

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Astrofotografie in Namibia benötigt keine großen Teleskope, auch mit kurzen Brennweiten gelingen großartige Bilder, wenn man Motiv und Belichtungszeit richtig wählt – wie im Beitrag ab Seite 56 nachzulesen. Das Bild zeigt den Tarantelnebel NGC 2070 in der Großen Magellanschen Wolke, fotografiert mit einem 105mm-Refraktor bei 980mm Brennweite. Für diese Aufnahme wurde 110 Minuten bei 800ASA mit einer Canon EOS 20Da Spiegelreflexkamera belichtet. *Thomas Hugentobler*

Liebe Leserinnen und Leser,

50 Jahre ist es her, als Menschen zum ersten Mal einen irdischen Körper in eine Umlaufbahn um unseren Planeten brachten. Der »Sputnik-Schock« war der Startschuss für das Raumfahrtzeitalter und einen gigantischen Wettlauf, der mit der ersten Mondlandung nur 12 Jahre später sein Ende finden sollte. interstellarum-Redakteur Daniel Fischer erinnert in seinem Beitrag an die denkwürdigen Tage im Oktober 1957 und berichtet, wie Profi- und Amateurastronomen den ersten künstlichen Satelliten damals verfolgten (Seite 14). Wie heute Satellitenbeobachtung betrieben wird, zeigen Bernd Gärken und das ISS-Tracking-Team der Münchener Volkssternwarte mit beeindruckenden Bildern in ihrem Praxis-Beitrag (Seite 60).

Die Justage von Newton-Teleskopen Teleskopen gilt vielen Sternfreunden als Buch mit sieben Siegeln, dabei ist ihre Beherrschung die Voraussetzung für ein einwandfrei funktionierendes Spiegelteleskop. interstellarum-Redakteur Frank Gasparini, der selbst Newton-Teleskope gebaut hat, machte sich die Mühe und verglich elf derzeit am Markt erhältliche Justierhilfen, darunter Laser und Justierokulare. Das Ergebnis seiner ausgiebigen Tests ist ein umfassender Produktvergleich, der gleichzeitig eine Anleitung für die eigentlich ganz einfache Newton-Kollimation bietet (Seite 48).

Das »umfassendste und lückenloseste« Jahrbuch wurde es von der Kritik genannt: Auch für 2008 gibt es wieder »Das Astronomische Jahr« aus der interstellarum-Redaktion. Vorschläge aus dem Leserkreis wurden berücksichtigt und das Konzept behutsam verbessert. Insbesondere sind die Tabellen übersichtlicher und besser lesbar geworden, und die Wochenthemen sind nun mit einem ausführlichen Text und mehr Abbildungen herausgehoben. Geblieben ist unser Anspruch auf Detail und Genauigkeit: Hinweise zu gegenseitigen Monderscheinungen werden Sie anderswo ebensowenig finden wie Ankündigungen spezieller Ereignisse auf dem Mond. »Das Astronomische Jahr 2008« ist im Buch- und Zeitschriftenhandel für 9,90 Euro erhältlich.



Ihr

Ronald Stoyan



Sputnik und die Astronomen

14



Striae, Synchronen und Sydynen

34



Die Galaxien des Halton C. Arp

39



Lichtspuren am Himmel

60

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **Sputnik und die Astronomen**
Der Beginn des Weltraumzeitalters vor 50 Jahren
- 21 **Auf welchen Bahnen fliegen die Satelliten?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **Ein Ring aus dunkler Materie**
- 11 Vulkanische Aktivität auf Tethys und Dione
Kohlenwasserstoffe auf Saturnmond Hyperion gefunden
Eris ist massereicher als Pluto
- 12 Fast so schnell wie Licht
Raumfahrt aktuell: Zwei Kometenmissionen zum Schnäppchenpreis

Himmel

- **Ereignisse**
- 20 **Merkur, Saturn und Venus am Morgenhimmel**
Asteroid 11500 (1989 UR) in Erdnähe in Opposition
- 21 Uranusmonde in Aktion
Mond bedeckt Praesepe
- **Sonnensystem**
- 24 **Sonne aktuell: Warten auf das Minimum**
- 25 **Planeten aktuell: Mars kommt – Jupiter geht**
- 26 **Kometen aktuell: Finale für LONEOS – Tuttle kommt**
- **Sternhimmel**
- 29 **Astronomie mit bloßem Auge: h und χ**
- 30 **Astronomie mit dem Fernglas: Beste Sichtbarkeit von Flora seit 10 Jahren**
Objekt der Saison: NGC 457
- 31 **Objekt der Saison: M 76**
- 32 **Veränderlicher aktuell: Pleione, der veränderliche Plejadenstern**

Praxis

- **Kometen**
- 34 **Striae, Synchronen und Sydynen**
Phänomene im Schweif des Kometen C/2006 P1 (McNaught)
- **Deep-Sky**
- 36 **Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter**
Sternhaufen-Felder im Sternbild Kassiopeia



- **Deep-Sky**
- 39 **Die Galaxien des Halton C. Arp**
Teil 2: Wechselwirkende Galaxien am Herbst- und Winterhimmel
- 46 **Praxis-Wissen: Wie kann man das Zodiakallicht beobachten?**

Technik

- **Produktvergleich**
- 48 **Newton-Kollimation ganz einfach**
Elf Justagehilfen für Newton-Teleskope in Vergleich und Anwendung
- **Astrofotografie**
- 56 **Glanzlicher des Südhimmels**
Fotografie mit kurzen bis mittleren Brennweiten
- 60 **Lichtspuren am Himmel**
Fotografie von künstlichen Satelliten
- 65 **Technik-Wissen: Wie fokussiert man mit der Spiegelreflexkamera richtig bei Dunkelheit?**
- **Produktspiegel**
- 55 **DX neu definiert**
William meets Ferrari
Celestron: LX-Okulare
GSO: Neuer 6"-Newton
Gerd Neumann: EOS-Klemmhalter
Dobson-Bauer Teeter's und Mag1-Instruments geben auf

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

Südwärts

56

Transportable Astrofotografie in Namibia

Eine Reise in den Süden ist der Traum vieler Astrofotografen – dabei ist das Gepäck meist beschränkt. Doch auch mit transportablen Teleskopen mit kleinen und mittleren Brennweiten und einer digitalen Spiegelreflexkamera lassen sich beeindruckende Aufnahmen erzielen, wenn man Motiv und Belichtungszeit richtig wählt. Die Schweizer Astrofotografen Thomas Hugentöbler und Manuel Jung stellen eigene Ergebnisse eines zweiwöchigen Namibia-Aufenthaltes beispielhaft vor.

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 66 Die Venusbedeckung vom 12. Juli 2007
- **Objekte der Saison**
- 68 M 77 / NGC 1055
- **Galerie**
- 72 Astrofotos unserer Leser

Service

- **Szene**
- 74 500 Sitzungen der Berliner Mondbeobachter
Termine für Sternfreunde:
Oktober bis Dezember 2007
- **Rezensionen**
- 75 **Beobachtung Veränderlicher Sterne**
Planet Pluto
Astrobiologie
- **Astromarkt**
- 76 Astroschnäppchen
- 77 Kleinanzeigen

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

Produktvergleich: Elf Justagehilfen für Newton-Teleskope

48



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

RegiStax eingedeutscht

In der Rezension von RegiStax V4 in Heft 53 wird erwähnt, dass es dem Autor nicht gelungen ist die deutsche Sprache einzurichten. Da ich vor wenigen Monaten das gleiche Problem hatte, möchte ich kurz die Lösung vorstellen.

Ich war damals durch ein Astronomie-Forum auf das Programm aufmerksam geworden. Ich lud das Programm und die angebotene Sprachdatei herunter. Der Anleitung folgend installierte ich zunächst das Programm, und im Anschluss die Sprachdatei. Wie beim Autor Thomas Rattei blieb auch bei mir der erwünschte Erfolg aus. Nach einigen Versuchen fand ich mich zunächst mit der Englischsprachigkeit des Programms ab und postete mein Problem im Forum. Da ich etwas mit der Software herumspielte, fand ich die Lösung vor der Antwort aus dem Forum. Und die sieht wie folgt aus:

1. Programm RegiStax V4 herunterladen und installieren
2. Sprachdatei von derselben Webseite herunterladen und installieren (Datei ins selbe Verzeichnis kopieren wie das Programm).
3. Programm starten (ist jetzt noch englisch!).
4. Jetzt muss es noch im Programm umgeschaltet werden! Dazu den Reiter »Additional options« anklicken. Darüber, auf der rechten Hälfte, unter »Language Setting« »lang_de« wählen
5. »Create« anklicken

Jetzt ist das Programm »eingedeutscht«.

■ Hans Sklorz

Venus am Taghimmel mit bloßem Auge

Im interstellarum Heft Nr. 52 wurde in der Rubrik »Sternhimmel« auf die Möglichkeit hingewiesen, unseren Nachbarplaneten Venus am Taghimmel mit dem Fernglas zu beobachten. Darüberhinaus besteht aber auch die Möglichkeit, Venus am Taghimmel mit dem bloßen Auge zu beobachten. Voraussetzung ist lediglich ein ausreichender Abstand zwischen Venus und Sonne und eine gute Transparenz, welche sich am Tag in einem tiefblauen Himmel äußert.

Meine erste derartige Beobachtung gelang mir am 15.4.2007 gegen 18 Uhr in der Nähe von Weilheim. Mit bloßem Auge suchte ich entlang der ungefähren Ekliptik und in passendem Abstand zur Sonne den Himmel ab. Nach einigen Minuten fand ich Venus als deutlichen Lichtpunkt. Die wesentliche Schwierigkeit besteht meiner Erfahrung nach dabei darin, den richtigen Fokuspunkt mit dem Auge am Himmel zu finden. Irdische Wolken in der Nähe des

Planeten können hier hilfreich sein. Eine solche Venusbeobachtung konnte ich beim diesjährigen CHAT auf der Winklmoosalm zusammen mit anderen Sternfreunden ebenfalls einige Stunden vor Sonnenuntergang wiederholen.

■ Martin Meininger

Pro und Contra Zeichnungen

Ein Leser bedauerte es zuletzt, dass man kaum mehr Zeichnungen in interstellarum sehen würde, sondern nur noch hochwertige Digitalfotos. Das Zeichnen von astronomischen Objekten ist eine sehr subjektive und sehr persönliche Sache. Erstens ist nicht jeder als »Picasso« geboren und zweitens sieht jeder etwas anderes durchs Okular. Ein erfahrener Beobachter wird sicherlich viel mehr Details erkennen können als ein Anfänger. Dadurch entstehen oftmals Darstellungen, die von manchen Lesern nicht nachvollziehbar sind. Dies trifft auch in hohem Maße auf Beobachtungsberichte zu. Mir ist es oftmals schon passiert, dass ich Beobachtungsberichte veröffentlichte und danach »fürchterliche« Kritiken von selbsternannten Beobachtungsprofis erntete. Da wird man von diversen »Forenkaisern« ausgelacht, verspottet und einem jegliche Kenntnis der Materie in Abrede gestellt. Dies ist sicherlich auch mit ein Grund, warum sich vor allem Anfänger vor einer Veröffentlichung fürchten.

