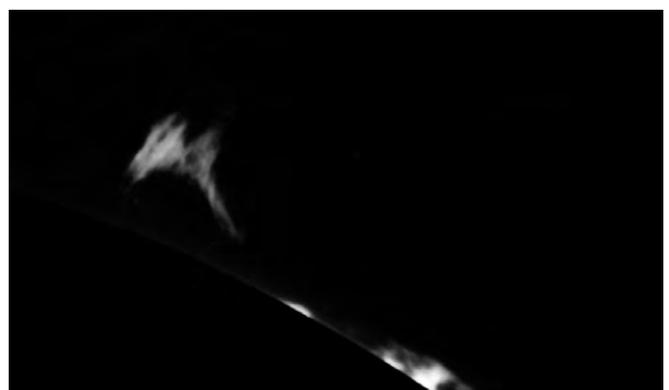


Abb. 7: Beide Aufnahmen zeigen beispielhaft die Möglichkeit der Variation der Bildvergrößerung.

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

Sonne aktuell:

von Manfred Holl

Die Sonnenaktivität im Monat Juli lag wieder etwas über der des Vormonats, wobei – was bisher selten war im Verlauf dieses 23. Sonnenfleckenzyklus – die Nordhemisphäre unseres Tagesgestirns eine deutlich höhere Aktivität zeigte. Während die mittlere Fleckenrelativzahl des S.I.D.C. für die Gesamtsonne bei 85,0 lag (gegenüber 77,4 im Juni), erreichte der Norden den Wert 50,1 und der Süden 34,9.

Schaut man sich den Verlauf der Aktivität etwas genauer an, so fällt auf – wie schon in den Monaten zuvor – dass sich etwa zur Monatsmitte eine Spitze hoher Fleckentätigkeit herausbildet, nach dem sie dann scheinbar fast völlig zum Erliegen kommt. So auch im Juli: Am 1. gab es noch eine dreistellige Relativzahl, dann folgten bis zum 14. nur zweistellige Werte, bis zum 23. waren sie wieder drei-, danach nur noch zweistellig. Die höchste Relativzahl wurde im Juli am 20. mit 161,0, die niedrigste am 26. mit 28,0 bestimmt.

Auf der in diesem Monat besonders schwachen Südhalbkugel gab es gar vom 3. bis 6. vier fleckenfreie Tage und am 26. war dort die Relativzahl unter 11 gesunken (8,0). Vgl. hierzu auch »Sonne aktuell« in interstellarum 29.

Der August dagegen fiel vor allem dadurch auf, dass an keinem einzigen Tag eine dreistellige Relativzahl erreicht wurde. Den Maximalwert gab es beim S.I.D.C. am 27. mit 90,0, den niedrigsten

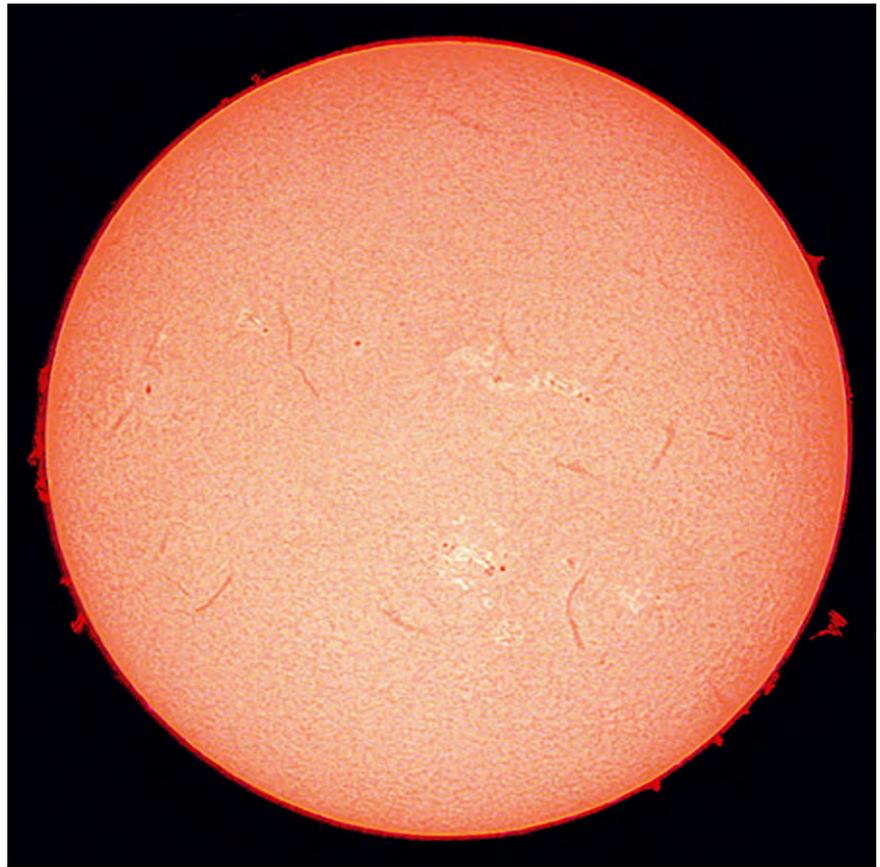


Abb. 1: Die H-alpha-Sonne am 19.7.2003. Aufnahme von Andreas Murner mit einem 70/700-Refraktor, Coronado Solarmax 40, 1/125s belichtet durch ein 25mm-Projektiv mit einer Nikon Coolpix 995 Digitalkamera.

am 1. mit 49,0. Die Mittelwerte betragen 72,7 bei der Gesamtsonne, 26,0 bei der Nord- und 46,7 bei der Südhalbkugel. Der Trend des Juli mit einer aktiveren Nordhalbkugel hat sich also wieder umgekehrt.

Der Mitte des Monats üblicherweise auftretende Aktivitätsanstieg ist dieses Mal ausgeblieben. Schlimmer noch: Am

2. August wurde wieder einmal eine Relativzahl von unter 11 ermittelt (8,0 im Norden), zudem war die Sonne auf der Nordhalbkugel vom 8. bis 16. August völlig fleckenfrei.

- [1] sidc.oma.be/current/ri_hemispheric.html
- [2] sidc.oma.be/index.php3

Relativzahl und Flecken mit bloßem Auge

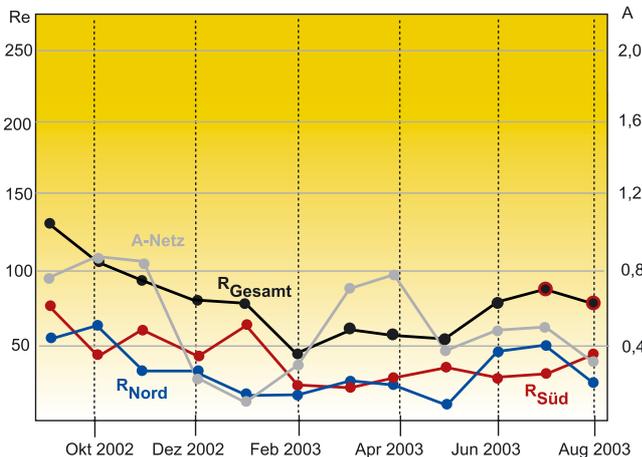


Abb. 2: Protuberanz vom 19.7.2003 gegen 9:30 UT. Aufnahme von Cai-Uso Wohler mit einem 127/1200-Refraktor, abgeblendet auf 80mm, Protuberanzensatz 10Å und 20mm-Okular, Olympus Camedia C-2020Z.

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

Mars in Jahrtausendopposition

TEIL 4: AUSWERTUNG DER BEOBACHTUNGEN

von Ronald Stoyan

Die Planetenbeobachtung durch Hobbyastronomen wurde schon manches Mal totgesagt. Doch was Amateure dieses Jahr auf dem Roten Planeten dokumentieren konnten, spottet jeder bisherigen Beschreibung. Mars 2003 entpuppte sich als ungeahnt detailreiches Fest für Planetenbeobachter – und als Renaissance für eine komplette Amateurdisziplin.

Erstmals ist es sowohl fotografischen wie auch visuellen Beobachtern gelungen, Oberflächenformen eines anderen Planeten direkt zu beobachten. Einzelkrater, Talsysteme und Vulkankegel konnten im Okular größerer Teleskope und auf Webcam-Aufnahmen der erfahrensten Amateure identifiziert werden. Dabei handelte es sich nicht um Einzelsichtungen, sondern um nachvollziehbare Ergebnisse dutzender Beobachter gleichzeitig.

Die Albedokarte des Mars erschien 2003 so detailreich wie nie zuvor (siehe Kasten). Einzelheiten wurden dokumentiert, die bisher noch nie von Amateuren beobachtet worden waren. Ergebnis waren »Engpässe« bei der Nomenklatur der Strukturen, weil viele der beobachteten Details bisher keine Namen zu ihrer Identifikation trugen.

In einer Übersicht beschreiben wir das neue Amateur-Bild des Roten Planeten, wie es hochauflösende visuelle und fotografische Beobachtung der erfahrensten Amateurbeobachter dokumentierten.

0°–90°

Oculus, das »Auge des Mars«, wurde Solis Lacus (1) von den alten Beobachtern genannt. Eindrucksvoll konnte dieser Anblick im Sommer 2003 bestätigt werden, nachdem die Region in den vergangenen Jahrzehnten nur verschwommen wahrgenommen werden konnte. Solis Lacus erschien mit dem nach Osten verbindenden »Kanal« Nectar (2) in der Form eines Windsacks, und löste sich in Momenten besten Seings in einzelne Fäden, Streifen und Flecken auf.

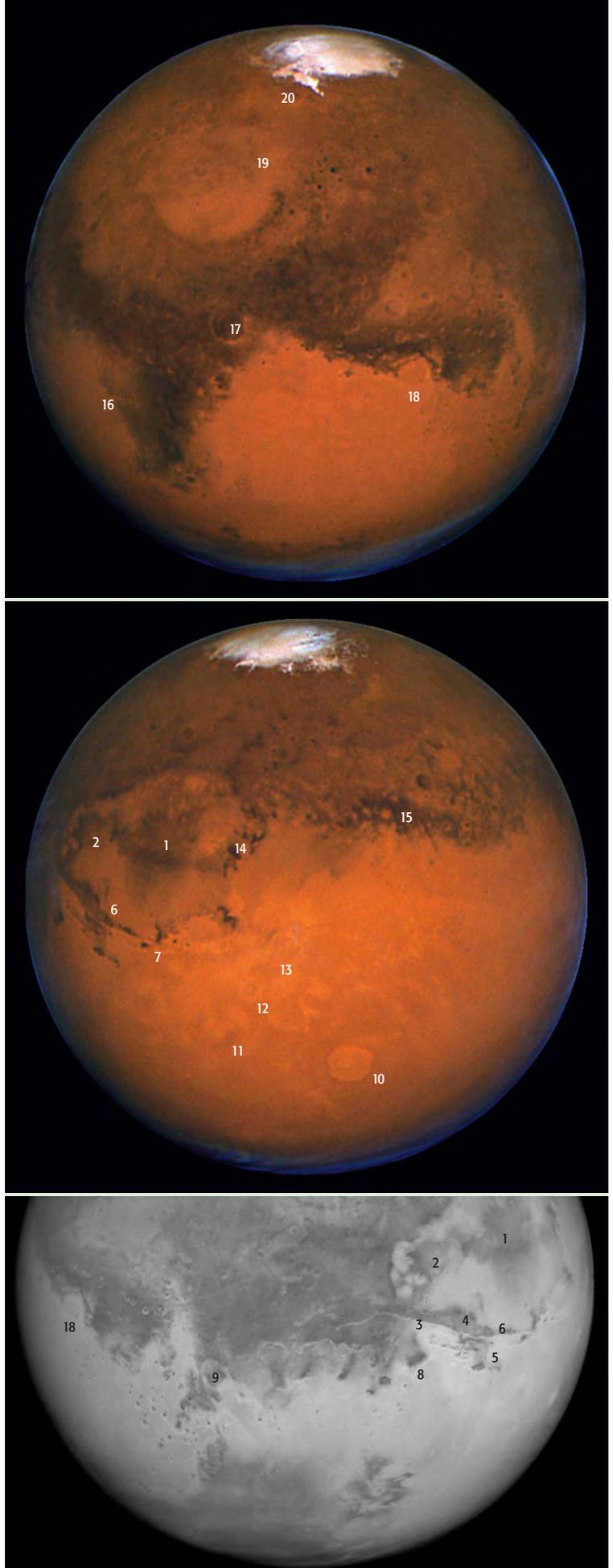


Abb. 1: Mars mit dem Hubble Space Telescope am 28.8.2003. a) ZM 300° mit Syrtis Maior und Sabaeus Sinus, b) ZM 120° mit Solis Lacus und Sirenum Mare, c) ZM 45° mit Mare Erythraeum.



Eigentümlich künstlich erschienen die dunklen linearen Strukturen nördlich von Solis Lacus. Ist es verwunderlich, dass die Beobachter vor 100 Jahren bei ihrem Anblick an marsianische Intelligenzen dachten? Aus dem großen Dunkelgebiet des Aurorae Sinus ragte die dunkle Linie von Coprates (3) heraus, es handelt sich um den zentralen Teil des Valles Marineris-Canyonsystems. Dieses wird in seiner Mitte von Candor Chasma (4) unterbrochen, hier zweigten im Fernrohr sichtbare feinste dunkle Finger nach Norden ab: Hebes Lacus und Ophir Lacus (5). Der westliche Teil des großen Canons war weniger gut von der Erde aus zu sehen, weil sein Boden nicht mit dunklem Material gefüllt ist. Dieser als Tithonius Lacus (6) bezeichnete Bereich leitete westlich zu Noctis Lacus (7) über, der ebenso wie die beiden bereits erwähnten »Seen« ein unübersichtliches Tallabyrinth darstellt.

Ein weiterer, von Aurorae Sinus nach Nordwesten gerichteter »Kanal«, war nördlich von Coprates sichtbar. Er endete in der Juventae Fons genannten Oase, der »Quelle der Jugend (8)«. Östlich erschien der Nordrand des Mare Erythraeum bei bester Luft in feinsten Gliederung. Dunkel gefüllte Einzelkrater mit kanalartigen Strukturen konnten erstmals auch visuell dokumentiert werden. Die östliche Begrenzung dieser Zone bildete der dunkle Finger des Margaritifer Sinus (9), dessen innere unregelmäßige Gliederung auf den besten Amateurfotos gerade andeutungsweise zu sehen ist.

90°–180°

Viele Beobachter versuchten angestrengt, den großen Vulkan des Olympus Mons (10) zu erhaschen. Dies ist keine leichte Aufgabe, denn der flache Berg wirft trotz seiner immensen Höhe von 27km keine Schatten und hebt sich auch sonst nur wenig von seiner Umgebung ab. Zahlreichen Amateurfotografen gelang es, den Berg als etwas helleres Oval festzuhalten, während die meisten visuellen Beobachter vergeblich Ausschau hielten. Aus den USA ist lediglich eine glaubwürdige Sichtung durch Pete Rasmussen bekannt geworden, der mit einem 16"-Newton mit Binokularansatz bei 370× und 470× sowie Orangetfilter beobachtete und einen kontrastschwachen hellen Fleck beschrieb. Die drei anderen Tharsis-Vulkane Ascraeus (11), Pavonis (12) und Arsia Mons (13) blieben auch für die besten irdischen Fotos unerreicht, ebenso die Berge über Elysium.

Aufsehen erregte die Gegend westlich von Solis Lacus, denn hier zeigten sich neue, bisher nicht vorhandene Strukturen. Dazu zählte der in einzelne dunkle Flecken aufgelöste »Kanal« Phasis (14), der die sonst eher helle Landschaft Daedalia durchschneidet. Seit Beginn der 1990er Jahre galt Phasis als komplett verschwunden. Schon vor 125 Jahren hatte hier Schiaparelli Veränderungen ausgemacht, die Gegend gilt seither auch als Hort für Staubstürme und atmosphärische Erscheinungen. Der dunkle Kern von Phasis, als Gallinara Silva bekannt, demonstrierte besonderen Kontrast und war mit Solis Lacus durch eine dunklere »Spur« verbunden.

Auch das westlich anschließende Gebiet bis zum Mare Sirenum (15) erschien außergewöhnlich dunkel. Südlich des Mare konnte bei guter Luft eine feine helle »Halbinsel« erkannt werden, die als Atlantis bekannt ist.

180°–270°

Die »langweilige Seite« des Roten Planeten zeigte sich diesen Sommer alles andere als das! Das Mare Tyrrhenum erschien Sheehan am großen Refraktor der Lowell-Sternwarte bei bester Luft wie ein Leopardenfell, Mare Cimmerium und Mare Sirenum erinnerten – nach einem Ausspruch von Antoniadi – an ein wie mit ei-

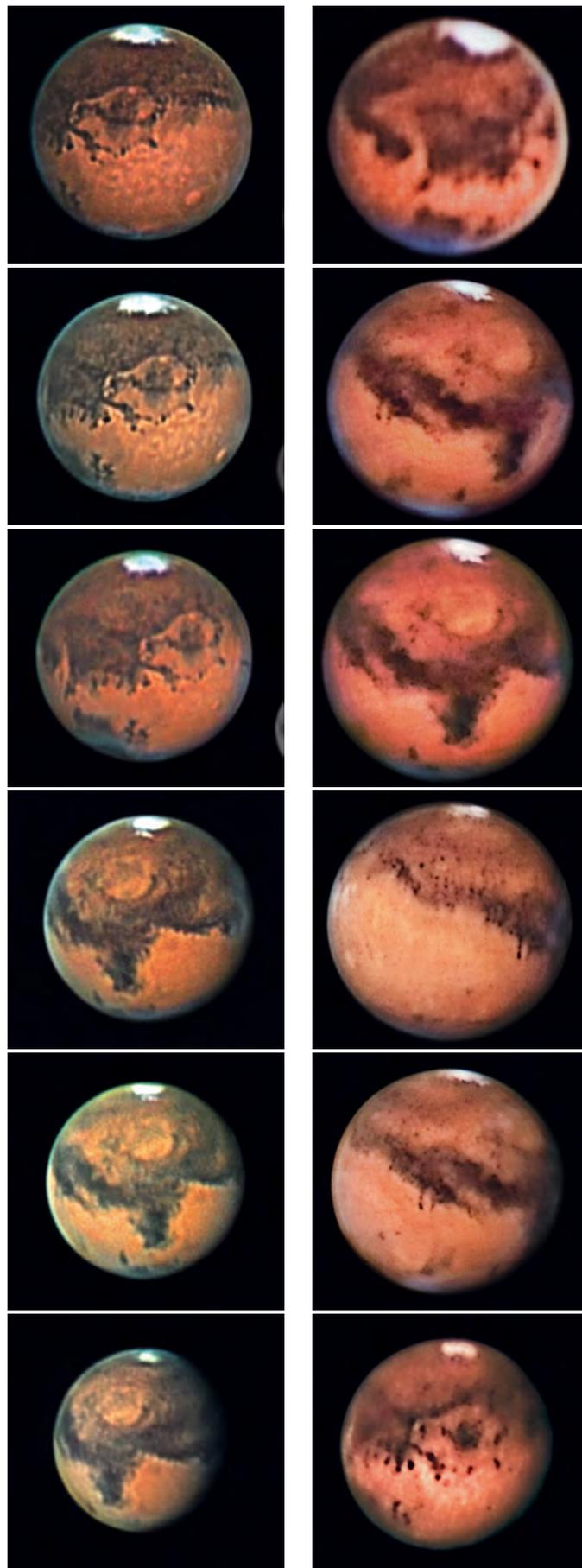


Abb. 2: Webcam-Aufnahmeserie von Ed Grafton mit einem 14"-SCT aus Texas vom 24.8., 26.8., 29.8., 9.9., 11.9., 11.10.

Abb. 3: Webcam-Aufnahmeserie von Sebastian Voltmer mit einem 14"-SCT aus Namibia vom 20.8., 30.8. (2×), 7.9. (2×), 20.9.

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



Abb. 4: Webcam-Aufnahmeserie von Stefan Seip mit einem 10"-Maksutov-Cassegrain aus Chile vom 22., 25. und 28.8.

nem schlechten Pinsel gestrichenes Gemälde. Nur bei bester Durchsicht konnte man außerdem einen hellen Saum wahrnehmen, der die Nordränder der drei Maria begleitete.

Aufmerksamkeit erregten zwei linienartige Gebilde an der Nordseite des Mare Cimmerium. In der als Gomer Sinus bezeichneten Gegend hatte schon Schiaparelli einen Kanal Cyclops kartographiert. Heute weiß man, dass es sich um zwei mit dunklem Bodenmaterial gefüllte Krater handelt.

Dunkel erschien auch der zwischen den Mare Sirenum und Cimmerium gelegene Bogen des Laestrygonum Sinus, während die gesamte Nordhemisphäre auf diesen Längen nahezu ohne jedes Detail für Amateurbeobachter blieb. Lediglich Aetheria/Hyblaeus und Trivium Charontis waren als schwache graue Schattierungen zu erkennen.

Hell hob sich dagegen die markante Einbuchtung von Hesperia ab, die sogar für kleinste Teleskope keine Herausforderung darstellte. Mehrere Spitzen des Mare Tyrrhenum ragten in das helle Gebiet hinein.

270°–360°

Syrtis Maior gilt als die prototypische Dunkelregion des Roten Planeten. Auch 2003 war sie unverkennbar in ihrer dreieckigen Form sichtbar. Die große Nähe des Planeten erlaubte sogar, Einzelheiten ihrer inneren Struktur zu beobachten. Die dunkle Nase an der Ostseite ist das Überbleibsel von Moeris Lacus (16), einer in den 40er und 50er Jahren auffälligen Dunkelstruktur. Dunkle Flecken im Inneren der Syrte deuten auf dunkel gefüllte Krater. Am deutlichsten war auch visuell ein solcher dunkler Fleck in der Region Iapygia-Deltoton zwischen Mare Serpentis und dem Kern von Syrtis Maior bei 304°W, 13°S zu sehen. Es handelte sich dabei um den Krater Huygens (17), mit mehr als 8° Durchmesser einer der größten Marskrater. Sein Kraterboden ist flach, aber auf der östlichen Seite mit dunklen Ablagerungen gefüllt, die sich gut gegen die etwas hellere Umgebung abheben.

Ein weiterer Krater zeigte sich den visuellen Beobachtern am Nordrand des Dunkelschlauchs von Sabaeus Sinus, diesmal aber durch die helle-

re Tönung mit der Umgebung kontrastierend. Der Krater Schiaparelli (18) zählt ebenfalls zu den Giganten auf Mars, sein Boden gehört zu den hellsten Stellen der Marsoberfläche.

Beeindruckend war die Ansicht der Großen Syrte mit dem südlich liegenden riesigen Becken des Hellas-Bassins. Die runde helle Fläche erschien von Süden her eingebuchtet mit einer matten Schattierung im Zentrum, die als Zea Lacus (19) bekannt ist. Die Ästhetik des Anblicks bewirkte vor allem die West- und Nordseite von Hellas, deren Ränder in einer doppelten Ringstruktur wie bei einer Spiralgalaxie von dunklen Strukturen nachgezogen wurden. Diese einzigartige und bisher nicht bekannte Anordnung zeigte nicht nur der visuelle Anblick, sondern auch die besten der hoch aufgelösten Amateurfotos.

Den Abschluss findet diese an dunklen Formationen reichste Region des Roten Planeten in Meridiani Sinus. Die zwei Zinken der Gabelbucht zeigten bei genauem Hinsehen einige Unterschiede, so erschien der westliche Haken nach Norden verlängert und mit einem diffusen Hof zwischen den beiden Gabeln, der östliche Teil dagegen kräftiger und besser definiert.

Polkappe

Eindrucksvoll konnte im Sommer 2003 das Verschwinden der Polkappe dokumentiert werden. Noch Ende Juli war ein großes zusammenhängendes Gebiet erhalten, allerdings bereits durch dunkle Teilungszonen gegliedert. Argenteus Mons (40°W) und Novus Mons (20) (330°W)

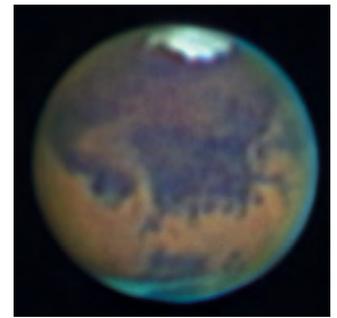


Abb. 5: Bläulichen Randdunst zeigt die Aufnahme von Michael Karrer vom 22.8. mit einem 7"-Refraktor.

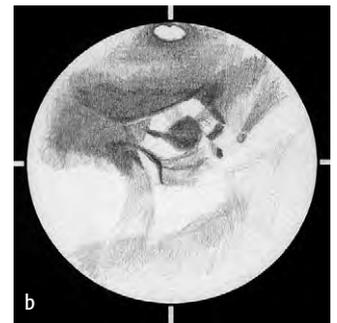
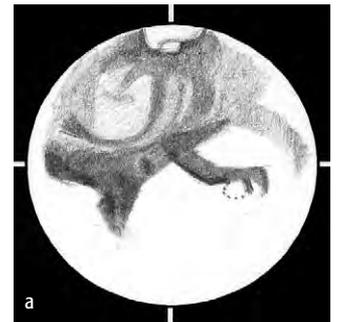


Abb. 6: Zeichnungen von Ronald Stoyan. a) ZM 300° mit Syrtis Maior und Sabaeus Sinus am 27.8.2003 an einem 7"-Refraktor, b) ZM 90° mit Solis Lacus am 20.9. und c) ZM 45° mit Mare Erythraeum am 21.9. jeweils an einem einem 14"-Newton.

Abb. 7: Markus Dähne zeichnete Mars am 4.9. mit dem hellen Einschnitt von Hesperia und Syrtis Maior mit einem 14"-Newton.



waren schon zu dieser Zeit als helle Kerne und Ausbuchtungen zu erkennen, ein weiterer heller Fleck zeigte sich bei 160°W (Thyle?). Im August wurden die Teilungen innerhalb der Polkappe immer deutlicher, sie nahmen eine Spiralförmigkeit an, die von Raumsonden bereits in vergangenen Jahren beobachtet worden war. Während Argenteus Mons Anfang August langsam verschwand, wurden die Novus Mons und die Eisinsel bei 160°W immer deutlicher sichtbar.

Mitte August setzte plötzlich ein sehr rasches Abschmelzen ein. Innerhalb weniger Tage war der Eisfleck von Novus Mons – die berühmten Mountains of Mitchel – in der Form einer Halbinsel zu sehen (20.8.) und dann ganz getrennt vom Rest der Polkappe (30.8.). Noch nie zuvor ließen sich die Schneefelder der »Mitchel-Berge«, die eigentlich gar kein Gebirge sind, so einfach sehen – es genügte schon ein 60mm-Teleskop! Der isolierte Eisfleck konnte noch bis zum 15.9. wahrgenommen werden, bevor das Eis in der hoch stehenden Sonne verdampfte.

Mitte September bot sich nun ein komplett anderes Bild als noch vier Wochen zuvor: Die Polkappe war zu einem kleinen unscheinbaren Fleck zusammengeschrumpft und zeigte keine Einzelheiten mehr. Das Stadium von Ende September blieb dann bis in den November erhalten, der Rest der Kappe schmolz erwartungsgemäß nicht mehr ab.

Staubsturm

Zu einem globalen Staubsturm kam es 2003 wider alles Erwarten nicht. Das Ereignis vom 30.6., als sich eine gelbe Wolke von Iapygia ausdehnte, blieb regional beschränkt. Winde verfrachteten den Staub zunächst nach Osten über Ausonia, Hesperia bis zum Mare Cimmerium, drehten dann nach Westen und bedeckten Noachis. Bereits nach einer Woche war das Schauspiel beendet. Weitere kleine Stürme wurden am 21.5. zwischen Tithonius

Lacus und Phoenicis Lacus und über Chryse und dem Valles Marineris-System im Juli beobachtet.

Warum kein globaler Sturm auftrat, obwohl die Marsatmosphäre eine Neigung zu solchen Ereignissen bereits gezeigt hatte, bleibt unklar. In 30% der Periheldurchgänge von Mars kam es nach einem regionalen Staubsturm auch zu einem globalen Wettersturz. 2003 war dieses Szenario jedoch bis zum Dezember, der noch einmal eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Staubstürme bringt, nicht eingetreten.

Wolken

Der Staub des Sturms der Monatswende Juni/Juli sorgte für eine zusätzliche Erwärmung des ohnehin trockenen Marssommers. Das aus der sublimierenden Südpolkappe frei werdende Wassereis wurde außerdem von den Staubpartikeln gebunden, so dass die Wolkenaktivität bis zum September äußerst gering blieb und praktisch keine Wolkenerscheinungen im Amateurfernrohr sichtbar wurden.

Erst Ende August nahm die Häufigkeit des Randdunstes am Morgenterminator zu. Ebenso wuchs die Nordpolhaube an, die sich besonders auf der Länge des Mare Acidaliu prominent zeigte. Vereinzelt orographische Wolken zeigten sich nun auch am Abendterminator über den Tharsis-Vulkanen, morgendliche Erscheinungen betrafen vor allem das Umfeld der Großen Syrte.

Aufsehen erregte die Sichtung von hellen Blitz-Erscheinungen in der Nähe von Solis Lacus bei 90°W und 35°S durch Paul Atkinson am 22.7. und Vic Palmieri am 26.8. Flare-Erscheinungen in dieser Region, zurückgehend auf Reflexionen der Sonne an Reifpartikeln, waren vorhergesagt worden, die beobachteten Positionen deckten sich aber mit Regionen, die als anfällig für lokale Wolkenerscheinungen bekannt sind, so dass die Realität der Beobachtungen dahingestellt bleibt.

Amateur-Marskarten der Opposition 2003



Marskarte von Ronald Stoyan nach visuellen Beobachtungen mit einem 14"-Newton bei 200× bis 593× im Juli, August und September 2003.

Digital berechnete Marskarte von Stefan Seip aus Webcam-Aufnahmen von Bernd Gährken, Sebastian Voltmer (beide in Namibia) und Stefan Seip, Elke Schulz und Willy Mahl (in Chile) mit der Software Mapos von Grischa Hahn.



Marsbeobachtung mit kleinen Teleskopen

von Matthias Juchert und Ronald Stoyan

»Öffnung ist durch nichts zu ersetzen« – oft hört man diesen Satz im Zusammenhang mit der visuellen Beobachtung mit kleinen Teleskopen. Doch sehr häufig werden die optischen Leistungen von Geräten in der Klasse von 2" bis 8" unterschätzt. Die Marsopposition 2003 zeigt sogar exemplarisch, dass kleine Instrumente im Vorteil sein können. Wir stellen die Beobachtungsreihen von vier visuellen Beobachtern vor, um dies zu demonstrieren.

Matthias Juchert beobachtete ab dem 16.5.2003 regelmäßig mit einem 63/840-Zeiss-Refraktor. Von seinem brandenburgischen Standort gelangen ihm insgesamt knapp 40 Zeichnungen. Robert Korn aus dem Allgäu konnte zunächst mit einem 125/1750-Fraunhofer von der italienischen Riviera aus beobachten. Später wurde die Reihe von heimischen Gefilden mit einem 200/2000-Celestron fortgesetzt – so entstanden bis Anfang September 37 Zeichnungen. Ronald Stoyan benutzte ab dem 22.6.2003 drei verschiedene kleine apochromatische Refraktoren für seine Marszeichnungen, dabei kam vor allem ein 78/630-Takahashi zum Einsatz. Von Standorten in Franken und den Hochalpen wurden insgesamt 18 Zeichnungen gewonnen. Schließlich zeichnete Franz-Georg Wenner den Roten Planeten mit einem 200/2000-Celestron, er erstellte insgesamt 19 Zeichnungen.

Kleine Öffnung im Vorteil

Ein Teleskop von 100mm Öffnung kann in vielen Nächten mehr zeigen als ein Teleskop von 200mm Öffnung! Dies ist deshalb möglich, weil die Luftunruhe unserer Atmosphäre pro Flächeneinheit der Teleskopöffnung wirkt. Dazu kommt noch, dass die beobachtete Luftunruhe bewir-

kenden linsenartigen Luftwirbel eine für etwa 100mm Öffnung optimale Größe besitzen. Mit größeren Öffnungen wirken bereits mehrere dieser Linsen, ein schlechteres Bild im Teleskop ist die Folge. Eine größere Teleskopöffnung ist deshalb anfälliger für das Seeing.

Für die Marsbeobachtung wichtig ist das Erreichen einer bestimmten Minimalvergrößerung. Ab etwa 125facher Vergrößerung erscheint das Marsscheibchen groß genug, so dass auch feinere Details wahrgenommen werden können. Der geringere Einfluss des Seeing bewirkt auch hier, dass bei kleinen Teleskopen leichter die Grenzen des optisch Machbaren ausgeschöpft werden können. Die Tabelle zeigt die theoretischen Maximalvergrößerungen (nach der Theorie bei doppelter förderlicher Vergrößerung bei 0,7mm AP) sowie die von den beteiligten Beobachtern tatsächlich eingesetzten Werte. Es zeigt sich, dass die kleineren Instrumente die Maximalvergrößerung erreichen lassen, während schon mit 200mm Öffnung die förderliche Vergrößerung nur knapp überschritten wird.

Mit den kleinen Öffnungen kann die Beobachtung schon begonnen werden, wenn der Planet gerade einmal 10° Höhe über dem Horizont erreicht hat. Somit erlaubt das kleine Fernrohr eine längere Beobachtungszeit und ist zum Erstellen einer mög-

lichst umfangreichen Beobachtungsreihe besser geeignet als große Geräte, die oft stundenlang auskühlen müssen, bevor sie ein brauchbares Bild liefern.