■ Michael Semmler

Bemerkung des Chefredakteurs

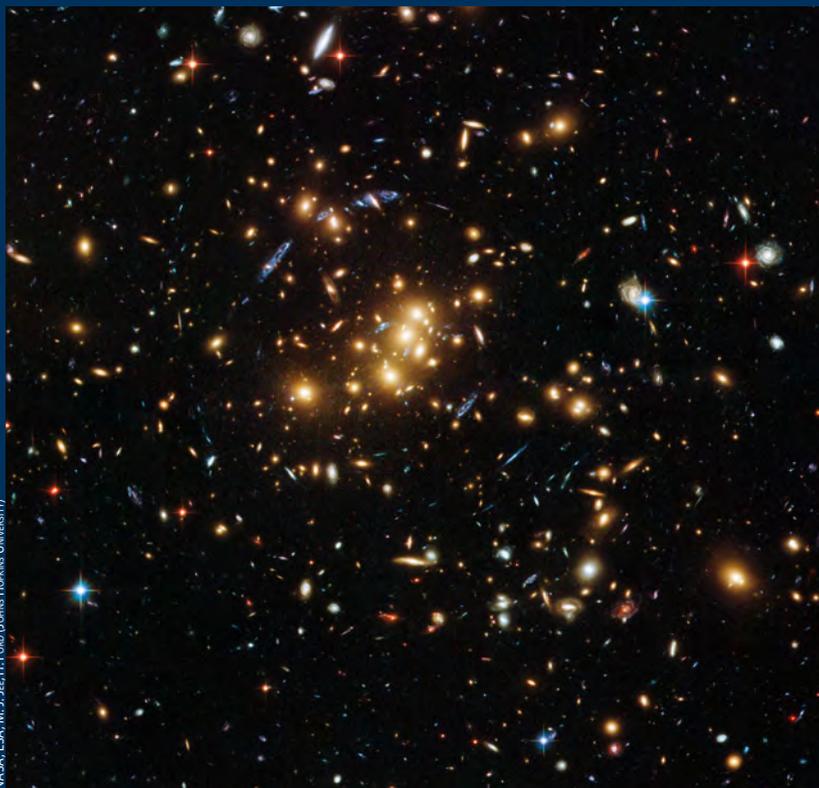
Tatsächlich gibt es Grenzen der visuellen Beobachtung – doch diese Tatsache sollte gerade Anfänger nicht abschrecken, ihre Ergebnisse zu veröffentlichen. In diesem Heft sehen Sie auf Seite 36 erste Resultate unseres Aufrufs nach mehr visuellen Beobachtungseinsendungen, wir laden alle visuellen Beobachter ein mit eigenen Artikeln dazu beizutragen, dass in interstellarum wieder mehr visuelle Themen behandelt werden.

Errata

interstellarum 52

Im Kasten »Optische Labortests« auf Seite 53 haben sich Fehler eingeschlichen. Die richtigen Werte für die Fokusedifferenzen lauten: 36µ bzw. 0,036 mm (Takahashi TSA 102), 63µ oder 0,063mm (William Optics FLT 110). Wir danken Ulrich Kanstinger für diesen Hinweis.

Ein Ring aus dunkler Materie



NASA, ESA, M. J. Jee, H. Ford (Johns Hopkins University)

Der Galaxienhaufen Cl 0024+17. Die blauen Striche im Zentrum des Haufens sind Hintergrundgalaxien, deren Licht im Schwerfeld des Galaxienhaufens abgelenkt wurde, wodurch deformierte Bilder entstanden.



NASA, ESA, M. J. Jee, H. Ford (Johns Hopkins University)

Massenverteilung im Galaxienhaufen Cl 0024+17, wie sie aus der Beobachtung der durch den Gravitationslinseneffekt verformten Bilder der Hintergrundgalaxien abgeleitet wurde. Die Regionen, in denen eine erhöhte Massendichte gefunden wurde, sind als hellere Gebiete in der Aufnahme des Haufens gekennzeichnet.

Astronomen sind sich sicher, dass es im Universum außer der »leuchtenden Materie«, wie man sie in Sternen sieht, noch eine andere Art von Materie gibt, da z.B. die Masse in Galaxienhaufen, die man aus den Sternen bestimmt, nicht ausreicht, um die Haufen zusammen zu halten. Bei dieser sog. dunklen Materie soll es sich um eine Art Elementarteilchen handeln, die im ganzen Universum zu finden ist. Der nicht bekannte Anteil der dunklen Materie im Universum bestimmt die Gesamtmasse und damit die Entwicklung des Universums.

Um die Verteilung der dunklen Materie in einem Galaxienhaufen zu bestimmen, muss man sich eines Tricks bedienen, da man dunkle Materie nicht sehen kann, sondern nur ihren Einfluss auf andere Himmelsobjekte. Deshalb beobachtet man weit entfernte Galaxien, die von der Erde aus hinter dem Galaxienhaufen stehen. Das Schwerfeld der dunklen Materie (und der Haufengalaxien) lenkt das von den weit entfernten Galaxien kommende Licht ab, wodurch ein oder mehrere verzerrte Abbilder entstehen. Die Masse des Galaxienhaufens wirkt wie eine Linse, weshalb man auch von einer Gravitationslinse spricht.

Im Hintergrund des 5,5 Mrd. Lichtjahre weit entfernten Galaxienhaufens Cl 0024+17 befinden sich in der Zentralregion auf einer Fläche von $11' \times 11'$ etwa 1300 Galaxien. Photometrie in sechs Filtern, mit der eine ungefähre Rotverschiebung bestimmt werden konnte, sorgte dafür, Hintergrundgalaxien von Haufenmitgliedern zu unterscheiden. Zusätzlich können bei Cl 0024+17 fünf hellere Abbilder einer Hintergrundgalaxie verwendet werden. Aus der Form und Position der Abbilder der Hintergrundgalaxien kann dann mit etwas mathematischem Aufwand die Verteilung der Masse bestimmt werden, die die Abbilder verursacht. Das Maximum der Massenverteilung fällt mit der elliptischen Galaxie im Haufenzentrum und auch mit dem vom Röntgen-Satelliten Chandra gemessenen Maximum der Röntgenstrahlung zusammen. Die Massenverteilung ist nahezu axialsymmetrisch und nimmt bis zu einem Radius von $50''$ vom Zentrum ab. Dieser innere Kern ist von einer ringartigen Struktur in $60''$ – $85''$ Abstand umgeben, in der die Massendichte etwas höher als in der Umgebung ist. Die Autoren vermuten, dass diese Ringstruktur mit einem Radius von 1,3 Mio. Lichtjahren von dunkler Materie verursacht wird, da sie weder in der Verteilung der Haufengalaxien noch des Gases zwischen diesen sichtbar ist.

In einer Untersuchung der Haufengalaxien zeigte sich bereits 2002, dass Cl 0024+17 vor 1–2 Mrd. Jahren aus der Kollision zweier Galaxienhaufen entstanden ist. Der Ring aus dunkler Materie könnte dann ebenfalls eine Folge dieses Ereignisses sein. [M. J. Jee et al., ApJ 661, 728 (2007)]

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

Vulkanische Aktivität auf Tethys und Dione

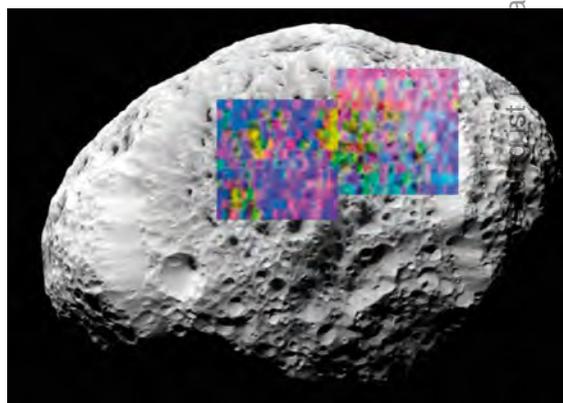
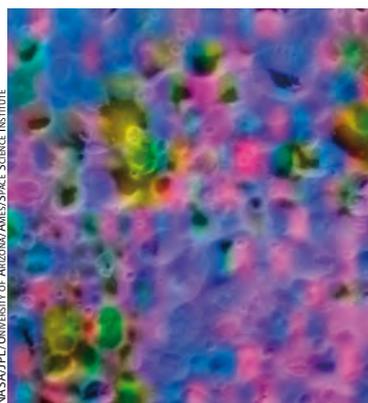
Bereits kurz nach der Ankunft Cassinis im Saturnsystem 2004 wurden Plasmaströme, also Ströme aus geladenen Partikeln, entdeckt, die sich zu den Monden Tethys und Dione zurückverfolgen ließen. Dies beweist, dass die beiden Monde eine wichtige Quelle für Plasma in Saturns Magnetosphäre darstellen. Außerdem ist es ein wichtiger Hinweis auf eine mögliche vulkanische Aktivität der beiden Monde. Damit zeigen insgesamt vier Monde im Saturnsystem Aktivität; bisher waren nur Titan und Enceladus bekannt. [JPL News Release 2007-065]



Tethys (oben) und Dione (unten). Auf dem Mosaik von Tethys sind der Südpol und der riesige Graben Ithaca Chasma zu sehen, Diones Oberfläche ist von nicht minder spektakulären Klippen gezeichnet. Unten rechts sieht man Cassandra, ein System von Strahlen, die sich geradlinig in verschiedene Richtungen ausbreiten.

Kohlenwasserstoffe auf Saturnmond Hyperion gefunden

Im September 2005 besuchte Cassini auch Hyperion, den achtgrößten Mond des Saturn. Zum ersten Mal konnte die Oberfläche untersucht werden. Man fand zwei grundsätzlich verschiedene Oberflächenbeschaffenheiten. Den größten Anteil der Oberfläche macht Material mit einer hohen Albedo aus, das Eigenschaften von Wassereis aufweist. Im Kontrast dazu findet man Material mit einer etwa 4-mal geringeren Albedo am Grund von tassenförmigen Kratern, dessen spektrale Eigenschaften vermuten lassen, dass es sich um Kohlenwasserstoffe handeln könnte. Diese Kohlenwasserstoffe sind von besonderem Interesse, da sie zusammen mit UV-Licht neue Moleküle bilden können, die eine Voraussetzung zur Entwicklung von Leben darstellen. [Nature 448, 54 (2007)]

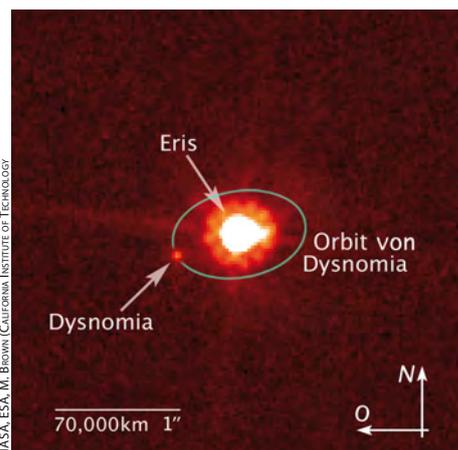


Der eisige Mond Hyperion. Eingezeichnet sind die mit dem Visual and Infrared Mapping Spectrometer untersuchten Oberflächenbereiche (links). Rechts ist ein 75km×75km großes Gebiet im Detail zu sehen. Dabei sind Gebiete mit Wassereis blau, solche mit Kohlendioxideis (Trockeneis) rot, solche mit Wasser und Kohlendioxid magenta und solche mit Kohlendioxid und einem unbekanntem Material gelb eingefärbt.