Tipps

Zeichnen am Fernrohr schult das Auge und man gewinnt mit jeder einzelnen Skizze ein wichtiges Maß an Beobachtungserfahrung. Zudem hat man die Möglichkeit, sich an seiner eigenen Zeichnung zu orientieren, und nicht immer wieder das gleiche Detail mühsam herauszuarbeiten. Wichtig ist eine schier unendliche Geduld, und das Warten auf einen Moment mit gutem Seeing.

Dafür hat jeder Beobachter sein eigenes Rezept. So wurde etwa beobachtet, dass man in dem Moment, in dem man vom Okular abrückt und sich das Auge entspannt, kurzzeitig mehr Details wahrnehmen kann. Eine andere Methode zur optimalen Wahrnehmung ist es, den Planeten bei ausgeschalteter Nachführung durch das Gesichtsfeld driften zu lassen. Das Auge wird zur Aktivität ange-regt, und die Wahrnehmung steigt. Wichtig ist in jedem Fall ein vollkommen entspanntes Sehen unter hoher Konzentration, denn oft kommen die offenbaren Augenblicke nur für Bruchteile einer Sekunde. Ein Detail auf dem Planetenscheibchen gilt aber nur dann als dokumentiert, wenn es mehrfach und eindeutig gesehen wird. Zur Probe kann

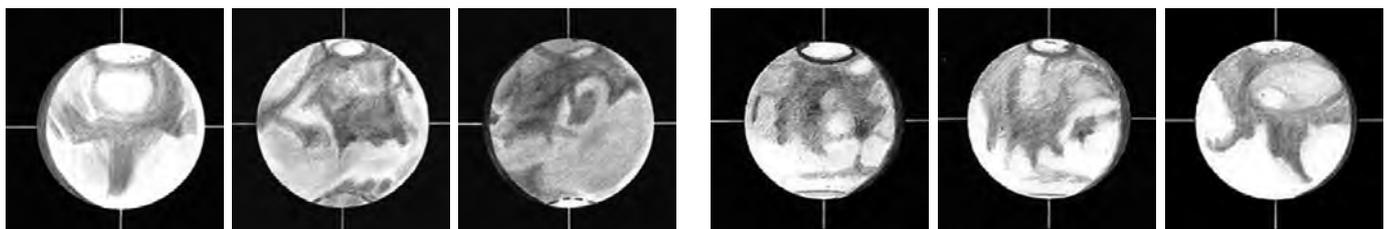
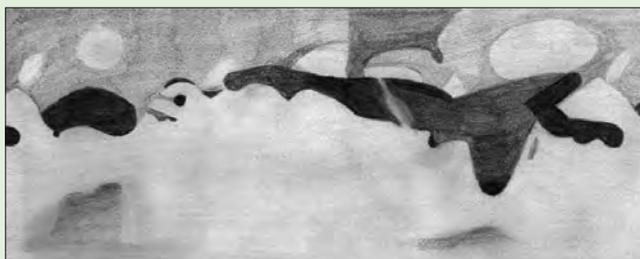


Abb. 1: Mars im 63/840-Refraktor. Zeichnungen von Matthias Juchert vom 26.7. (ZM 281°), 20.8. (ZM 14°) und 16.8. (ZM 53°).

Abb. 2: Mars im 125/1750-Refraktor. Zeichnungen von Robert Korn vom 13.7. (ZM 74°), 19.7. (ZM 20°) und 28.7. (ZM 297°).



Marskarten mit kleinen Fernrohren



Marskarte von Franz-Georg Wenner, erstellt mit einem 200/2000-SCT bei Vergrößerungen zwischen 200× und 320× aus 15 Einzelzeichnungen.



Marskarte von Ronald Stoyan, erstellt aus 18 Zeichnungen mit 78/630-, 85/600- und 90/500-Refraktoren bei Vergrößerungen zwischen 100× und 200×.

man ein Prisma in den Strahlengang bringen und den nun veränderten Anblick dokumentieren und vergleichen.

Hilfsmittel

Die Filterbeobachtung ist auch unter Marsbeobachtern mit kleinen Teleskopen ein heiß diskutiertes Thema. Der eine beobachtet lieber mit einem Orange-Filter, der andere vielleicht mit einem hellblauen, oder gar ganz ohne Filter. Fest steht, dass der Einsatz von Filtern die Wahrnehmung einzelner Details verbessern kann. Zudem wird die um den Oppositionstermin herum auch in sehr kleinen Teleskopen enorme Helligkeit des Planeten auf ein sinnvolles Maß abgedämpft. Mit einem guten Orange-Filter (z.B. W-21) lassen sich vor allem die Formen der dunklen Albedo-Strukturen herausarbeiten. Mit einem leichten Blaufilter (W-80A) erwartet den Beobachter hingegen ein fast »erdähnlicher Anblick« im Okular. Die Wirkung dieses Filters ist jedoch die eines Neutralglases, denn zur Beobachtung der Marsatmosphäre ist ein Blaukantenfilter notwendig.

Beobachtungsergebnisse: Albedostrukturen

Mit dem Verlauf dieser Jahrtausend-Opposition konnte man mit dem kleinen Teleskop gut die Historie der visuellen Entdeckungen auf dem Roten Planeten nach-

vollziehen. Die beiden ersten sichtbaren Details, die im Frühjahr 2003 dem kleinen Fernrohr zugänglich waren, sind die Phase und die südliche Polkappe des Planeten – von irdischen Beobachtern mit sehr bescheidenen Chromaten bereits im 17. Jahrhundert entdeckt. Bereits im Mai 2003 war es möglich, mit kleinen Refraktoren von nur 2,5" Öffnung Christian Huyghens zu spielen. Großflächige Albedostrukturen wie Syrtis Major, Sinus Sabaeus, Mare Erythraeum, Mare Sirenum, Mare Tyrrhenum und Mare Cimmerium sind bei guten Bedingungen und Vergrößerungen von 130× leicht sichtbar.

Mit dem Verlauf der Opposition schärften sich die Details zusehends. Echte Grenzobjekte unter den Albedo-Strukturen sind auch bei sehr guten Bedingungen die beiden Zinken von Sinus Meridiani, Tithonius Lacus mit dem Kanal Agathadaemon nördlich von Solis Lacus oder Feindetail innerhalb der Großen Syrte. Hier können die größeren Öffnungen bei gutem Seeing doch wesentlich mehr erreichen.

Strukturen der Polkappe

Die Entwicklung der SPC zählte sicher zu den spannendsten Beobachtungen überhaupt. Die SPC hatte im Mai/Juni 2003 eine derart große Ausdehnung, dass sie den Anblick des Planeten völlig dominierte. Lange Zeit war sie das konstante Element vieler Zeichnungen, bis im Verlauf des Mo-

Abb. 3: Binokulares Sehen bringt einen deutlichen Gewinn an Details, obwohl bei kleinerer Vergrößerung beobachtet wird! Beidäugiges Sehen reduziert



auch effektiv schlechtes Seeing – die Bildverarbeitung in unserem Gehirn macht es möglich. Mars im 200/2000-SCT am 23.8.2003 mit feinsten Details. Zeichnung von Robert Korn.

nats Juli auch mit 63mm Öffnung sich sehr schwache Details wie Eisberge und dunkle Risse zeigten. Argenteus Mons und Novus Mons erscheinen dabei nur bei sehr genauem Blick, wie kleine, fast »überbelichtet« wirkende Stellen in der minimal dunkleren Polkappe. Mit der Zeit wurden diese Merkmale etwas deutlicher und zahlreicher, doch die SPC insgesamt schien sich kaum zu verkleinern. Um den Oppositionstermin überschlugen sich die Veränderungen. Innerhalb von zwei Wochen war Mars im kleinen Fernrohr bei 84× kaum wieder zu erkennen. Der erste suchende Blick galt der nun fast winzig erscheinenden SPC.

Atmosphäre

Leider (oder vielleicht auch zum Glück) waren mit kleinen Instrumenten kaum atmosphärische Details wahrnehmbar. Zum Glück, da wir einem globalen Staubsturm wie 2001 mehrmals knapp entgangen sind. Zudem ist der Südfrühling für seine klare Atmosphäre und seine geringe Wolkenbildung bekannt. Mit einem Blaufilter waren jedoch Erscheinungen wie Morgendunst oder die Entstehung der nördlichen Polhaube wahrnehmbar, bei genauerem Hinsehen auch regelmäßiger Randdunst am Morgenterminator.

Vergrößerungen bei der Marsbeobachtung in Theorie und Praxis

Instrument	förderliche Vergrößerung	Maximalvergrößerung	Standard-Marsvergrößerung	maximale eingesetzte Mars-Vergrößerung
63/840	90×	180×	131×	190×
78/630	111×	223×	158×	210×
125/1750	179×	357×	200×	296×
200/2000	286×	571×	200×–225×	320×

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

Phobos und Deimos visuell

ERFOLGREICHE MARSMONDSICHTUNGEN DER JAHRTAUSENDOPPOSITION

von Christian Harder

Die große Annäherung des Mars im Sommer 2003 brachte den Amateurbeobachtern des Roten Planeten eine selten günstige Gelegenheit, die als sehr schwierige Beobachtungsziele bekannten Marsmonde zu sichten. Nachdem in einem ausführlichen Vorbericht in *interstellarum* 29 bereits die theoretischen Chancen diskutiert wurden, sandten zahlreiche *interstellarum*-Leser Texte und Bilder ihrer erfolgreichen Beobachtungen.

Das »Marsmondokular«

Entscheidend neben den atmosphärischen Bedingungen und der Größe des Teleskops ist ein geeignetes Okular für die Suche nach den Marsmonden. Da der extrem helle Planet die Sichtbarkeit der um 11^m schwachen Monde sehr stört, ist eine kurze Brennweite nötig, mit der man Mars außerhalb des Gesichtsfeldes hält. Alternativ kann auch ein Okular mit längerer Brennweite mit einer Barlowlinse kombiniert werden.

Nicht erforderlichlich wird das die Übersicht beeinträchtigende Fernhalten des Planeten vom Gesichtsfeld, wenn in diesem selbst eine Blende angebracht ist. Ich benutze dazu ein mit einem Stanniolstreifen präpariertes orthoskopisches Okular mit 12,5mm Brennweite. Zusammen mit meiner 3fach-Barlowlinse erreichte ich so 360fache Vergrößerung an meinem 10"-Newton.

Beim Stöbern im Internet stieß ich auf einen interessanten Bericht von Andreas Lotter. Er benutzt ein präpariertes Okular, dessen Gesichtsfeld durch ein schwarzes Filmstück partiell abgedeckt wird. Mars schimmert gegenüber der Benutzung eines Stanniolstreifens hierbei noch schwach durch, sodass er sich perfekt im Feld platzieren lässt. Außerdem erzeugt das Filmstück keinerlei Streulicht.

Unterschiedliche Techniken wurden von weiteren Beobachtern berichtet. So ist es bei Wolfgang Vollmann ein Stück Alufolie, das das Gesichtsfeld zur Hälfte abdeckt. Stefan Schuchhardt benutzte gar ein Teil einer Tomatendosenbanderole (!), um Mars abdecken zu können.

Unumgänglich für die erfolgreiche Benutzung dieser Blenden ist die Benutzung einer motorischen Nachführung, denn Mars sollte für eine ausreichende Adaption der Augen ohne Unterbrechungen abgeblendet werden können. Manuell ist dieses Unterfangen bei den erforderlichen Vergrößerungen über 300× kaum mehr möglich.

Eigene Beobachtungen

5.8.2003: Am Morgen des 5.8. stand Deimos in optimaler Entfernung von Mars. Ihm gegenüber lag in dreimal weiterem Abstand zum Mars ein Stern 9. Größe. Er war gut geeignet als »Aufsuchhilfe«. Ich bestückte meinen tags zuvor extra geputzten, parallaktisch montierten 10"-Newton mit einem 12,5mm-Okular und einer 2× apochromatischen Barlowlinse. Bei der erzielten 240fachen Vergrößerung deckte der eingelegte Stanniolstreifen den Mars gut ab. Der »Hilfsstern« erleichterte die Eingrenzung des Suchfeldes. Sanft bewegte ich das Teleskop bei lang-

samster Nachführung, um den Mond zu erhaschen – ohne Erfolg. Das Okular erzeugte wohl doch zuviel Reststreulicht.

Ich musste ein streulichtarmes Okular aufreiben. Ich suchte intuitiv meine einfachen orthoskopischen Okulare und die beiden vorhandenen Barlowlinsen zusammen, zentrierte Mars aus dem jeweiligen Okulargesichtsfeld und verglich das auftretende Reststreulicht. Die Kombinationen Vixen-Ortho 6mm und 7mm und die 2×-Barlowlinse Vixen DeLuxe schnitten am besten ab. Mir standen so am Newton 500- und 429fache Vergrößerungen zur Verfügung.

Mars selbst war an diesem Abend ein unförmiges wabernes Etwas. Es war nicht leicht, an ihm das Okular perfekt zu fokussieren. Langsam ließ ich den Mars aus dem Gesichtsfeld driften. Ich konzentrierte mich nun voll auf den Bereich, in dem Deimos stehen sollte. Um 0:48 MEZ konnte ich ihn bei 500fach direkt halten. Mit dem 7mm-Okular wurde das Bild sogar noch etwas kontrastreicher. Ich war begeistert!

Deimos war einfach zu sehen, nachdem ich mich an den Seheindruck gewöhnt hatte. Ich setzte eine 8"-Blende auf. Um 1:04 MEZ sah ich erstmals Deimos mit einer 8"-Optik mit 429facher Vergrößerung. Zum Vergleich ging ich nun an den

Deimos und Mars.
Aufnahme des Mars
Global Surveyor. MSSS

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



parallel aufgebauten parallaktisch montierten 16"-Newton f/4. Dessen Hauptspiegel liefert viel Streulicht um helle Sterne und besonders am Mars. Aber die pure Öffnung reichte aus, auch er zeigte mir Deimos bei 457facher Vergrößerung.

16.8.2003: Endlich war das Seeing so brauchbar, dass ich mich an eine Mars-Zeichnung mit dem 10-Zöller machen konnte. Der Mond stand schon hell nicht allzu weit vom Mars am Himmel. Beide Marsmonde sollten nach Recherche aber an diesem Morgen optimal stehen.

Ich bestückte den 10-Zöller wieder mit 429facher Vergrößerung und arbeitete mich an Phobos heran. Zuerst musste ich wieder absolut exakt fokussieren, das Scheibchen langsam aus dem Gesichtsfeld wandern lassen, aber diesmal nur knapp, denn Phobos stand nur 17" vom Marsrand entfernt. Immer wieder tippte ich leicht an den Tubus, um den überstrahlten Mond aus dem vorhandenen Streulicht zu »kitzeln«. Und tatsächlich, um 23:38 MEZ konnte ich Phobos blickweise erfassen. Ich zeichnete ihn genau auf, und verglich die Position mit der Vorhersage. Phobos war so schwach, dass ein späteres Aufsuchen mit der 8"-Blende nicht lohnte. Ich versuchte mich nun an Deimos. Leicht konnte ich ihn mit 10" an diesem Abend einstellen. Mit 8" war er ebenfalls direkt zu halten. Etwas weiter ab als Deimos lag versetzt ein 13^m-Stern. Er sollte einen guten Richtwert liefern. Den Stern sah ich ähnlich deutlich wie Deimos im 8-Zöller. Der Stern war zwar schwächer, lag aber dafür weiter außerhalb des Lichthofs um Mars. Ich wollte nun die Grenze für Deimos finden. Aus einem ausgedienten Pizzakarton war schnell eine 17cm-Blende gebastelt. Auch mit dieser Öffnung bei 429fach war Deimos und der Stern gut zu erkennen. Ich opferte nun meinen Hutmethodendeckel und schnitt eine 6" Öffnung hinein. Es klappte, indirekt konnte ich Deimos sogar halten! Den Stern sah ich ebenfalls noch. Als letztes hatte ich noch meine 4"-Blende für den unobstruierten Einsatz am 10-Zöller. Deimos war damit aber nicht mehr zu erhaschen.

30.8.2003: Das Seeing war wieder nur mäßig. Die Grenzgröße lag bei geschätzten 6^m; 1 am Pol. Ich stellte Mars nun knapp hinter der Abdeckung ein. Sofort war Deimos direkt sichtbar. Ich blendete nun wieder meinen 10-Zöller ab. Mit 6" war Deimos diesmal direkt zu halten. Mit der 4"-Blende war Deimos nach vorhergehender Einprägung indirekt dauerhaft zu halten. Sofort

bastelte ich eine 80mm-Blende. Ich bewegte das Fernrohr mit der langsamsten Nachführgeschwindigkeit. Und tatsächlich auch mit ihr war Deimos bei 360facher Vergrößerung an meiner auf 80/1500mm (obstruktionsfrei) reduzierten Spiegeloptik (0,22mm AP) blickweise indirekt aufblitzend erkennbar!

4.9.2003: Vom 4. auf den 5.9. fand ich eine schöne Herbstnacht vor. Die leicht diesige Witterung sorgte für gutes Seeing auf Marshöhe! Phobos und Deimos lagen diesmal beide direkt nebeneinander. Ich benutzte das mit dem Filmstückchen präparierte Okular. Wunderbar waren beide Monde direkt beieinander sichtbar. Die 8"-Blende bot den selben Anblick. Auf 17cm reduziert war Deimos direkt, Phobos hingegen indirekt sichtbar. Ich setzte nun die 6"-Blende ein. Deimos erschien weiterhin direkt, Phobos indirekt sichtbar. Die 4"-Blende zeigte Deimos sicher indirekt, Phobos dagegen war nicht mehr erreichbar. Der Dunst forderte somit seinen Tribut. Bei 80mm hatte ich an Deimos keine Chance.

Weitere Beobachtungen

Zahlreiche interstellarum-Leser berichteten von weiteren Sichtungen der Marsmonde. Eine erste erfolgreiche Sichtung von Deimos gelang Tom Pflieger schon am frühen Morgen des 21.6. mit seinem 14,5"-Dobson. Zu diesem Zeitpunkt war unser Erdtrabant über dem Horizont, und trotzdem konnte Mars bei 400× zentriert werden.

Uwe Pilz sichtete am mondlosen Morgen des 2.8. Deimos mit seinem 320mm-Dobson bei 411facher Vergrößerung und vorhergehender Ausblendung des Mars aus dem Gesichtsfeld. Zu diesem Zeitpunkt herrschte ruhige Luft. Einen Tag später, dem 3.8., gelang auch Manfred Kleisa mit seinem 18"-Dobson eine Deimos-Beobachtung. Bei 420fach blendete auch er Mars aus dem Gesichtsfeld. Deimos lag günstigerweise zwischen den Reflexen der Fangspiegelspinne, so dass er nicht von deren Streulicht geschwächt wurde. Ronald Stoyan beobachtete in der selben Nacht mit einem 14"-Dobson bei gutem Seeing in den



Abb. 1: a) Die Marsmonde im Fokus eines 600/4800-Cassegrain in Namibia am 30.8.2003. Bildautoren Stefan Binnewies und Dietmar Böcker. b) Mars und seine Monde am 31.8.2003. Aufnahmeoptik wie Abb. 1a, Addition dreier Summenbilder aus Webcam-Aufnahmen. Der Planet selbst wurde zeitlich bei 20m Brennweite extra aufgenommen; dieses Bild wurde anschließend verkleinert und in die Aufnahme mit den Monden einkopiert.

Hochalpen. Ohne Suche »stolperte« er über Deimos, während Phobos mehr Bemühungen und indirektes Sehen erforderte. Deimos war zu sehen, obwohl Mars mit im Gesichtsfeld stand, für Phobos musste der Planet bei einer Vergrößerung von 356× außerhalb des Feldes platziert werden.

Auch andere Beobachter waren in dieser Nacht aktiv. Stefan Seip setzte seinen nachgeführten 10"-Maksutov-Cassegrain ein, welcher mittels eines 5mm-Okulars eine 740fache Vergrößerung gestattete: »Mars wurde knapp außerhalb des Gesichtsfeldes positioniert. Deimos war direkt und dauerhaft ein auffälliges Objekt. Bei Phobos, der ein wenig im hellen Halo von Mars stand, war die indirekte Beobachtungsmethode die beste. Direkt war Phobos nicht so einfach und in maximal 50% der Zeit haltbar.« Parallel fand Frank Leiter mit seinem 16"-Dobson, bestückt mit einem 3mm-Okular (670×), ebenfalls Deimos. Mars hatte er dabei aus dem Gesichtsfeld gerückt. Nach Phobos hielt er allerdings vergeblich Ausschau.

Stefan Schuchhardt gelang es am 23./24.8. mit einem 12"-Dobson bei 250× Deimos zu beobachten. Er benutzte sein präpariertes 6mm-Radian-Okular. Phobos zu sichten gelang ihm mit seiner Dobsonkonfiguration nicht. Mit einem Filmstreifen im Okular ausgestattet gelang Andreas Lotter am 25.8. an einem nachgeführten 11"-SCT die Beobachtung von Deimos. Bei mittelmäßigem Seeing vergrößerte er 250fach. Ulrich Rieth benutzte am 26.8. ein 12"-SCT. Er zentrierte Mars außerhalb des Gesichtsfeldes.

Am 27.8. und am 30.8. konnte Deimos auf der Sternwarte Ubbedissen bei Bielefeld sogar über 180 Besuchern gezeigt werden. Dies gelang durch eine Videoaufnahme mittels einer Mintron-Kamera, die an einem 11"-SCT angeschlossen war. Zwar kamen die Besucher nicht in den Genuss einer direkten Beobachtung, doch haben wohl noch nie so viele Menschen gleichzeitig einen Marsmond in »Echtzeit« gesehen.

Wolfgang Vollmann beobachtete am 3.9. mit seinem 130mm-Refraktor: »Ich benutzte zwei Techniken um Deimos zu finden: mit einem sehr guten orthoskopischen Okular von Zeiss mit 4mm Brennweite (260×) hielt ich Mars außerhalb des Gesichtsfeldes. Ich benutzte auch mein »Marsokular« mit der Gesichtsfeldabdeckung bei einer Vergrößerung von 312×. Deimos war etwas besser mit dem 4mm-Okular sichtbar, da es das streulichtärmere Bild zeigte.« Am 16.9. (Grenzgröße 4^m/5) erlebte Wolfgang Vollmann an seinem 5"-Refraktor mit Alufolienblende im Okular folgendes: »Bei indirektem Sehen kann ich Deimos die meiste Zeit halten, er ist also nicht nur blickweise sichtbar. Je besser das Seeing ist, umso leichter kann ich Deimos erkennen. Mit Phobos habe ich wieder sehr große Schwierigkeiten. Trotzdem kann ich immer wieder bei indirektem Sehen blick-



Abb. 2: Phobos und Deimos auf ihrem Weg um Mars. Aufnahmen von Sebastian Voltmer von Namibia aus. Komposit aus acht Aufnahmen von 1/5s und 1/500s Belichtung am 28.8.2003 mit einem 14"-SCT bei 3910mm Brennweite und ToUCam740K.

weise am richtigen Ort ein Sternchen aufblitzen sehen: Auch Phobos ist sichtbar, aber ein absolutes Grenzobjekt mit diesem Fernrohr unter diesen Bedingungen.«

Fazit

Nach diesen Beobachtungen erscheint die Marsmondbeobachtung von Mitteleuropa aus in einem neuen Licht. Bei der Beobachtung von Deimos ist es weniger wichtig, ob es mondlos ist oder schlechtes Seeing herrscht. Ein nachgeführtes Instrument mit guter Optik von mehr als 8" ist immer in der Lage, den äußeren Mond zu zeigen. Ein Dobson mit mehr als 12" sollte ebenfalls Erfolg bringen. Eine perfekte Spiegeloptik mit 80mm kann in einer sehr klaren, ruhigen mondlosen Nacht motorisch nachgeführt Deimos erreichbar machen.

Um Phobos zu beobachten bedarf es gleicher atmosphärischer Vorgaben wie

bei Deimos. Die benutzte Optik sollte so kontrastreich wie irgend möglich sein und wenn möglich motorisch nachgeführt werden.

Ein nachgeführter 5"-Refraktor bzw. ein auf 6" abgeblendeter Spiegel mit seinem 38,4mm-Fangspiegel und somit 26% Obstruktion (bezogen auf die Kontrastleistung) sind wohl die Untergrenze für das einzusetzende Instrumentarium. Unter perfekten Bedingungen mit guter Durchsicht und Seeing könnte Phobos vielleicht noch von einem 4"-Refraktor erreicht werden.

In der kommenden Opposition wird Mars mit einer deutlich günstigeren, weil höheren Stellung wieder gute Chancen eröffnen die Marsmonde visuell zu sichten. Der obige Leitfaden kann dem interessierten Beobachter dabei eine reale Einschätzung seiner eigenen Möglichkeiten geben.



Die Kometenseite:

von André Wulff

Die Unberechenbarkeit der Vorhersage von Kometensichtbarkeiten wird in diesen Monaten einmal wieder ganz deutlich. Für den Zeitraum Anfang Dezember bis Ende Januar sollten eigentlich drei Kometen gut sichtbar sein. Doch leider sind es jetzt nur noch deren zwei.

Nicht mehr zu beobachten sein wird der Komet **C/2002 O7 LINEAR**. Er sollte Mitte Dezember als Objekt von 9^m am Abendhimmel auftauchen. Doch leider zeigte sich schon Ende September, dass der Komet sich aufzulösen scheint. Auf CCD-Aufnahmen ist er nur noch ein längliches schwaches Fleckchen. Einen ähnlichen Vorgang erlebten wir ja bereits beim Kometen **C/2002 O4 Hönig**, der sich ja in relativ kurzer Zeit erst länglich verformte und dann einfach verschwand.

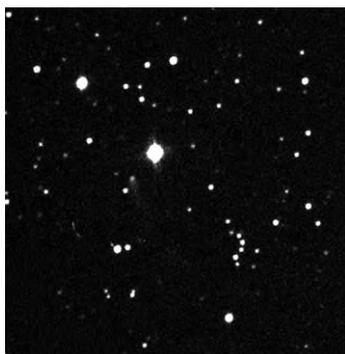
Bevor wir zum »Star« dieser Beobachtungsperiode kommen, sollte noch auf den Kometen **C/2001 HT50 LINEAR-NEAT** hingewiesen werden. Dieser wandert langsam durch das Sternbild Fische und wird dabei leider auch immer lichtschwächer. Anfang Dezember wird er noch 11^m;3 heller erwartet und Ende Januar wird seine Helligkeit dann unter 12^m abgesunken sein.

Hoffentlich viel Freude werden wir an dem Kometen **C/2002 T7 LINEAR** haben. Er wandert von Anfang Dezember bis Ende Januar vom Perseus aus durch das Sternbild Dreieck in die Fische hinein. Dabei wird seine Helligkeit von 9^m;1 Anfang Dezember bis auf eine Helligkeit von 7^m;7 Ende Januar. Bei diesen Aussichten können auch die Besitzer kleinerer Teleskope wieder einen der kosmischen Vagabunden beobachten. Bis Anfang März wird dieser Komet dann vielleicht sogar zum Feldstecherobjekt werden. Allerdings geht seine Beobachtungsperiode dann auch schnell zu Ende.

Abb. 1 (oben): Komet Encke beim Cirrusnebel am 15.11.2003, Starlight SXV-H9, Mosaik aus 6 Feldern mit 300mm-Teleobjektiv f/3,3, je 100s, 2×2 binning, Gerald Rhemann und Michael Jäger.

Abb. 2 (rechts): Komet Encke bei M 31 am 25.10.2003. Aufnahme von Waldemar Skorupa mit einem 300mm-Objektiv bei f/4, Canon D10 Digitalkamera, 18×5min (Galaxie) und 3×5min (Komet) belichtet.

Abb. 3: LINEAR K5 C/2001 am 22.8.2003. Aufnahme von Stefan Beck mit einem 8"-Newton, 2min belichtet, Platinum CCD-Kamera.





Veränderlicher aktuell:

Orion-Veränderliche in M 42

von Béla Hassforther

Bei den meisten physischen Veränderlichen handelt es sich um Sterne in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium, um Sterne also, die die Hauptreihe verlassen haben. Aber auch Sterne, die auf ihrem Entwicklungsweg die Hauptreihe noch nicht erreicht haben, zeigen mehr oder weniger starke Helligkeitsschwankungen. Dass diese Objekte weniger häufig beobachtet werden liegt daran, dass sie meist noch in den Nebeln stehen, aus denen sie sich gebildet haben. Das macht sie für visuelle Beobachter zu sehr schwierigen Objekten, und die Lichtkurven streuen deswegen stark. Eine interessante Möglichkeit, sinnvolle und begehrte Beobachtungen zu erhalten, stellt sich aber für CCD-Beobachter, vorausgesetzt sie sind sich der spezifischen Schwierigkeiten der Photometrie in nebliger Umgebung bewusst.

Ein typisches und gleichzeitig auch das schönste Beispiel für ein Sternentstehungsgebiet mit jungen Sternen stellt der Orionnebel dar [1, 7]. Der zentrale Haufen enthält laut dem aktuellsten Zensus [2] über 1200 Sterne, die sich im nahen Infrarot als veränderlich herausgestellt haben. Die helleren dieser Sterne sind schon lange bekannt, und die ganze Gruppe ist Namensgeber einer ganzen Veränderlichenart geworden: der Orion-Veränderlichen [3].

Die Helligkeitsänderungen spielen sich in verschiedenen Zeitskalen ab, von Stunden (!) bis zu einigen Wochen, daneben gibt es Trends über Jahre hinweg, die oftmals abrupt unterbrochen werden. Der Lichtwechsel selbst kann mehr oder weniger periodisch sein, vollkommen unregelmäßig oder Erscheinungen wie ein Bedeckungsveränderlicher zeigen. Die Ursachen des Lichtwechsels sind so verschieden wie die Phänomenologie selber: Zirkumstellare Scheiben mit »Klumpen« können zu Bedeckungen führen, große Sternflecken in Kombination mit der Sternrotation erzeugen einen periodischen Lichtwechsel, eruptive Erscheinungen sind häufig, und oft kommen alle diese Erscheinungen zusammen vor.

Die visuelle Beobachtung auch der helleren Sterne ist nur etwas für Fortgeschrit-

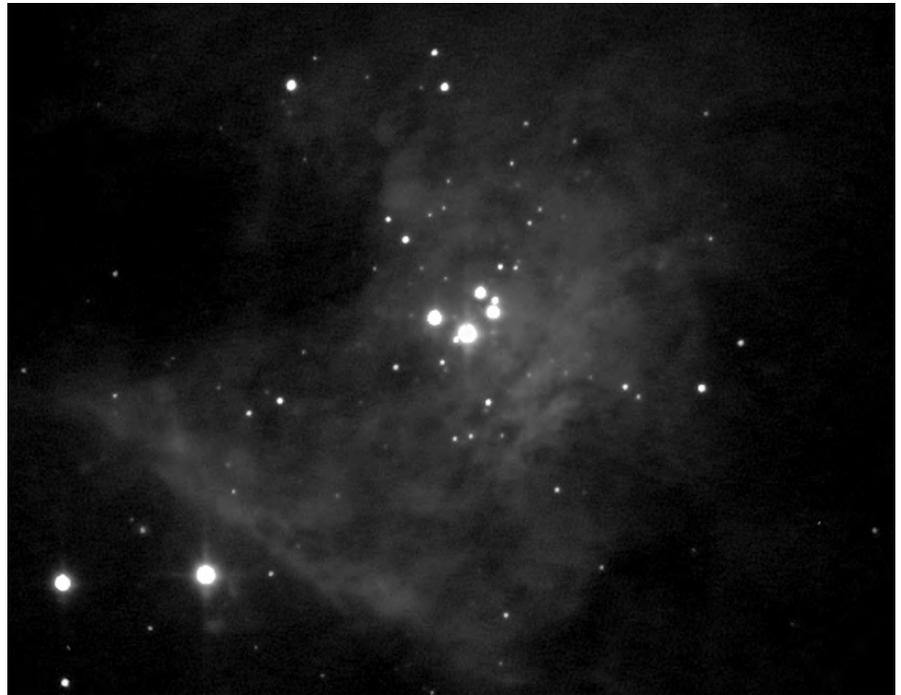


Abb. 1: Das Zentrum des Orionnebels ist Heimat für einige hundert Veränderliche Sterne. Aufnahme von Bernd Flach-Wilken mit einem 12"-Schiefspiegler bei 6000mm Brennweite, 5×3s mit einer Mira AM13-CCD-Kamera belichtet.

tene, und auch diese müssen Geduld mitbringen. David H. Levy, Mitentdecker des berühmten Kometen Shoemaker-Levy, ein ausgewiesener sorgfältiger Beobachter, beschreibt es unübertrefflich so: »Orion va-

riables are not toys to be played with in a leisurely hour after dinner...« [5]. Levy hat sechs Saisons lang bei jeder Gelegenheit mit dem selben Instrument und sorgfältiger Vorbereitung 22 dieser Sterne be-

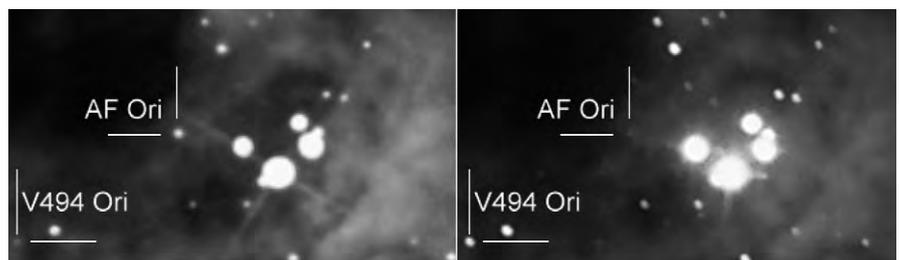


Abb. 2: AF Ori (der »Herschelsche Veränderliche«) und V 494 Ori sind zwei typische Orion-Veränderliche mit auffälligem Lichtwechsel nahe dem Trapez.

Orion-Veränderliche

Name	R.A.	Dekl.	Helligkeit (min-max)	Periode	Typ
NV Ori	5 ^h 35,5 ^m	-5° 33'	10 ^m 7-9 ^m 6	unreg.	Ori
T Ori	5 ^h 35,8 ^m	-5° 29'	12 ^m -9 ^m	unreg.	Ori
AF Ori	5 ^h 35 ^m 18,4 ^s	-5° 23' 12,8"	15 ^m 3-12 ^m 3	unreg.	Ori
V494 Ori	5 ^h 35 ^m 21,4 ^s	-5° 23' 49,1"	k.A.	k.A.	Ori



obachtet. 12 bis 15 davon bezeichnet er als nahezu konstant und frustrierend, aber einige sind doch spannend:

NV Ori zum Beispiel hat praktisch keine konstante Helligkeit und erscheint von Tag zu Tag verschieden hell. Mit einer Amplitude von über einer Größenklasse und den beobachteten Helligkeiten von $9^m,6$ bis $10^m,7$ ist er auch für kleinere Instrumente leicht erreichbar.

T Ori ist mit bis zu 9^m vergleichsweise hell, kann aber tiefe Abstürze bis unter die 12. Größenklasse zeigen und in der hellen Nebel-Umgebung für ein 20cm-Teleskop zur Herausforderung werden.

Der Beobachtung mit CCD-Kameras erschließen sich auch viele schwache Mitglieder des Haufens, auf einer einzigen Aufnahme können leicht mehrere Dutzend Sterne gemessen werden. Beispiele für rasch veränderliche Sterne mit großen Amplituden sind AF Ori und V494 Ori, die beide in der Nähe vom Trapez stehen (vgl. Abb. 2).

AF Ori [7] ist schon John Herschel bei seinen Untersuchungen zum Orion-Nebel aufgefallen. Erst durch Otto Struve, der Herschels Aufzeichnungen auswertete, wurde dieser Fall bekannt. In der älteren Literatur wird deswegen manchmal von »Herschels Veränderlichen« gesprochen. Auch unter der Bezeichnung Bond 654 wird auf diesen Stern Bezug genommen. Bei allen größeren Durchmusterungen des Orion-Nebels fiel die starke Veränderlichkeit des Sterns auf, wenn auch oft nur angegeben wird, dass die Amplitude bei der vorhandenen Zahl an Messungen mindestens einen bestimmten Wert überschreitet: Diese Angabe ist ehrlich, denn wer könnte behaupten, die tatsächlichen Grenzen des Lichtwechsels verfolgt zu haben? Schon auf den beiden hier gezeigten Aufnahmen hat der Stern nach meinen Messungen eine Amplitude von drei Größenklassen ($12^m,3$ bis $15^m,3$ im visuellen Spektralbereich). Ich habe dabei die anhand des HST erstellte V-Sequenz [6] als Grundlage genommen.

V494 Ori scheint ein ähnlicher Fall wie AF Ori zu sein, allerdings existiert außer den wichtigsten Angaben (Position, Amplitude) nur wenig Material. Die Position wurde glücklicherweise von der GCVS-Gruppe kürzlich präzisiert, denn noch auf der GCVS-Version der GUIDE-8-CD ist die Position nicht exakt genug, um V494 Ori eindeutig zu identifizieren.

- [1] Burnham, R. Jr.: Burnham's Celestial Handbook, Bd. 2, 1317, Dover Publications (1978)
- [2] Carpenter, J. M., et al.: Near-Infrared Photometric Variability of Stars Toward the Orion A Molecular Cloud, www.astro.caltech.edu/~jmc/papers/variables_orion/
- [3] Herbig, G. H. and Temdrup, D. M.: The Trapezium Cluster of the Orion Nebula, *ApJ* 307, 609 (1986)
- [4] Herbst, W. and Stine, P. C.: Photometric Variations of Orion Population Stars. III. RY Tau, T Ori, NV Ori, and HH Aur, *AstronJ* 89, 1716 (1984)
- [5] Levy, D. H.: The Orion Variables: A Symphony of Delicacy and Brilliance, *Journal of the AAVSO* 12, 2, 66 (1983)
- [6] Prosser, Ch. F. et al: HST-Photometry of the Trapezium-Cluster, *ApJ* 421, 517 (1994)
- [7] Stoyan, R.: Das Trapez und sein Sternhaufen, *interstellarum* 26, 38 (2003)

Die IC 342/Maffei-Galaxiengruppe

TEIL II

von Frank Richardsen

Im folgenden zweiten Teil des Artikels über die nahe Maffei-Galaxiengruppe (Teil 1 in interstellarum 30) werden abgesehen von den beiden hellen NGC-Galaxien 1560 und NGC 1569 fast ausschließlich sehr schwache und meist durch den galaktischen Staub stark obstruierte Galaxien besprochen. Haben wir im ersten Teil noch einige Galaxien gesehen, deren helle Kerne trotz starker Extinktion mit ihrem Licht zu uns durchdringen, fehlen diese nun weitgehend. Nichtsdestotrotz ist die Lage nicht komplett aussichtslos, wie sich noch zeigen wird. Bei den schwachen Galaxien ist die Entfernungsbestimmung oft recht kritisch. Man nimmt an, dass sich die meisten zwischen 6,5 und 11 Millionen Lichtjahren Entfernung befinden.

NGC 1569

Beginnen wir mit der hellsten Galaxie dieses zweiten Teils. Aufgrund ihrer im Vergleich mit den übrigen Vertretern recht beachtlichen Helligkeit von 11 Größenklassen wurde sie Galaxie schon relativ früh entdeckt. Sie wird heute normalerweise mit ihrer NGC-Nummer bezeichnet und birgt sowohl für den Anfänger wie auch für einen versierten Amateur eine Fülle an interessanten Details. Man zählt heute NGC 1569 zur Klasse der irregulären Zwerggalaxien vom Typ Magellanische Wolke [1]. Dass wir soviel in dieser Galaxie erkennen können, liegt vor allem an ihrer Lage, denn sie lugt zwischen zwei Spiralarmen unserer Milchstraße hindurch. Besonders auffällig

ist eine intensive »Stauburst«-Region, die vor allem das Zentrum der Galaxie stört. Die Sternentstehungsrate hat zwar in der jüngeren Vergangenheit (d.h. etwa in den letzten 10 Millionen Jahren) etwas abgenommen, ist aber, nach dem Vorhandensein einiger großer und heller HII-Regionen in der Galaxie zu urteilen, nach wie vor relativ stark. Neben den dominanten Gasstrukturen im $H\alpha$ -Licht, die der Galaxie ein ungewöhnliches Aussehen mit enormen Dimensionen verleihen [2], sind es vor allem die großen Sternentstehungsgebiete, die Aufmerksamkeit verdienen. Röntgenstrahlung, die weitgehend mit den vorher beschriebenen $H\alpha$ -Gebieten übereinstimmt, wird als Folge intensiver Sternentstehung gedeutet. Neben einigen sehr

leuchtkräftigen und massereichen »Super-Sternhaufen« (SSC) sind zur Zeit noch 45 weitere Sternhaufen bekannt, die man mit Hilfe des HST fand [3].

Von alledem ist natürlich für den Amateur nur ein begrenzter Teil zugänglich. So ist die Galaxie zwar schon mit kleiner Öffnung als Ost-West elongierter Fleck erkennbar, aber es bedarf schon recht großer Öffnungen, um ihr die dramatischeren Details zu entlocken. Mit 10" bis 12" Öffnung erscheint sie deutlich strukturierter und man kann nun ansatzweise vermuten, was sich hier wirklich verbirgt. Ich habe mit 20" und Vergrößerungen zwischen 400× und 800× die beiden hellsten Supersternhaufen und zwei eng zusammenstehende Sternhaufen erkennen können. Außerdem konnte im Südostteil der Galaxie die flächige Aufhellung einer ausgedehnten HII-Region erkannt werden.

NGC 1560

In den 1960er Jahren noch von Halton Arp für ein Mitglied der Lokalen Gruppe gehalten, wird diese rund 100 Jahre später als NGC 1569 entdeckte Galaxie heute von vielen Wissenschaftlern ebenfalls der IC 342/Maffei-Gruppe zugeordnet. Die nur eine Größenklasse schwächere Galaxie führt im Vergleich zu ihrem NGC-Bruder NGC 1569 eher ein Schattendasein. Es handelt sich bei ihr ebenfalls um eine Zwerggalaxie, allerdings deutlich größer und um eine Spirale des Typs Sd oder

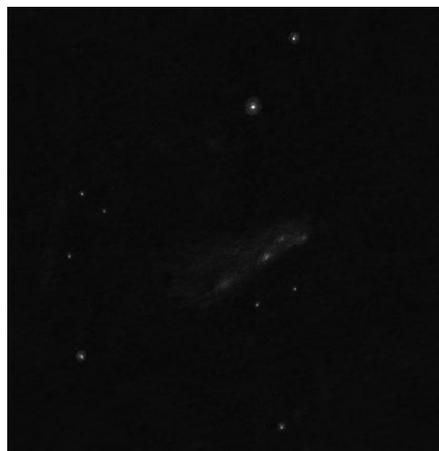
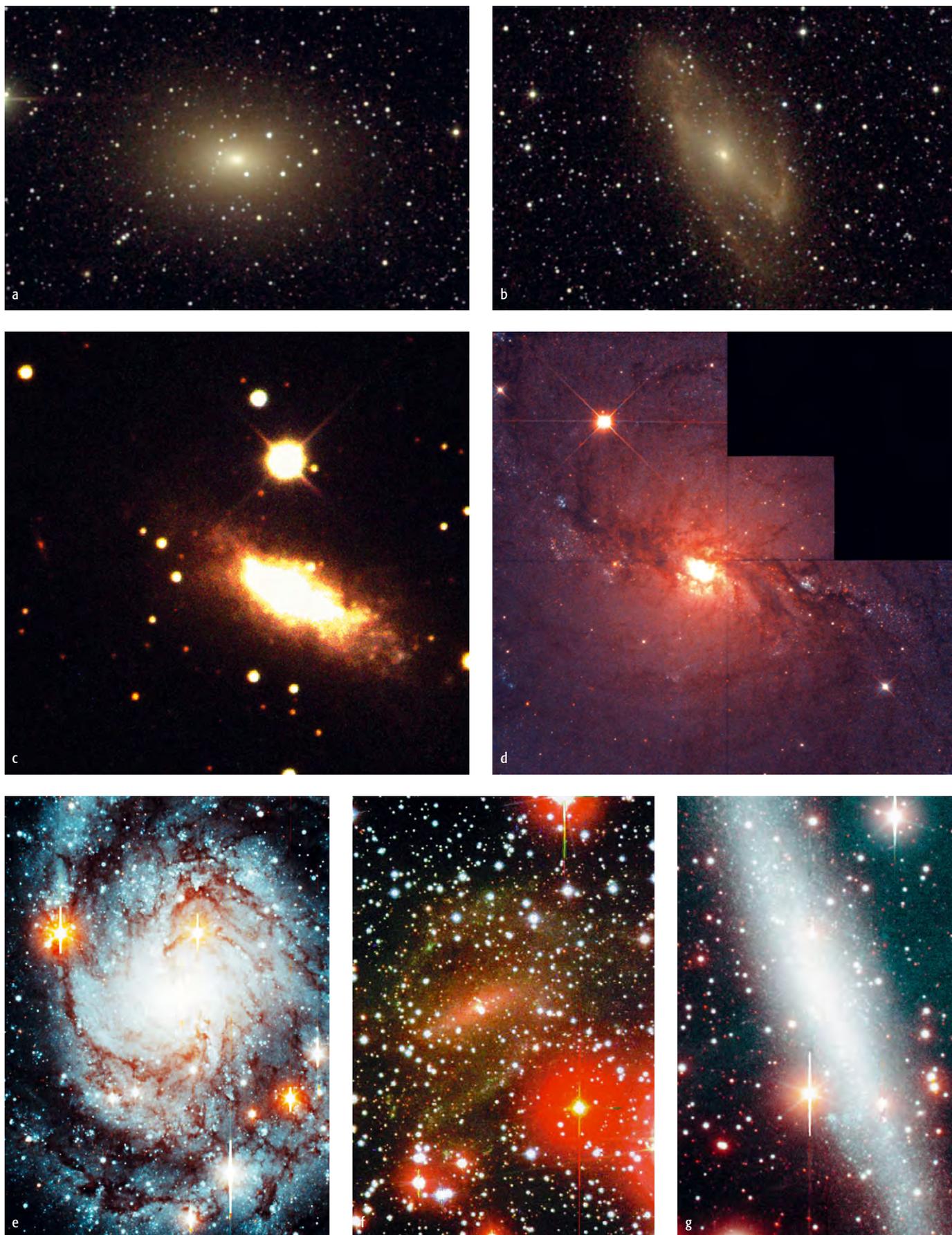


Abb. 1: a) Maffei II. Zeichnung von Frank Richardsen mit einem 20"-Newton, 540×, fst 6"8. b) NGC 1560. Zeichnung von Frank Richardsen mit einem 20"-Newton, 425×–850×, fst 6"8.



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

Abb. 2: Die Galaxien der Maffei-Gruppe auf Aufnahmen professioneller Großsterntwarten. a) Maffei 1 im Infrarot nach einer Aufnahme des 2MASS-Survey. b) Maffei II im Infrarot nach einer Aufnahme des 2MASS-Survey. c) NGC 1569 ist das spektakulärste Objekt der Gruppe. d) Der Kern von IC 342, gesehen mit dem Hubble Space Telescope. e) Die Spiralgalaxie IC 342 ist das größte Mitglied der Gruppe. Aufnahme des Keck Observatory. Marc Davis, Bryan Mendez. f) Nur mit Tricks lassen sich die Spiralarme von Dwingeloo 1 sichtbar machen – hier im infraroten Spektralbereich. g) NGC 1560 ist eine langgezogene Zwerggalaxie. Aufnahme des Keck Observatory. Marc Davis, Bryan Mendez.

später. Auffällig ist eine gewisse Asymmetrie in den äußeren Bereichen der Spiralarme. Man hat nachgewiesen, dass die Galaxie von einer asymmetrischen Wolke neutralen Wasserstoffs umgeben ist [4]. Helligkeitsdiagramme im V- und im B-Bereich zeigen eine auffällige Gruppe deutlich geröteter blauer Sterne, die vor allem Superriesen enthält. Im I-Bereich zeigt sich dagegen eine große Gruppe von roten Überriesen.

Auch diese Galaxie bietet ein eher leichtes Ziel für den Beobachter. Schon mit 8" bis 10" Öffnung kann man die charakteristische lang gestreckte Form der Galaxie erkennen. Jedoch erst mit 16" wird ein strukturierter Kernbereich erkennbar, wobei dem Beobachter kleine Knoten auffallen.

Maffei II

Zusammen mit Maffei I im Jahr 1968 entdeckt, unterscheidet sich Maffei II von Ihrem »Bruder« doch in einigen Punkten. Zum einen handelt es sich bei ihr nicht um eine Riesenspiralgalaxie, sondern um eine Spiralgalaxie in einem Zwischenstadium [4]. Zum anderen ist ihr Licht im Visuellen durch die Extinktion um eine ganze Größenklasse mehr geschwächt als bei Maffei I (6^m;3). Schwierig war es, ihre Struktur eindeutig zu bestimmen. Anfang der 1990er Jahre konnte man mit Hilfe einer Aufnahme, die im Licht der Kalzium-Linie gewonnen wurde, eine klare Balkenstruktur und Spiralarme sichtbar machen, was jedoch noch nicht ausreichte, um die wahren Dimensionen der Galaxie zu erfassen. Die Aufnahme ließ außerdem eine ausgeprägte Asymmetrie vermuten, was durch Analysen, die im Radiobereich und in der 21cm-Linie gewonnen wurden, bestätigt wurde. Wahrscheinlich wird diese Asymmetrie durch einen kleinen Begleiter hervorgerufen, der sich unmittelbar nordwestlich des Balkens von Maffei II befindet. Bald nach

ihrer Entdeckung hat man in der Galaxie warmes und dichtes molekulares Gas im Zentralbereich nachgewiesen [5]. Dieser balkenförmige Bereich molekularen Gases scheint wohl auch einen entsprechenden Sternentstehungsprozess im Zentrum der Galaxie zu unterstützen, was zu einem Ausströmen des Gases führt. Gebiete neutralen Wasserstoffs erstrecken sich bis zu 15' um die Galaxie.

Aufgrund ihrer extrem starken Extinktion ist Maffei II für den Beobachter kein leichtes Ziel. Die wahre Schwierigkeit liegt aber weniger in der Helligkeit als in der Tatsache, dass Maffei II von hellen Vordergrundsternen bedeckt wird. Bei einer Beobachtung suggerieren diese Sterne einen vermeintlichen Kern, von den schwachen Außenpartien ist mit 20" nichts Sicheres zu sehen. Auch Ronald Stoyan und Christian Fuchs kamen hier mit 14" bzw. 20" nur zu negativen Ergebnissen [6].

Dwingelloo II

Diese Galaxie wurde 1995 beim Vermessen von Dwingelloo I entdeckt. Auf Grund ihrer sehr ähnlichen Radialgeschwindigkeit und ihrem Abstand von nur 21' zu ihrem Namensbruder ist es sehr wahrscheinlich, dass es sich bei Dwingelloo II um einen physikalischen Begleiter von Dwingelloo I handelt. Auf den ungefilterten roten Aufnahmen von [7] erkennt man einen Ansatz von Elongation von Südwest nach Nordost. Schwierigkeiten bei der Photometrie und Zuordnung der Galaxie machen vor allem zwei helle Vordergrundsterne, die die Galaxie bedecken. Auf Basis der von Vordergrundsternen bereinigten Aufnahmen nimmt man bei Dwingelloo II an, dass es sich um eine Zwerggalaxie vom Typ Magellansche Wolke handelt (Typ Im).

Wie schon oben erwähnt machen die beiden hellen Vordergrundsterne nicht nur eine genaue Photometrie schwierig, son-

dern stellen auch ein eminentes Hindernis bei der Beobachtung der Galaxie dar. Im 20-Zöller ist selbst bei 850–1060facher Vergrößerung um die beiden Sterne kein Hinweis auf eine nebelige Aufhellung zu erkennen. CCD-Aufnahmen von Dwingelloo II sind aus dem Amateurlager nicht bekannt.

MB 1, MB 2 und MB 3

Diese sehr schwachen und relativ kleinen Galaxien sind allesamt von McCall und Buta in den Jahren 1995 (MB 1 und 2) und 1997 (MB 3) entdeckt worden [9]. Bei **MB 1** handelt es sich um eine kleine Galaxie ca. 18' nordwestlich von Maffei I. Über den Galaxientyp ist man sich noch nicht richtig sicher. War man anfänglich der Meinung, dass es sich um eine Spiralgalaxie vom Typ SAB(s)d handelt, nimmt man nunmehr an, dass sie eine irreguläre Form besitzt (Typ IBm). Für ihre Größe besitzt sie wenig neutralen Wasserstoff, was darauf hindeuten könnte, dass dies durch Störungen bedingt durch ihre Nähe zu Maffei I bewirkt worden ist. **MB 2** befindet sich 25' südlich von Maffei I. Man vermutet, dass es sich bei diesem Objekt am ehesten um eine irreguläre Zwerggalaxie mit geringer Flächenhelligkeit handelt. Das Fehlen neutralen Wasserstoffs sowie ein ungewöhnlich ringförmiges Aussehen könnte auch auf einen bestimmten Typ von galaktischen Nebel statt einer Galaxie schließen lassen. Zwei Jahre später wurde von McCall und Buta ein drittes Objekt entdeckt (**MB 3**), das als zweiter physischer Begleiter von Dwingelloo I gilt (9' südwestlich von dieser). MB 3 scheint eher ein sphäroider Zwerg denn eine elliptische Zwerggalaxie zu sein, denn die Helligkeit steigt nicht, wie für Ellipsen üblich, scharf in Richtung Zentrum an [7].

Alle drei Objekte sind mit Helligkeiten um 20^m leider weit außerhalb amateur-astronomischer Beobachtungsmöglichkeiten, lediglich die CCD-Technik wird hier eventuell eine Chance haben.

UGCA 92

Nach ihrer Erstsichtung 1974 wurde diese Galaxie zehn Jahre später, unabhängig von Ellis, Grayson und Bond bei ihrer Suche nach alten Planetarischen Nebeln bemerkt. Durch gezieltes Auflösen in einzelne Sterne versuchte man die Vermutung zu bestätigen, dass es sich um eine Zwerggalaxie handelt. Mit Hilfe von Farben-Helligkeits-Diagrammen wurde sie in den Entfernungsbereich der Lokalen Gruppe geschoben. Durch ihre Nähe zu NGC 1569

Die Galaxien der IC 342/Maffei-Gruppe (Teil 2)

Name	R.A.	Dekl.	Hell.	Größe	Entfernung	Uran.
NGC 1569	4 ^h 30,5 ^{min}	+64° 50' 53"	11 ^m ;0	3,6'×1,8'	7,1M Lj	19
NGC 1560	4 ^h 32,5 ^{min}	+71° 52' 46"	12 ^m ;1	11,7'×1,9'	6,5M Lj	19
Maffei II	2 ^h 41,6 ^{min}	+59° 36' 15"	16 ^m ;0	5,8'×1,6'		38
Dwingelloo II	2 ^h 54,8 ^{min}	+59° 00' 19"	20 ^m ;5	6,4'		38
MB 1	2 ^h 35,4 ^{min}	+59° 22' 44"	20 ^m ;5	6,0'×1,0'		38
MB 2	2 ^h 36,6 ^{min}	+59° 14' 14"		1,4'		38
MB 3	2 ^h 55,4 ^{min}	+58° 51' 38"	19 ^m ;8	1,6'×0,5'		38
UGCA 92	4 ^h 32,1 ^{min}	+63° 36' 49"	13 ^m ;8	2,0'×1,0'		19
Cassiopeia 1	2 ^h 06,0 ^{min}	+68° 59' 59"	16 ^m ;4	1,9'×1,6'		17
Camelopardalis B	4 ^h 53,1 ^{min}	+67° 05' 57"	16 ^m ;1	2,2'×1,1'		19



vermutete man hier auch bald eine Mitgliedschaft zur IC 342/Maffei-Gruppe, was sich schließlich durch Photometrie der hellsten Sterne in UGCA 92 bestätigen ließ [8]. Ein definierter Kernbereich lässt sich bei der Galaxie nicht ausmachen. H α -Aufnahmen zeigen eine Menge HII-Regionen, die sich an einem Balken südlich des Kernbereichs befinden. Die auffälligste dieser Regionen befindet sich am Ost-Ende des Balkens.

Beobachtungen dieses ebenfalls recht anspruchsvollen Objekts sind nicht unmöglich! So konnte ich bei 500facher Vergrößerung östlich eines ca. 11^m hellen Sterns indirekt eine recht schwache, aber leicht flächige Aufhellung beobachten. Unter den insgesamt drei aufgeführten UGCA-Objekten in dieser Gruppe dürfte sie nach UGCA 86 die zweitschwerste zu beobachtende Galaxie sein.

Cassiopeia 1 und Camelopardalis B

Cassiopeia 1 wurde bereits in den frühen 1980er Jahren entdeckt und damals für eine HII-Region gehalten. Wiederentdeckt wurde sie erst Mitte der 1990er Jahre durch Weinberger, der sie für eine stark gerötete irreguläre Zwerggalaxie hielt. Durch anschließende Messungen an den HII-Regionen und verschiedene Farben-Helligkeits-

Diagramme der hellsten Sterne ordnete man sie schließlich ebenfalls der IC 342/Maffei-Gruppe zu. Die bereinigten Aufnahmen in [7] zeigen einen breiten Balken und eine unregelmäßige Erscheinungsform.

Camelopardalis B wurde erst 1997 auf dem POSS II entdeckt und durch Messungen im 21cm-Bereich dann gleichfalls der IC 342/Maffei-Gruppe zugeordnet. Sie wird ebenfalls für eine irreguläre Zwerggalaxie gehalten. Aufgrund der starken Extinktion ist es schwer, etwas über die Entfernungen dieser beiden Galaxien zu sagen.

Beobachtungen dieser Objekte sind nicht leicht! Während ich für Camelopardalis B nur negative Sichtungen kenne, hatte ich dagegen bei Cassiopeia 1 Erfolg! Unter gutem Alpenhimmel konnte ich bei Vergrößerungen um 630fach indirekt eine schwache Aufhellung von mehreren Vordergrundsternen trennen.

Weitere Objekte

Cassiopeia 3, KKH 6, Perseus 1 und 2, UGC 2773, KKH 35 Camelopardalis D, Maylian 16 gehören ebenfalls zum Galaxien-Inventar der IC 342/Maffei-Gruppe. Über diese noch relativ neuen Mitglieder wird in einem dritten Teil berichtet werden. Da sich viele der Galaxien in einem Hellig-

keitsbereich von 15^m bis 17^m bewegen, dürfte hier von der Amateurseite auch noch einiges zu erwarten sein. Autor und Redaktion nehmen gerne Einsendungen aus dem Leserkreis an!

- [1] Richardsen, F.: NGC 1569, eine Herausforderung für große und kleine Öffnungen, *interstellarum* 22, 54 (2002)
- [2] Zwicky, F.: Catalogue of selected Compact Galaxies and Post-Eruptive Galaxies. Zürich, 1971
- [3] Hunter, D. A. et al.: The star clusters in the Starburst irregular galaxie NGC 1569, *Astron. J.* 120, 2383 (2000)
- [4] Spinrad, Hyron et al.: Maffei 1: A New Massive Member of the Local Group?, *Astrophys. J.* 163, 25 (1971)
- [5] Rickard, L. J., et al.: Carbon monoxide in Maffei 2, *Astrophys. J.* 218, L51 (1977)
- [6] Veit, K.: Galaxien der lokalen Gruppe - Teil I, *interstellarum* 5, 24 (1995)
- [7] Buta, R. J., McCall, M.L.: The IC 342/Maffei Group revealed, *Astron. J. Suppl.* 124, 33 (1999)
- [8] Karachentsev et al.: Revised photometric distances to nearby dwarf galaxies in the IC 342/Maffei complex, *Astron. Astrophys. Suppl.* 124, 559 (1997)
- [9] McCall, M. L., Buta, R. J., Marshall, L.: Discovery of Two Likely Dwarf Companions of Maffei 1, *Astron. J.* 109, 2460 (1995)

Die sphäroiden Zwerggalaxien des M 31-Systems

TEIL 2: ANDROMEDA V BIS VII

von Peter Riepe und Harald Tomsik

Im ersten Teil unseres Berichts über die sphäroiden Zwerggalaxien des Andromeda-Systems haben wir Andromeda I bis IV vorgestellt. Der vorliegende zweite Teil befasst sich mit Andromeda V, VI und VII. Im Anschluss haben wir ein räumliches Modell für das System der sphäroiden Andromeda-Begleiter entworfen.

And V und VI

Einigen Astronomen erschien es kaum glaubhaft, dass unsere Milchstraße neun echte sphäroide Zwerggalaxien (dSph) besitzt, die größere Andromedagalaxie dagegen nur drei. Ferner fiel auf, dass die bis zum damaligen Zeitpunkt bekannten Andromeda I, II und III deutlich leuchtkräftiger sind als die schwächsten dSphs der Milchstraße (z.B. Draco Dwarf mit $-8^m,8$). Sollte es vielleicht doch noch lichtschwächere sphäroide Zwerggalaxien um M 31 herum geben, die sich bis dahin erfolgreich allen Entdeckungsversuchen entzogen hatten? Van den Bergh hatte bei seiner Suche nur in relativer Nähe der Andromedagalaxie gesucht, in einem Umfeld von 700 Quadratgrad. Dies kommt einem Kreis mit 15° Radius um M 31 gleich, was wiederum einem Maximalabstand von nur etwa 700000 Lj entspricht. Bedenkt man, dass Leo I etwa 815000 Lj vom Zentrum unserer Milchstraße entfernt ist, so wären in größeren Distanzen von M 31 ebenfalls noch weitere sphäroide Zwerggalaxien denkbar.

Armandroff, Davies und Jacoby (Anmerkung: der »PN-Jacoby« vom Kitt Peak) führten eine erste Suche nach neuen, schwächeren Zwerggalaxien durch. Ihre Methode bestand darin, die digitalisierten Aufnahmen des verbesserten POSS II (zweiter Palomar Observatory Sky Survey) zunächst von Sternen, bekannten Nebeln und Hintergrundgalaxien zu »reinigen«

und diese Vorlagen dann mit passenden Computer-Routinen so zu filtern, dass lichtschwache Galaxien letztlich als Flächen mit stark überhöhter Belichtung dargestellt wurden. Die Wirksamkeit dieser Filterungen wurde zunächst an Andromeda I bis III ausprobiert und optimiert.

Bei der Suche in einem 1550 Quadratgrad großen Bereich um M 31 (was einem Kreis mit 22° Radius am Himmel entspricht) gingen doch tatsächlich zwei unbekannte lichtschwache Flächenobjekte ins Netz. Um Plattenfehler, entfernte Spiralgalaxien und Galaxienhaufen geringer Flächenhelligkeit auszuschließen, wurden diese beiden Kandidaten zunächst mit einer CCD-Kamera im Fokus des 90cm-Reflektors auf dem Kitt Peak fotografiert und in Einzelsterne aufgelöst. Damit war ihre Natur als Zwerggalaxien unstrittig. Die Objekte erhielten die Namen Andromeda V und VI [1, 2, 3]. Anschließend entstanden mit dem 4m-Teleskop hochaufgelöste Bilder von Andromeda V im visuellen und im nahen infraroten Spektralbereich. Aus dem ermittelten Farbenhelligkeitsdiagramm (FHD) ergab sich anhand der Spitze des Riesenastes (d.h. der allerhellsten Roten Riesen) eine Entfernung von 2,64 Millionen Lichtjahren [1].

Andromeda V zeigte alle typischen Merkmale einer sphäroiden Zwerggalaxie. Die Sternverteilung erschien weich und gleichmäßig, ohne erkennbare Unsymmetrien und ohne nennenswerten Kern. H-alpha-Aufnahmen lieferten selbst bei Subtraktion des roten Kontinuums keinerlei Hinweis

auf ionisierten Wasserstoff. Darüber hinaus fehlten junge, blaue Sterne oder gar Assoziationen. Der Riesenast ergab sich jedoch ausgeprägt, wie bei einer dSph-Galaxie erwartet. Schließlich konnte mit dem IRAS-Satelliten kein warmer Staub in Andromeda V nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu emittieren einige irreguläre Zwerggalaxien der Lokalen Gruppe Fern-Infrarotstrahlung, die eindeutig durch Staub erzeugt wird. Daher ist Andromeda V nun zweifelsfrei ein weiterer dSph-Begleiter von M 31, allerdings mit einer extrem geringen Flächenhelligkeit von $25^m,2/\text{arcsec}^2$ bzw. $24^m,8/\text{arcsec}^2$ [1, 4]. Das Flächenhelligkeitsprofil, über die Flächenphotometrie mit großer Apertur gewonnen, ergab eine Leuchtkraft, die mit der von Draco Dwarf oder Ursa Minor Dwarf vergleichbar ist. Andromeda V gehört mit einer Absolutheitigkeit von $-9^m,1$ zu den lichtschwächsten dSphs überhaupt [4]. Das macht sich natürlich auch in der geringen scheinbaren Helligkeit bemerkbar (s. Tabelle). Insgesamt ähnelt sie ihren Schwestern Andromeda I und III sehr, wenngleich im FHD helle blaue Sterne fehlen. Das schließt Sterne aus, die jünger als 200 Millionen Jahre sind [3] – ein weiterer Hinweis auf die dSph-Natur von Andromeda V.

Pegasus Dwarf und Cassiopeia Dwarf

Etwa zur selben Zeit suchten auch I.D. Karachentsev und V. E. Karachentseva im POSS II nach neuen Zwerggalaxien im Gebiet um M 31. Ihr Augenmerk war auf Objekte sehr geringer Flächenhelligkeit ge-

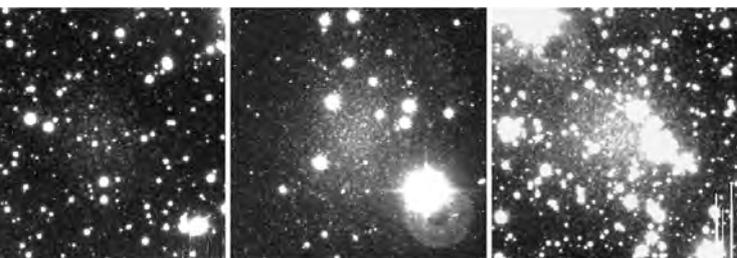


Abb. 1: Andromeda V, VI und VII (von links nach rechts). Die CCD-Aufnahmen entstanden am 1,2m-Reflektor des Whipple Observatory auf dem Mount Hopkins [4]. Die dargestellten Felder betragen jeweils $5,7' \times 5,7'$. Belichtung 4×10 Minuten (Andromeda V und VI) bzw. 3×10 Minuten (Andromeda VII).