Eris ist massereicher als Pluto

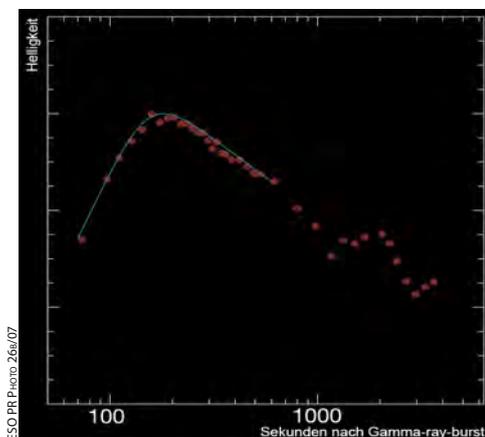
Mit Hilfe des Weltraumteleskops Hubble und des Keck-Teleskops konnte die Masse von Eris, dem größten Zwergplaneten des Sonnensystems, zu 1,27-mal der Masse von Pluto bestimmt werden. Dazu wurden zu verschiedenen Zeitpunkten Aufnahmen der Position von Eris' Mond Dysnomia auf seiner Umlaufbahn gemacht. Dysnomia benötigt nach neuesten Erkenntnissen 16 Tage, um Eris auf einer beinahe kreisförmigen Bahn zu umrunden. Dies legt die Vermutung nahe, dass Dysnomia durch eine Kollision von Eris mit einem anderen Objekt aus dem Kuiper-Gürtel entstanden ist und nicht von Eris eingefangen wurde. Auch die Monde des Pluto und der Erdmond sollen sich aus Materie, die bei solch einem Ereignis in eine Umlaufbahn gelangt ist, geformt haben. [STScI-2007-24]

Der Zwergplanet Eris mit seinem Mond Dysnomia, aufgenommen am 30. August 2006 vom HST. Auf der rechten Aufnahme ist die Bahn von Dysnomia eingezeichnet, die aus insgesamt 6 Aufnahmen des HST und des Keck-Teleskops berechnet wurde.



Fast so schnell wie Licht

Gamma-ray bursts sind gewaltige Explosionen, die mit dem Ende eines sehr massereichen Sterns in Verbindung gebracht werden. Obwohl sie extrem leuchtkräftig sind, kann man sie nur schwer untersuchen, da die Ausbrüche nur einige Sekunden bis einige Minuten andauern. Spezielle Satelliten in der Erdumlaufbahn suchen deshalb ständig den Himmel nach Blitzen im Gamma-Bereich ab und geben bei einer Entdeckung Alarm. Mit Hilfe der übermittelten Koordinaten beginnen automatische Teleskope auf der Erde innerhalb einer Minute Beobachtungen im optischen und nahen infraroten Spektralbereich. In diesen Spektralbereichen ist das sog. Nachglühen zu beobachten, das entsteht, wenn die Gamma-Strahlung des Ausbruchs umgebende Materie zum Leuchten anregt. Da bei Gamma-ray bursts enorme Mengen Energie in kurzer Zeit frei gesetzt werden, muss sich das explodierende Material nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Um die Expansionsgeschwindigkeit zu bestimmen, müssen die Lichtkurven des Ausbruchs insbesondere um das Maximum gemessen werden. Dies ist für zwei Gamma-ray bursts vom 18. April und 7. Juni 2006 mit dem REM-Teleskop der ESO gelungen. Beide Lichtkurven zeigen zunächst einen Anstieg der Helligkeit bis zum Maximum und einen anschließenden Abfall, wie er für einen Gamma-ray burst typisch ist. Aus der Lage des Maximums konnte die Expansionsgeschwindigkeit des Materials zu 99,9997% der Lichtgeschwindigkeit bestimmt werden. Zwar können einzelne Partikel noch größere Geschwindigkeiten erreichen, aber bei einem Gamma-ray burst werden etwa 200 Erdmassen auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Auf die Frage, welche Prozesse Materie auf fast Lichtgeschwindigkeit beschleunigen können, muss allerdings noch eine Antwort gefunden werden. [ESO Science Release 26/07]



Lichtkurve des Gamma-ray bursts GRB 060607A vom 7. Juni 2006 im nahen infraroten Spektralbereich. Die blaue Linie ist ein Fit an die Datenpunkte, aus dem das Maximum der Lichtkurve bestimmt wurde.

Raumfahrt aktuell Zwei Kometenmissionen zum Schnäppchenpreis

Die Vorteile lagen auf der Hand, und am 3. Juli hat die NASA zugestimmt: Die eigentlich ausgedienten Mutterschiffe der Kometensonden Deep Impact und Stardust werden zu neuen Zielen geschickt und sollen Ende 2008 und Anfang 2011 an zwei Kometenkernen vorbeifliegen. Während schon eine typische kleine Kometenmission 200 bis 300 Millionen Dollar erfordert, werden für beide »Mission Extensions« zusammen nur 55 Mio. Dollar fällig. Zwar sind die Sonden für ihre neuen Aufgaben nicht optimiert, aber der wissenschaftliche Ertrag dürfte den Aufwand allemal rechtfertigen: Deep Impact wird mit 85P/Boethin einen weiteren Kometen aus der Nähe unter-

suchen, und bisher war noch jeder Kern eine Welt für sich, während Stardust zu dem im Juli 2005 von Deep Impact »bombardierten« 9P/Tempel 1 zurückkehrt, um insbesondere den frischen Krater zu inspizieren.

Nach Halley, Borrelly, Wild 2 (dem ursprünglichen Ziel Stardusts, von dem Deep Impact Anfang 2006 Komastaub zur Erde brachte) und Tempel 1 wird es Nahaufnahmen eines fünften Kerns geben – und zwar zum ersten Mal von einem Kometen, den ein deutscher Amateurastronom im 20. Jahrhundert entdeckte!

Leo Boethin hatte (als Missionar auf den Philippinen) den 12^m-Kometen vom 4. bis 8. Januar 1975 verfolgt, aber als seine Briefe endlich das Central Bureau for Astronomical Telegrams in den USA erreicht hatten, war der Komet bereits

im hellen Mondlicht verloren gegangen – erst einen Monat später wurde er wiedergefunden. Bald stellte sich »1975a« als periodisch mit einer Umlaufzeit von 12 Jahren heraus, und der Sondenbesuch fällt sogar mit einer besonders guten Abendsichtbarkeit zusammen: 85P sollte mit 7^m bis 8^m 25° bis 40° hoch am deutschen Abendhim-



Eilt zu neuen Zielen: Die Raumsonde Deep Impact wird nach Tempel 1 nun einen weiteren »deutschen« Kometen auf's Korn nehmen.

mel stehen, der bis zum 1. und ab dem 15.12.2008 auch mondfrei ist; die größte Helligkeit sollte um den 18. erreicht werden. Mit der Umleitung Deep Impacts zu Boethin wird teilweise die Pleite der 2002 im Weltraum explodierten Kometensonde CONTOUR kompensiert, die nacheinander mehrere Kerne untersuchen und ihre Vielfalt studieren sollte. Die New Exploration of Tempel 1 (NEXT) durch Stardust am 11.2.2011 wird dagegen die ohnehin schon besten Karten eines Kometenkerns noch weiter verfeinern – und endlich herausfinden, wie groß der von Deep Impacts Projektil geschlagene Krater ist: Der war den Kameras des Mutterschiffs durch den vielen aufgewirbelten Staub verborgen geblieben.

■ Daniel Fischer

untersagt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur z

Sputnik und die Astronomen

Der Beginn des Weltraumzeitalters vor 50 Jahren

VON DANIEL FISCHER

Vor genau 50 Jahren begann das Zeitalter der Raumfahrt mit dem Start des ersten künstlichen Erdsatelliten. Nach Jahrzehnte langen Vorarbeiten in vielen Ländern war die Zeit reif gewesen, und doch überraschte der Start des ersten »Sputnik« am 4. Oktober 1957 die Welt – vor allem die westliche, wo man manch klare Ankündigung der Sowjetunion übersehen hatte. Die Startumstände und die genauen Bahneigenschaften der piepsenden Kugel hielt diese freilich aus militärischen Gründen geheim. So waren nun Funkamateure und vor allem Astronomen gefragt, um den ersten Satelliten – binnen eines Monats folgte schon der nächste – auf der Spur zu bleiben und die ersten künstlichen Himmelskörper der Menschheit zugleich zu einem Werkzeug der Wissenschaft zu machen: Auch in Deutschland waren Profis wie Amateure von Anfang an dabei.

Der Zettel ist vergilbt, die Schrift kaum leserlich, und es ist nicht zu übersehen, dass das Dokument in großer Hektik erstellt und vervielfältigt worden war: die »VdS-Schnell-Nachricht Nr. 2/1957« vom 7. Oktober. Das war der erste Montag des Weltraumzeitalters gewesen, das mit dem Start des Sputnik in der Nacht zum Samstag begonnen hatte, und im Namen der damals jungen Vereinigung der Sternfreunde (noch beider Deutschlands übrigens) hatte Edgar Mädlow schon einiges »Zum Satelliten« mitzuteilen. Da gab es zunächst »Authentische Informationen«, die überwiegend auf der ziemlich dünnen Startmeldung der Sowjets basierten: eine Umlaufzeit von 96,2 Minuten, eine Maximalhöhe über dem Erdboden von 900km, eine Bahnneigung von 65°, dazu die Zeiten zweier Durchgänge über Moskau und Prag. In der »Ankündigung des ersten Satelliten« der sowjetischen Nachrichtenagentur TASS, die auch in der Prawda am 5. Oktober erschienen war, hatte noch gestanden, dass der Satellit, 58cm groß und 83,6kg schwer, nach ersten Messungen eine elliptische Umlaufbahn erreicht habe und abwech-

selnd je 0,3 Sekunden auf 20,005 und 40,002 kHz »telegrafische Impulse« sende. Da man über die Beschaffenheit der oberen Erdatmosphäre noch wenig wisse, sei eine Voraussage seiner Lebensdauer nicht möglich, aber er werde gewiss in den dichteren Atmosphärenschichten verfliegen.