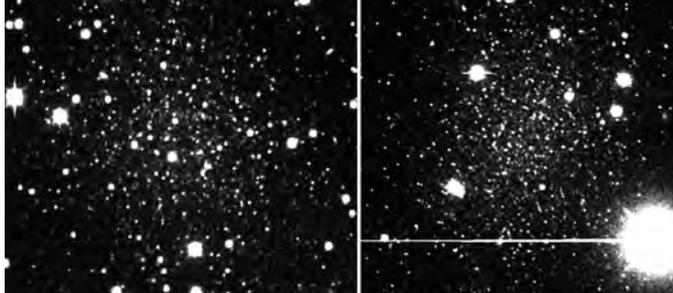


Abb. 2: Die hellsten Einzelsterne von Andromeda V (links) und Andromeda VI erreichen etwa $22^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ bis $2^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ in Rektaszension und von $+19^{\circ}$ bis $+63^{\circ}$ in Deklination. Auf M 31 bezogen bedeutet das eine untersuchte Zone von ca. 2 Millionen Lichtjahren Querschnittsdurchmesser. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, den Bereich nördlich von M 31 genauer abzusuchen, weil dort deutlich weniger Begleitgalaxien bekannt waren als im restlichen Umfeld. Die beiden Karachentsevs wurden tatsächlich fündig, und zwar bei visueller (!) Inspektion der POSS II-Filme. Sie fanden vier neue Kandidaten, zwei mögliche irreguläre Zwerggalaxien sowie Pegasus Dwarf und Cassiopeia Dwarf [7]. Pegasus Dwarf ist identisch mit Andromeda VI, so dass dieser Zwerg nun zwei unabhängige Entdeckerteams aufweisen kann. Cassiopeia Dwarf – auch als Andromeda VII bezeichnet – ist eindeutig heller als Andromeda V. Dennoch entging sie Armandroff und seinen Kollegen, weil damals für dieses Gebiet noch keine digitalisierten Aufnahmen vorlagen, so dass dort die Suche nach Zwerggalaxien unterblieb.

richtet, die im POSS I leicht zu übersehen waren. Das untersuchte Feld reichte von $22^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ bis $2^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ in Rektaszension und von $+19^{\circ}$ bis $+63^{\circ}$ in Deklination. Auf M 31 bezogen bedeutet das eine untersuchte Zone von ca. 2 Millionen Lichtjahren Querschnittsdurchmesser. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, den Bereich nördlich von M 31 genauer abzusuchen, weil dort deutlich weniger Begleitgalaxien bekannt waren als im restlichen Umfeld. Die beiden Karachentsevs wurden tatsächlich fündig, und zwar bei visueller (!) Inspektion der POSS II-Filme. Sie fanden vier neue Kandidaten, zwei mögliche irreguläre Zwerggalaxien sowie Pegasus Dwarf und Cassiopeia Dwarf [7]. Pegasus Dwarf ist identisch mit Andromeda VI, so dass dieser Zwerg nun zwei unabhängige Entdeckerteams aufweisen kann. Cassiopeia Dwarf – auch als Andromeda VII bezeichnet – ist eindeutig heller als Andromeda V. Dennoch entging sie Armandroff und seinen Kollegen, weil damals für dieses Gebiet noch keine digitalisierten Aufnahmen vorlagen, so dass dort die Suche nach Zwerggalaxien unterblieb.

Andromeda VI wurde auch Zielobjekt für das 2,2m-Teleskop auf dem Calar Alto. In mittellang belichteten CCD-Aufnahmen erfolgte die Auflösung in Einzelsterne, die hellsten wurden in den Spektralbereichen B, V und I fotometriert [8]. Das FHD zeigte keine Anzeichen für eine kürzliche Sternentstehung, eine Klassifikation als dSph-Typus mit ziemlich alter Sternpopulation war demnach angebracht. Die absolute Helligkeit ließ sich zu $-10^{\text{m}} 4 \pm 0^{\text{m}} 2$ festlegen. Aus der Spitze des Riesenastes konnte ein Entfernungsmodul $24^{\text{m}} 5 \pm 0^{\text{m}} 2$ abgeleitet werden, was eine Distanz von 2,59 Millionen Lichtjahren bedeutet.

Auch die amerikanischen Mitentdecker von Andromeda VI führten Detailuntersuchungen durch [2]. Zunächst wurden am 4m-Teleskop auf dem Kitt Peak kurzbelichtete aufgelöste Bilder im Visuellen aufgenommen, die die Natur als nahegelegene Zwerggalaxie bestätigten. Die Sternverteilung war gleichmäßig, ohne Klumpenbildung oder Sternentstehungsgebiete. Wie bei Andromeda V ließ sich weder H-alpha-

durchgeführt. Aus der Lage der Riesenast-Spitze folgte für Andromeda VI eine Entfernung von 2,53 Millionen Lichtjahren. Den wahren Abstand von M 31 beziffern die Autoren auf 884000 Lj, das ist ein Stück weiter weg als Leo I von unserer Milchstraße. Die absolute Helligkeit wurde zu $-11^{\text{m}} 3$ bestimmt, rund eine Größenklasse heller als der von [8] gemessene Wert. Alle Beobachtungsdaten bestätigten auch hier eine Zwerggalaxie vom spärlichen Typ.

Mit dem 10m-Keck-Teleskop gelang es, in Andromeda VI und VII Sterne bis $25^{\text{m}} (\text{v})$ und $25^{\text{m}} (\text{i})$ zu photometrieren [9]. In beiden Zwerggalaxien zeigte das FHD jeweils einen roten Riesenast und vorzugsweise alte Sternpopulationen, die klar auf eine dSph-Typologie hinwiesen. Auch hier konnten aus der Spitze des Riesenastes die Entfernungen abgeschätzt werden. Andromeda VI ist 2,71 Millionen Lichtjahre von uns entfernt, Andromeda VII liegt mit 2,48 Millionen Lichtjahren etwas näher. Diese Entfernungen sprechen klar für die Zugehörigkeit der dSphs zum Andromeda-System.

Die Russen widmeten sich derweil ebenfalls den neuen dSphs. Schon im Mai 1999, als die amerikanischen Entdecker von Andromeda VI noch keine Details zusammengesammelt hatten, publizierten sie ihre Ergebnisse [10]. Sie erstellten für Untersuchungen im I- und R-Band jeweils ein FHD und bestimmten anhand des Riesenastes Entfernungsmoduli von $24^{\text{m}} 57$ für Pegasus dSph und $24^{\text{m}} 25$ für Cassiopeia dSph. Nach ihren Messungen ist Andromeda VI also 2,68 Millionen Lichtjahre entfernt, Andromeda VII liegt mit 2,31 Millionen Lichtjahren näher als M 31. Andromeda VII ist im übrigen mit -12^{m} die leuchtkräftigste dSph-Galaxie [4], was sich auch in der scheinbaren Helligkeit (s. Tabelle) widerspiegelt.

Andromeda VI wurde inzwischen mit der Kamera WPC2 des Hubble Space Telescop auf Veränderliche hin untersucht [11]. Dabei kamen B- und V-Filter zum Einsatz (weil natürlich auch ein FHD geplant war). Insgesamt wurden 118 Veränderliche gefunden, davon 111 RR Lyrae-

Emission noch Fern-Infrarotstrahlung nachweisen. Am WIYN-Teleskop (3,5m Öffnung) wurden im B-, V- und I-Band sehr exakte fotometrische Untersuchungen bei einer Auflösung $< 1''$

Sterne, 6 anomale Cepheiden und ein nicht klassifizierbarer Stern. Die anomalen Cepheiden haben Eigenschaften wie in den anderen dSph-Galaxien auch. Für diese Gruppe von Veränderlichen wurde die bekannte Perioden-Leuchtkraft-Beziehung präzisiert. Was die Perioden-Amplituden-Beziehung angeht, so ähneln die RR Lyrae-Sterne von Andromeda VI sehr den RR Lyrae-Sternen galaktischer Kugelsternhaufen. Im Mittel zeigt diese Gruppe von Veränderlichen für And VI eine Periode von 0,588 Tagen, was bestens zum Wert anderer sphäroider Zwerge passt. Die durchschnittliche V-Helligkeit der RR Lyrae-Sterne in Andromeda VI beträgt $25^{\text{m}} 29 \pm 0^{\text{m}} 03$. Über die Absolutheit wurde dann die Entfernung von Andromeda VI zu 2,66 Millionen Lichtjahren bestimmt. Dieser Wert ist etwas größer als der, den die gleiche Forschergruppe aus der Spitze des roten Riesenastes abgeleitet hatte (2,53 Millionen Lichtjahre).

And VIII

Vor geraumer Zeit wurde eine neue Zwerggalaxie im Andromeda-System gefunden, sie wurde konsequenterweise Andromeda VIII genannt [12]. Da sich zur Zeit aber noch nicht abzeichnet, ob es sich hierbei überhaupt um eine sphäroide oder eine irreguläre Zwerggalaxie handelt, werden wir uns im Rahmen dieses Berichtes nicht mit Andromeda VIII befassen.

Das dSph-System von M 31

Welche räumliche Ausdehnung hat das System der sphäroiden Zwerggalaxien um M 31 eigentlich? Aus den Himmelskoordinaten der Andromeda-Dwarfs können wir leicht ihre scheinbaren Abstände zu M 31 ermitteln. Mit den heliozentrischen Abständen, die die Forschung liefert und über die wir oben berichteten, lassen sich dann die wahren Abstände der Zwerggalaxien vom Andromedanebel berechnen. Das haben wir getan, verzichten hier jedoch auf die mathematische Herleitung. Dabei legen wir für M 31 eine Entfernung von 2,63 Millionen Lichtjahren zugrunde (s. Teil 1).

M 31 und Andromeda I stehen am Himmel $3,2^{\circ}$ auseinander. Mit einer heliozentrischen Distanz von 2,64 Millionen Lichtjahren ist Andromeda I nur minimal weiter entfernt als M 31. Andromeda I ist demnach effektiv 147000 Lj von ihrer Muttergalaxie entfernt und die nächstgelegene Zwerggalaxie der Andromedagalaxie. Verglichen mit dem System der galaktischen sphäroiden Zwerggalaxien steht Androme-

da I also näher an M 31 als Ursa Minor Dwarf an der Milchstraße (215000 Lj) und etwas näher als die Große Magellansche Wolke (160000 Lj). Sowohl die Magellanschen Wolken als auch Ursa Minor Dwarf zeigen Gezeiteneffekte, hervorgerufen durch die Wechselwirkung mit der Milchstraße. Ähnliches wurde bei Andromeda I bisher nicht beobachtet.

Andromeda II hat einen scheinbaren Abstand von $10,1^\circ$ von M 31. Da die heliozentrische Distanz 2,23 Millionen Lichtjahre beträgt, ergibt sich ein wahrer Abstand von etwa 585000 Lj. Das lässt sich mit der Entfernung vergleichen, die Fornax Dwarf (450000 Lj) oder Leo II (669000 Lj) von der Milchstraße besitzen. Andromeda II steht mit $4,7^\circ$ der Galaxie M 33 am Himmel scheinbar viel näher als M 31. Könnte sie auch physikalisch zu M 33 gehören? Eine kurze Überlegung zeigt jedoch: M 33 ist noch 490000 Lj weiter weg als M 31, so dass die wahre Distanz zwischen Andromeda II und M 33 mehr als 900000 Lj beträgt. Von daher dürfte ihre Zugehörigkeit zu M 31 gesichert sein, zumal M 31 auch bedeutend mehr Masse hat als M 33. Es mag aber dennoch sein, dass Andromeda II bei ihrem Umlauf um M 31 auch Störungen durch M 33 erfährt.

Bei einer heliozentrischen Distanz von 2,45 Millionen Lichtjahren steht uns Andromeda III näher als M 31. Scheinbar ist Andromeda III $4,9^\circ$ von M 31 entfernt. Das ergibt einen wahren Abstand von etwa 282000 Lj zu M 31. Auf unsere Milchstraße übertragen stimmt das gut mit der Entfernung von Draco Dwarf bzw. Sextans Dwarf überein (267000 Lj bzw. 281000 Lj).

Andromeda V ist von uns aus gesehen mit 2,64 Millionen Lichtjahren Abstand fast genauso weit entfernt wie M 31. Beide stehen am Himmel $8,0^\circ$ auseinander. Folglich hat diese Zwerggalaxie eine Distanz von ca. 368000 Lj zum Andromedanebel. In ähnlichen Entfernungen von der Milchstraße liegen Carina Dwarf (329000 Lj) und Fornax Dwarf (450000 Lj).

Für Andromeda VI haben wir den Durchschnitt der heliozentrischen Entfernungsangaben aller genannten Quellen gebildet. Das sind 2,63 Millionen Lichtjahre,

also wiederum fast die gleiche Entfernung wie die von M 31. Bei $19,7^\circ$ scheinbarem Abstand zu M 31 ist die wahre Distanz zwischen Andromeda VI und M 31 damit 899000 Lj. Das ist etwas mehr als der Abstand von Leo I zur Milchstraße

(815000 Lj). Andromeda VI ist der am weitesten von M 31 entfernte dSph-Begleiter.

Die heliozentrische Entfernung von Andromeda VII beträgt im Mittel 2,39 Millionen Lichtjahre. Mit einem scheinbaren Abstand von $16,1^\circ$ zur Andromedagalaxie bedeutet das eine wahre Distanz von 742000 Lj zur Muttergalaxie. Damit zählt auch Andromeda VII zu den entfernteren Begleitern von M 31, grob vergleichbar mit Leo II, die einen Abstand von 669000 Lj von der Milchstraße hat.

Betrachten wir Abb. 3, so wird ersichtlich, dass das System der sphäroiden Zwerggalaxien der Andromeda-Galaxie vom Aufbau her dem System der galaktischen sphäroiden Zwerggalaxien sehr ähnelt. Man könnte daraus schlussfolgern, dass zu Urzeiten sowohl im Halo der Milchstraße als auch im Halo von M 31 sehr ähnliche physikalische Bedingungen vorlagen, die nicht nur die Entstehung sondern auch die parallele Entwicklung sphäroider Zwerggalaxien ermöglicht haben.

Und was schafft der Amateur?

Inzwischen trägt das »Projekt Zwerggalaxien« [13], das von den VdS-Fachgruppen Astrofotografie und Visuelle Deep-Sky-Beobachtung durchgeführt wird, erste respektable Früchte! Der Leser wird verstehen, dass wir hierüber aber erst nach dem Projektende berichten möchten. Falls noch weitere Bilderergebnisse oder Beobachtungserfolge erzielt wurden, kann er diese gern den VdS-Fachgruppen zur Publikation zuleiten.

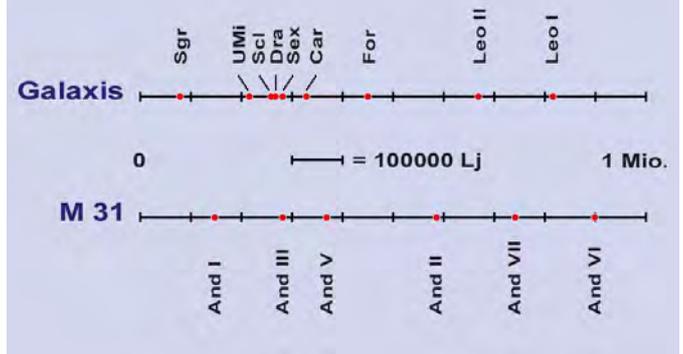


Abb. 3: Sphäroide Zwerggalaxien der Milchstraße und des Andromedanebels, angeordnet nach ihrer jeweiligen galaktozentrischen Entfernung. Die 10-stufige Entfernungsskala umfasst 1 Million Lichtjahre.

- [1] Armandroff, T. E. et al.: A Survey for Low Surface Brightness Galaxies around M 31. I. The Newly Discovered Dwarf Andromeda V; *Astronom. J.* 116, 2287 (1998)
- [2] Armandroff, T. E. et al.: A Survey for Low Surface Brightness Galaxies around M 31. II. The Newly Discovered Dwarf Andromeda VI; *Astronom. J.* 118, 1220 (1999)
- [3] Armandroff, T. E. et al.: A Survey for Low Surface Brightness Dwarf Galaxies Around M 31; in: *The Low Surface Brightness Universe, Proceedings of IAU Colloquium 171*
- [4] Caldwell, N.: Surface Brightness Profiles of Three New Dwarf Spheroidal Companions to M 31; *Astronom. J.* 118, 1230 (1999)
- [5] NASA Extragalactic Database, nedwww.ipac.caltech.edu/
- [6] Armandroff, T. E., Da Costa, G. S.: The Andromeda Dwarf Spheroidal Galaxies; in: *The Stellar Content of Local Group Galaxies, IAU Symposium 192*
- [7] Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E.: New probable companions to M 31 found on the POSS-II; *Astronomy and Astrophysics* 341, 355 (1999)
- [8] Hopp, U. et al.: Fundamental properties of the new dwarf galaxy And VI – alias »Pegasus Dwarf« – another companion of M 31; *Astronomy and Astrophysics* 342, L9 (1999)
- [9] Grebel, E. K., Guhathakurta, P.: Properties of Two New M 31 Dwarf Spheroidal Companions from Keck Imaging; *Astrophys. J.* Vol. 511, Issue 2, L101 (2/1999)
- [10] Tikhonov, N. A., Karachentsev, I. D.: Distances to the two new companions of M 31; *Astronomy Letters* 25, 332 (5/1999)
- [11] Pritzl, B. J. et al.: The dwarf spheroidal companions to M 31: variable stars in Andromeda VI; *Astronom. J.* 124, 1464 (Sept. 2002)
- [12] Morrison, H. L. et al.: Andromeda VIII – a new tidally distorted satellite of M 31; Preprint 2003
- [13] Riepe, P., Steinicke, W.: Zwerggalaxien – Ein Projekt der VdS-Fachgruppen Astrofotografie und Visuelle Deep-Sky-Beobachtung; *VdS-Journal* 11/2001, 40

Die Andromeda-Dwarf-Galaxien Nr. 5–7

Objekt	and. Bez.	R. A. (2000)	Dekl. (2000)	Größe	m_V	M_V	ZFLH
And V	–	01 ^h 10 ^m 17,1 ^s	+47° 37' 41"	ca. 2'	15 ^m 92	–9 ^m 1	(24 ^m 8±0 ^m 2)/arcsec ²
And VI	Peg dSph	23 ^h 51 ^m 46,3 ^s	+24° 34' 57"	4'×2'	13 ^m 3	–11 ^m 3	(24 ^m 31±0 ^m 05)/arcsec ²
And VII	Cas dSph	23 ^h 26 ^m 31,0 ^s	+50° 41' 31"	2,5'×2'	12 ^m 9	–12 ^m 0	(23 ^m 47±0 ^m 3)/arcsec ²

Zur Tabelle: Daten zu Andromeda V bis VII. Während die Koordinaten der Nasa Extragalactic Database entnommen sind [5], stammen die scheinbaren und absoluten visuellen Helligkeiten m_V bzw. M_V ebenso wie die zentralen Flächenhelligkeiten der Untersuchung von [4].

Starhop in Orion

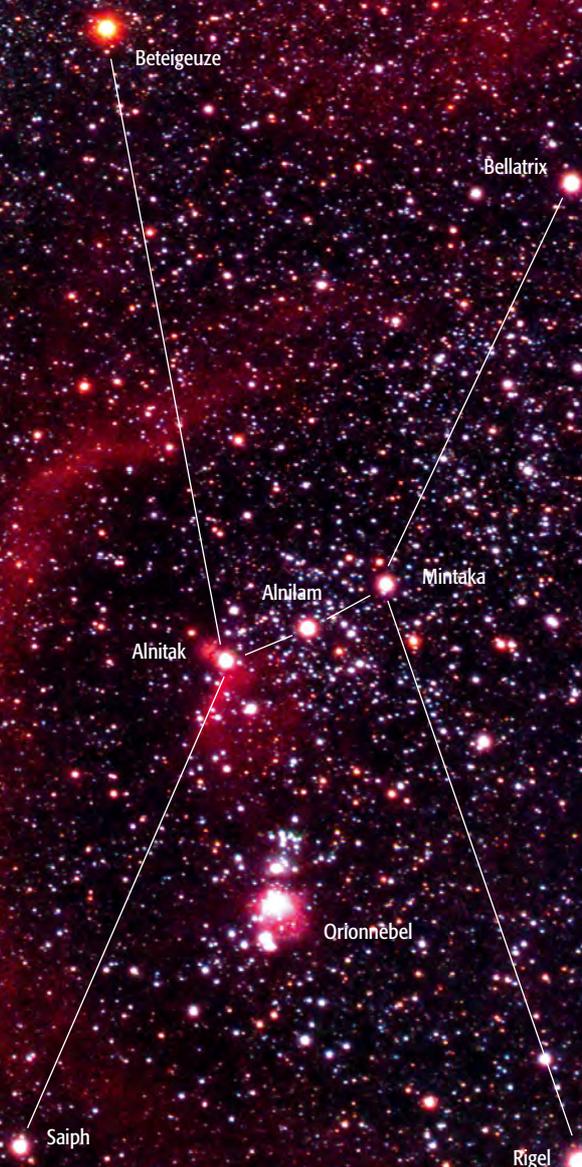
TEIL 2: RUND UM DEN PFERDEKOPFNEBEL

von Thomas Jäger

Im Blickpunkt steht diesmal die Beobachtung des Pferdekopfnebels im Sternbild Orion. Er zählt zu den größten Herausforderungen für den visuellen Beobachter am winterlichen Sternhimmel. In seiner Umgebung stehen noch weitere schöne Nebel, die nacheinander beobachtet einen schönen Starhop abgeben. Das große Glanzlicht M 42 wurde mit weiteren Objekten des Schwertgehänges des himmlischen Kriegers bereits in interstellarum 16 vorgestellt.

Der Orion ist das bekannteste Sternbild am Winterhimmel. Bevor wir mit der Himmelstour beginnen, wollen wir kurz die Namen der wichtigsten Sterne kennen lernen; welche die markante Form des Himmelsjägers bilden. Wir starten beim Stern Beteigeuze, einem roten Riesen, den wir immer an der roten Färbung erkennen können. Auf der Sternkarte gehen wir im Uhrzeigersinn weiter. Es folgen Bellatrix (γ), der Amazonenstern, dann im Südwesten Rigel (β) und zum Schluss Saiph (κ). Von Ost nach West tragen die Gürtelsterne folgende Namen: Alnitak (ζ), Alnilam (ϵ) und Mintaka (δ).

Das erste Objekt unserer heutigen Tour ist der Doppelstern η Ori. Er befindet sich südwestlich der Gürtelsterne und wird direkt über das Sucherfernrohr eingestellt. Der in der Literatur angegebene Abstand von $1,65''$ erscheint auf den ersten Blick recht groß, allerdings muss man bedenken, dass jede der Komponenten so hell ist, dass man sie einzeln betrachtet schon mit dem bloßen Auge sehen könnte. Zu Beginn der Beobachtungsnacht sollten wir uns damit zufrieden geben, dass wir die zwei Sterne als eine »8« sehen. Nur in Momenten mit sehr ruhiger Luft ist es möglich, einen dunklen Zwischenraum zu sehen. Für unseren Eintrag ins Beobachtungsbuch gilt folgendes: Sehen wir eine deutliche »8«, die sich in ihrem Positionswinkel nicht ändert, dann können wir den Doppelstern als getrennt vermerken. Beide Sterne erscheinen trotz einer Magnitude Unterschied in etwa gleich hell. Am Ende der Beobachtungsnacht kann man noch einmal zu η Ori zurückkehren, eventuell ist das Teleskop dann besser ausgekühlt.



◀ Abb. 1: Der winterliche Himmelsjäger Orion inmitten seines Nebelreichs. Aufnahme von Walter Kopolin.

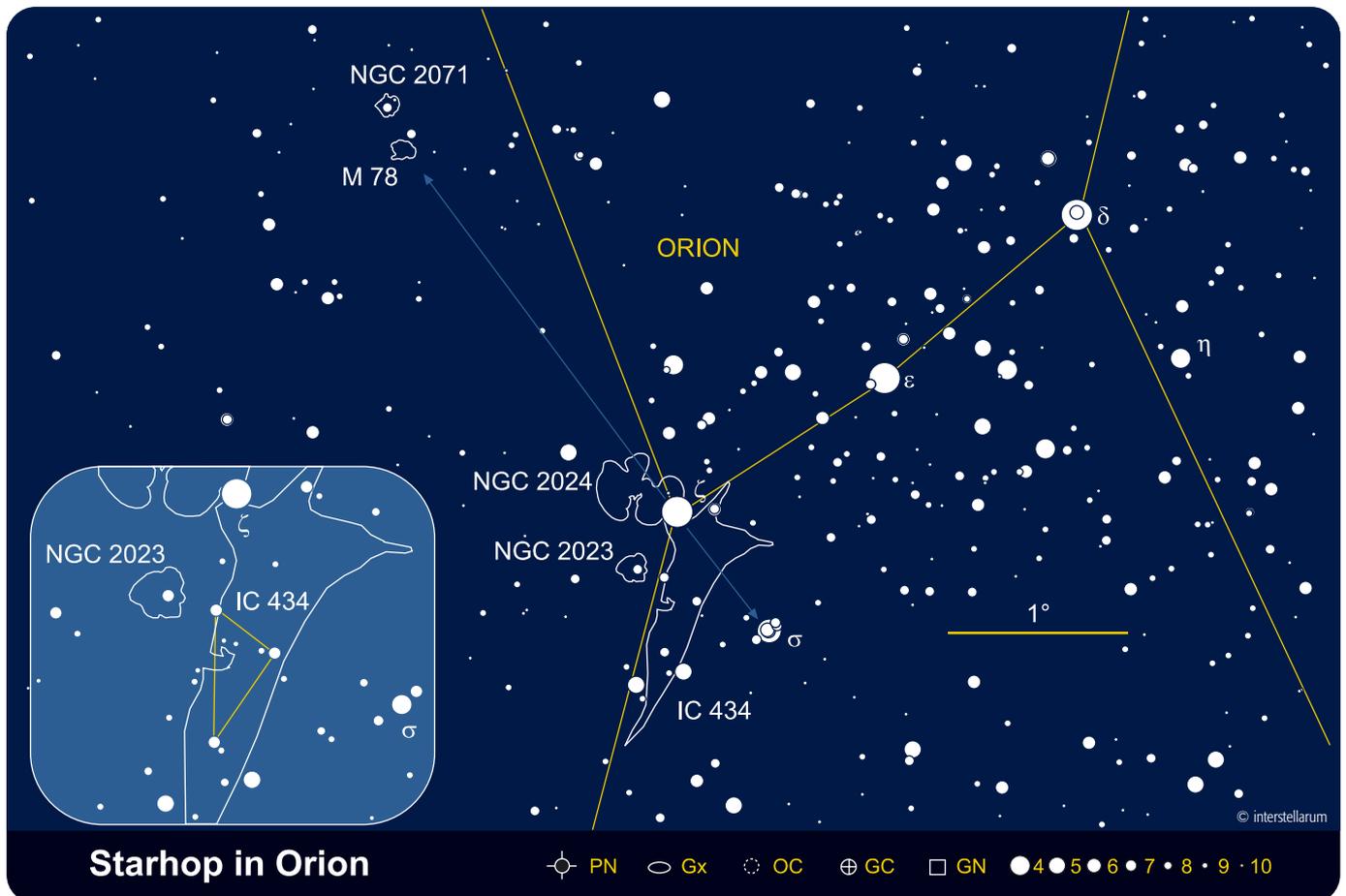
Vom Anblick her bietet η Ori kein großes Erlebnis, dies wird sich aber bei unserem nächsten Objekt σ Ori ändern. σ Ori liegt rund $3,5^\circ$ östlich von η Ori und ist schon mit bloßem Auge sichtbar. Wir können ihn direkt mit Hilfe des Suchers einstellen. Im Okular sehen wir einen wundervollen Vierfachstern. Die Hauptkomponente AB ist mit $0,2''$ nicht zu trennen, sie dominiert das Feld und strahlt sehr hell weiß. Ein echter Begleiter mit 10^m steht westlich und kann leicht übersehen werden. Die beiden 6^m und 7^m Sterne östlich sind in Wirklichkeit nur optische Komponenten [1]. Schwierig ist die Bestimmung der Sternfarben, da die helle Hauptkomponente gewisse Kontrasteffekte auslöst. Man kann fast sagen, dass jeder Beobachter andere Farben sieht! Häufig wird σ als hell weiß und die Begleiter als bläulich beschrieben. In einer meiner Beschreibungen fand ich sogar eine rötliche Färbung.

Das nächste Ziel unserer Himmelstour zählt zu den schönsten und bekanntesten astronomischen Objekten. Es ist der **Pferdekopfnebel**, der im Katalog von Barnards Dunkelnebeln die Bezeichnung B 33 trägt. Der diffuse Nebel IC 434 sorgt für das not-

wendige Licht und beleuchtet diese wie die Schachfigur des Springers aussehende Dunkelwolke von hinten. Wir alle kennen diese Szenerie von vielen Fotos in Büchern und Zeitschriften, allerdings hat dieses fotografische Abbild nichts mit der visuellen Erscheinung des Nebels zu tun. IC 434 ist ein sehr schwacher Nebel, der überwiegend in $H\alpha$ bei 656nm leuchtet. Dies ist eine Wellenlänge, auf die unser Auge in der Nacht kaum reagiert. Wegen dieser Gründe galt der Pferdekopfnebel früher als nicht beobachtbar. Im Zeitalter der Nebelfilter gibt es jedoch eine reelle Chance, den obskuren Nebel zu sehen. Am besten eignet sich dafür der $H\beta$ -Linienfilter, es ist ein Spezialfilter, der es erlaubt, sehr schwache Nebel zu beobachten, die $H\beta$ -Emissionen zeigen. Es gibt nur wenige Deep-Sky-Objekte, für die sich die Anschaffung dieses Filters lohnt. Ein weiteres Beispiel wäre der Californianebel in Perseus. Wer sich keinen $H\beta$ -Filter besorgen kann, der sollte es zumindest mit einem Schmalbandfilter (UHC-Filter) versuchen. Weiterhin ist ein sehr transparenter und dunkler Himmel für die Beobachtung nötig. Als untere Grenze für eine erfolgreiche Sichtbarkeit würde ich 15cm Öffnung mit dem $H\beta$ und 25cm bei der Verwendung eines UHC-Filters ansetzen. Nur im Hochgebirge kann man es ohne Nebelfilter probieren.

Eine große Verbesserung bringt auch die Verwendung eines schwarzen Tuchs, das man sich bei der Beobachtung über den Kopf legt. Man ist dann nicht mehr so durch das Umgebungslicht abgelenkt und außerdem verhindert es, dass Streulicht auf das Okular oder gar rückwärtig auf den Nebelfilter fällt. Nachteilig ist der Einsatz von Gitterrohrdobsons ohne Streulichtblende oder Hüllentoff, ein Volltubus zeigt hier viel mehr Kontrast. Das Okular müssen wir nach der größten Austrittspupille auswählen (niedrigste Vergrößerung), denn wir dürfen kein Licht verschenken.

Der Pferdekopfnebel liegt nur etwa einen Monddurchmesser östlich von σ Ori. Stellen Sie das in der Aufsuchkarte eingezeichnete Dreieck so ins Okular, dass der Pferdekopfnebel im Feld, aber Alnitak (ζ Orionis) auf jeden Fall außerhalb des Feldes ist. Unter unser schwarzes Tuch gekrochen versuchen wir erst den Nebel IC 434 zu erfassen, es gibt eine helle Kante, die sich vom nördlichen Stern des Hilfsdreiecks nach Süden zieht. Diese hellere Nebelstelle muss sichtbar sein, erst dann sollte man mit der Suche nach B 33 beginnen, hierbei helfen dann die Sterne der Aufsuchkarte. Visuell sieht man vom Pferdekopf nur eine schwache runde Silhouette. Man darf nicht vergessen, dass selbst die Astrofotografen für dieses Gebiet eine hal-



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



Abb. 2: Die Region des Pferdekopfnebels mit dem roten Vorhang von IC 434, NGC 2024 (links oben) und dem blauen Reflexionsnebel NGC 2023 (links). Aufnahme von Heinrich Weiß.

Objekte rund um den Pferdekopfnebel

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung
η Ori	DS	5 ^h 24 ^{min}	-2° 24'	A 3 ^m ,8	30'× 22'	A/B 1,65", ADS4002A
				B 4 ^m ,8		
σ Ori	DS	5 ^h 39 ^{min}	-2° 36'	AB 3 ^m ,8	10'	AB/C 11,4"
				C 10 ^m ,3		AB/D 12,9"
				D 7 ^m ,5		AB/E 42,6", ADS4241
				E 6 ^m ,5		
NGC 2024	GN	5 ^h 42 ^{min}	-1° 50'			
B 33	GN	5 ^h 41 ^{min}	-2° 27'		6'×4'	Pferdekopfnebel
NGC 2023	GN	5 ^h 42 ^{min}	-2° 15'			SAO 132464 8 ^m eingebettet
M 78	GN	5 ^h 47 ^{min}	0° 4'	8 ^m ,3	8,4'×7,8'	

be Stunde (mit CCD ca. 2min) für ein vernünftiges Foto belichten müssen. Umso mehr Freude stellt sich bei einer positiven Beobachtung ein. Halten Sie das Ergebnis Ihrer Beobachtung auf jeden Fall in einer kleinen Skizze oder Beschreibung fest, und teilen Sie Ihre Beobachtung mit anderen Hobbyastronomen.

Wer mit dem Pferdekopf kein Glück gehabt hat, der sollte sich nicht entmutigen lassen und den nächsten Nebel NGC 2024 probieren. Er ist bekannt von vielen Fotos, auf denen er zusammen mit dem Pferdekopf abgebildet ist. Wir schwenken unser Teleskop zurück zu Alnitak (ζ Orionis); er ist übrigens ein enger Doppelstern, doch wir werden ihn nicht weiter untersuchen und stellen ihn an den westlichen Rand des Okulars. Das Problem mit NGC 2024 ist die Nähe zu Alnitak, wir müssen in punkto Vergrößerung einen Kompromiss finden, der uns sowohl genügend Feld für den Nebel lässt als auch Alnitak vom Leibe hält. Auch plötzlich auftretende Spiegelungen im Teleskop können uns die Beobachtung schwer machen. Spielen Sie mit den Vergrößerungen und bewegen Sie das Teleskop in alle Richtungen um das Objekt. Irgendwann ist ein Optimum aus allen Größen gefunden. Der Nebel reagiert nur mäßig auf die Verwendung von Nebelfiltern, da er sowohl Reflexions- als auch Emmissionsanteile enthält [3]. Wie auf den Fotos, so kann man auch visuell die dunklen Nebelzungen erkennen, die ihn von Süden her wie ein Flussdelta durchlaufen.