Vermutungen statt Informationen

Diese Informationen waren am Wochenende auch in Deutschland verbreitet worden, von den Medien der DDR übrigens oft präziser als in der Bundesrepublik: Dort übersah man gerne einmal den Hinweis auf die Elliptizität der erreichten Bahn, die zwar bis in 900km Höhe reichte, deren Perigäum aber offensichtlich tiefer lag. Die geringste Bahnhöhe hatte TASS zwar verschwiegen, doch für Astronomen war das natürlich kein Problem: Die Keplerschen Gesetze galten schließlich auch für künstliche Himmelskörper. Und so konnte Mädlow bereits am 7. Oktober allerlei »Schlussfolgerungen« präsentieren: Die große Achse der Bahn musste angesichts der Umlaufzeit 13950km betragen – und die Minimalhöhe damit rund 300km.

Wie wir heute wissen, lag er damit ziemlich richtig (die Bahn bewegte sich zwischen 230km und 950km Höhe), eher daneben hingegen mit seinen Vermutungen über den Startzeitpunkt und -ort, den er in Sibirien oder Kamtschatka statt korrekt in Kasachstan vermutete. Auch schon klar war zu diesem frühen Zeitpunkt, dass sich mindestens zwei Körper im Erdorbit befanden, der funkende Satellit und die Raketenoberstufe. Die Schnell-Nachricht enthält detaillierte Beobachtungshinweise für Radioamateure wie visuelle Beobachter (die mit einem Feldstecher oder Kommetensucher »einen Teil des Großkreises vom SW-Horizont über den Zenit bis zum NO-Horizont regelmäßig abfegen« mögen). Und jede Beobachtung sei »sofort telegraphisch an Dr. H. K. Paetzold, Weissenau, Max-Planck-Institut« zu melden.

Amateure sollen helfen

Gemeint war das Institut für Stratosphärenphysik des MPI für Aeronomie, das als MPI für Sonnensystemforschung heute noch existiert: Der Geophysiker Hans Karl Pätzold war im Rahmen des Internatio-





Abb. 1: Am 4. Oktober 1957 startete von Baikonur in Kasachstan der erste aller Satelliten: Sputnik 1 (russ. »Begleiter«) war 83,6kg schwer und 58cm groß. Er enthielt einen Kurzwellensender, der ein Signal bei 20MHz und 40MHz abstrahlte, damit er geortet werden konnte. 57 Tage nach dem Start verglühte er in der Erdatmosphäre.

nenalen Geophysikalischen Jahres (IGJ oder IGY), das am 1. Juli 1957 begonnen hatte, als Kontaktperson für Amateurbeobachtungen aller Art berufen worden – und hatte zugleich selbst ein brennendes Interesse an der Erforschung der irdischen Hochatmosphäre mit Hilfe künstlicher Satelliten. Erst im August hatte er auf der Jahrestagung der VdS an der Volkssternwarte Bochum ausgiebig Werbung für Beobachtungen von Polarlichtern einerseits (das größte Maximum der Sonnenaktivität im 20. Jahrhundert fiel mit dem IGJ zusammen) und der angekündigten Satelliten andererseits gemacht. Die deutschen Amateurastronomen sollten dabei für das amerikanische »Moonwatch«-Projekt begeistert werden, das bereits seit einem Jahr vom bekannten Astronomen Fred Whipple vorbereitet wurde: Größere Gruppen visueller Beobachter würden mit kleinen Spezialteleskopen vom selben Standort aus den gesamten Meridian überwachen, mit überlappenden Gesichtsfeldern, um für durchziehende Satelliten den Zeitpunkt der Passage und die Höhe über dem Horizont zu registrieren.

Für die wissenschaftliche Analyse der Satellitenbahnen, insbesondere die genaue Messung ihrer atmosphärischen Abbremsung, planten Whipples Leute den Einsatz aufwändiger Spezialkameras – aber diese hatten nur ein kleines Gesichtsfeld. Die visuellen Amateurbeobachtungen der Durchgänge sollten dazu dienen, die Bahnen der Satelliten genau genug vorauszusagen, um die Kameras optimal auszurichten – und auch sicherzustellen, dass die

Satelliten nicht verloren gingen, sobald sie nicht mehr sendeten. Die Mobilisierung der amerikanischen »Massen« gelang in erstaunlichem Maße: Man sah es quasi als patriotische Pflicht an, bei Moonwatch mitzumachen. Aber den Organisatoren war klar, dass nur ein weltumspannendes Beobachternetz eine wirklich zuverlässige Verfolgung der Satelliten versprach, und es wurde »an die Sternfreunde der ganzen Erde appelliert, sich an dem Programm zu beteiligen«. In einem lagen die deutschen Amateurastronomen und ihr wissenschaftlicher Mentor allerdings weit daneben: »Bis zum Start des ersten Satelliten sind noch ungefähr drei Monate Zeit...«

Der Beginn des Wettlaufs

Heute wird der Start des Sputnik gern als mehr oder weniger knapper Sieg der Sowjetunion in einem energischen Wettlauf der beiden damaligen Supermächte zur Eroberung des Weltalls dargestellt, aber davon kann keine Rede sein: Bis Mitte der 1950er Jahre war das Interesse an Raumfahrt staatlicherseits in der Sowjetunion wie den USA kaum vorhanden gewesen. Immer waren es einzelne Enthusiasten gewesen, die an Raketenmotoren arbeiteten und dabei von Reisen in den Orbit und darüber hinaus träumten: zuerst in den 1920er und 30er Jahren in Europa, namentlich Deutschland, den USA und der jungen Sowjetunion, nach dem Zweiten Weltkrieg dann in den letzteren beiden Ländern. Während die USA in Gestalt des Raketenpioniers Robert Goddard tech-

nisch zeitweise die Nase vorn hatten (1926 gelang ihm der erste Start einer Rakete mit flüssigem Treibstoff), waren es in den 1930er Jahren die Raketenbastler in der Sowjetunion und vor allem Deutschland, deren Kompetenz vom jeweiligen Militär vereinnahmt wurde und die mit erheblicher finanzieller Unterstützung die Technologie des Flüssigkeitsantriebs in den Griff bekommen sollten. Eine entscheidende Kriegsrolle spielte diese Schlüsseltechnologie der Raumfahrt auf keiner Seite: So wurde das sowjetische Raketeninstitut RNII nach Anfangserfolgen bereits 1939 ganz in den Dienst handlicherer Raketenwaffen gestellt.

Die seit 1937 in Peenemünde auf der Ostseeinsel Usedom agierenden Deutschen um Werner von Braun konnten hingegen die Entwicklung von Großraketen fortsetzen und erreichten nach vielen Fehlschlägen am 3. Oktober 1942 mit einem Aggregat-4 sogar zum ersten Mal die Grenze des Weltraums. Bis zum militärischen Einsatz dieser Raketen wurde es allerdings September 1944, und den Gang der letzten Kriegsmomente in Europa beeinflussten die »V-2« glücklicherweise nicht mehr. Dafür weckten die mit Überschall hunderte von Kilometer weit rasenden Waffen aber das Interesse der Raketenforscher in mehreren Ländern: Hier und da waren nach einem Absturz noch genügend Trümmerteile aufzutreiben, um den hohen Entwicklungsstand der Triebwerkstechnik erkennen zu können. Und so kam es im Frühjahr 1945 tatsächlich zu einer Art Wettlauf in Ostdeutschland: Dicht



Abb. 2: Groß war der Jubel bei den gleichgeschalteten Massenmedien des Ostblocks über den Sputnik-Start – die Rakete wurde als Zeichen für die Überlegenheit des Sozialismus gefeiert.

hinter den Fronten rückten Gruppen von Experten ein, auf der Suche nach Geräten, Dokumenten – und den Raketenforschern selbst. Die USA »gewannen« knapp und konnten sich fast alle Spitzenkräfte sowie dutzende startbereite V-2 sichern, aber auch die Sowjets (und in kleinem Umfang die Briten und Franzosen) wurden noch fündig. Zunächst glichen sich die Bilder: Erbeutete oder nachgebaute V-2 wurden auf heimischem Boden gestartet, ab 1946 in New Mexico bzw. 1947 im russischen Kapustin Jar. Aber dann liefen die Entwicklungen auseinander.

Das Militär als Muse

Die USA waren aus dem Zweiten Weltkrieg geradezu gestärkt hervorgegangen und militärisch unschlagbar, die Sowjetunion hatte immens gelitten und suchte verzweifelt nach einer strategischen Antwort. Schon im Mai 1946 hatte der Ministerrat die Entwicklung von Raketenwaffen großer Reichweite beschlossen, um Kernwaffen bis in die USA tragen zu können: Ein entsprechend energisches Raketenprogramm plante man dort nicht (weil es Nuklearbomber genug gab), und die Peenemünder hatten eher wenig zu tun. Ihre in die Sowjetunion gelangten Kollegen waren aber auch nicht direkt an der Raketenentwicklung beteiligt: Man hielt sie isoliert und lernte zwar anfangs eine Menge über ihre Arbeitsweise, doch ab 1951 wurden sie nach Deutschland zurückgeschickt – während ihre amerikanischen Gegenüber immerhin, nunmehr in Huntsville, im Auftrag der Armee eine eigene Rakete entwickeln durften und Mitte der 1950er Jahre auch amerikanische Staatsbürger wurden. Zu diesem Zeitpunkt hatte das sowjetische Raketenprogramm bereits große Fortschritte gemacht: Erst war die V-2 als »R-1« nachgebaut worden, dann hatte man als entscheidende Verbesserung die Abtrennung des Kopfteils eingeführt, und parallel zur Entwicklung von Fernraketen für tonnenschwere Lasten wurde mit Höhenforschungsraketen experimentiert.

Konkretes Interesse an Raumfahrt auch auf staatlicher Seite hatte erst das Nahen

Der Autor dankt W. Hinz, V. Witt, W. Priester und den Stadtarchiven Bonn und Bochum für Unterstützung bei den Recherchen.

des Internationalen Geophysikalischen Jahres ausgelöst: Im Frühjahr 1950 war es von US-Forschern um James van Allen vorgeschlagen und im Oktober 1952 auf internationaler Ebene beschlossen worden. Den erdnahen Weltraum galt es zu erforschen, mit suborbitalen, aber auch orbitalen Raketen: So forderte der IGY-Rat im Oktober 1954 kühn einen Satelliten, der die Erde kartieren sollte. Ein künstlicher Himmelskörper in der Erdumlaufbahn: Solche Ideen – die



Abb. 3: Eine Rakete vom Typ R-7 (SS-6), deren nur wenig modifizierte Nachfolger auch heute noch verwendet werden, brachte den ersten Sputnik ins All.

prinzipielle Möglichkeit hatte immerhin schon 1731 Isaac Newton beschrieben und 1903 Konstantin Ziolkowski im Detail vorgerechnet – waren seit 1946 immer wieder einmal geäußert worden, doch ohne dass sich in West oder Ost je ein konkretes Programm ergeben hätte. Ab 1953 begann sich das zu ändern: In der Sowjetunion wurde auf kleiner Flamme an Satellitentechnik geforscht, und im Mai 1954 fiel der entscheidende Beschluss der Regierung, eine Interkontinentalrakete in Angriff zu nehmen. Ab Juli 1954 lief die schwierige Entwicklung jener »R-7«, die die NATO als »SS-6« fürchten lernen sollte und die bis heute (!) ein Arbeitspferd der russischen Raumfahrt geblieben ist. Und im selben Monat begann auch das erste ernsthafte amerikanische Satellitenprogramm.

Die Nase vorn

April bzw. Juli 1955: Die Sowjetunion und die USA kündigten öffentlich den baldigen Start von Satelliten an, wobei dies damals im Osten noch gar nicht genehmigt war. Dies geschah erst nach langen Beratungen im Januar 1956 mit dem Entwicklungsbeginn der Weltraumvariante der R-7: Sie sollte einen tonnenschweren Satelliten voller Instrumente (»Objekt D«) in den Orbit bringen. Bereits seit dem

Sommer 1955 wurde in den USA parallel am Vanguard-Programm gearbeitet: Eine umgebaute Höhenforschungsrakete sollte einen winzigen Satelliten starten, um den Vorgaben des IGY Rechnung zu tragen in rein zivilem Rahmen. Von Braun durfte immerhin eine noch größere Rakete entwickeln, die auch funktionierte – und im September 1956 einen Satelliten hätte starten können, wenn es denn erlaubt worden wäre. Derartige Berichte aus Übersee sorgten in der Sowjetunion für Nervosität, wo man nun doch der Erste im All sein wollte und zugleich die Entwicklung des Riesensatelliten ins Stocken gekommen war. Ab Februar 1957 wurde daher ein viel kleinerer Satellit gebaut, der aber immer noch wesentlich schwerer als Vanguards Gegenstück war – doch nun versagte eine R-7 nach der anderen. Erst am 21. August flog ein Exemplar 6300km weit, womit

die Sowjetunion über die erste Interkontinentalrakete verfügte. Und es war erst die sechste R-7 überhaupt und die dritte funktionierende Rakete, die am 4. Oktober den kleinen Satelliten PS-1 in den Orbit brachte, der bald überall »Sputnik« genannt werden wird.

Obwohl sein Apogäum wegen Triebwerksproblemen 80 bis 90km niedriger ausfiel als geplant, war der Start ein grandioser Erfolg. Doch nur die technischen Einzelheiten des Satelliten selbst wurden binnen Tagen bekannt gegeben (in einem großen Artikel in der Prawda, anonym von Brauns geheimnisvollem sowjetischen Gegenspieler Sergej Koroljow verfasst): Weil die R-7 in erster Linie als interkontinentaler Kernwaffenträger dienen sollte, gab es weder Bilder – was damals mitunter in Zeitungen gezeigt wurde, sind die gänzlich unabhängigen Höhenforschungsraketen – noch Daten zur Leistungsfähigkeit. Doch die ließ sich ja aus den Bahnparametern der Satelliten und ihrer Massen berechnen.

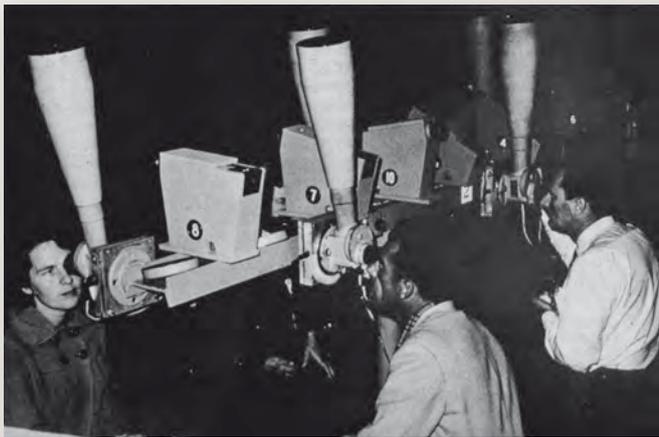


Abb. 4: **Satellitenbeobachtung vor 50 Jahren:** Mit aufwändigen Anordnungen wurden in aller Welt die neuen Himmelskörper verfolgt, wie hier in Australien (links oben), den USA (rechts) und sogar durch Pfadfinder auf den Philippinen (links unten).



Abb. 5: **Zur visuellen Beobachtung kamen »Moonwatch«-Teleskope** mit Umlenkspiegel zum Einsatz, so dass der Beobachter nach unten sehen kann (links). Kombiniert man mehrere solche Teleskope mit unterschiedlicher Höheneinstellung, kann ein Großteil des Himmelsabschnitts im Meridian überwacht werden (rechts).

Am 3. November folgte bereits Sputnik 2, inklusive der Hündin Laika, die ein paar Stunden im Orbit überlebte, im Mai 1958 dann mit Sputnik 3 nach einem Fehlstart ein Zwilling des gewaltigen »Objekts D«.

Die Stunde der Funkamateure

In der ersten Woche nach dem Start von Sputnik 1 scheint im Westen einige Konfusion geherrscht zu haben. So schlugen britische Astronomen nach wenigen Tagen Alarm, weil sie den Satelliten viel niedriger als 900km hoch gemessen und

offenbar den sowjetischen Hinweis auf die Ellipsenbahn nicht mitbekommen hatten. Am 9. Oktober traten daraufhin mehrere Astronomen der Bonner Sternwarte auf der Bundespressekonferenz auf, um ihre eigene Bahnanalyse zu präsentieren. Seit dem frühen Morgen des 5. schon hatte man die Funksignale Sputniks empfangen (da ein junger Institutsmitarbeiter leidenschaftlicher Funkamateur war) und die Bahnform berechnen können: Die mittlere Höhe betrug nur 576km, das Perigäum ca. 210km. Auch über den Startort spekulierte man und wählte ihn am Baikalsee. Die

Bonner Analysen wurden gleich zu Beginn des allerersten Sputnik-Artikels in der US-Astronomiezeitschrift *Sky & Telescope* erwähnt und scheinen mithin weltweite Beachtung gefunden zu haben. Aber bis Mitte Oktober kam man auch in anderen Ländern auf ähnliche Zahlen (wobei Fachastronomen mangels anderer Kommunikationswege für derart Exotisches zuweilen in Amateurzirkularen publizierten), und auch der allmähliche Verfall der Satellitenbahn, die vor allem in Erdnähe deutlich in die Atmosphäre tauchte, war rasch offenbar – und damit auch, dass de-

ren Dichte oberhalb von 200km Höhe deutlich langsamer abnimmt als man vorher dachte: die erste Entdeckung des Weltraumzeitalters schon nach wenigen Wochen.

Neben dem direkten Funkempfang wurde die Bahn des Sputnik auch mit der Riesenschüssel von Jodrell Bank in Großbritannien mit Radar verfolgt, doch die visuelle Beobachtung erwies sich als eher schwierig, und das nicht nur wegen oft schlechten Wetters. Der Satellit selbst war mit +5^m bis +7^m sehr lichtschwach, und der größte Teil der optischen Beobachtungen – besonders erfolgreich waren in Deutschland Moonwatch-Teams in Berlin und Hannover – ging auf die Raketenoberstufe zurück, die bis zu -1^m bis +3^m hell werden konnte. Sie war auf einer geringfügig niedrigeren Bahn zurückgeblieben und lief daher schneller um die Erde: Schon am 29. Oktober überrundete sie den Satelliten zum ersten Mal, der zwei Tage früher seine Funksignale eingestellt hatte. Wie von der Sowjetunion erhofft, hatten sie viele Funkamateure im Westen immer wieder empfangen können (in Deutschland insbesondere an den Volkssternwarten Bochum und München sowie in Berlin), womit sofort jeder Zweifel am Start ausgeräumt wurde. Bereits im Juni waren die beiden Frequenzen veröffentlicht worden, doch im Westen hatte man sich meist auf die höhere Frequenz der erwarteten US-Satelliten vorbereitet: Hektisch waren nach dem 4. Oktober neue Empfangsanlagen gebaut worden. In den ersten Januartagen 1958 verglühte dann Sputnik, nicht ohne vorher in mehrere Fragmente zu zerbrechen: Dies wiederum wurde von Amateurastronomen mit Hilfe von Echos ferner Radiosender an den langen Ionisationsspuren verfolgt, die die Bruchstücke in der Atmosphäre hinter sich her zogen, eine Technik, mit der man schon länger Meteorspuren nachwies.

Sputnik war nur der Anfang...

Im neuen Jahr 1958 nahm die stürmische Geschichte der Raumfahrt erst richtig Fahrt auf, wobei nur ein sowjetischer, aber um so mehr amerikanische Starts gelingen sollten, und fast jeder stellte eine Pionierleistung in einem neuen Gebiet dar. So wies bereits der allererste US-Satellit Ex-

plorer 1 klar die Strahlungsgürtel der Erde nach, die Sputnik 2 nur schemenhaft registrieren konnte: Noch lange würde man sich um die Priorität dieser ersten großen Entdeckung der Forschung mit Satelliten streiten. Beim Wiedereintritt des Sputnik 2 im April wurde zum ersten Mal ein dramatischer Feuerball mit langem Schweif (mit einer Gesamthelligkeit von -10^m!) auch visuell beobachtet. Auf einer großen IGY-Tagung im August präsentierten Forscher aus Ost und West eine Flut von Erkenntnissen über den erdnahen Raum, gewonnen mit Satelliten und Höhenforschungsraketen. Und es gab auf beiden Seiten die ersten (und allesamt gescheiterten) Versuche, eine Sonde hart auf den Mond aufschlagen zu lassen: Der Erdtrabant wurde nach dem Erreichen des Orbits überall als das nächste große Ziel gesehen. Am 2. Januar 1959 gelang es dann der Sowjetunion mit Lunik 1 alias »XXI. Parteitag« zum ersten Mal, bis auf 6000km an den Mond heran zu kommen: Eigentlich ein Fehlschlag, aber immerhin konnte der »erste künstliche Planet« gefeiert werden.

Die Astronomen waren in fünf Jahren von staunenden Zuschauern der Raumfahrt zu ihren Nutznießern auf dem Weg zu anderen Welten geworden.