Unser nächstes Objekt ist der Reflexionsnebel M 78, es ist der hellste Nebel dieser Klasse. Er ist rund 2,5° von Alnitak entfernt und wir finden ihn mit Hilfe der Aufsuchkarte. Wer einen großen Sucher besitzt, kann M 78 schon als hellen Fleck erkennen. Im Okular sehen wir einen kleinen hellen Nebel, in den zwei etwa gleich helle Sterne eingebettet sind. Da bei Reflexionsnebeln die Verwendung von Filtern in der Regel nichts hilft, ist das Beobachtungsergebnis stark vom Himmel und vom Teleskop abhängig. In jedem Fall sollten Sie zwei Dinge erkennen: Die beiden Sterne stehen nicht symmetrisch im Nebel, und der Nebel hat keine definierten Grenzen und geht somit fließend in den Hintergrund über. Bei sehr gu-

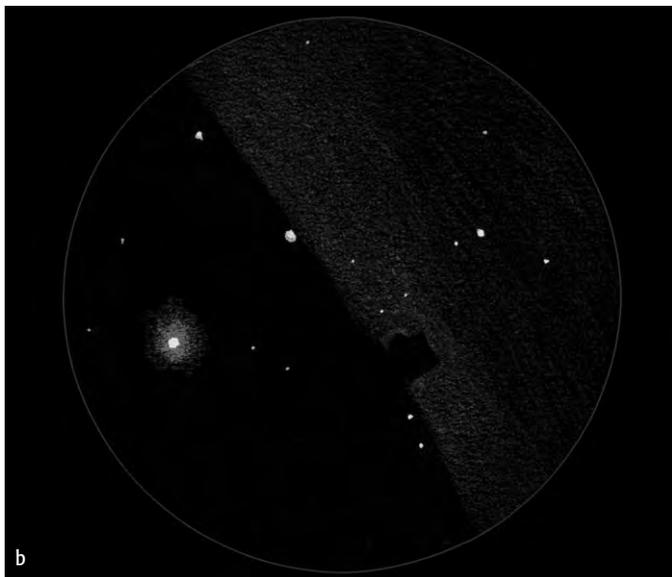


Abb. 4: Der Pferdekopf im Detail. a) CCD-Aufnahme von Thomas Jäger, 10"-Newton, Audine, 18×30s. b) Zeichnung von Ronald Stoyan, 14"-Newton, 80×, H-beta-Filter.



Abb. 5: Die blaue Reflexionsnebellandschaft um M 78. CCD-Bild von Georg Emrich und Klaus Eder mit einem 11"-SCT bei f/11, 4×10min, ST-8.

tem Himmel kann man sehen, dass die nördliche Nebelkante schärfer begrenzt ist.

Wenn wir den heutigen Beobachtungsabend Revue passieren lassen, dann haben wir drei verschiedene Arten von Nebeln beobachtet. Emissionsnebel (IC 434), die durch zugeführte Energie selbst Licht erzeugen, Dunkelnebel (B 33), welche Licht von dahinter liegenden Quellen absorbieren und Reflexionsnebel (M 78), die von

Sternen erzeugtes Licht streuen. Gönnen Sie sich zum Abschluss des Beobachtungsabends noch ein Objekt, in dem man alle der drei Nebelformen findet – den großen Orionnebel M 42.

[1] Kepple, G. R., Sanner, G. W.: The Night Sky Observers Guide, Vol. 1, Autumn & Winter, Willmann-Bell, Inc.

[2] Burnham, R. jun.: Burnham's Celestial Handbook, Vol. II: Chamaeleon Through Orion; Dover Publications Inc., New York (1978)

[3] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum Verlag, Erlangen (2000)

[4] Zimmermann, H., Weigert, A.: Lexikon der Astronomie, 8. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin

Reiseteleskope im Test

TEIL 1: DREI KLEINE APOCHROMATEN IM VERGLEICH

von Ronald Stoyan und Günter Wöhner

Ein Teleskop, das alles kann, voll transportabel ist und auch noch gut aussieht – davon träumen Amateur-astronomen. Planetenbeobachtung bei 200 \times , Richfield-Anblicke mit 5° Gesichtsfeld, Astrofotografie bei f/6, und dennoch mit in das Fluggepäck passend: Das erlauben nur kleine apochromatische Linsenteleskope mit Öffnungen zwischen 60 und 100mm. Als ideales Reiseteleskop und vollwertiges Zweifergärat werden solche Instrumente immer beliebter. Im vorliegenden Test vergleichen wir drei populäre kurzbrennweitige Apochromate mit Öffnungen zwischen 80 und 90mm.

Apochromatische Objektive

Die bunten Farbsäume um helle Objekte – chromatische Aberration genannt – sind immanente Fehler aller Linsenteleskope, weil eine Linse verschiedene Wellenlängen unterschiedlich stark bricht und nicht in einem gemeinsamen Brennpunkt vereinigen kann. Im 18. Jahrhundert wurden deshalb achromatische Objektive aus zwei Linsen erfunden; die unterschiedlichen Brecheigenschaften beider Linsen erlauben es zumindest, zwei Farben in einem Brennpunkt zu bündeln. Für das klassische Fraunhofer-Objektiv sind dies 656,3nm (rot) und 486,1nm (blau). Licht aller anderen Wellenlängen besitzt andere Brennpunkte und bildet somit Farbsäume um das fokussierte Rot-/Blau-Bild. Während diese Säume bei Achromaten meist im gelb/grünen Bereich nicht auffallen, nehmen sie am violetten Ende des Spektrums an Deutlichkeit schnell zu. Dies führt zu unerwünschten violetten Höfen um helle Objekte. Die Anfälligkeit einer Linsenoptik für chromatische Aberration ist um so größer, je kleiner die Öffnungszahl und je größer die Öffnung ist. Deshalb sind Achromaten über 100mm Öffnung mit Öffnungsverhältnissen unter f/10 kaum mehr zu genießen.

Diesen Missstand beheben apochromatische Objektive. Sie bestehen aus minde-

stens zwei Linsen mit Spezialeigenschaften, die es erlauben, drei Wellenlängen im selben Brennpunkt zu fokussieren (zwischen 486,1nm und 656,3nm). Die genauen Abbildungseigenschaften differieren allerdings zwischen den einzelnen Konstruktionen. Ein Maß für die Farbreinheit eines apochromatischen Objektivs ist die Angabe der maximalen Abweichung des Brennpunktes über den visuellen Wellenlängenbereich (meist 405nm bis 706nm) in Pro-



Produktvergleich

zent der Objektivbrennweite. Gute Apochromate liegen hier unter 0,01%, Halbachromate bis 0,025% und Achromate bei bis zu 0,05%.

Für Amateurastronomen erschwinglich wurden die Apo-Refraktoren erst durch die Einführung der Fluorit-Linsen durch Takahashi Ende der 1970er Jahre. Zehn Jahre später kamen die ED-Gläser auf, die bei geringen Streuverlusten («extra low dispersion») ebenfalls hohe Brechungswerte erlaubten. Somit konnten Objektive entwickelt werden, bei denen die Brechung eines herkömmlichen Glases durch die neuartigen Glassorten korrigiert werden kann. Die Züchtung eines Fluoritkristalls und auch die Herstellung der ED-Gläser ist aber kostspielig, so dass apochromatische Re-

fraktoren die teuersten astronomischen Teleskope sind, was das Kosten-Öffnungs-Verhältnis betrifft.

Heutige astronomische Apochromate besitzen entweder weiterentwickelte ED-Gläser (so genannte SD-Gläser) oder Fluoritlinsen. Einfache ED-Gläser sind in preiswerteren Modellen zu finden, dazu zählen etwa das Televue Pronto oder die ED-Apochromate von Vixen.

Testarrangement

Für den Vergleichstest wurden drei vollapochromatische Fernrohre mit Öffnungen zwischen 80 und 90mm und Brennweiten von 500 bis 600mm ausgewählt, die für eine Flugreise geeignet sind. Dabei haben wir uns für Geräte namhafter Hersteller beschränkt, die in Deutschland ohne Einschränkungen sofort lieferbar sind – weitere, international angebotene Marken berücksichtigt dieser Vergleich nicht. Ebenso außen vor ließen wir Teleskope mit ED-Gläsern, die sich in Vortests den Fluorit-Apos als eindeutig unterlegen erwiesen.

Die drei Optiken mit Tubus des Takahashi Sky90 (90/500mm), Televue85 (85/600) und TMB (80/600) wurden – auf Fotostativen und azimutalen Montierungen – von uns in den sommerlichen Testurlaub mitgenommen. Günter fand für den Televue 85 neben dem umfangreichen Ge-

◀ Abb. 1: Drei kleine Apochromate im Vergleich: TMB 80/600, Takahashi Sky90, Televue 85 (von links).

päck der vierköpfigen Familie noch Platz im Minivan und brachte das Gerät in den Alpen zum Einsatz. Ronald nahm den Sky90 von Takahashi mit zur Sommerfrische an die Ostseeküste. Nach dem Urlaub wurden die Geräte ausgetauscht und zusammen mit dem TMB-Refraktor unter urbanen und ländlichen Bedingungen nahe Nürnberg genutzt. Schließlich erfolgte in einer abschließenden Nacht der Vergleich mit einheitlichen Zenitspiegel-Okular-Kombinationen direkt nebeneinander.

Optik

Der Sky90 besitzt ein zweilinsiges Objektiv, dessen Frontlinse aus hart vergütetem Fluorit besteht. Diese Anordnung unterscheidet das Objektiv von der älteren FC-Serie von Takahashi sowie anderen Fluorit-Apos. Das Öffnungsverhältnis beträgt $f/5,6$, mit 500mm ist die Gesamtbrennweite nicht besonders groß. Um bei der Planetenbeobachtung die optisch möglichen Vergrößerungen auch erzielen zu können, wird als Zubehör ein $1,6\times$ -Korrektor (»Extender-Q«) für 257 Euro angeboten. Damit steigt die Vergrößerung mit einem 4mm-Okular von $125\times$ auf $200\times$ an.

Der Televue 85 besitzt ebenfalls ein zweilinsiges Objektiv, hier sitzt jedoch eine SD-Linse als zweites Element in der Fassung. Das erste Element ist ebenfalls ein Sonderglas, durch einen großen Luftspalt von der Fluoritlinse getrennt. Das Öffnungsverhältnis von $f/7$ ist ein Kompromiss, der gleichzeitig hohe Vergrößerungen wie auch Richfield-Beobachtungen erlaubt.



Abb. 2: Eine einziehbare Taukappe ist Standard bei edlen Kleinrefraktoren – beim Takahashi Sky90 ist sie am effektivsten ausgebildet.

Die Optik des TMB 80/600 wurde von Thomas M. Back in den USA entworfen, die Herstellung erfolgt jedoch bei Lomo in Russland. Das Kalzium-Fluorit-Element sitzt hier mit Luftspalt zwischen zwei Kronglas-Linsen in der Mitte des Objektivs. Das Öffnungsverhältnis von $f/7,5$ ist für Beobachter ausgelegt, die Wert auf höchste Vergrößerungen legen. Die Firma APM-Teleskope bietet zum gleichen Preis auch eine 80/480-Variante mit $f/6$ an. Alle TMB-Objektive werden standardmäßig mit Interferogramm ausgeliefert.

Der Sterntest an einem helleren Stern hoch über dem Horizont zeigt die optischen Schwächen eines Teleskops schnell. Der Takahashi-Refraktor zeigte ein sechseckiges Sternscheibchen, was auf Verspannung der Optik in der Fassung zurückzuführen ist. Im Fokus war das Bild deshalb nicht ganz so scharf, wie es von einem erstklassigen Gerät zu erwarten wäre. An Wega erschien mit dem 40mm-Okular ein bläulicher Hof, der nicht auffiel. Mit dem 8mm-Okular war noch etwas violette Restfarbe zu sehen. Außerhalb des Fokus wurde das Bild

schnell bunt: intrafokal erschien am äußeren Rand ein lebhafter blauvioletter Saum, extrafokal war das Sternscheibchen außen grün und innen violett.

Der Televue 85 zeigte ein perfektes Beugungsscheibchen. Intra- und extrafokales Beugungsbild erschienen exakt gleich mit scharf gezogenen Ringen. An Wega zeigte sich im 40mm-Okular ein schwach violetter Hof, der leicht übersehen werden konnte. Mit dem 8mm-Okular war das Bild farbfrei. Die intra- und extrafokalen Farbtönen entsprachen dem Takahashi, wobei sie beim Televue 85 mit deutlich größerem Abstand zum Fokus auftauchten.

Ein Bilderbuch-Beugungsbild lieferte der TMB 80/600; es erschien noch etwas schärfer gezeichnet als beim Televue. Die Farbwahrnehmungen an Wega waren identisch mit diesem. Intrafokal zeigte der TMB praktisch keine Farbe, was auf seine gute Gesamtkorrektur hindeutet; auch extrafokal waren nur ein leichter grünlicher Rand und ein mattes violettes Innenfeld zu sehen. Die dreilinsige Konstruktion bringt tatsächlich die beste Farbkorrektur.



Abb. 3: Der TMB-Refraktor lässt sich ohne Aufwand in zwei Teile teilen – auch für den Transport eine schöne Sache.



Abb. 4: Für Planetenbeobachtung mit dem Sky90 ist die Benutzung des optionalen »Extender Q« empfehlenswert.



Abb. 5: Die Okularauszüge der Refraktoren im Vergleich. Von links: Sky90 (a), Televue 85 (b), TMB 80/600 (c).

Mechanik

Ein teures Teleskop darf nicht nur gute Bilder liefern, sondern soll auch gut aussehen. Als schönstes Teleskop empfanden wir den Sky90. Sein cremeweißer Tubus kontrastierte gefällig mit dem silbergrünen 2"-Okularauszug. Die farblich passende Rohrschelle machte einen soliden und stabilen Eindruck. Durch die einziehbare und mit einer Schraube arretierbare Taukappe kann der Tubus auf nur 37cm Transportmaß gebracht werden – konkurrenzlose Kompaktheit zeichnet den Sky90 aus.

Das Televue-Teleskop wirkte robuster als der eher feinfühlig Japaner. Der Tubus ist grün eloxiert und griffig, das Rohr machte einen sehr stabilen und gedrungenen Eindruck. Die schwarz abgesetzte Taukappe ist

kürzer als beim Takahashi und lässt sich ebenfalls einziehen; eine Arretierung ist nicht notwendig. Die extra zu bestellende Rohrschelle ist ebenfalls schwarz und nicht ganz so breit wie beim Sky90, aber ohne Makel. Die Okularklemmung erfolgt durch einen Messing-Spannring und nicht wie bei den Kontrahenten durch jeweils zwei Klemmschrauben.

Eine Enttäuschung war der Tubus des TMB-Apos. Die bei nach oben gerichtetem Teleskop herunter rutschende Taukappe ohne Möglichkeit der Fixierung war ein ständiges Ärgernis. Die Innenverkleidung des Tubus mit Velours erschien wellig, auf der Rückseite des Objektivs selbst befanden sich Fusseln. Das Objektiv selbst war nur locker auf den Tubus aufgeschraubt. Auch die Rohrschelle gefiel uns

nicht, sie ließ sich nicht so weit zudrehen, dass der Tubus wirklich fest saß. Bei Beobachtungen über ca. 60° Höhe rutschte der Tubus durch. Markus Ludes versicherte uns, dass wir ein »schnell zusammengesetztes« Teleskop erhalten hätten, die tatsächlich ausgelieferten Geräte seien sorgfältiger verarbeitet.

Der »Feather-Touch«-Fokussierer des TMB mit 10facher Fokusuntersetzung fand geteiltes Echo. Während sich der Schärfepunkt deutlich feiner einstellen ließ als bei den Konkurrenz-Modellen, kann durch Zwischenräume, bedingt durch die Bauart nach Crayford, zum Tubus Luft und Staub in diesen eindringen – womit die Vorteile eines geschlossenen Tubus verloren gehen.

Für die Benutzung von Binokularansätzen lässt sich der Tubus des TMB an einer vorgefertigten Teilung verkürzen. Mit dem längeren Tubus hatten wir allerdings Probleme, mit allen Okularen den Brennpunkt zu erreichen.

Beobachtung

Alle drei Geräte erfüllten die in sie gesetzten Erwartungen: Ob Mars bei 150× oder die Schildwolke bei 15×, die Leistung überzeugte. Sowohl als Reise- als auch als kleines Universalinstrument bieten sie Beobachtungsfreude pur – ohne Einschränkungen für eine bestimmte Objektklasse. Dabei stellt man immer wieder erstaunt fest, wie viel eine perfekte kleine Optik zu leisten vermag.

Astrobilder mit dem TMB 80/480

Uneingeschränkt Astrofotografie-tauglich sind alle drei Refraktoren. Beispielhaft illustriert wird dies von Dominique Dierick. Die Aufnahmen entstanden mit einer Starlight SXV-H9-CCD-Kamera an der kurzen Variante des TMB-Refraktors mit nur 480mm Brennweite. Sogar Mars gelingt bei einer Äquivalentbrennweite von 4320mm.

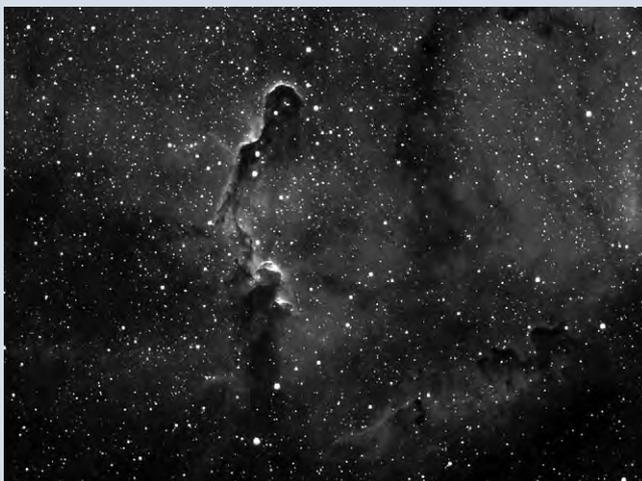
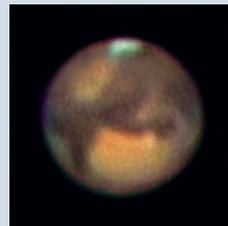




Abb. 6: Mehrfachvergütungen sind heute Standard – auch beim Sky90 (oben), dessen Objektiv eine Fluoritlinse als Frontelement aufweist. Beim TMB-Refraktor (unten) ist die Fluorit-Linse dagegen von zwei Krongläsern mittig eingefasst.

Eine unbestrittene Stärke der kleinen Apos liegt in der Richfield-Beobachtung, und hier hat der Sky90 eindeutig die Nase vorn. 7,2mm Austrittspupille bei einem gigantischen Feld von $5,2^\circ$ mit einem 40mm-2"-Okular liefern unter dunklen Standorten völlig neuartige Anblicke. In den Alpen auf 2800m Höhe gewann die Schildwolke an ungeahnt detailreicher Perspektive. Mit UHC-Filter erschien der Nordamerikanebel so eindrucksvoll wie nie zuvor – mit Deneb im gleichen Gesichtsfeld! Besonders deutlich wurde das riesige Feld am Cirrus-Nebel, dessen zwei Bögen mit sehr viel »Luft« malerisch eingebettet in das reiche Sternfeld standen. Auch der Televue 85 und der TMB zeigten den Cirrus-Nebel ganz, aber doch mit etwa 1° weniger Gesichtsfeld nicht derart beeindruckend.

Die Randschärfe – untersucht mit einem Pentax 40mm-Okular – schien beim Sky90 und dem TMB-Refraktor ebenbürtig zu sein, Sterne wurden nur in den äußersten 10% des Feldes unscharf. Während sie im TMB-Refraktor jedoch wieder nachfokussiert werden konnten, waren sie im Sky90 zu kleinen Schweifen ausgezogen. Der Televue zeigte die randnahen 15% des Feldes unscharf, insgesamt erschien das Bild bei der kleinen Vergrößerung aber am brillantesten, was die Sternabbildungen anbetraf.

Mars konnte mit allen drei Fernrohren detailliert beobachtet werden. Zum Einsatz kam hier vor allem das Nagler Zoom-Okular 3–6mm. Die kleinen Teleskope hatten

den Vorteil, das sie wegen ihrer geringen Anfälligkeit für schlechtes Seeing den niedrig stehenden Mars fast in jeder Nacht befriedigend abbilden konnten – oft zeigten auch größere Geräte nicht mehr oder sogar deutlich weniger. Die Entwicklung der Polkappe, Albedostrukturen und auch Wolkenscheinungen waren zu sehen – so mussten wir auch im Urlaub nicht auf eine detaillierte Verfolgung der Jahrtausendposition verzichten (siehe auch Beitrag auf Seite 30).

Der Sky90 zeigte erwartungsgemäß das schlechteste Marsbild. Ab etwa 150facher Vergrößerung erschien es nicht mehr perfekt scharf und von leichten Farbsäumen gestört. Abhilfe brachte die Benutzung der optional erhältlichen »Extender-Q«-Korrektors, die mittels spezieller Zwischenringe an den Okularauszug geschraubt wird; das Bild wurde deutlich schärfer und erschien ohne die Farbsäume nun nahezu identisch mit den anderen beiden Geräten. Wir empfanden die zusätzliche Benutzung des Extenders aber als nachteilig für Beobachter, die im Wechsel sowohl Planeten als auch Deep-Sky beobachten wollen – denn mit dem Extender ist nur $1\frac{1}{4}$ "-Zubehör verwendbar und die nächtliche Schrauberei am Okularauszug ist nicht jedermanns Sache. Wer 323 Euro ausgeben will, erhält auch eine 2"-Steck-Variante des Extenders, die bequemer zu handhaben ist.

Das Marsbild im Televue 85 bei $200\times$ war scharf und zeigte nur ganz leichte Säu-



Abb. 7: Blick in das Innenleben der Tuben: Nur der Takahashi-Refraktor ist mit Rohrblenden ausgestattet (a). Im Innern des TMB-Refraktors sieht es dagegen etwas unordentlich aus (b).

me. Der Brennpunkt fühlte sich etwas »weich« an, das einmal fokussierte Bild zeigte aber erstaunliche Details in guter Definition. Den besten Mars brachte der TMB 80/600 ins Bild. Der Brennpunkt wurde direkt und ohne viel Nachfokussieren getroffen. Wenn auch der TMB am tatsächlichen Detail nicht mehr zeigte als die jeweils etwas größeren Konkurrenzgeräte, erschien doch das Bild am kontrastreichsten und ohne Farbsäume bis $200\times$.

Zubehör

Alle drei Teleskope sind exzellent korrigierte »Teleobjektive« für die chemische Fotografie. Die Brennweiten von 500mm bzw. 600mm eignen sich hervorragend für viele größere Deep-Sky-Objekte oder Mond- und Sonnenfinsternisse. Gerade für

letztere stellen die drei vorgestellten Geräte im Zusammenspiel mit den Fähigkeiten bei der Deep-Sky- und Planetenbeobachtung eine ideale Reisekombination dar!

Für den Sky90 ist eine Reduzierlinse lieferbar, die das Öffnungsverhältnis auf $f/4,5$ steigert. $6,3^\circ$ Feld werden somit zu 100% ausgeleuchtet; das Feld für Kleinbildfilm misst dann erstaunliche $3,4^\circ \times 5,1^\circ$. Auch für den Televue 85 kann man mit einer $0,8\times$ -Reduzier- und Ebnungslinse (370 Euro) das Öffnungsverhältnis auf $f/5,6$ bringen. TMB bietet sogar einen Bildfeldebner für das 6×7 -Format an – leider nur für den 80/480-Refraktor.

Sucherteleskope sind für diese Fernrohre nicht notwendig – mit über 4° Feld ist die niedrigste Vergrößerung selbst schon ein idealer Sucher. Für den Sky90 werden als Zubehör dennoch wahlweise 5×25 -, 6×30 - oder 7×50 -Sucher angeboten. Televue bietet für seine Refraktoren dagegen einen Peilsucher an (»Quick Point«, 60 Euro), vielleicht das sinnvollere Zubehör. Die Rohrschelle des TMB bietet Bohrungen, die ebenfalls den Anschluss eines Peilsuchers erlauben.

Der Sky90 wird ohne Koffer oder Transporttasche ausgeliefert – ein Manko. Der deutsche Anbieter Intercon Spacetec bietet Taschen von Televue für den Takahashi-Refraktor an (150 Euro). Der Televue 85 kommt mit eigener Transporttasche. Diese fehlt leider ebenfalls völlig für den TMB 80/600.

Alle drei Teleskope sind leicht genug, sie auf mittelschweren Fotostativen zu montieren. Wir hatten ein Manfrotto 075 mit Neiger 503 und ein Manfrotto 028 mit einem Bilora »Fluid Effect«-Videoneiger sowie eine azimutale Giro-Montierung mit Alusta-

tiv in Gebrauch. Damit ist die Nutzung von Vergrößerungen über $150\times$ kein Spaß mehr, da die Feinbewegungen fehlen. Alternativ kämen auch Billigmontierungen aus China – sowohl azimutal als auch parallaktisch – in Frage; diese sind heute mit Stativ für weniger als 100 Euro zu haben.

Für die Astrofotografie ist dagegen eine stabile parallaktische Montierung mit Motor zu empfehlen. Dank der geringen Teleskopgewichte und kurzen Tuben werden schon Grundmodelle wie der GP-Standard von Vixen ausreichend sein.

Fazit

Die untersuchten kleinen Apochromaten von Takahashi, Televue und TMB sind feine Geräte, die ihrem Namen alle Ehre machen. Sie überzeugen durch ihre Vielseitigkeit und uneingeschränkte Transportabilität.

Der Sky90 liefert den beeindruckendsten Richfield-Anblick, kann aber bei der Leistung an Planeten nur mit dem Kauf des zusätzlichen Extenders mit den anderen Geräten mithalten – womit er zum deutlich teuersten der drei Teleskope wird. Verarbeitung und Mechanik sind erstklassig, das von uns getestete Objektiv entsprach nicht ganz den Erwartungen. Wer seinen Schwerpunkt im Deep-Sky-Bereich gesetzt hat und der Ästhetik nadelfeiner Stern-



Abb. 8: »Linschen, Linschen vor der Wand – wer ist der kompakteste im ganzen Land?« Von links: Televue 85, TMB 80/600, Sky90.

punkte erlegen ist, wird mit dem Takahashi dennoch sehr glücklich werden.

Mit dem Televue 85 machte sowohl die Planeten- als auch die Deep-Sky-Beobachtung uneingeschränkt Spaß. Televue liefert das ausgewogenste Gesamtpaket aus mechanischer Verarbeitung und optischer Leistungsfähigkeit. Auch wenn die beiden Konkurrenzgeräte bei Mars (TMB) und Deep-Sky (Takahashi) ein etwas besseres Bild brachten, war doch der Televue-Refraktor das Gerät mit der besten »Allround«-Leistung.

Der TMB 80/600 verzauberte durch seine nicht zu übertreffende Optik, enttäuschte jedoch durch die schlampige Verarbeitung des uns zur Verfügung gestellten Rohrs. Wir empfehlen, unsere Kritikpunkte vor dem Kauf mit dem Händler zu diskutieren bzw. sich ein Rückgaberecht einräumen zu lassen. Wer überwiegend Planeten auf seinem Programm stehen hat und bereit ist, die eventuell vorhandenen mechanischen Mängel selbst zu beheben, erhält mit dem TMB die wohl beste Planetenoptik in dieser Öffnungsklasse.

Drei kleine Apochromate im Vergleich

	Takahashi Sky90	Televue 85	TMB 80/600
Listenpreis (Tubus mit Optik)	2198,- €	1999,- €*	1990,- €
Öffnung	90mm	85mm	80mm
Brennweite	500mm	600mm	600mm
Objektiv	2 Linsen: Fluorit/Flint	2 Linsen: SD/SD	3 Linsen: Kron/Fluorit/Kurzflint
Gewicht	2,7kg	3,6kg	3,0kg
Gesamtlänge mit eingezogener Taukappe	375mm	479mm	326mm+142mm**
Gesamtlänge mit ausgefahrener Taukappe	455mm	540mm	533mm
max. Gesichtsfeld 2"***	$5,3^\circ$	$4,3^\circ$	$4,3^\circ$
fotografisches Feld (Kleinbild)	$4,1^\circ \times 2,7^\circ$	$3,4^\circ \times 2,3^\circ$	$3,4^\circ \times 2,3^\circ$
Blenden im Tubus	3	keine	keine
Fokussierweg	63mm	61mm	64mm

*) ohne Rohrschelle, Rohrschelle 120,- € extra ***) Tubus in zwei Teile zerlegbar ****) mit einem 40mm-Okular bei 65° Eigengesichtsfeld

Die Apochromate wurden zur Verfügung gestellt von Intercon Spacetec GmbH, Augsburg und APM Telescopes, Saarbrücken

Produktspiegel

Neuigkeiten direkt vom Hersteller

Televue: Nagler Zoom Extrem!

Das erfolgreiche Nagler Zoom-Okular mit verstellbarer Brennweite von 3–6mm (vgl. interstellarum-Produktvergleich Zoomokulare, Heft 28) hat einen Bruder bekommen. Das neue Nagler Zoom bietet einen noch extremeren Brennweitenbereich von 2–4mm. Einraststufen »gliedern« den Zoom bei 2,5mm, 3mm und 3,5mm Brennweite. Wie sein Bruder ist auch das neue Nagler Zoom homofokal, bietet 10mm Augenabstand und ein festes scheinbares Gesichtsfeld von 50°.

Damit gibt es ein Okular, mit dem man noch besser den Vergrößerungsbereich moderner kurzbrennweitiger Apo-Refraktoren ausnutzen kann (siehe Produktvergleich in diesem Heft). Bei 600mm Objektivbrennweite können somit noch 300× erreicht werden – für ein erstklassiges Objektiv von 80–100mm Öffnung durchaus im Bereich des Möglichen, optimales Seeing vorausgesetzt.

Televue: Televue 60

Wie andere Hersteller auch hat Televue nun den Markt der sehr kleinen apochromatischen Refraktoren erschlossen. Neu vorgestellt wird eine dem Pronto ähnliche zweilinsige ED-Konstruktion mit 60mm Öffnung und 360mm Brennweite. Der Tubus ist nur 250mm lang – dank einziehbarer Taukappe. Ein zwei-



stufiger Fokussierer mit Drehfokussierung und untersetzter Schneckeneinstellung nimmt 1¼"-Okulare auf.

Das Gerät wird inklusive einer Montierungsschiene mit Schwalbenschwanz und Fotogewinde geliefert. Das maximal erreichbare Feld beträgt mit 4,3° weniger als bei ähnlichen Geräten mit 2"-Auszug. Eine optionale Transporttasche ist erhältlich.

Synta: 80mm-ED-Halb-Apochromat aus China

Ein weiterer kleiner Refraktor erobert diesen Winter Mitteleuropa: Aus chinesischer Fabrikation stammt ein 80/600-Refraktor, der unter verschiedenen Markennamen verkauft wird. Das zweilinsige Design mit einem ED-Glas soll trotz eines enormen Preisunterschiedes zur Konkurrenz apochromatische Eigenschaften besitzen.

Die mechanische Ausführung entspricht den bekannten Synta-Geräten und besteht zum Großteil aus Metall.

Standard sind der 2"-Auszug mit 1¼" Reduzierhülse. Die Baulänge des Gerätes beträgt 610mm, die Taukappe ist nicht einziehbar.

Wir werden unsere Leser über Resultate mit diesem Teleskop auf dem Laufenden halten.

Synta: Astro-Webcam

Für die nicht mehr hergestellte Standardkamera ToUCam von Philips wird unter Webcam-Fotografen seit einiger Zeit nach einem Ersatz gesucht. Vielleicht können die neuen »Acuter Digital Imagers« von Synta diese Lücke schließen. Diese Kameras arbeiten mit einem 1/3" großen CMOS-Chip, die Auflösung beträgt 640×480 Pixel. Die Ausleserate wird mit 30 (CIF) bzw. 15 (VGA) Frames pro Sekunde angegeben, das Signal-Rausch-Verhältnis mit 48dB oder darüber. Die in zwei verschiedenen Versionen erhältlichen Geräte werden komplett mit 1¼"-Anschluss ausgeliefert.



Nachweisgrenzen in der CCD-Technik

EINE UNTERSUCHUNG AM BEISPIEL EUROPÄISCHER GROSSTELESKOPE

von Wolfram Fischer

Die optische Nachweisbarkeit astronomischer Quellen wird durch zahlreiche Faktoren bestimmt. Diese liegen im weitesten Sinne in den optisch-instrumentellen Gegebenheiten, den Beobachtungsbedingungen, den Sensoreigenschaften und in der Natur des Lichtes. Der physikalische Hintergrund dieses Themas ist einigermaßen komplex. Schon wer sich im »Handbuch für Sternfreunde« den Formelwald zu den Abschnitten Bildhelligkeiten und Grenzgrößen ansieht, wird, vor allem als Nichtfachmann, nur schwer im Detail dessen Auswirkungen auf die Beobachtungspraxis nachvollziehen können. Die hier dargelegten Untersuchungen beziehen sich auf Leistungsparameter dreier europäischer Großteleskopsysteme, geben aber zugleich Einblicke in allgemeine Zusammenhänge.

Allgemeines

Geht es darum, die Grenzgrößenentwicklung einer Aufnahme mit fortschreitender Belichtung zu prognostizieren, liegt der laienhafte Gedanke nahe, dass sich die Intensitäten der schwächsten abgebildeten Sterne linear mit dem Belichtungsfaktor entwickeln. In der Fotografie brems bekanntlich das Schwarzschildverhalten der Emulsionen, nicht jedoch in der CCD-Astronomie. Man könnte also erwarten, dass nach 10facher Belichtung auch 10mal schwächere Sterne erreichbar sind.

Ebenso im Instrumentenvergleich. Sollten sich die Nachweisgrenzen nicht unmittelbar aus den unterschiedlichen Abbildungsintensitäten herleiten können, die sich bei Sternen (Punkthelligkeiten) primär aus der Größe der wirksamen Objektivfläche ergeben? Der Grenzgrößenverlauf zweier Aufnahmen mit unterschiedlich großen Objektiven sollte also im Abstand des Objektivflächenverhältnisses parallel verlaufen, (z.B. doppelte Öffnung gleich $1,5$ Grenzgrößenunterschied).

Ebenso wie sich die Abbildungsintensität von Sternen mit wachsender Öffnung mehrt, steigert sich diese mit wachsender Bildschärfe (Fokussierung, Nachführung, Abbildungsgüte, Seeing, adaptive Optik). Auch bei doppelter Bildschärfe vervierfacht sich die Abbildungsintensität und $1,5$ Reichweitengewinn scheinen logisch.

Dass all diese Erwartungen in der Praxis nicht eintreten, liegt im Wesentlichen am Einfluss der Hintergrundhelligkeit des Himmels (siehe Kasten S. 63) und an den statistischen Schwankungen der Photonenzahlen von Objekt und Hintergrund.

Natürlich kommt dies besonders bei lichtschwachen Objekten (und das betrifft per definitionem die Grenzhelligkeit!) zum Tragen, wenn z.B. ein Stern zur Photonenzahl des Himmels nur noch wenig beiträgt.

Dies alles führt dazu, dass Schwärzungs-, bzw. Ladungszuwächse und Abbildungsintensitätsverhältnisse sich nicht generell proportional in den Grenzgrößen niederschlagen. So ist der mit der Belichtung voranschreitende Grenzgrößenzuwachs ein erstaunlich dynamisches Phänomen. Für dieses Zustandekommen und die sich hier aufaddierenden Effekte, z.B. für das Ausleserauschen

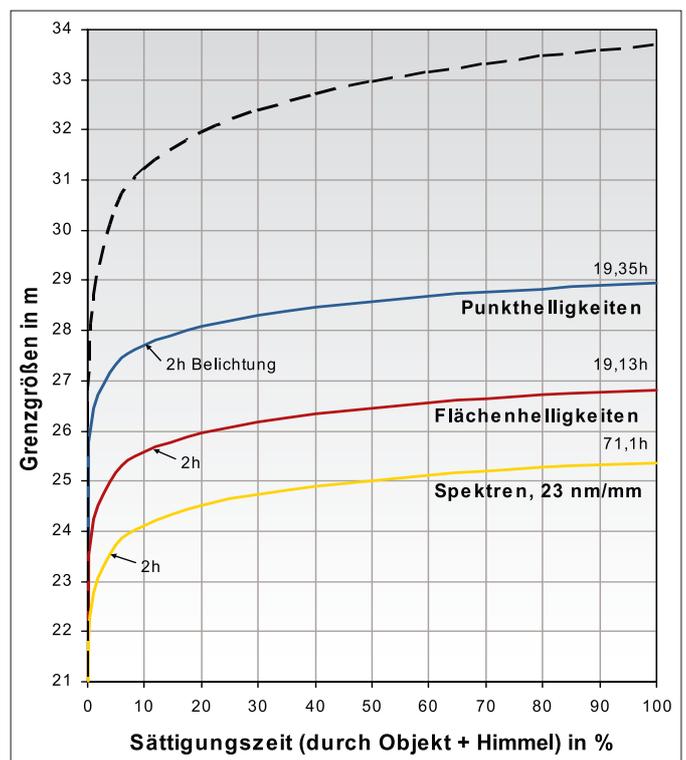


Abb. 1: Grenzgrößen und Sättigungszeiten (in %) für Sterne, Nebel und Spektren am 8,2m-VLT mit dem Instrument FORS 2 (11000K Farbtemperatur, Seeing 0,65", z=0, Bessel B-Filter, B-Band, Binning 1×1, S/N=5, Flächenhelligkeiten in m/arcsec², Spaltspektren niedrigster Dispersion mit 23 nm/mm, Spaltbreite 0,4", Binning 2×2, R-Band, S/N=10, bezogen auf die zentrale Wellenlänge von 715nm). Am rechten Rand die 100%-Sättigungszeiten. Die schwarze gestrichelte Kurve zeigt den Verlauf, der bei linear mit der Belichtung anwachsenden Sternengrenzgrößen entstünde.

oder den Dunkelstrom eines CCDs, hat man kein unmittelbares »Gefühl« und ist auf eine formelmäßige Behandlung angewiesen. Von der Europäischen Südsternwarte (ESO) wird unter www.eso.org/observing/etc/ ein »Exposure Time Calculator«

(ETC) angeboten, mit dem die Abbildungen in diesem Artikel erstellt wurden. Er berechnet für das gewählte Instrument die Belichtungszeiten, bzw. das Signal-zu-Rausch-Verhältnis, das bei einer eingegebenen Grenzhelligkeit und Belichtung erreicht wird. Obwohl die Abbildungen die Verhältnisse an den Großteleskopen widerspiegeln, lassen sich an ihnen die prinzipiellen Vorgänge erläutern.

Ausbelichtung und Signal-Rausch-Verhältnis

Bekanntlich sind in der klassischen Fotografie die Belichtungszeiten durch die Helligkeit des Himmelshintergrundes limitiert. Die größte Reichweite (Tiefe), bzw. das beste Signal-zu-Rausch-Verhältnis wird bei einer noch geringen Schwärzung des Himmelshintergrundes erreicht. Man spricht hier von ausbelichteten Aufnahmen. Wird länger belichtet, verringert das zunehmende »Stör-signal« des Hintergrundes die Objektinformationen, bis zur totalen Auslöschung!

Auch wenn die CCD-Technik mit der klassischen Fotografie auch hier durchaus Gemeinsamkeiten aufweist, existieren signifikante Unterschiede. Die Signal-zu-Rausch-Theorie, der Schlüssel zum Verständnis, ist in der CCD-Technik aufgrund der Linearität und einfacher Messmöglichkeiten leicht anwendbar.

Während der Belichtung setzen die registrierten Photonen in den CCD-Pixeln durchschnittlich ein bis zwei Elektronen frei. Eine elektrische Ladung entsteht. Der Quantennatur des Lichtes zufolge gibt es eine bestimmte Wahrscheinlichkeit, wie viele der aufgefangenen Photonen von der Quelle ($S = \text{Signal}$) stammen, bzw. Rauschen ($N = \text{engl. noise}$) sind. Diese Unsicherheit ist statistisch $N = \sqrt{S}$. Interessiert man sich für die schwächsten überhaupt erreichbaren Objekte, gilt es von den astronomischen Gegebenheiten her primär das dominante Stör-signal des Himmelshintergrundes (N_H) zu berücksichtigen. Aus den detektierten Photonen-zahlen der Quelle S und N_H berechnet sich das Signal-zu-Rausch-Verhältnis (S/N) in erster Näherung aus:

$$\frac{S}{N} = \frac{S}{\sqrt{N_S^2 + N_H^2}}$$

Vereinfacht bedeutet das nichts anderes als:

$$\frac{S}{N} = \frac{\text{Photonenzahl Objekt}}{\sqrt{\text{Photonenzahl Objekt} + \text{Photonenzahl Hintergrund}}} \quad (1)$$

Dabei wurden Ausleserauschen und Dunkelstromrauschen nicht beachtet. Nähere Informationen zu diesem Thema finden sich z.B. unter [2].

Als unterste Nachweisgrenze einer Quelle gilt $S/N=3$. Fachleute benutzen zum sicheren Nachweis eines Sterns $S/N=5$, bei Spektren mindestens 10. Da ein CCD-Pixel im Prinzip nach doppelter Belichtung die doppelte Ladung aufbaut, lässt sich aus Formel 1 in erster Näherung ableiten, dass das S/N -Verhältnis mit dem Quadrat der Belichtung anwächst. Also um den S/N -Wert um den Faktor 2 zu steigern, muss 4mal länger belichtet werden. Daraus folgt, dass in der CCD-Technik sich mit wachsender Belichtung das Signal-zu-Rausch-Verhältnis stetig verbessert. Dieser Eigenschaft und der hohen Quanteneffizienz verdanken CCD-Aufnahmen ihre enorme Reichweitenüberlegenheit. Sie tritt besonders krass zu Tage, wo fotografische Aufnahmen aufgrund eines zu kleinen Öffnungsverhältnisses nicht ausbelichtet werden können. Aber selbst

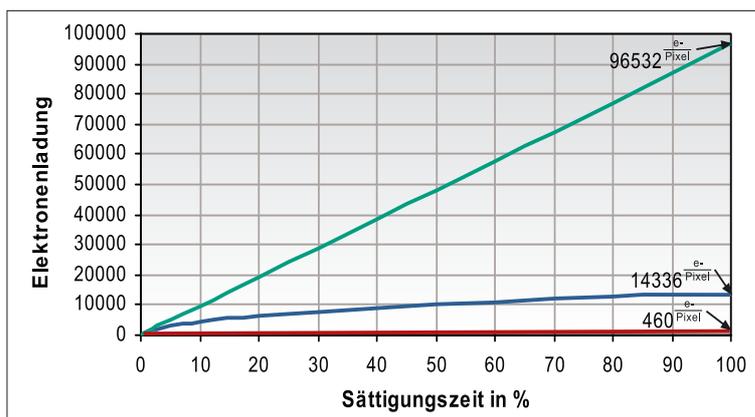
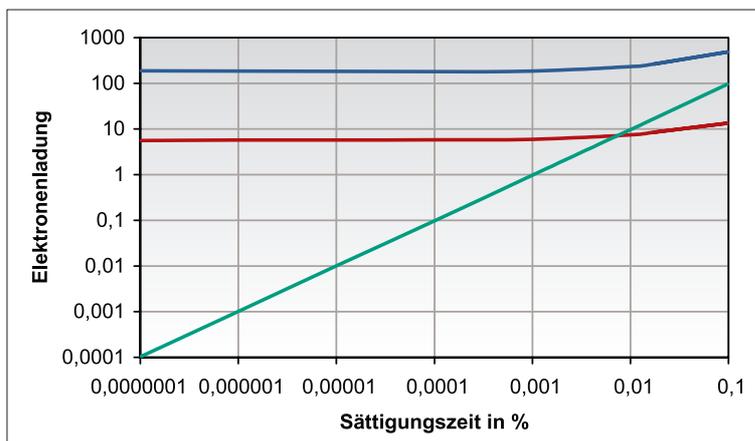


Abb. 2: Ladungszuwachs im Detektor von FORS 2 (8,2m-VLT) erzeugt durch den Himmelshintergrund und gerade nachweisbare Sterne (ETC-Einstellungen wie für Sterne in Abb. 1).

ausbelichtete Fotografien können von einzelnen CCD-Aufnahmen in ihrer Reichweite ohne weiteres um 3 oder 4 Größenklassen übertroffen werden! Es gibt hier im klassisch fotografischen Sinne eben keine Ausbelichtung.

Grenzgrößenverlauf und Sättigungszeit

Obwohl in der CCD-Astronomie nicht von Ausbelichtung gesprochen werden kann, werden dennoch auch hier die Einzelbelichtungen durch den Himmelshintergrund (bei Amateurkameras spielt auch der Dunkelstrom eine bedeutende Rolle) limitiert, da die CCD-Pixel über kurz oder lang die Ladungssättigung (full well capacity) erreichen. Die Bilder sind dann ein weißer Fleck. Bis zu diesem Punkt jedoch steigen die Grenzgrößen prinzipiell an! In der Stadt kann der Himmelshintergrund bei $f/10$, je nach Kamera und Kühltemperatur variierend, größenordnungsmäßig bereits nach 40s und außerhalb nach 10min zur Sättigung führen.

Die viel gepriesene Linearität von CCD-Detektoren bedeutet nicht, dass auch die Grenzgrößen linear mit der Belichtung wachsen. Mit Hilfe

Helligkeit des Himmelshintergrundes bei Neumond unter idealen irdischen Bedingungen für verschiedene Farbbereiche [1]. (Grundlage aller hier gemachten ETC-Rechnungen.)

U	22 ^m 0/arcsec ²
B	22 ^m 7/arcsec ²
V	21 ^m 8/arcsec ²
R	20 ^m 9/arcsec ²
I	19 ^m 9/arcsec ²
Z	18 ^m 8/arcsec ²

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

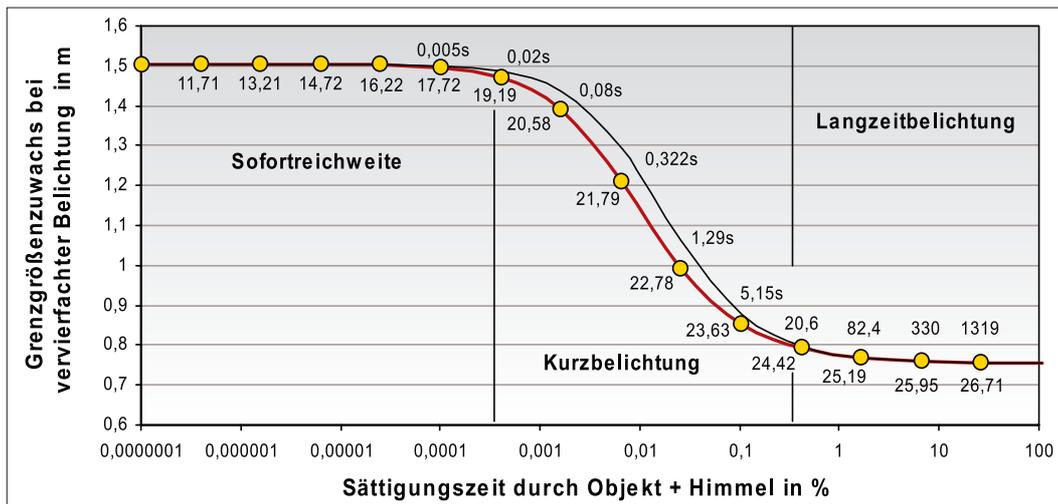


Abb. 3: Grenzgrößenzuwachs bei vervierfachten Belichtungszeiten, rote Kurve und Zahlenangaben gültig für FORS 2 am 8,2m-VLT, schwarze Kurve gültig für SUSI 2 am 3,6m-NTT (ETC-Einstellungen: Punkthelligkeiten mit 11000K Farbtemperatur, Seeing 0,65", z=0, Bessel V-Filter, V-Band, Binning 2x2, S/N=5).

des ETC der ESO lässt sich veranschaulichen, dass, obwohl die Pixelladungen nahezu linear mit der Belichtung zunehmen, der Grenzgrößengewinn immer langsamer wird. Um das erforderliche Signal-zu-Rausch-Verhältnis für immer schwächere Quellen zu erreichen, muss, durch das übermäßig anschwellende Hintergrundsignal, immer länger belichtet werden.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen dieses Verhalten am Beispiel von FORS 2. Farbige Kurven in Abbildung 1 kennzeichnen das Leistungsvermögen des Instruments bei Sternen und Nebeln und von Spaltspektren niedrigster Dispersion. Die schwarze gestrichelte Kurve in Abbildung 1 zeigt den Grenzgrößenverlauf der stattfindende, wenn bei doppelter Belichtungszeit stets doppelt so schwache Sterne (+0^m752575) nachweisbar wären. Ausgangspunkt der Berechnung war 10⁻⁴% Sättigungszeit (blaue Kurve) und S/N=5. Will man von einer absoluten Nachweisgrenze von S/N=3 ausgehen, so sind zu den Helligkeitsangaben +0^m555 dazu zu addieren.

Die auf der X-Achse aufgetragene Sättigungszeit, von 100 % rückgerechnet, ergibt, dass bei 1% dieser Zeit der Chip bereits etwas mehr als 1% gesättigt ist. Mit anderen Worten, mit voranschreitender Belichtung verringert sich bei CCDs der Ladungszuwachs geringfügig! Dies ist ein Beleg dafür, dass die Postulierung der Linearität des Ladungszuwachses die Verhältnisse nur ungefähr beschreibt.

Die Abbildungen 2 veranschaulichen den Elektronenladungs-zuwachs im Detektor von FORS 2 durch gerade nachweisbare Sterne (S/N=5, entsprechend der blauen Kurve in Abbildung 1) plus Himmels-hintergrund. In Abbildung 2a wird der kurze Belichtungs-bereich dargestellt. Während die Hintergrundhelligkeit mit einem annähernd linearen Ladungszuwachs stetig zunimmt, ist der Ladungsverlauf schwächster nachweisbarer Sterne im ultrakurzen Bereich bemerkenswert. Obwohl, wie später gezeigt wird, gerade hier der Grenzgrößengewinn am höchsten ist, nimmt die Ladung, selbst über eine um 5 Zehnerpotenzen verlängerte Belichtung hinweg, kaum merklich zu.

Abbildung 2b macht anschaulich, wie mühsam die schwächsten nachweisbaren Sterne gegen die machtvoll zur Sättigung strebende Hintergrundhelligkeit anrennen müssen. Rechts im Diagramm die Ladungswerte im Augenblick der Detektorsättigung, durch Objekt und Hintergrund.

Mit wachsender Belichtung wird die Dynamik einer Aufnahme, die Fähigkeit Helligkeitsunterschiede dazustellen, zwischen dem anschwellenden Hintergrundsignal und der drohenden Sättigung immer geringer. Das Ergebnis sind immer hellere, kontrastärmere Bilder. Nach 50% Sättigungszeit ist kaum noch ein weiterer Reichweitengewinn erzielbar. Noch längere Belichtungen sind, durch die immer drastischere Reduzierung der Dynamik, kaum sinnvoll. Gute CCD-Einzelaufnahmen werden in der Regel nur wenige Prozent der Sättigungszeit belichtet. Aus der Sicht »schöner« Bildresultate sollten also ein bestimmter Belichtungsrahmen nicht überschritten werden.

zent der Sättigungszeit belichtet. Aus der Sicht »schöner« Bildresultate sollten also ein bestimmter Belichtungsrahmen nicht überschritten werden.

Tabelle 1

Zusammenhang zwischen Bildschärfe (Seeing) und Sterngrößen, gültig für FORS 2 am 8,2m-VLT (ETC-Einstellungen: Punkthelligkeiten mit 11000K Farbtemperatur, Bessel V-Filter, Binning 1x1, S/N=5, Grenzgröße bezogen auf 50% Sättigungszeit durch Objekt+Sky.)

Seeing	Grenzgröße	Gewinn	beleuchtete Pixel	Verhältnis der Pixelzahlen
36,5568"	23 ^m 45306	-	268700	-
18,2784"	24 ^m 20555	0 ^m 75249	67175	268700 : 67175 = 1 : 4,0000
9,1392"	24 ^m 95795	0 ^m 75240	16794	67175 : 16794 = 1 : 3,9999
4,5696"	25 ^m 71010	0 ^m 75215	4199	16794 : 4199 = 1 : 3,9995
2,2848"	26 ^m 46183	0 ^m 75173	1050	4199 : 1050 = 1 : 3,9990
1,1424"	27 ^m 21194	0 ^m 75011	263	1050 : 263 = 1 : 3,9924
0,5712"	27 ^m 95964	0 ^m 74770	66	263 : 66 = 1 : 3,9848
0,2856"	28 ^m 69080	0 ^m 73116	17	66 : 17 = 1 : 3,8823
0,1428"	29 ^m 34700	0 ^m 65620	5	17 : 5 = 1 : 3,4
0,0714"	29 ^m 83840	0 ^m 49140	2	5 : 2 = 1 : 2,5
0,0357"	30 ^m 21480	0 ^m 37640	1	2 : 1 = 1 : 2
0,01785"	30 ^m 21480	0 ^m	1	1 : 1 = 1 : 1

Grenzgrößengewinn und vervierfachte Belichtungen

Aus Formel (1) lässt sich in erster Näherung die Erkenntnis gewinnen, dass für CCD-Kameras das S/N-Verhältnis mit dem Quadrat der Belichtung anwächst. Dies bedeutet nichts anderes, als dass sich nach 4facher Belichtung die Reichweite verdoppeln sollte (+0^m752575). Die Überprüfung dieses Rechenschemas mit Hilfe des ETCs ist Inhalt von Abbildung 3. Verglichen werden hier das 8,2m-VLT mit FORS 2 und das 3,6m-ESO New Technology Telescope (NTT) in La Silla mit SUSI 2 (Superb Seeing Imager-2).

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

Die gelben Messpunkte auf der roten Kurve markieren den Ort einer jeweils um das Vierfache verlängerten Belichtung. Die Y-Achse zeigt an, welcher Grenzgrößengewinn sich von einem Messpunkt zum vorherigen ergibt. Aus den abgerundeten Grenzgrößenangaben unter den Messpunkten kann dies auch leicht nachvollzogen werden. Oberhalb der Kurve steht meist die gerundete Belichtungszeit für das VLT in Sekunden. Die X-Achse ist logarithmisch gestaucht und macht dadurch den Verlauf im ultrakurzen Belichtungsbereich anschaulich. Hinter den Sättigungszeiten in Prozenten verbergen sich beim VLT $4,9124 \times 10^{-6}$ s bis 4912,4s, beim NTT $5,07 \times 10^{-6}$ s bis 50739s (rund 14 Stunden).

Die Angaben im Diagramm beeindrucken natürlich durch die unglaubliche Sofortreichweite, die sich durch die gewaltige Abbildungsintensität der $51,2\text{m}^2$ Öffnungsfläche des VLTs (plus CCD-Empfindlichkeit) aufbaut. Wie sich zeigt ist im ultrakurzen Belichtungsbereich der Grenzgrößenzuwachs tatsächlich linear, 4fache Belichtung = 4mal schwächere Sterne (+1^m505). Bereits ab 0,005 Sekunden wird der Einfluss des Himmelshintergrundes deutlich, der zunehmend den Grenzgrößengewinn bremst. Im Bereich der Kurzbelichtung, hier bis etwa 20 Sekunden, stürzt die Kurve förmlich ab, um sich dann ganz allmählich dem oben aufgestellten Zusammenhang, 4fache Belichtung = Sterne mit halber Intensität erreichbar zu nähern. Von 20,6s bis zur Sättigung würde die Anwendung dieses einfachen Rechenschemas eine maximal 0^m03 zu geringe Grenzgröße ergeben. Im Bereich von Langzeit-CCD-Aufnahmen ist also die Vorstellung, dass eine 4fache Belichtung doppelt so schwache Sterne zeigt, durchaus richtig!

Die Intensität der schwächsten nachweisbaren Sterne (I_{ST}) wächst demnach bei Langzeitaufnahmen mit der Wurzel des Belichtungsfaktors (B_f):

$$I_{ST} = \sqrt{B_f} \quad (2)$$

Umrechnung von I_{ST} in Größenklassen:

Um eine Größenklasse tiefer zu kommen, muss demnach 6,31mal länger belichtet werden!

Die übergelegte schwarze Kurve des NTTs bestätigt den allgemein gültigen Charakter des Verlaufs. Hauptsächlich wegen des viel kleineren Öffnungsverhältnisses ($f/11$) verbirgt sich hinter der schwarzen Kurve die rund 10fache Belichtungszeit.

Zu erkennbaren Abweichungen im Kurvenverlauf kommt es lediglich im Bereich der Kurzbelichtung. Die Einflussnahme des Himmelshintergrundes tritt durch das kleine Öffnungsverhältnis langsamer in Erscheinung, wovon der Reichweitzuwachs bei Sternen profitiert – mehr dazu im nächsten Abschnitt. Aber auch Unterschiede in den Transmissionseigenschaften der Filter und in der spektralen Empfindlichkeit der CCD-Detektoren nehmen hier Einfluss.

Öffnung und Reichweite

Bekanntlich ist die Abbildungsintensität von Punktlichtquellen (Sternen) primär von der wirksamen Teleskopöffnung und ihrer Verteilung im Fokus abhängig. Wie sich diese Abhängigkeit im Grenzgrößenverlauf dreier unterschiedlich großer Teleskope (8,2m VLT $f/3,1$ mit FORS2, 3,6m NTT $f/11$ mit SUSI2 und ESO/MPG 2,2m Telescope $f/5,9$ Instrument WFI, Wide Field Imager) tatsächlich auswirkt, offenbaren die Abbildungen 4a und 4b. Diese zeigen den relativen Verlauf gegenüber einem 8,2m VLT (rot). Die Werte wurden am ETC für alle Teleskope mit gleichen Einstellungen (Seeing, Binning 2×2 , ect.) und ohne Filter gerech-

net. Die 100%ige Sättigungszeit, Endpunkt jeder Kurve, bezieht sich auf Objekt plus Hintergrund.

Die wirksamen Öffnungsflächen der Teleskope betragen $51,2\text{m}^2$, $8,9\text{m}^2$ und $3,8\text{m}^2$. Unter Annahme eines gleichen Seings ($0,65''$) und gleicher Effizienz beträgt der Unterschied in der Abbildungsintensität bei Sternen relativ zum VLT 1: 5,753, bzw. 1: 13,474. In Grenzgrößen übertragen bedeutet dies $-1^m,9$ bzw. $-2^m,82$.

Dieser durch die Öffnung bedingte Grenzgrößenabstand findet sich, vom Himmelshintergrund noch unbeeinflusst, nur im Moment des Belichtungsbeginns (Sofortreichweite). Bemerkenswert ist nun, wie im Bereich der Kurzbelichtung dieser Grenzgrößenabstand, vor allem des 3,6m-NTT, sich erheblich verringert. Danach schließt sich ein fast paralleler Langzeitbelichtungsbereich an. Wenn FORS 2 am 8,2m-VLT nach 467,5s die Ladungssättigung erreicht, liegen die Grenzgrößen der anderen Teleskope nur noch 0^m55 bzw. 1^m31 dahinter, als hätten sich ihre Öffnungsflächen auf $30,8\text{m}^2$, bzw. $15,3\text{m}^2$ vergrößert. Das Kuriose daran ist, dass hierfür letztlich die Leistungskraft des 8,2m-Teleskops erheblich selbst beiträgt. Während die Abbildungsintensität von Punkthelligkeiten mit dem Quadrat der wirksamen Öffnung wächst, entwickelt sich die Abbildungsintensität von Flächenhelligkeiten, so auch des Himmelshintergrundes, mit dem Quadrat des Öffnungsverhältnisses. Wir haben es hier mit zwei unterschiedlichen und getrennt wirkenden Abbildungsgesetzen zu tun.

Im Bereich der Kurzbelichtung wird beim VLT durch die viel höhere Intensität des Himmelshintergrundes, erzeugt durch das große Öffnungsverhältnis von $f/3,1$, das Signal-zu-Rausch-Verhältnis wesentlich stärker gebremst. Im Ergebnis stürzen die Kurven der anderen Teleskope auf das VLT zu.

Im Langzeitbereich ist dagegen der Zugewinn an Signal-zu-Rausch-Verhältnis für alle Teleskope und Öffnungsverhältnisse offensichtlich annähernd gleich. Den gravierendsten Unterschied im Langzeitbereich zeigt Abbildung 4b. Die lichtschwächeren Teleskope müssen bzw. können erheblich länger belichten. Im Ergebnis bleibt das 2,2m-Teleskop bei 100% Sättigungszeit hinter dem 8,2m-VLT rechnerisch lediglich 0^m26 zurück. Das 3,6m-NTT übertrifft, nach 13,9facher Integrationszeit, das VLT sogar um 0^m88, also um mehr als das Doppelte. Demnach ist bei gleicher

Tabelle 2

Flächenhelligkeit (B) des Himmelshintergrundes vom Durchmesser eines Sternscheibchens in Abhängigkeit von der Brennweite der Optik.

Brennweite	Durchmesser	B-Helligkeit
50mm	123,76"	12 ^m 50
100mm	61,88"	14 ^m 00
225mm	27,50"	15 ^m 77
300mm	20,63"	16 ^m 39
500mm	12,38"	17 ^m 50
700mm	8,84"	18 ^m 23
1000mm	6,19"	19 ^m 00
2000mm	3,09"	20 ^m 51
4000mm	1,55"	22 ^m 01
6000mm	1,03"	22 ^m 90
seeing-begrenzt	1,00"	22 ^m 96
	0,65"	23 ^m 90
	0,50"	24 ^m 47
	0,30"	25 ^m 58
adaptive Optik	0,10"	27 ^m 96
	0,01"	32 ^m 96

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

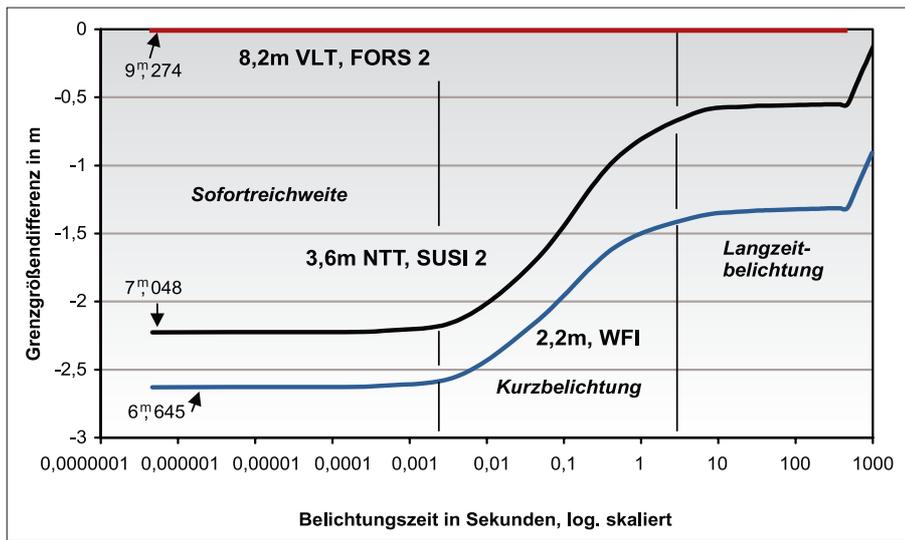


Abb. 4a: Grenzgrößenentwicklung des 3,6m-NTT und des ESO/MPG 2,2m-Teleskops relativ zum 8,2m-VLT (gleiche ETC-Einstellungen für alle Teleskope).

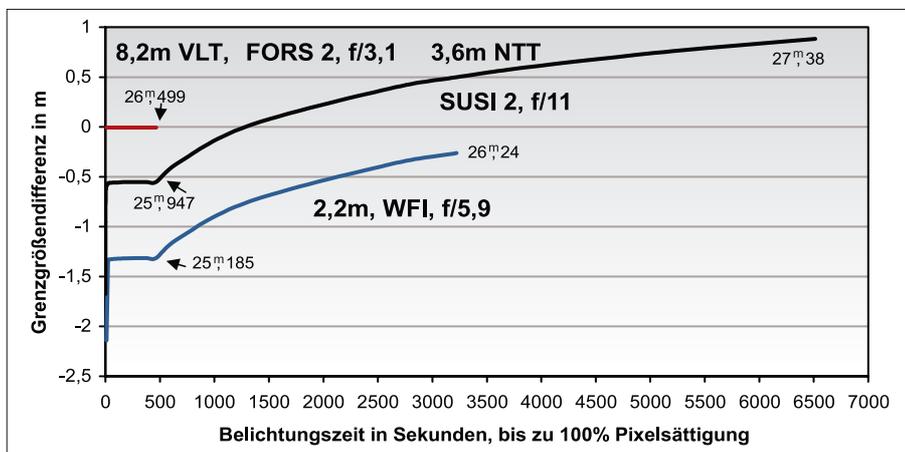


Abb. 4b: Grenzgrößenentwicklung des 3,6m-NTT und des ESO/MPG 2,2m-Teleskops relativ zum 8,2m-VLT (rot) (gleiche ETC-Einstellungen für alle Teleskope).

Auflösung (Seeing-begrenzt) und von sättigungsnahen CCDs beurteilt, ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Öffnung und Grenzgröße nicht mehr erkennbar!

Dennoch sollte man nicht aus dem Auge verlieren, dass der Einsatz größerer Teleskopöffnungen zur Erzielung tiefer Direktaufnahmen effektiver ist. Auch wenn die Detektorsättigung eher drohen sollte, lassen sich durch Addition mehrerer Aufnahmen (siehe unten) extreme Grenzgrößen deutlich schneller erzielen. Allerdings verspricht der Einsatz riesiger Optiken erst unter Weltraumbedingungen, oder zumindest mit adaptiven optischen Systemen, einen grundlegenden Informationsgewinn. Die Auflösungsüberlegenheit und im Weltraum ein, je nach Spektralbereich, 6 bis 15mal dunklerer Himmelshintergrund kämen zum Tragen.

Bildschärfe und Grenzgröße

Natürlich wird Sternlicht, das auf den halben Durchmesser gebündelt wird (etwa durch Fokussierung, Seeing oder adaptive Optik) 4mal heller, weil es nur $\frac{1}{4}$ der vorherigen Fläche bescheinigen muss. Dieser Umstand korreliert aber nicht mit den erzielbaren Sterngrößen. Der Grund liegt in der Beschaffenheit der CCD-Detektoren, in der Helligkeit des Himmelshintergrundes, aber vor allem im Ausleserauschen des CCDs und in den statisti-

schen Schwankungen der Photonenzahlen von Stern und Hintergrund.