Surftipps

Zeitlinie der

Raumfahrtgeschichte: www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/sputline

Encyclopedia Astronautica:

www.astronautix.com/articles/moonrace.htm

Jonathan's McDowell's

Launchlog: planet4589.org/space/log/launch.html

NASA Aeronautics and Astronautics Chronology, 1955-57:

www.hq.nasa.gov/office/pao/History/Timeline/1955-57.html

Chronology of Space

Exploration: www.solarviews.com/eng/craft1.htm

Space Today Online, The

Millennium: A Space and Astronomy Timeline: www.spacetoday.org/History/MillenniumTimeline/MillenniumTimeline.html

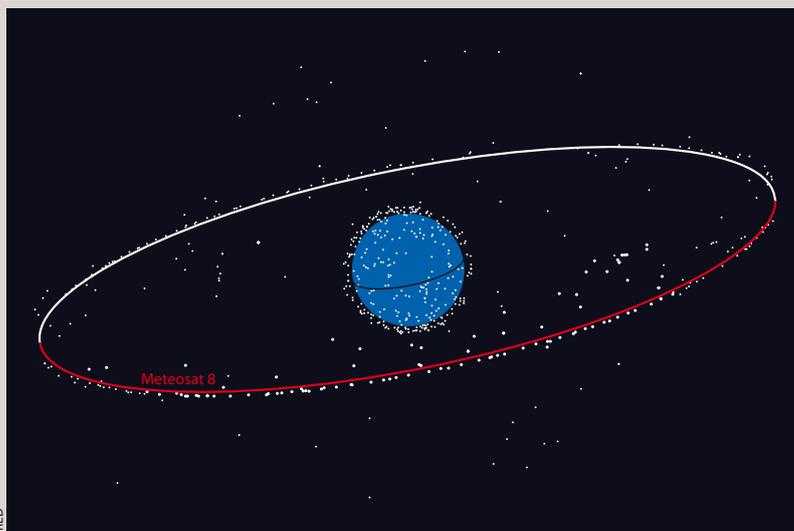
Auf welchen Bahnen fliegen die Satelliten?

Seit 50 Jahren gibt es nun Satelliten in den verschiedensten Bahnen um die Erde. Waren es erst nur einzelne, bevölkern sie heute zu Tausenden den erdnahen Raum. Sie werden im kommerziellen Bereich, für die Wissenschaft sowie für militärische Zwecke eingesetzt.

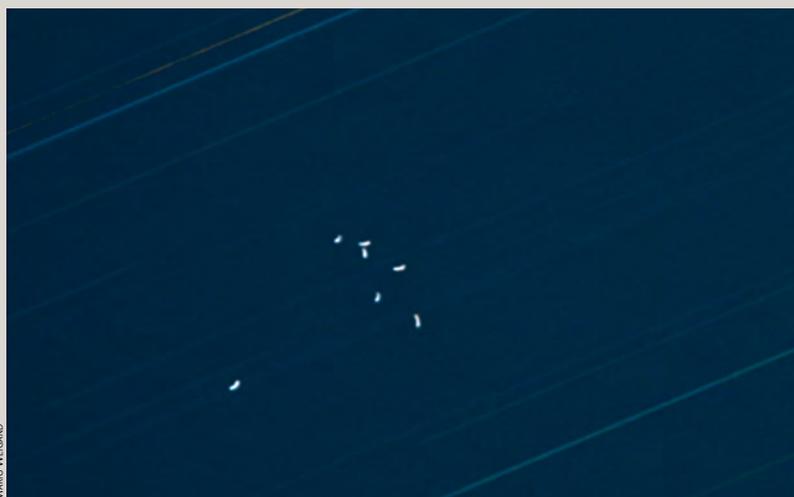
Satelliten können im Prinzip in beliebige Erdumlaufbahnen gebracht werden. Allerdings gibt es je nach Aufgabe des Satelliten bevorzugte Bahnen, die sich grob in drei Kategorien einteilen lassen: niedrige Umlaufbahnen mit einer Höhe von 200km bis ca. 1000km und Umlaufzeiten von ca. 100 Minuten, sonnensynchrone polare Bahnen in rund 800km Höhe und geostationäre Umlaufbahnen, in denen ein Satellit die Erde genau so schnell umrundet, wie diese sich dreht, wodurch er über einem bestimmten Punkt des Äquators stillzustehen scheint. Darüber hinaus gibt es Bahnen in mittleren Höhen, stark elliptische Bahnen sowie Transferorbits vor dem Erreichen der endgültigen Bahn.

Für äquatoriale Bahnen ist ein Startplatz in der Nähe des Äquators – wie z.B. Kourou – vorteilhaft. Denn eine Bahnneigung, die geringer ist als die geographische Breite des Startplatzes, kann nur mit zusätzlichem Energieaufwand erreicht werden.

Die geostationäre Umlaufbahn befindet sich in rund 36000km Höhe über dem Äquator und wird wegen ihrer Eigenschaft, dass Satelliten dort für Beobachter auf der Erde still zu stehen scheinen, von Kommunikations- und Wettersatelliten benutzt; dazu zählen die bekannten Fernsehsatelliten, auf die die häuslichen schüsselförmigen Empfangsantennen ausgerichtet werden. Satelliten auf polaren Bahnen ziehen dagegen in Nord-Süd-Richtung über den Himmel; sie können die gesamte Erdoberfläche erfassen. Satelliten mit weniger geneigten Bahnen laufen, aus westlicher Richtung kommend in wenigen Minuten über den gesamten Himmel nach Osten, da sie die Erde schneller umrunden als sie rotiert. Besonders auffallend sind große Satelliten in Höhen von nur einigen 100km Höhe, die als helle Lichtpunkte über den Himmel »rasen«; der prominenteste von ihnen ist die Internationale Raumstation ISS.



»Satellitenwolke« um die Erde. Jedes Pünktchen stellt einen Satelliten dar. Zusätzlich ist die geostationäre Bahn eingezeichnet, auf der sich z.B. der Wettersatellit Meteosat befindet.



Die Astra-Fernsehsatelliten scheinen vor den sich bewegenden Sternen nahezu still zu stehen. Aufgenommen mit einem 80/560mm-Amateurteleskop.

Am besten beobachtet man Satelliten einige Stunden nach Sonnenuntergang und vor Sonnenaufgang in den Monaten Mai, Juni und Juli, da dann die Sonne nur wenig unter den Horizont sinkt und hoch »fliegende« Objekte beleuchten kann.

Himmelsereignisse im Oktober/November 2007

Planetenparade für Frühaufsteher

Merkur, Saturn und Venus am Morgenhimmel

Um den Monatswechsel Oktober/November kommt es zu sehr günstigen Sichtbarkeitsbedingungen von Merkur und Venus. Gleichzeitig steigt Saturn am Morgenhimmel höher.

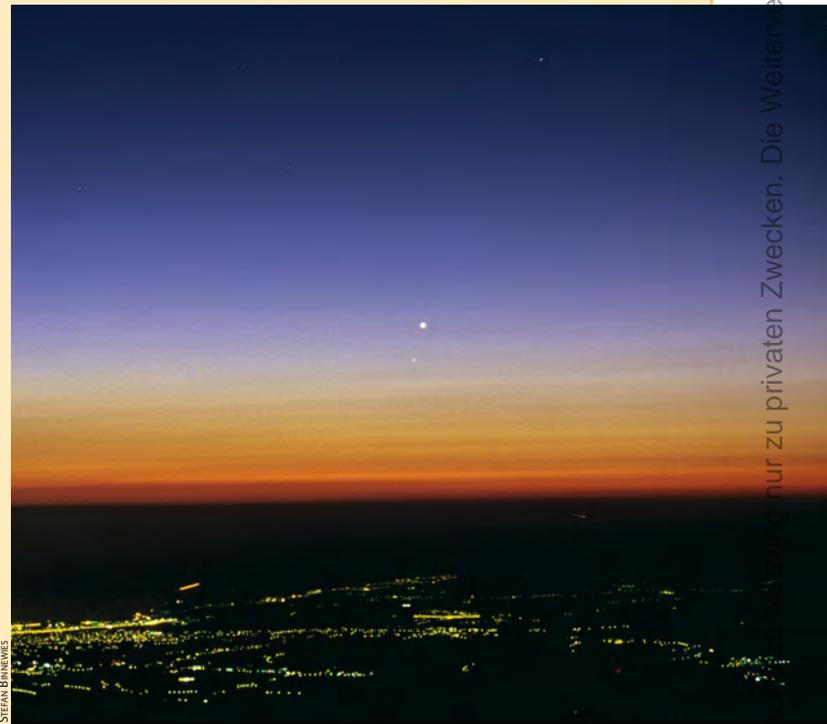
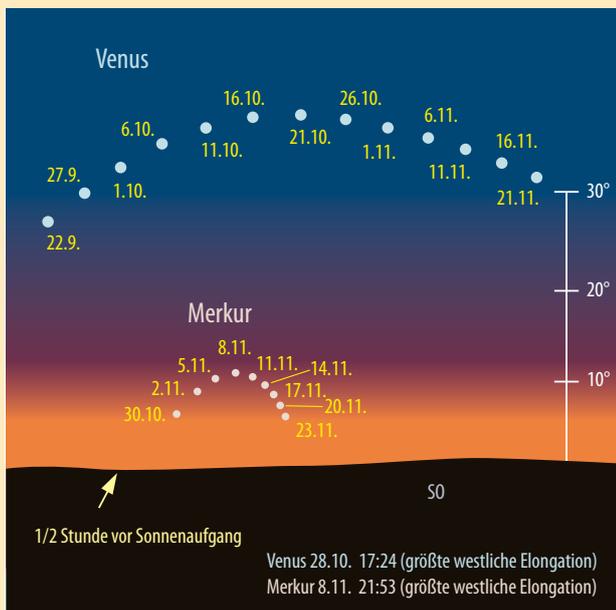
Die Venus dominiert beide Monate als hell strahlender ($-4^m,5$) Morgenstern. Am 28. Oktober kommt sie in die Position der größten westlichen Elongation und geht fast 4,5 Stunden vor der Sonne auf. Dabei steht sie während der bürgerlichen Dämmerung mehr als 30° über dem Südosthorizont. Auch Merkur befindet sich zum Monatswechsel am Morgenhimmel. Er erreicht am 8. November die größte westliche Elongation von der Sonne mit 19° und geht etwa zwei Stunden vor ihr auf.

Während der bürgerlichen Dämmerung findet man Merkur etwa 10° über dem ost-südöstlichen Horizont, links unterhalb der Venus in etwa 27° Entfernung. Seine Helligkeit beträgt dabei $-0^m,5$. Saturn steht etwas oberhalb der Venus nahe Regulus im Löwen. Saturn und Venus begegnen sich am 15.10. in $2,5^\circ$ Abstand, Venus überstrahlt den Ringplaneten ($0^m,8$) dabei jedoch um einiges.

Schon diese Konstellation dürfte für Astrofotografen interessant sein, die diesen Anblick auf Film und Chip bannen wollen.

Doch dies kann noch überboten werden: Am 6. und 7. November steht die schmale Mondsichel (4 bzw. 3 Tage vor Neumond) zwischen Venus und Merkur. Am 6. ist sie südlich der Venus zu finden, am 7. steht die Mondsichel 12° rechts oberhalb von Merkur, sicherlich ein imposanter Anblick – klares Wetter und gute Horizontsicht vorausgesetzt.

■ André Knöfel und Ronald Stoyan



Venus und Saturn treffen sich am 15.10. am Morgenhimmel, ähnlich wie hier am 26.8.2006.

Asteroid 11500 (1989 UR) in Erdnähe in Opposition

Der Apollo-Asteroid 11500 (1989 UR) wird im November in Erdnähe erwartet. Am 25. November beträgt der Abstand des etwa 700m großen Kleinkörpers von der Erde rund $0,071\text{AE}$, was einer knapp 30fachen Erde-Mond-Entfernung entspricht. Dieser Asteroid ist unregelmäßig geformt und rotiert dabei sehr langsam – er besitzt eine Rotationsperiode von 73 Stunden und verändert dabei seine Helligkeit um $0^m,5$. Von der Erde aus wird der Vorbeiflug des Asteroiden nur fotografisch oder mit größeren Instrumenten beobachtbar sein – seine maximale Helligkeit beträgt $15^m,2$, die er wenige Tage

vor der Erdpassage erreichen wird. Gegen 4:00 MEZ steht 11500 (1989 UR) über dem Südhorizont. Interessant ist, dass dieser als potenziell gefährlich eingestufte Asteroid von den Radioobservatorien in Arecibo und Goldstone beobachtet werden soll, um die Bahn des Asteroiden mit sehr hoher Genauigkeit zu ermitteln und um die Form des Kleinkörpers zu bestimmen. Erst im Jahr 2028 ergibt sich die Möglichkeit, diesen Asteroiden unter ähnlich günstigen Bedingungen zu beobachten.

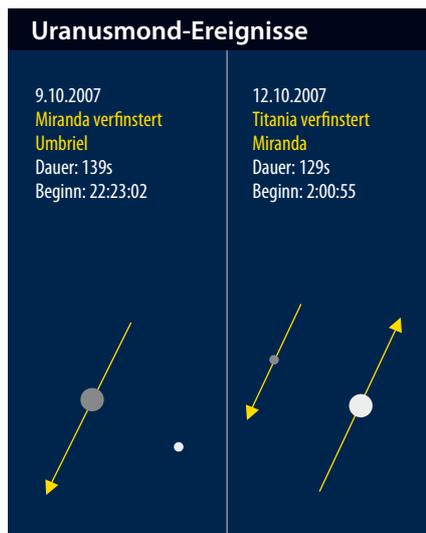
■ André Knöfel

Uranusmonde in Aktion

2007 ist ein besonderes Jahr im 84-jährigen Umlauf des Riesenplaneten, denn wir blicken derzeit genau auf die Äquator- bzw. Ringebene von Uranus. Von der Erde aus gesehen erscheinen uns Monde und Ringe drei Mal exakt von der Seite: Seit dem 6. Mai ist uns die Südseite des Planeten leicht zugeneigt, ab dem 13.8. wieder die nördliche Hemisphäre. Zum endgültigen Schwenk nach Süden wird es erst im Februar 2008 kommen.

Durch diese Geometrie bedingt ergibt sich die seltene Möglichkeit, gegenseitige Erscheinungen der Uranusmonde zu verfolgen: Bedeckungen oder Verfinsternungen der Monde untereinander.

Anfang Oktober kommt es zu einer Abfolge besonders spektakulärer Erscheinungen: Am 8.10. bedeckt der Mond Ariel die kleinere Miranda für etwa 136s. Die beiden Monde verschmelzen dabei selbst in größeren Optiken zu einem Gesamtbild. Noch beeindruckender dürften die beiden folgenden Erscheinungen sein, wenn am 9.10. Miranda den Mond Umbriel für 139s verfinstert und am 12.10. Titania Miranda 129s verschwinden lässt.



Instrumentell muss mindestens ein Teleskop von 8" bis 10" Öffnung eingesetzt werden, um die 14^m schwachen Monde neben dem Planeten zu erkennen. Moderne CCD-Kameras sollten damit jedoch kein Problem haben. Im weiteren Verlauf des Oktobers folgen ähnliche Erscheinungen (siehe Tabelle), die jedoch wegen des nahenden (Erd-)Mondes nicht mehr so leicht beobachtbar sein dürften.

■ Ronald Stoyan

Astronomische Ereignisse im Oktober/November 2007		
3.10.	12:06:03 MESZ	Letztes Viertel
4.10.	01:30:00 MESZ	Mars bei M 35, M 35 nördlich 0°54'
11.10.	07:00:49 MESZ	Neumond
15.10.	16:08:02 MESZ	Venus bei Saturn, Saturn nördlich 2°56'
19.10.	10:32:59 MESZ	Erstes Viertel
20.10.	17:51:35 MESZ	Sternbedeckung η Cap (4 ^m 9)
21.10.	–	Maximum Orioniden-Meteor (ZHR 23)
22.10.	20:50:44 MESZ	Sternbedeckung λ Aqr (3 ^m 8)
24.10.	01:54:52 MESZ	Merkur Untere Konjunktion
26.10.	06:51:36 MESZ	Vollmond
28.10.	00:48:37 MEZ	Mond bedeckt Plejaden
28.10.	16:24:12 MEZ	Venus größte westliche Elongation 46,5°
29.10.	22:05:42 MEZ	Sternbedeckung 136 Tau (4 ^m 5)
1.11.	22:18:18 MEZ	Letztes Viertel
8.11.	21:53:17 MEZ	Merkur größte westliche Elongation 19°
10.11.	00:03:11 MEZ	Neumond
17.11.	23:32:33 MEZ	Erstes Viertel
18.11.	03:50:00 MEZ	Maximum Leoniden-Meteor (ZHR 15)
19.11.	09:07:23 MEZ	Flora Opposition (8 ^m 0)
23.11.	17:38:06 MEZ	Sternbedeckung ε Ari (4 ^m 6)
24.11.	15:29:51 MEZ	Vollmond
25.11.	04:00:00 MEZ	Asteroid 11500 (1989 UR) Erdpassage
29.11.	01:58:57 MEZ	Mond bedeckt Praesepe

Gegenseitige Erscheinungen der Uranusmonde

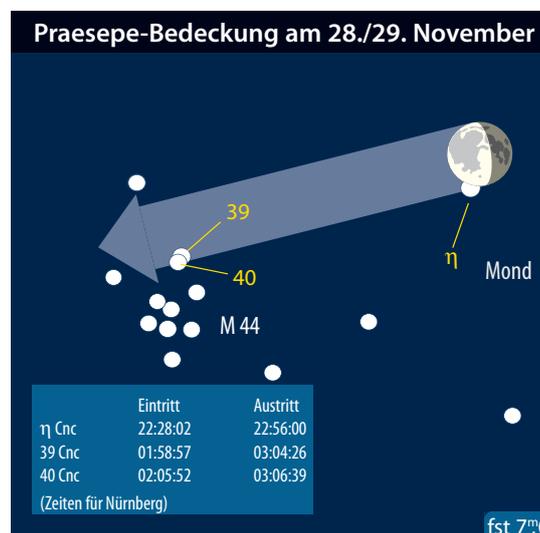
7.10.	20:00:20 MESZ	Umbriel verfinstert Miranda (Dauer 133s)
8.10.	02:43:20 MESZ	Ariel bedeckt Miranda (Dauer 136s)
9.10.	22:23:02 MESZ	Miranda verfinstert Umbriel (Dauer 139s)
12.10.	02:00:55 MESZ	Titania verfinstert Miranda (Dauer 129s)
18.10.	02:28:21 MESZ	Ariel bedeckt Miranda (Dauer 148s)
21.10.	20:05:29 MESZ	Miranda verfinstert Ariel (Dauer 756s)
22.10.	00:53:05 MESZ	Ariel verfinstert Umbriel (Dauer 2087s)
26.10.	03:25:50 MESZ	Ariel verfinstert Miranda (Dauer 190s)
19.11.	19:00:03 MEZ	Ariel verfinstert Miranda (Dauer 903s)

Mond bedeckt Praesepe

Neben der Bedeckung der Plejaden in der Nacht vom 27. auf den 28. Oktober kurz nach Vollmond wird im November ein weiteres Messier-Objekt vom Mond bedeckt. Der Erdbegleiter bewegt sich am 28./29. November über den nördlichen Teil des Offenen Sternhaufens der Praesepe (M44). Bereits in den Abendstunden des 28. gegen 22:30 MEZ kommt es in der Nähe des Mondsüdpols zu einer Bedeckung des rechts neben der Praesepe stehenden 5^m3 hellen Sterns η Cancri. Zu diesem Zeitpunkt steht der Mond etwa 20° über dem Osthorizont. Der Austritt findet je nach Beobachtungsort nach 15 bis 50 Minuten an

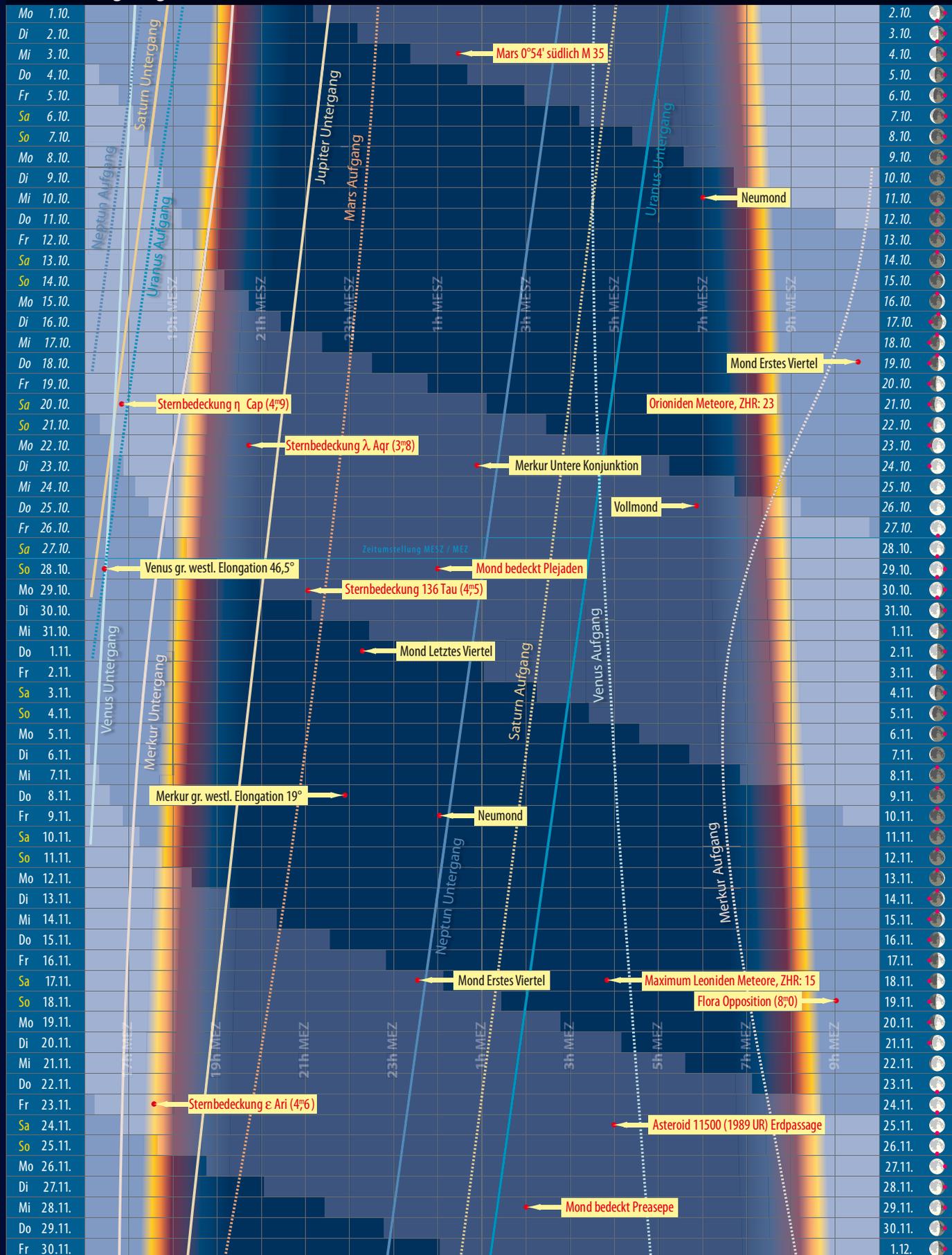
der dunklen Mondseite statt, wobei der Mond dann bereits weitere 5° an Höhe gewonnen hat. Lediglich in den südlichen Teilen Österreichs ist keine Bedeckung zu sehen – der Mond geht knapp nördlich von η Cancri vorbei. Innerhalb weniger Minuten verschwinden am frühen Morgen des 29. November gegen 2:00 MEZ in der Nähe der Region des Mare Humorum die Praesepe-Sterne 39 und 40 Cancri (jeweils 6^m5 hell), um nach gut einer Stunde am dunklen Mondrand wieder zu erscheinen. Der Mond hat dann bereits eine Höhe von etwa 50° über dem Südosthorizont erreicht.