Die CCD-Pixel sind meist quadratisch, und deren beleuchtete Anzahl skaliert nicht exakt mit dem Seeing, das idealerweise kreisförmige Sterne produziert. Tabelle 1 zeigt, wie der entstehende Grenzgrößengewinn mit dem Verhältnis der beleuchteten Pixelzahlen einhergeht. Vierteln sich diese sehr genau, steigt die Sterngrößenweite um $0^m,75$. Bei relativ vielen beleuchteten Pixeln ist die Abweichung von dieser Regel noch klein. Im Bereich der Auflösungsgrenze des CCDs verändern sich die Pixelzahlen kaum noch. Der Reichweitenzuwachs wird immer geringer. Trifft das Sternlicht nur noch ein einzelnes Pixel, führt eine weitere Abbildungsschärfung, trotz Intensitätssteigerung, zu keinem weiteren Grenzgrößenzuwachs.

Binning und Reichweite

»Binning« bedeutet »zusammenfassen«, im englischen wörtlich »eintüten« (engl. von bin: Behälter). Bei einem Binning 1×1 ist ein Pixel ein Bildpunkt. Bei 2×2 wird hingegen ein Quadrat von vier benachbarten Pixeln, bei 3×3 ein Quadrat von 9 benachbarten Pixeln gemeinsam als ein Bildpunkt ausgelesen. Dabei verschlechtert sich möglicherweise die Auflösung der Aufnahmen, zumindest aber ihre Vergrößerungsfähigkeit. Positiv an diesem »Zusammenfassen« ist, dass sich das empfangene Signal aufaddiert, also verstärkt, ohne dass sich dabei etwas am Ausleserauschen ändert. Die Empfindlichkeit des CCDs steigert sich also drastisch. Dies gilt vor allem bei flächenhaften Objekten (leider auch beim Himmelshintergrund), wo alle gemeinsam ausgelesenen Pixel gleichmäßig beleuchtet werden.

Wie sich dies auf die erzielbaren Sterngrößen auswirkt zeigt Diagramm 5. Es wird deutlich, dass im Bereich der Sofortreichweite und Kurzbelichtung der zu größeren Pixeln zusammengefasste CCD-Chip, dank der höheren Empfindlichkeit wesentlich schwächere Sterne erreicht. Diese Überlegenheit schwindet jedoch nach kurzer Zeit, da der Einfluss des Himmelshintergrundes ungleich ist. Im praktikablen Langzeitbereich liefern alle drei Binnungseinstellungen annähernd adäquate Grenzgrößen. Bemerkenswert ist, dass die relativ geringe Empfindlichkeit von Binning 1×1 , durch die sehr späte Sättigung des Chips das prinzipielle Erreichen geringster Grenzhelligkeiten ermöglicht.

Wie sich dies auf die erzielbaren Sterngrößen auswirkt zeigt Diagramm 5. Es wird deutlich, dass im Bereich der Sofortreichweite und Kurzbelichtung der zu größeren Pixeln zusammengefasste CCD-Chip, dank der höheren Empfindlichkeit wesentlich schwächere Sterne erreicht. Diese Überlegenheit schwindet jedoch nach kurzer Zeit, da der Einfluss des Himmelshintergrundes ungleich ist. Im praktikablen Langzeitbereich liefern alle drei Binnungseinstellungen annähernd adäquate Grenzgrößen. Bemerkenswert ist, dass die relativ geringe Empfindlichkeit von Binning 1×1 , durch die sehr späte Sättigung des Chips das prinzipielle Erreichen geringster Grenzhelligkeiten ermöglicht.

Addierte Einzelaufnahmen und Reichweite

Das Aufaddieren mehrerer CCD-Aufnahmen, also das Stückel einer Belichtung, ist eine beliebte Lichtsammelmethode. Sie verhindert das Überlaufen heller Objekte (blooming), jedoch summiert sich das Ausleserauschen. Eine drastische Reduzierung der Dynamik, durch Hintergrund und Dunkelstrom, kann durch Subtraktion ihrer Ladungswerte vermieden werden. Treffer kosmi-

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

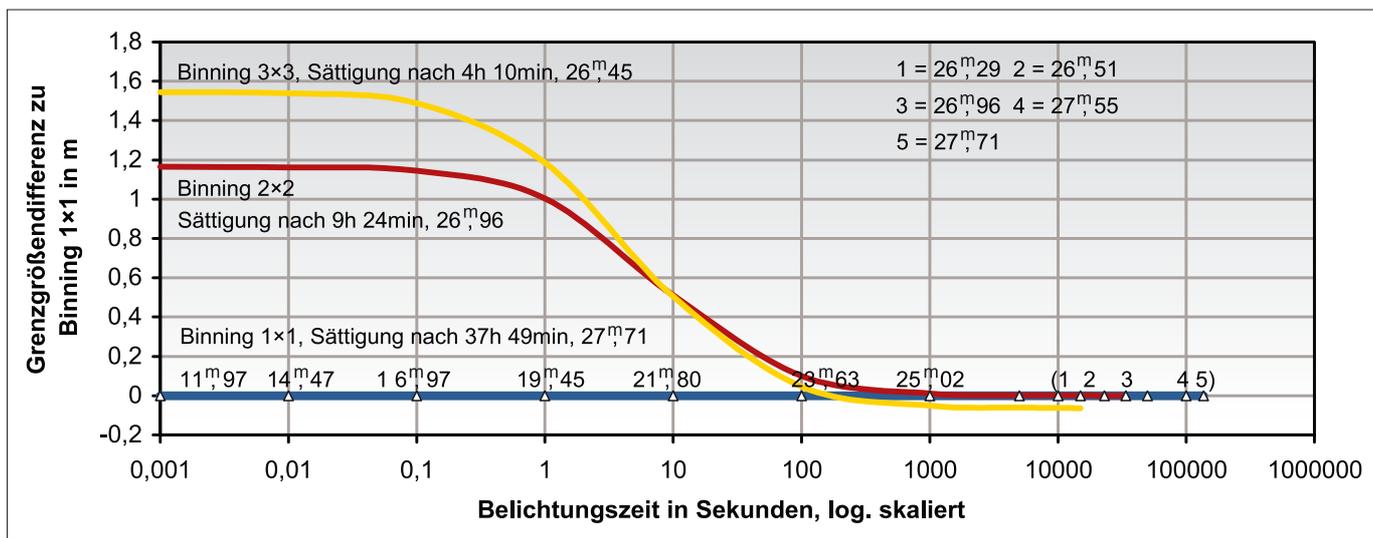


Abb. 5: Grenzgrößenentwicklung dreier Binnungeinstellungen relativ zu Binning 1x1 (blaue Linie mit Grenzgrößenangaben), gültig für das Instrument WFI am ESO/MPG 2,2m-Teleskope (ETC-Einstellungen: Punkthelligkeiten mit 11000K Farbtemperatur, Seeing 0,65", Filter #843V, S/N=5).

scher Höhenstrahlung (sog. »cosmics«) lassen sich eliminieren. Aufnahmen, unter günstigstem Seeing entstanden, können ausgesucht und zu einem optimalen Bild kombiniert werden. Diese Methode wird gerne benutzt, um Nachführproblemen aus dem Weg zu gehen, z.B. bei fehlendem Leitstern oder schlechter Montierung. Mehrere CCD-Kameras der Firma SBIG ermöglichen dies über den Modus »Traccum-Accumulate«, wobei die Einzelbelichtungen, über eine spezielle Software rückzentriert, mit Dunkelbildabzug zu einem Bild kombiniert, automatisch ausgegeben werden.

Zunächst mag es verwundern, dass viele Aufnahmen vereint etwas zeigen sollen, was eine Einzelne nicht vermag. Tatsächlich gibt es aber eine Wahrscheinlichkeit für die Registrierung von Photonen beliebig schwacher Quellen. Es muss nur eine genü-

gende Anzahl von ihnen gezählt werden, damit diese sich gegen das Rauschen durchsetzen. Von daher ist es gleichgültig, ob eine Belichtung gestückelt wird oder nicht.

Die Aufnahmen von Wolfgang Düskau (Abbildung 6 und 7) demonstrieren eindrucksvoll den Reichweitengewinn aufgediepter Einzelaufnahmen, der unter mäßigen Bedingungen aus einer Kleinstadt heraus mit nur 5 Zoll Öffnung und CCD-Technik erzielbar ist.

Diese Integrationsmethode ermöglicht es in Bereiche vorzustoßen, die mit einer Einzelbelichtung durch die drohende Sättigung unerreichbar sind. Dies gelingt, weil vor dem Aufsummieren der Einzelbilder die Detektorladung, verursacht durch den Hintergrund, abgezogen werden kann. Andererseits muss jedoch betont werden, dass eine lang belichtete Einzelaufnahme gegenüber einer gleichlang gestückelten Belich-

tung aufgrund des geringeren Ausleserausens ein deutlich besseres Signal-zu-Rausch-Verhältnis (sprich Reichweite) aufweist!

Schwächste Sterne und Hintergrundhelligkeit

In der Fotografie mit klassischen hochempfindlichen Emulsionen war es unmöglich Sterne abzubilden, die deutlich schwächer waren als die Hintergrundhelligkeit. Sterne und Hintergrund addierten sich dabei zu einer Schwärzung, die die winzigen Sternscheibchen vom chaotischen Kornrauschen gerade noch abheben ließen. Die Tabelle 2 zeigt, welche Gesamthelligkeiten sternscheibchengroße Areale Hintergrund bei verschiedenen Brennweiten besitzen. Die Winkelgrößen dieser Sternscheibchenareale sind auf eine Abbildung

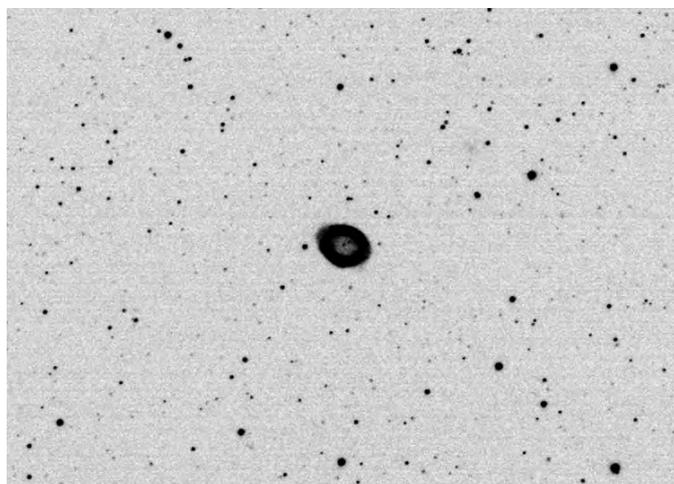


Abb. 6: Ringnebel M 57 in der Leier, Aufnahme von Wolfgang Düskau mit 5"-Refraktor, 1016 mm Brennweite (f/8), ohne Filter, SBIG ST-7 CCD-Kamera, 30 Sekunden unter mäßigen Beobachtungsbedingungen.

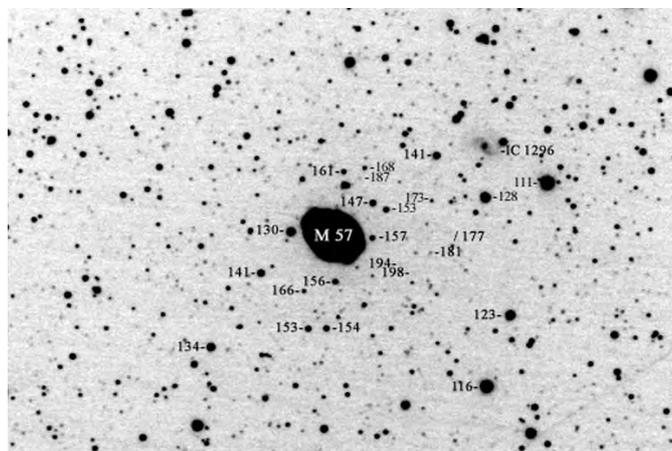


Abb. 7: Ringnebel M 57, Aufnahmedaten wie Abb. 6, Belichtung 90x30 Sekunden über die Betriebsart »Traccum Accumulate« aufgediept. Zum Vergleich wurden die visuellen Helligkeiten einiger umliegender Sterne (ohne Komma) eingefügt. Die Angaben wurden [5] entnommen.

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

von 0,03mm-Durchmesser bezogen und die Hintergrundhelligkeiten wurden für $22^m,7(b)/\text{arcsec}^2$ berechnet, was einem perfekten Himmel z.B. in einer Wüste entspricht. Im Bereich »seeing-begrenzt« und »adaptive Optik« steht der Winkeldurchmesser der Sternscheibchenareale unabhängig von einer Brennweite

Die Tabelle 2 suggeriert den Schluss, dass die Sterngrößen aus der Sicht ausbelichteter Fotografien über die Abbildungsmaßstäbe an die Brennweiten bzw. an die Winkelgrößen schwächster Sternscheibchen gebunden sind [6]. Ausbelichtete seeing-begrenzte Fotografien sollten danach trotz unterschiedlicher Instrumentengrößen, eine einheitliche Grenzgröße nicht überschreiten können, da dies ein tieferes Eindringen in den Hintergrund bedeutete.

Wie verhält sich das aber in der CCD-Astronomie? Aus den Abbildungen 4b und 5 lässt sich ablesen, dass bei gleicher Winkelgröße schwächster Sternscheibchen im Sättigungsbereich der Detektoren die Grenzgrößen dann am höchsten liegen, wenn möglichst lang belichtet werden muss, wenn das Öffnungsverhältnis klein und die Detektorempfindlichkeit gering ist. Nach meinen Untersuchungen tragen zur Ursache die etwas unterschiedlichen La-

dungssättigungswerte der CCD-Detektoren (Abbildung 4b) nur wenig bei. Noch bedeutender sind die Unterschiede in den beleuchteten Pixelzahlen schwächster Sterne.

Primär kommen hierin zum einen die unterschiedlichen Abbildungsgesetze von Punkt- und Flächenhelligkeiten zum Ausdruck, zum anderen aber die Signal-zu-Rausch-Verhältnisse und die statistischen Schwankungen der Photonenzahlen von Objekt und Hintergrund.

Bereits aus Formel (1) lässt sich in erster Näherung ableiten, dass sich bei den gängigen Ladungssättigungswerten (detector saturation level) heutiger CCD-Detektoren etwa ein Hundertstel des Himmelshintergrundes erreichen lässt. Tritt bei 100000 registrierten Photonen die Ladungssättigung (Objekt+Sky) ein, dann gilt etwa in diesem Bereich für

$$\frac{S}{N} = \frac{949}{\sqrt{949+99051}} = 3$$

ein Verhältnis von Stern zu Hintergrund von $949:99051=1:104,37$, was $5^m,05$ schwächer als ein entsprechend großes Stück Himmelshintergrund ist.

Die Fähigkeit tief in den Himmelshintergrund einzudringen ist kein Privileg großer Teleskope. Neben dem Öffnungs-

verhältnis, verwendeten Filtern und den oben geschilderten S/N- und Quanteneinflüssen ist sie primär eine Eigenschaft des Detektors und wächst mit den Ladungssättigungswerten. Je höher diese sind, umso tiefer gehen die Aufnahmen.

Ich möchte für wesentliche Hinweise vor allem Dr. Gero Rupprecht (ESO), dem VdS-Fachgruppenleiter CCD-Technik Dr. Dennis Möller und für Mitarbeit und Hilfe Wolfgang Düskau danken.

- [1] ESO Optical Instrument Simulator, www.eso.org/observing/etc/doc/ut1/fors/helppfors.html
- [2] Newberry, v. M.: The Signal to Noise Connection, CCD-Astronomy, Sommer (1994)
- [3] Kiesewetter, S.: 4 Kenndaten von FORS, www.usm.uni-muenchen.de:8002/DO-CU/bmft/node4.html
- [4] Schaefer, B. E.: Going to the Limit, Sky & Telescope Vol. 97 Nr. 5, 126 (1999)
- [5] Skiff, B. A.: Taking Your Telescope to the Limit, Sky & Telescope Vol. 102 Nr. 9, 102 (2001)
- [6] Fischer, W.: Die maximal erzielbaren Sterngrößen aus der Sicht des Instrumentenvergleichs, interstellarum 5, 60 (1995)

Bücher im Fokus:

Den Mond beobachten

von Thomas Rattei

Die Reihe »Astro-Praxis« des Spektrum-Verlages wird durch das Buch von Gerald North um einen Leitfaden zur Mondbeobachtung ergänzt. Die englischsprachige Originalausgabe aus dem Jahr 2000 (Besprechung vgl. interstellarum 22) wurde dafür im Wesentlichen unverändert übersetzt.

Inhaltlich spannt North einen weiten Bogen. Der Leser wird zunächst mit dem Mond als Beobachtungsobjekt vertraut gemacht, was neben Mondoberfläche, Koordinaten und Libration auch Finsternisse und Sternbedeckungen einschließt. Nach einem kurzen Abriss zur Geschichte der Mondforschung widmet sich North der Technik der Mondbeobachtung. Ausführlich führt er auch wenig erfahrene Leser in die Teleskoptechnik ein und gibt Anschaffungshinweise. Sowohl das Zeichnen als auch die Fotografie mit Film und CCD-Kamera stellt der Autor ausführlich vor, gewürzt mit zahlreichen persönlichen Erfahrungen, Tipps und Beispielen. Zwei kurzen Kapiteln zum Aufbau des Mondes, Mondraumbfahrt und zur Mondforschung am Schreibtisch folgt die detaillierte Vor-

stellung von 48 ausgewählten Mondlandschaften auf ca. 160 Seiten mit zahlreichen Fotos und Zeichnungen. Die Diskussion von TLP (Vorübergehenden Erscheinungen auf dem Mond) schließt das Buch ab.

Norths Buch ist ein umfassender Leitfaden zur Mondbeobachtung durch Amateure. Durch seinen sehr persönlichen Stil vermittelt er dabei nicht nur Wissen und Fakten, sondern auch seine eigene Begeisterung an der Beobachtung unseres Trabanten. Auch erfahrene Beobachter erhalten zu den ausgewählten Mondlandschaften viele nützliche Anregungen.

Die Realisierung des Buches wird den Ambitionen des Autors jedoch nicht gerecht. Besonders ärgerlich ist die Auswahl und Beschriftung der Abbildungen in den ersten Kapiteln. So sind Aufnahmen von Erdlicht und partieller Sonnenfinsternis mit 58mm Brennweite unsinnig, die Reihenfolge der Mondfinsternisaufnahmen



Gerald North: Den Mond beobachten, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin 2003, ca. 360 Seiten, 250 s/w Abb., gebunden, ISBN 3-8274-1328-1, 39,95 €

wurde vertauscht, die Libration soll mit zwei identischen Fotos illustriert werden. Bei nicht maßstabsgetreuen Grafiken wird nicht durchgängig auf diese Tatsache hingewiesen. In mehreren Bildunterschriften wurden links und rechts vertauscht. Einige Textpassagen sind unexakt oder falsch, z.B. werden auf S. 47 Achromat mit Apochromat verwechselt und 7" in 128mm statt korrekt 178 mm umgerechnet. Anzumerken ist zudem, dass Norths Ausführungen über Mondfotografie, vor allem per CCD- und Videokamera, nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und die Druckqualität der Fotos für den stattlichen Preis zu mager ausfällt.

Somit wünsche ich mir eine korrigierte und aktualisierte Nachauflage des vorliegenden Buches in verbesserter Druckqualität, ergänzt um eine faltbare Mondkarte.

Software im Fokus:

Orbitron

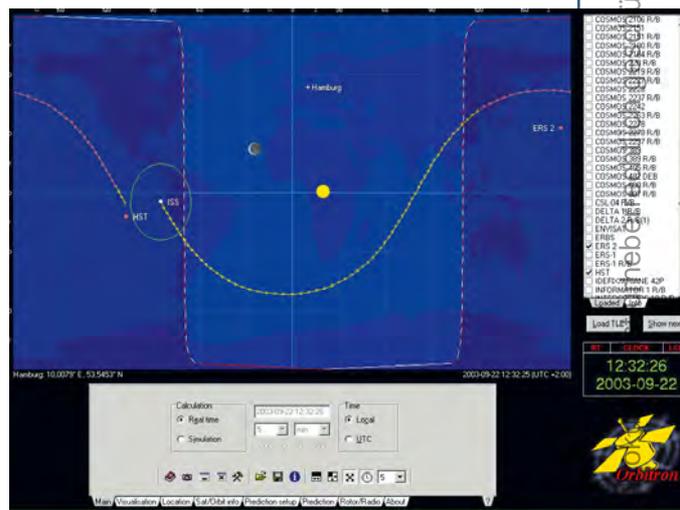
von André Wulff

Die Astrofotografen können ein Lied davon singen: Die kleinen leuchtenden Plagegeister, die einem die schönsten Astrofotos verschönern. Gemeint sind die Satelliten, die man ja auch schon auf den Aufnahmen des Deep Sky Surveys häufig antrifft. Durchschnittlich wandern pro Stunde 60 hellere Satelliten über den Nachthimmel. Wer ein störungsfreies Astrofoto erhalten möchte, sollte sich vorher informieren.

Ein für diese Zwecke gut geeignetes Programm ist Orbitron von Sebastian Stoff. Diese Software berechnet Ihnen die Sichtbarkeiten von künstlichen Erdsatelliten. Als Basis benötigt das Programm die Bahnelemente der Erdsatelliten. Das

Programm kann per Internet diese Daten selbstständig importieren. Ein regelmäßiges Update dieser Bahnelemente ist empfehlenswert, da diese Daten doch recht vielen Änderungen unterliegen. Nach 30 Tagen ohne Update werden Sie vom Programm auch darauf hingewiesen.

Dieses Programm ist natürlich auch für die Fans der ISS oder den Iridium Flares ein äußerst nützliches Werkzeug. Auch als reines Informationsprogramm über die aktuelle Bewegung der Satelliten kann diese Software gut eingesetzt wer-



den. Die Bedienung des Programms ist dank der guten Hilfen leicht zu erlernen.

Dankenswerterweise ist dieses Programm kostenlos im Internet erhältlich.

Download: www.stoff.pl

Astrofotos von *Heinrich Weiß*

Mondlandung, Apollo-Mission ... das faszinierte mich so sehr, dass ich Anfang 1970 begann mich mit der Astronomie zu beschäftigen. 1972 kaufte ich mein erstes Fernrohr – einen Quelle-Refraktor 60/700. Zur selben Zeit übersiedelte ich auf das Land, wo in 650 Metern Seehöhe ideale Bedingungen für meine Beobachtungen herrschten. Nach intensivem Studium technischer Unterlagen und mit Unterstützung einiger Freunde entstand 1973 mein erstes selbst gebautes Spiegelteleskop (150mm Durchmesser, F=1200mm), dem ein Jahr später eine verbesserte Version folgte (200mm Durchmesser, F=2000mm).

Damit wurde bis 1977 beobachtet, bis mir das Betrachten der Objekte alleine zu langweilig wurde und ich eine größere Pause einlegte.

In dieser Zeit entwickelte sich immer mehr das Interesse an der Astrofotografie, sodass ich 1987 ein handelsübliches Bresser Teleskop erwarb (114mm Durchmesser,



F=900mm) und mit der Piggyback-Fotografie mit Normal- und Teleobjektiven anfang. Der Kauf eines Celestron C8 im Jahr 1991 war mein Einstieg in die Fokalfotografie, dem dann sehr bald ein Celestron C14 folgte, mit dem ich heute noch arbeite.



M 33. Aufnahme mit einem 14"-SCT bei f/5,5, 90min auf Kodak E200 belichtet.



h und χ . Aufnahme mit einem 8"-Newton bei f/4, 45min auf Kodak E200 belichtet.

47 Tuc. Aufnahme mit einem 8"-SCT bei f/10, 25min auf Kodak E200 belichtet. Aufnahmeort Farm Hakos, Namibia.



NGC 7000. Aufnahme mit einem 8"-Newton bei f/4, 45min auf Kodak E200 belichtet.

M 45. Aufnahme mit einem 8"-Newton bei f/4, 45min auf Kodak E200 belichtet.



Ods Objekte der Saison



NGC 1746 Sternmuster



IC 405 Galaktischer Nebel

Mitbeobachten: Die Objekte der Saison für die nächsten sechs Hefte

Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Uran.
<i>interstellarum 32</i> Februar–März 2004 (Redaktionsschluss: 15.11.2003)							
NGC 2261	GN	Mon	06 ^h 39,2 ^{min}	+08° 44'	10 ^m 0	1,5'×1'	182
NGC 2264	OC	Mon	06 ^h 41,1 ^{min}	+09° 53'	3 ^m 9	20'	182
<i>interstellarum 33</i> April–Mai 2004 (Redaktionsschluss: 15.1.2004)							
M 99	Gx	Com	12 ^h 18,8 ^{min}	+14° 25'	9 ^m 8	4,6'×4,3'	193
M 100	Gx	Com	12 ^h 22,9 ^{min}	+15° 49'	9 ^m 3	6,2'×5,3'	193
<i>interstellarum 34</i> Juni–Juli 2004 (Redaktionsschluss: 15.3.2004)							
NGC 6543	PN	Dra	17 ^h 58,5 ^{min}	+66° 38'	8 ^m 1	18"	30
NGC 6503	Gx	Dra	17 ^h 49,4 ^{min}	+70° 09'	10 ^m 2	4'×1'	30
<i>interstellarum 35</i> August–September 2004 (Redaktionsschluss: 15.5.2004)							
M 20	GN	Sgr	18 ^h 02,6 ^{min}	−23° 02'	8 ^m 5	15'×10'	339
M 21	OC	Sgr	18 ^h 04,6 ^{min}	−22° 30'	5 ^m 9	7'	339
<i>interstellarum 36</i> Oktober–November 2004 (Redaktionsschluss: 15.7.2004)							
M 32	Gx	And	00 ^h 42,7 ^{min}	+41° 52'	8 ^m 1	4'×30'	60
M 110	Gx	And	00 ^h 40,4 ^{min}	+41° 41'	8 ^m 1	10'×5'	60
<i>interstellarum 37</i> Dezember–Januar 2004-5 (Redaktionsschluss: 15.9.2004)							
NGC 1499	GN	Per	04 ^h 00,7 ^{min}	+36° 37'	–	60'×40'	95
NGC 1528	OC	Per	04 ^h 15,2 ^{min}	+51° 13'	6 ^m 4	18'	39

Jetzt beobachten!

NGC 1746: CCD-Aufnahme, Heino Niebel, Teleobjektiv mit 200mm Brennweite, 2×5min, ST-7. NGC 40: CCD-Aufnahme, Peter Wienerroither, 80mm-Refraktor, 400mm Brennweite, 2×10min und 15min, Starlight Xpress MX916, H-alpha-Filter, eingefärbt.

Das Ziel dieses Leser-Beobachtungsprojektes ist es, visuelle, fotochemische und digitale Beobachter zusammenzuführen.

Wir geben für jede Ausgabe zwei Deep-Sky-Objekte vor, die am Abendhimmel beobachtet werden können (hinterlegt in der Tabelle). Beobachtungsergebnisse wie Beschreibungen, Zeichnungen, Fotos und CCD-Bilder können an die Redaktion eingesandt werden. Wir veröffentlichen die Resultate in der Ausgabe für dieselbe Jahreszeit ein Jahr später. Sie können auch vor Redaktionsschluss am Morgenhimmel beobachten – bitte beachten Sie die Termine für den Einsendeschluss.

Wir veröffentlichen alle eingehenden Beschreibungen und eine Auswahl der bildlichen Darstellungen.

NGC 1746

Typ	Sternmuster
Sternbild	Taurus
R.A.	5^h 4,0^{min}
Dekl.	+23° 46'
Helligkeit	6,71
Größe	42'
Entfernung	-

Mitten im Gebiet der Taurus-Dunkelwolke, zwischen Aldebaran und β Tauri »El Nath«, ist in den allermeisten Sternatlanten und -katalogen ein Sternhaufen mit der Bezeichnung NGC 1746 zu finden. Ein Blick auf diesen zunächst recht unscheinbaren Haufen ist in jedem Fall lohnenswert – wenn auch, wie sich mittlerweile herausstellte, dieser Haufen überhaupt nicht existiert!

Ein Blick in Dreyers *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* listet unter der Nummer 1746 einen Sternhaufen, der ursprünglich von D'Arrest ent-

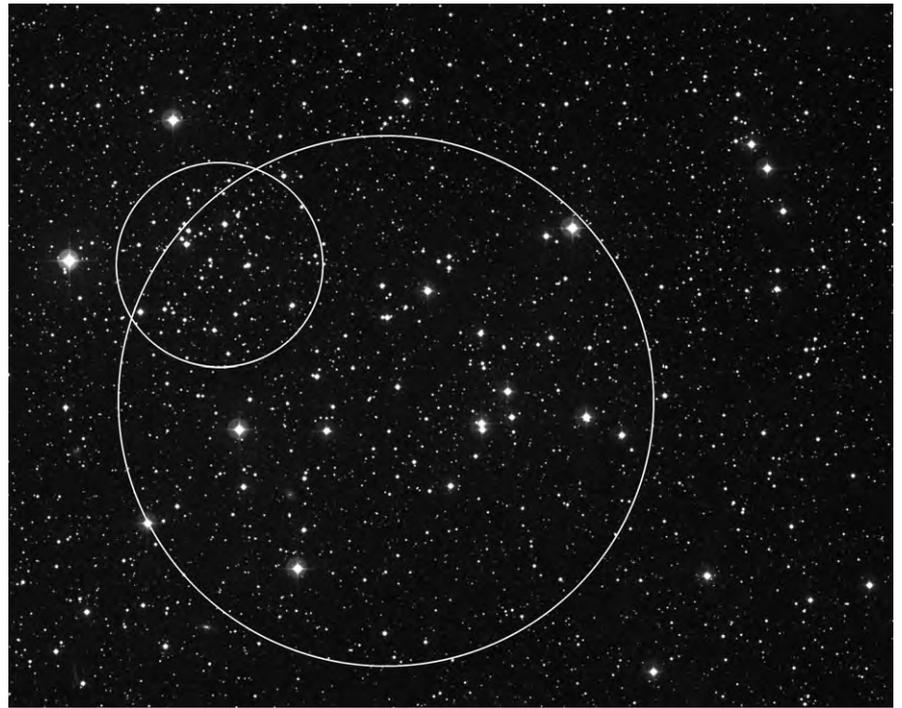
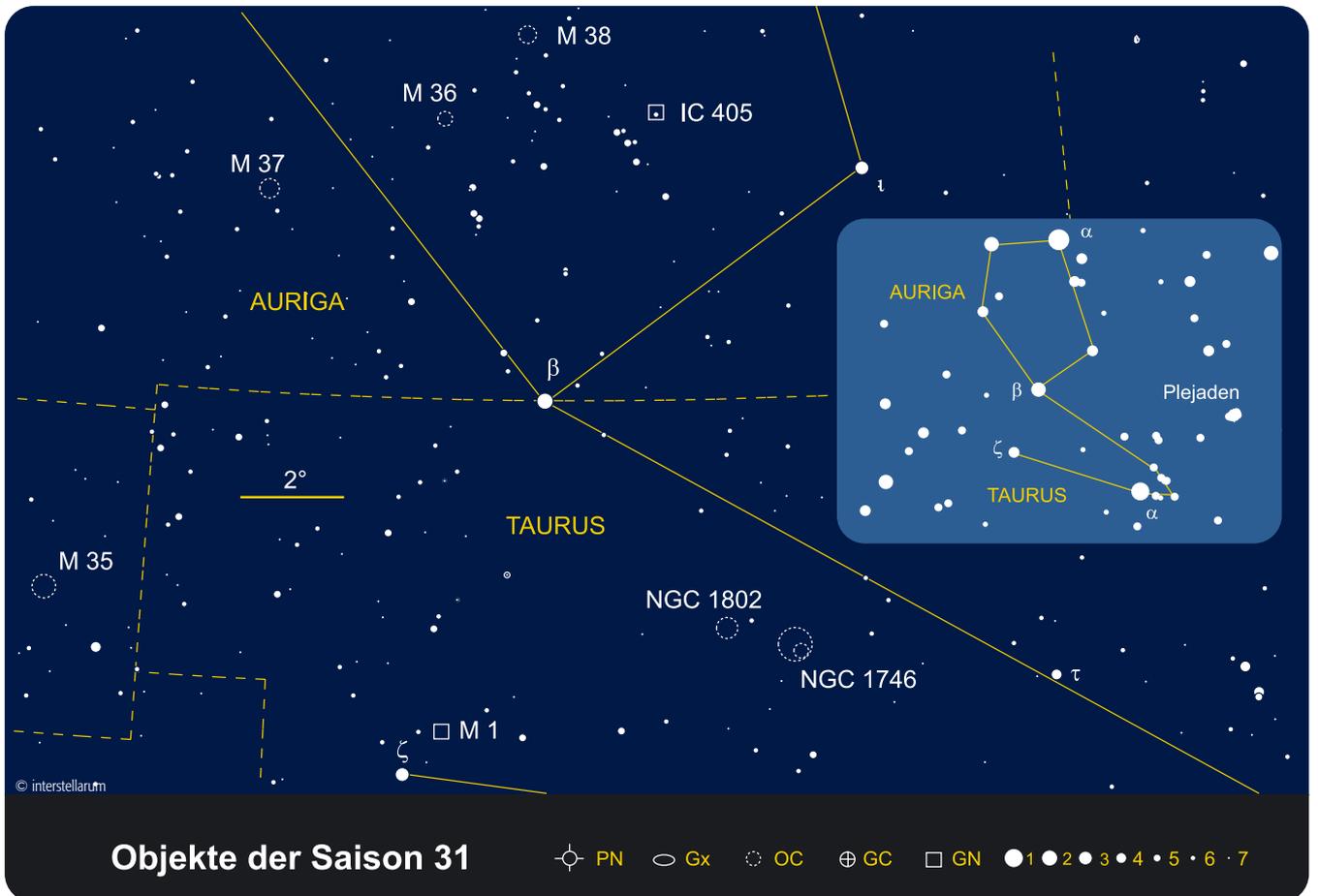


Abb. 1: Die realen Haufen im Feld von NGC 1746: NGC 1750 (großer Kreis) und NGC 1758 (kleiner Kreis), nach [3]. DSS.

deckt wurde bei der Suche nach dem Haufen NGC 1750, welcher wiederum von W. Herschel entdeckt und unter dem Eintrag ^{VIII}43 katalogisiert ist. D'Arrest notierte

seine Beobachtung 10' nördlich von NGC 1750 und Dreyer hielt ihn für eine Neuentdeckung, obwohl D'Arrest ihn gleichfalls mit ^{VIII}43 bezeichnete [11]. Darüber



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

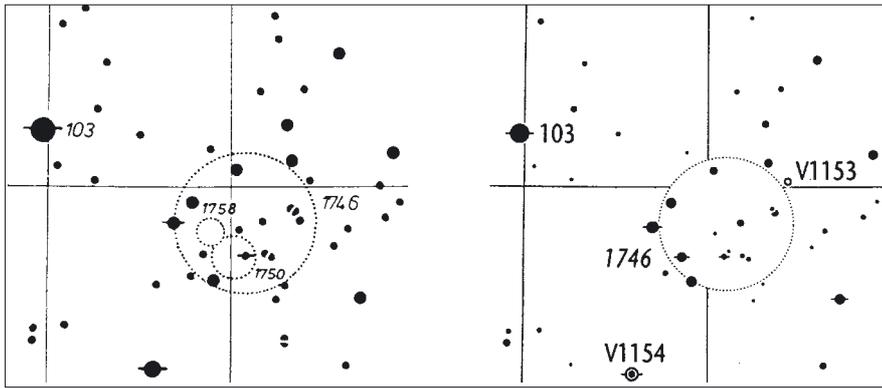


Abb. 2: Einzig die erste Auflage der Uranometria (links) zeigte – wenn auch nicht an den vollständig korrekten Positionen – die beiden Haufen NGC 1750 und 1758. Spätere Auflagen zeigen fälschlicherweise nur noch den vermeintlichen Haufen NGC 1746 (rechts).

hinaus befindet sich neben NGC 1750 und damit noch innerhalb des Feldes von NGC 1746 laut Dreyer bzw. W. Herschel ein weiterer Haufen, nämlich NGC 1758. Die Haufen werden dabei u.a. als »poor« und »scattered« bezeichnet. Drei lockere bzw. sternarme Haufen, die sich gegenseitig fast vollständig überlappen – die darauf folgende Verwirrung war vorherzusehen: Ob es sich um drei reale, eigenständige Haufen oder eventuell gar um ein Doppel- oder Dreifachsystem handelt, wurde über viele Jahre kontrovers diskutiert und führte in der Nomenklatur in den letzten Jahrzehnten zu einer gleichsam babylonischen Sprachverwirrung.

Im Jahre 1940 schlug zunächst Carlson im Rahmen einer Überarbeitung des NGC-Kataloges nach visueller Begutachtung von Fotografien vor, alle drei Einträge zu einem, nämlich NGC 1746, zusammen zu fassen – erste astrophysikalische Untersuchungen schienen dies auch zu bestätigen [1, 2]. So ignorierten viele nachfolgende Autoren NGC 1750 und 1758 oder sahen die beiden lediglich als Teil von NGC 1746 an. Diese Sichtweise ist bis in die neuesten Auflagen der Uranometria, des Deep Sky Field Guides und auch in der unlängst erschienen Sternhaufen-Monographie [10] von Archinal und Hynes zu finden.

Dies ist umso verwunderlicher, da bereits im Jahre 1992 eine photometrische

Studie von Straizys [3] zum Schluss kommt, dass es sich bei NGC 1746 vermutlich um keinen physikalisch realen Haufen handelt. Dagegen werden NGC 1750 und 1758 als reale Haufen eingestuft – NGC 1750 mit einem scheinbaren Durchmesser von 28' in einer Entfernung von 1640 Lj und 1758 mit 8' in einer Entfernung von 2200 Lj. Eine weitere Erforschung schien jedoch aufgrund des damals noch ungenügenden Datenmaterials angesagt. Eine genaue Kenntnis dieses Gebietes ist zudem wichtig, weil es sich nahe des Antizentrums befindet, also dem Punkt am Himmel, der dem Zentrum unserer Milchstraße genau gegenüberliegt.

Galadi et.al. nahmen sich dieser Fragestellung wenige Jahre später an und veröffentlichten im Jahre 1998 eine umfangreiche astrometrische und photometrische Untersuchung dieser Himmelsregion [4, 5, 7, 8]. Sie kommen übereinstimmend mit [3] zum Schluss, dass es keinerlei Hinweis auf die Existenz von NGC 1746 gibt, es sich damit um ein Asterismus handelt. NGC 1750 und 1758 werden als sich gegenseitig überlappende Haufen identifiziert, die allerdings kein gravitativ gebundenes System darstellen – gewissermaßen ein optischer Doppelsternhaufen. Die ermittelten Daten, sowie die Ergebnisse einer rein astrometrischen Studie [6] sind in Tabelle 2 aufgeführt. Vom visuellen Eindruck her glänzen beide Haufen zwar lei-

der nur durch eine mangelhafte Konzentration zur Mitte hin und sind damit eher unattraktiver als das Sternmuster NGC 1746, aber astrophysikalisch sind beide noch längst nicht vollständig enträtselt, wie ein Blick z.B. auf die deutlichen Unterschiede der Durchmesserangaben von NGC 1750 ahnen lässt (vgl. Tabelle).

Jürgen Lamprecht

- [1] Cuffey, J., Shapley, H.: Red indices in galactic clusters, *Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College* 105, 403 (1937)
- [2] McCarthy, M. F., et.al.: Structural detail in a region near the anticentre, *Ricerche astronomiche* 7, 17 (1965)
- [3] Straizys, V., et.al.: Probable open clusters NGC 1750 and NGC 1758 behind the Taurus dark clouds *Baltic Astronomy* 1, 125 (1992)
- [4] Galadí-Enríquez, D., et.al.: Astrometry and Photometry of Open Clusters: NGC 1746, NGC 1750 and NGC 1758, *Astrophysics and Space Science* 263, 307 (1998)
- [5] Galadí-Enríquez, D., et.al.: The overlapping open clusters NGC 1750 and NGC 1758. I. UBVR-I-CCD photometry, *Astron. Astrophys.* 333, 471 (1998)
- [6] Tian, K. P., et. al.: Determination of proper motions and membership of the open clusters NGC 1750 and NGC 1758, *Astron. Astrophys. Suppl.* 131, 89 (1998)
- [7] Galadí-Enríquez, D., et.al.: The overlapping open clusters NGC 1750 and NGC 1758. II. BVR photographic photometry and proper motions, *Astron. Astrophys. Suppl.* 131, 239 (1998)
- [8] Galadí-Enríquez, D., et.al.: The overlapping open clusters NGC 1750 and NGC 1758. III. Cluster-field segregation and clusters physical parameters, *Astron. Astrophys.* 337, 125 (1998)
- [9] Marie, M.; Ismail, M. N.: The mass content in the region of the cluster NGC 1750, *New Astronomy* 7, 101 (2002)
- [10] Archinal, A., Hynes S. J.: *Star Clusters*, Willmann-Bell (2003)
- [11] www.ngcic.org

Daten der realen Sternhaufen im Feld von NGC 1746

NGC-Nr.	Herschel-Nr.	IAU-Nr.	OCL-Nr.	Hell.	R.A./Dekl	R.A./Dekl. [6]	Dist.	Alter (Mio Jahre)	Kernradius	Mitglieder	Kernradius [6]	Mitglieder [6]
1750	VIII43	C0500+235	454	6 ^m 8	5 ^h 4,3 ^{min} / +23° 44'	5 ^h 3 ^{min} 45 ^s / +23° 43' 38"	2040 Lj	200±50	9,1'	79	17,2'	320
1758	VII21	C0501+237	453	8 ^m 5	5 ^h 4,7 ^{min} / +23° 48'	5 ^h 4 ^{min} 39 ^s / +23° 48' 53"	2460 Lj	400±100	2,6'	57	2,3'	35



CCD-Aufnahme, Peter Wienerroither, 160mm-Astrograph, 530mm Brennweite, 3x5min, Starlight Xpress MX916.

7x50-Sucher: fst 5^m7; Etwa 10 locker verstreute schwache Sterne sichtbar; nicht als Sternhaufen auffallend. *Wolfgang Vollmann*

16x70-Fernglas: fst 5^m0; Etwa 45' groß, sehr locker, etwa 20 Sterne sichtbar. Davon sind 5 oder 6 Sterne etwas heller und sie bilden einen Bogen, der nach Westen offen ist. *Wolfgang Vollmann*

16x80-Fernglas: fst 6^m5; großer, heller Haufen mit ca. zwei Dutzend hellen und insgesamt gut 45 Sternen. Zwei zueinander parallele Sternreihen aus je 5–6 Sternen geben dem Haufen ein recht-

eckiges Aussehen. Im südlichen Strang drei Doppelsterne. *Jan Gensler*

60/910-Refraktor: Ein sehr großer und lockerer Haufen mit wenig Sternen; 26x. *Andreas Kaczmarek*

75/300-Refraktor: schöner, weit offener Haufen, viele Sterne wie Diamanten, gerade etwas für ein kleineres Fernrohr. *Willi Wacker*

114/500-Newton: fst 4^m9; sehr großer Sternhaufen, locker, keine Kondensation erkennbar, hellere Sterne, 20x. *Martin Schoenball*

Zeichnung, Torsten Hansen, 6"-Refraktor, 32x binokular, fst 6^m0.



130/1040-Refraktor: fst 5^m7; füllt bei 35x fast das Feld, große zerstreute Gruppe aus etwa 20 Sternen, zerstreut über etwa 1°. Im Ostteil ist eine deutliche Sternkonzentration sichtbar: NGC 1758. Eine Gruppe von 40 Sternen 10^m bis 13^m ist dort zu erkennen, deutlich Ost-West elongiert angeordnet; bei 70x und 140x noch besser sichtbar. NGC 1750 ist eher als Bogen aus Sternen um den Ort 5^h 3,6^{min}, +23° 41' zu sehen, locker, aus 15 Sternen bestehend, der Bogen ist nach Osten offen. Im Südteil gibt es einen auffallenden Doppelstern mit 8^m und 9^m; 70x. *Wolfgang Vollmann*

203/2000-SCT: fst 6^m5; Gesichtsfeld fast zu klein, auch hier dominieren die zwei Sternreihen, im südöstlichen Teil zwei winzige Nebelschimmer. *Jan Gensler*

250/1250-Newton: fst 6^m3; Bereits im Sucher in Einzelsterne aufgelöst. Recht großes Objekt. Im Teleskop bei 1,8° Gesichtsfeld hebt sich dieser Haufen allerdings nicht sehr deutlich vom Hintergrund ab. Ovale Form. Sterne locker gestreut. Etwa 60 Sterne geschätzt. Sterne unterschiedlich hell und teilweise in Klumpen angeordnet. In der Nähe befinden fünf auffällig helle Sterne, davon bilden drei ein Dreieck; 39x. *Dirk Panczyk*

254/1270-Dobson: fst 3^m5 (Mond): ca. 60 Sterne bei 63,5x, bei 141x ist NGC 1746 nicht mehr von mir als Offener Sternhaufen zu erkennen. Ein Ideales Fernglasobjekt. *Jörg Meyer*



IC 405

Typ	GN
Sternbild	Auriga
R.A.	5^h 16,2^m
Dekl.	34° 16'
Helligkeit	9^m,2
Größe	30'×20'
Entfernung	1600 Lj



Abb. 1: Falschfarbenaufnahme von IC 405 mit dem 900mm-Teleskop des KPNO.

Vor etwa 2,7 Millionen Jahren kam es nahe der Position, an der heute der Große Orionnebel die Astronomen erfreut, zu einer folgenschweren Begegnung zweier enger Doppelsternpaare. Die dabei auf zwei der Komponenten wirkende Gravitation war so stark, dass die Sterne stark beschleunigt aus ihren Zweiersystemen geschleudert wurden. Heute sind die damals so unsanft aus ihrer Umgebung gerissenen Sterne fern jenes Platzes inmitten des Sternbilds Orion zu finden: Der eine wird als μ Columbae bezeichnet und steht weit südlich des Orionnebels, während der andere Richtung Norden strebt und heute als AE Aurigae bekannt ist.

AE Aurigae – die Veränderlichkeit bezieht sich auf unregelmäßige Schwankungen zwischen 5^m,8 und 6^m,1 – ist ein massereicher Stern von 900facher Sonnenleuchtkraft. Nach seinem Spektraltyp O9,5 zu urteilen handelt es sich um einen blauen heißen Stern. In astronomisch jüngerer Zeit ist er in eine interstellare Staub- und Gaswolke auf seinem Weg eingetreten. Dabei hat er zunächst die äußeren Bereiche der Wolke durch seinen Strahlungsdruck auflösen können. Nun ist er in Staubwolken eingetreten, die durch sein starkes UV-Licht zum Teil ionisiert werden. Dichtere Staubpakete reflektieren aber auch nur seine Strahlung.

Dieser Nebel aus Emissions- und Reflexionsanteilen ist IC 405, er wird auch als Sharpless 229 bezeichnet. Er besitzt nach Südwesten ein langes schwächeres Emissions-Anhängsel, dessen Ostkante den bisherigen Weg von AE Aur nachzeichnet, dieser Ausläufer gehört zur Nebelregion Sharpless 230.

IC 405 wurde 1892 von J.M. Schaeberle am Lick-Observatorium fotografisch entdeckt [1]. Unabhängig davon fanden

ihn Max Wolf und E. von Gothard ebenfalls auf einer Fotoplatte, die auf dem Heidelberger Königstuhl fünf Stunden belichtet worden war [2]. Insbesondere Max Wolf war begeistert von seiner Entdeckung. Er sprach von einem »brennenden Stern, der physisch mit der Nebelmaterie verbunden scheint« und stellte sich vor, der helle Stern im Nebel wirke »wie ein brennender Körper, aus dem mehrere enorme gekrümmte Flammen ausbrechen wie riesige Protuberanzen«. Dieser bildreichen Beschreibung verdankt IC 405 seinen im englischen gebräuchlichen Namen »flaming star nebula«, während sich die deutsche Bezeichnung trotz der Autorenschaft Max Wolfs nicht durchsetzen konnte.

Erst die Forschungen von Blaauw [3] und Herbig [4] in den 1950er Jahren machten klar, dass der aus Emissions- und Reflexionsanteilen ungewöhnlich gemischte Nebel kein normales Sternentstehungsgebiet ist (wie IC 410 nebenan), sondern allein vom durchziehenden AE Aur erhellt wird. Der »runaway star« AE Aur legt dabei auf dem Weg nach Norden 0,03" pro Jahr zurück, was einer Geschwindigkeit von 128km/s in der angenommenen Entfernung von 1600 Lj entspricht. Der Nebel ist also erst durch den Eintritt von AE Aur in eine Staub- und Gaswolke entstanden. Dabei deuten die Reflexionsbereiche unmittelbar um AE Aur und direkt südöstlich des Sterns, die normalerweise um einen O-Stern nicht vorkommen sollten, auf das relativ kurz zurückliegende Eindringen des Sterns in den noch jungfräulichen Nebel, während dieser südlich von AE Aur von dessen Strahlung bereits »erodiert« wurde. Während die Gasanteile hauptsächlich aus Wasserstoff bestehen, enthalten die Staublinsen Kohlenstoff-haltiges Materi-

al. Insgesamt erstreckt sich die sichtbare Wolke auf einem Raum von etwa 9 Lj im Durchmesser.

Bereits Versuche von Schaeberle Ende des 19. Jh beschreiben IC 405 als kaum visuell sichtbar. In der Tat haben wir es mit einem schwierigen Beobachtungsziel zu tun: Zum einen stört der helle Stern AE Aur, zum anderen besitzt der Nebel eine sehr geringe Flächenhelligkeit. Beobachtungsversuche sollten deshalb mit möglichst großer Austrittspupille unter möglichst dunklem Himmel stattfinden. Dann ist IC 405 bereits mit einem größeren Fernglas erreichbar, während der lange Vorhang von Sharpless 230 schon erfolgreich mit 6" Öffnung gesichtet worden ist [6]. Dabei ist die Verwendung eines H-beta-Nebelfilters ausgesprochen nützlich, während sowohl IC 405 als auch Sharpless 230 im [OIII]-Licht praktisch nicht existieren [7].

–rcs

- [1] Schaeberle, J.M.: Note on the New Nebula in Auriga, PASP 4, 85 (1892)
- [2] Wolf, M.: The Great Nebula in Auriga, MNRAS 63, 506 (1903)
- [3] Blaauw, A., Morgan, W.W.: The Space Motions of AE Aurigae and μ Columbae with Respect to the Orion Nebula, BAN 12, 76 (1953)
- [4] Herbig, G.H.: The Spectrum of the Nebulosity at AE Aurigae, PASP 66, 468 (1954)
- [5] Mayall, N.U.: The Radial Velocity of the Flaming Star Nebula, PASP 66, 132 (1954)
- [6] Alzner, A., Stoyan, R.: Visueller Katalog Galaktischer Nebel, interstellarum 2, 13 (1995)
- [7] Parker, Gull, Kirschner: An Emission Line Survey of the Milky Way, Washington 1979

16x80-Fernglas: fst 6^m7; Nebel in grandioser Milchstraßenumgebung ohne Filter erahnbar, mit Nebelfilter sehr deutlich direkt sichtbar um den Flammenstern AE Aur herum und nördlich und nordöstlich davon. *Jan Gensler*

80/400-Refraktor: Bei 16x und H-beta-Filter indirekt ein relativ heller Nebelschimmer um einen hellen Stern zu erkennen. *Andreas Kaczmarek*

20x125-Fernglas: fst 6^m5; Mit Breitbandfilter wirkt ein ovaler Bereich zwischen AE Aur und SAO 57808 am hellsten und fällt schon beim direkten Sehen auf. Von diesem hellen Nebelteil aus laufen schwache Nebelpartien nördlich bis zu einem markanten Doppelstern. Von dem Doppelstern aus täuscht eine schwache Nebelverbindung zu südwestlich gelegenen Sternketten den südlichen Ausläufer vor, der aber in Wirklichkeit nicht erkennbar ist. *Uwe Glahn*

120/1020-Refraktor: schwach, nur direkt um AE Aur hell; ein größerer Nebelbereich erstreckt sich nordwestlich des Sterns; südlich AE Aur erscheinen dunkle Strukturen im Nebel, der ohne Filter wesentlich schlechter zu sehen ist; UHC. *Ronald Stoyan*

130/1040-Refraktor: fst 6^m4; Um den Stern AE Aur ist zunächst ein ziemlich sternarmes Gebiet sichtbar. Es ist grob in Form einer Sichel von Norden über Westen nach Süden sichtbar und folgt etwa dem Bild des hellen Nebels in der Uranometria. Heller Nebel ist mit dem UHC-Filter deutlich um AE Aur und etwas östlich davon als Ausläufer zu sehen. Der helle Nebel ist schwach auch bis fast 30' östlich von AE Aur zu erken-

nen und hüllt auch die beiden Sterne ein, die etwa 15' und 30' nördlich von AE Aur stehen; 16x, mit/ohne UHC-Filter. *Wolfgang Vollmann*

200/2000-SCT: fst 5^m0; lockere Ansammlung von Sternen. Rund um AE Aur sind die östlichen und südöstlichen Nebelränder sehr schwach zu erahnen. Kein Objekt für den erleuchteten Stadthimmel; 80x. *Alexander Urban*

200/1000-Newton: Bei 31x und H-beta-Filter ist Sharpless 229 ein heller Nebelschimmer um einen hellen Stern und Sharpless 230 als ein relativ schwaches und strukturloses Nebelband, welches sich nach Süden zieht. *Andreas Kaczmarek*

320/1440-Newton: Bortle 3; schwache Andeutung eines Nebels um den Stern AE Aurigae; 45x. *Uwe Pilz*

333/1500-Newton: fst 5^m5; deutlich lichtschwächer als IC 410, mit UHC-Filter fast nicht zu erkennen, mit [OIII]-Filter dagegen recht gut wahrnehmbar. Diffus und unregelmäßig, der Nebel umgibt zwei hellere Sterne; 50x, [OIII]. *Dirk Panczyk*

406/1830-Newton: Leicht diesig heute, im Zenitbereich war die Sicht etwas besser, so dass man sofort ein helleres Glühen um den hellen Stern AE Aur sehen kann. So etwas ist natürlich immer schnell mit einem beschlagenen Spiegel oder Okular verwechselbar (ungünstigerweise war das auch an dem Abend möglich), aber ein Vergleichstest mit anderen Sternen brachte es doch ans Licht, vor allem mit dem Schmalbandfilter; 130x. *Willi Wacker*

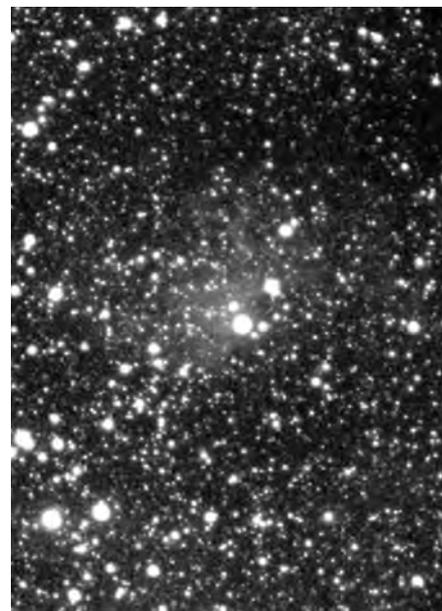
CCD-Aufnahme, Stefan Lilje, 8"-SCT, 380mm Brennweite, 16x10min, Starlight Xpress MX716.



CCD-LRGB-Aufnahme, Bernd Koch, 300mm-Teleobjektiv f/4, H α -Filter, 50min (H α), 10min (G), 20min (B), Luminanzkanal-Kombination der Einzelabzüge.



Foto, Andreas Bender, 11"-SCT, 1960mm Brennweite, 30min, Elitechrome 200.



CCD-Aufnahme, Heino Niebel, Teleobjektiv mit 200mm Brennweite, 2x5min, ST-7.

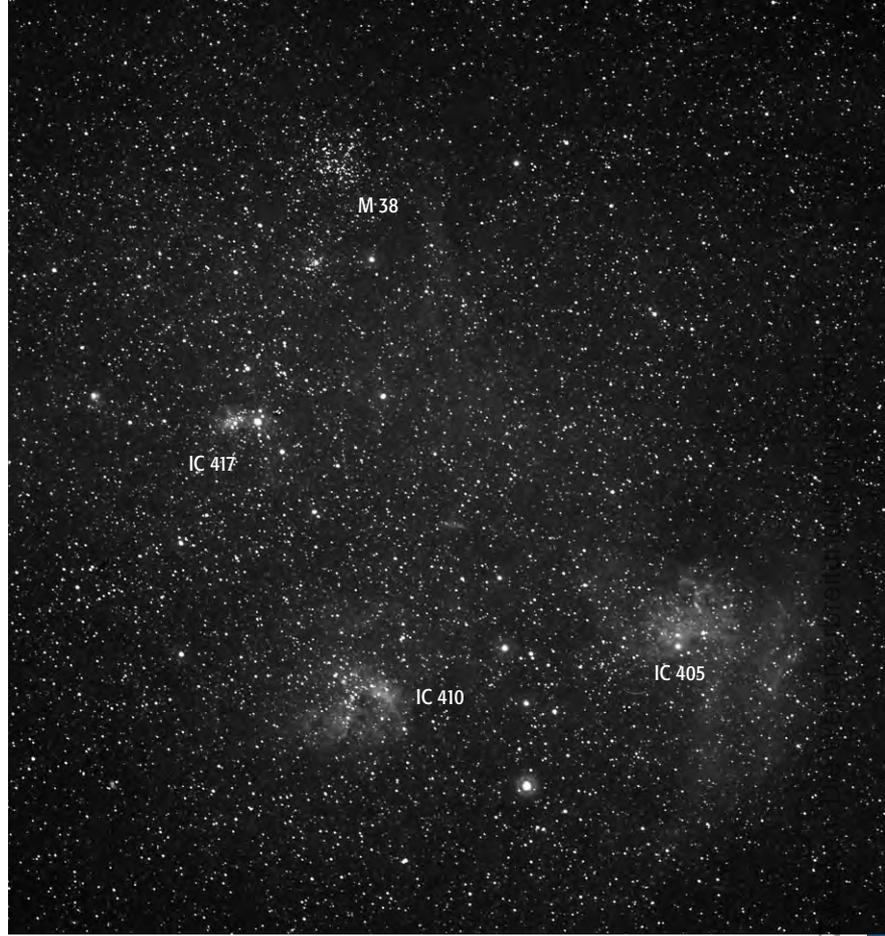


CCD-Aufnahme, Stephan Messner, 78mm-Refraktor, 460mm Brennweite, 5×10min, ST-10XME, 3nm-H-alpha-Filter.

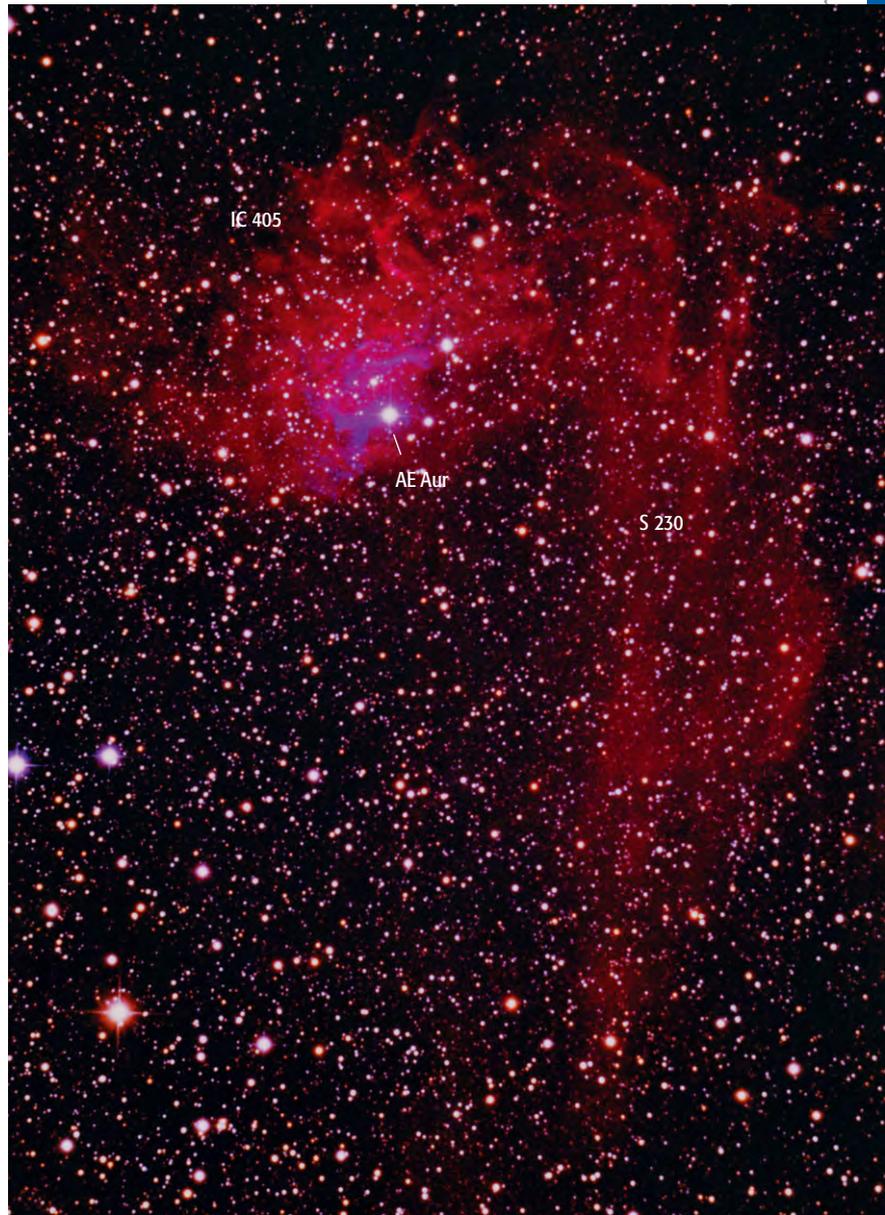
Foto, Andreas Rörig, 8"-Newton, 600mm Brennweite, 2×20min und 4×25min, Elitechrome 200.



Zeichnung, Uwe Glahn, 20×125-Fernglas.



Foto, Bernd Reitemeier, Sonnar mit 300mm Brennweite, 58min, TP6415, RG 645 Rotfilter.



Vorschau interstellarum 32

derzeit geplant sind
unter anderem ...

Polarlichter über Deutsch- land!

Die schönsten
Fotos des be-
eindruckenden
Schauspiels vom 30.10.2003.



Foto: Rainer Spatenberg

Messier-Marathon

Tipps zur Vorbereitung, Durchfüh-
rung und Dokumentation – mit
großem interstellarum-Wettbewerb.

Produktvergleich

Reiseteleskope im Test – Teil 2:
Vier preiswerte und kompakte
Komplettgeräte im Vergleich.

Mondfinsternis im Bild

Einsendungen unserer Leser zum
Ereignis am 9.11.2003

Termine

Dezember/Januar

keine Termine bekannt

Februar

14.2.: 4. ATH Hückelhoven von 10 bis 18 Uhr in der
Aula des Gymnasiums Hückelhoven, Dr.-Ruben-Str.
Information: Tel.: 02433/86052, Fax: 02433/85805
oder im Internet: unter [www.geocities.com/
ath_astro_hueckelhoven/ATHhaupt.html](http://www.geocities.com/ath_astro_hueckelhoven/ATHhaupt.html).

Weitere Informationen

Teleskoptreffen und Starparties:
www.teleskoptreffen.de
www.teleskoptreffen.ch

Astronomisches TV-Programm:

Manfred Holls TV-Astro Guide unter
home.t-online.de/home/m.holl/tvguide.htm

Foto- und Kamerabörsen:

www.fotoinfo.de/termine/boerse.htm
und www.internet-foto.de/deu/termine/

Errata zu Ausgabe 30

Anders als im Artikel zu den Drehba-
ren Sternkarten auf S. 66 beschrie-
ben, ist Rob Walrechts Planisphere
noch in einer 20° S-Variante erhältlich,
dafür aber nicht in einer für 60° S.
Außerdem kann eine Skala auf der
Deckscheibe der Karte als Zeiger ver-
wendet werden.

Kleinanzeigen

Verkaufe wegen Systemvergrößerung computerge-
steuertes Meade LX 200 12"-SCT, inkl. Dreibeinstativ,
elektronischer Bibliothek mit 64350 Objekten, Super-
Plössl-Okular 6mm, Sonderausstattungen: Diagonal-
Prisma 45° 1,25mm, Eyepiece-Holder 1,25mm, Neb-
elfilter 2", Laufgewichtssatz, Abgabe an Selbstabhö-
ler, 3800,- € • Karl Cornelius, Tel.: 06249/5948

Verkaufe interstellarum-Hefte Nr. 1 bis 31 (neuer-
tig) für 90,- € inkl. Versand • ein Paar Zeiss-Okulare
F10–25 Zoom / 50° für 650,- € (neuwertig, etvl.
auch einzeln) • Lutz Clausnitzer, Tel.: 035875/62506,
E-Mail: mail@clausnitzer.de

Verkaufe Vixen SP schwarz mit kleinem Holzstativ
(60–90 cm), 1,9+3,7 kg Gg, MD6 Steuerung, RA-
Motor MT1, Wellen, Anleitung, Montagewerkzeug, gu-
ter Zustand, VB 400,- €, nur Abholung • Heinz-Jür-
gen Kabisch, Tel.: 089/18954451, E-Mail:
ads.kabisch@gmx.net

Verkaufe 8 Zoll LX 200 Meade, Stativ, Polhöhenwie-
ge, Gegengewichte, Taukappe, Fokussiermotor, Steu-
erbox, Trafo, Betriebsanl., 1000,- €, ab Hamburg •
Günther Treichel, Tel./Fax: 040-803526, E-Mail:
gtreichel@t-online.de

Verkaufe Okular, Baader Eudiaskop, 15mm, mit Pla-
stikbox und Augenmuschel, neuwertiger Zustand,
75,- € • Martin Pscherer, Tel.: 08142/418588

Verkaufe Lumicon Easy Guider für Celestron 8 und
Meade 2080, VB: 240,- € • Werner Hasubick, Tel.:
08241/6664, E-Mail: werner.hasubick@t-online.de

Verkaufe vollständigen Satz Interstellarum Hefte (Nr.
1 bis 31), Angebote an thulicon@t-online.de • Eber-
hard Bredner, Tel.: 02388/3658

Verkaufe 25 is-Hefte von Nr. 1 bis Nr. 25 mit 28 Auf-
suchkarten, Verzeichnisse, 2 Deep-Sky-Listen 95 und
98, inklusive Porto, VB 130,- €, Georg Neumann,
Tel.: 05971/7406, E-Mail: GeorgNmnn@AOL.com