■ André Knöfel



Das Sonnensystem im Oktober/November 2007

Dämmerungsdiagramm im Oktober/November 2007



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

Der Lauf der Planeten im Oktober 2007



morgens sichtbar

ganze Nacht sichtbar

abends sichtbar

Der Lauf der Planeten im November 2007

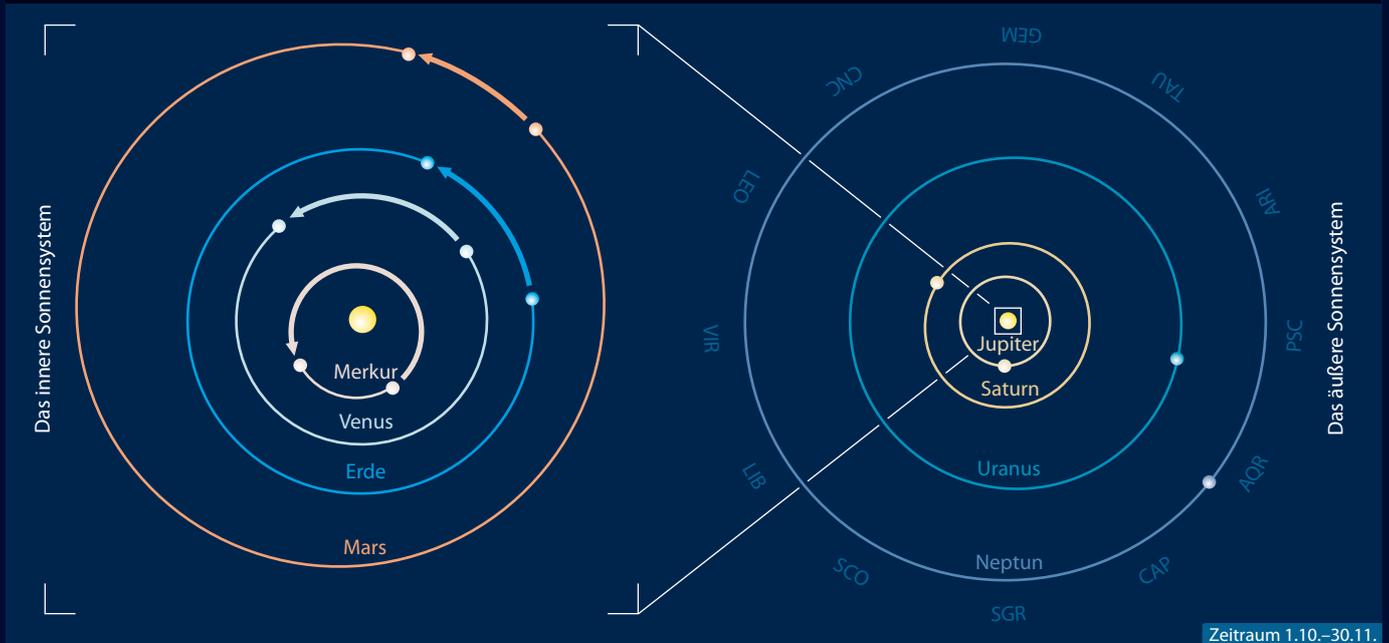


morgens sichtbar

ganze Nacht sichtbar

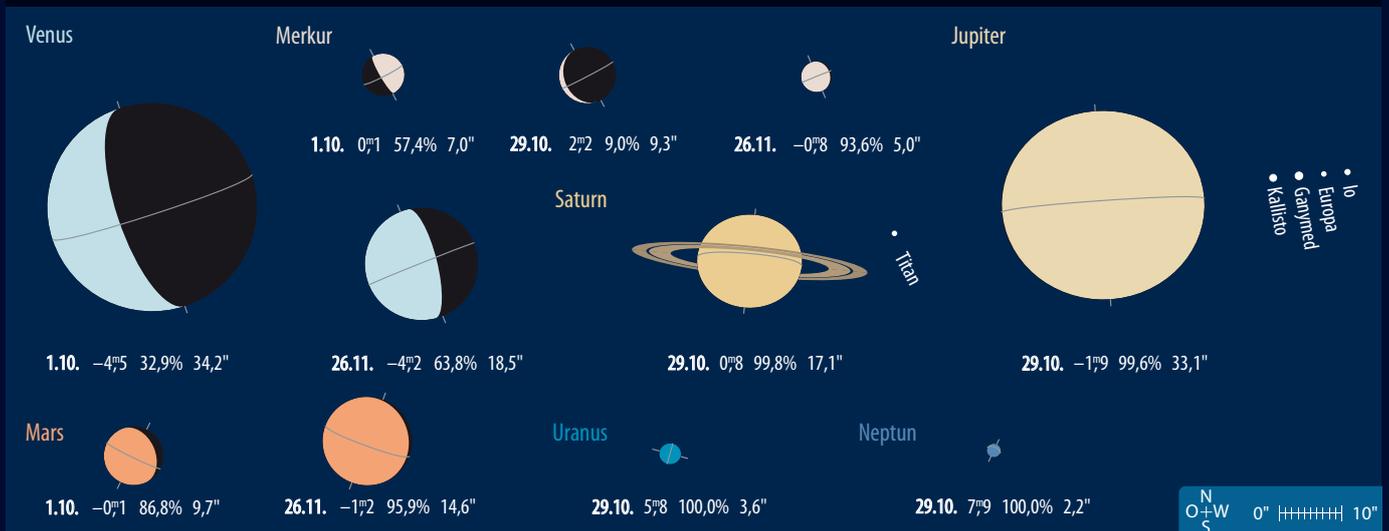
abends sichtbar

Die Planeten auf ihren Bahnen im Oktober/November 2007



Zeitraum 1.10.-30.11.

Die Planeten im Fernrohr im Oktober/November 2007

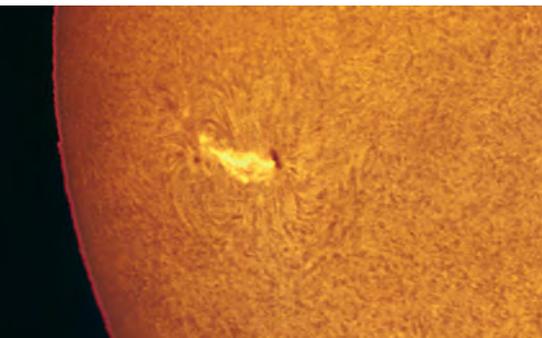


Sonne aktuell

Warten auf das Minimum

Kurz vor dem Redaktionsschluss für diesen Artikel erschien die zweite E-Gruppe binnen weniger Wochen, und der Beginn des 24. Fleckenzyklus lässt sich noch immer auf sich warten: Bis Mitte Juli wurde kein Fleck des neuen Zyklus gesichtet, der in hohen heliographischen Breiten hätte erscheinen müssen. Alle bis dato sichtbaren Aktiven Regionen bewegten sich relativ nah zum Sonnenäquator voran und gehörten somit noch zum alten 23. Zyklus. Nach wie vor ist der Süden aktiver als der Norden und im Mai und Juni hat die Aktivität dort sogar wieder zugenommen.

Im Ha-Licht herrscht fast das gleiche Bild: Kaum Aktivität auf der Oberfläche, nur Anfang Mai wurden in der Region AR 10960 einige M-Flares beobachtet, von denen die meisten ausgerechnet zur europäischen Nachtzeit auftraten. Protuberanzen waren



Flare am 2.6.2007, 8:32 MEZ, 3"-Refraktor bei 3500mm Brennweite, Coronado Solar-max 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

jedoch in unterschiedlicher Ausprägung fast täglich zu sehen.

Wurde im März und April nur eine Art Vorminimum durchlaufen? Darauf jedenfalls deutet das Ergebnis des 2. Treffens der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) vom April 2007 hin. Wenn auch die meisten Vorhersagen derzeit noch das Minimum in der zweiten Hälfte dieses Jahres sehen, so wurde als Ergebnis der Zusammenkunft dieser Zeitpunkt auf den März 2008 (mit einer Abweichung von ± 6 Monaten) verschoben, was zu den Beobachtungen im März und April passen würde, denn häufig liegen Vor- und Nebenminima und -maxima etwa ein Jahr vom Hauptereignis getrennt.

Auf Basis dieser Daten würde das kommende Maximum, wenn dieses hoch ausfällt, bei einer durchschnittlichen Relativzahl von etwa 140 im Oktober 2010, wenn es niedriger wird, bei einer Relativzahl von etwa 90 im August 2012 eintreten, weil hohe Maxima eine kurze (rund dreijährige) und niedrige eine lange (zwischen 5 und 7 Jahren andauernde) Anstiegszeit haben.

■ Manfred Holl

Surftipps

NOAA-Vorhersage: www.sec.noaa.gov/SolarCycle/SC24/PressRelease.html
 Zusammenfassung verschiedener Vorhersagen: users.telenet.be/jjanssens/SC24.html

Bereits im Sommer hat er im wahrsten Sinn des Wortes Staub aufgewirbelt, nun kommt er an den Abendhimmel: **Mars** nähert sich der besten Zeit seiner Sichtbarkeit 2007/2008. Mit hohen Deklinationen bis fast $+30^\circ$ weist die bevorstehende Opposition besonders günstige Beobachtungsbedingungen auf, auch wenn das Marsscheibchen nicht größer als $16''$ im Teleskop erscheinen wird – 2005 waren es noch über $20''$ gewesen.

Die Sichtbarkeit ist ein Mittelding zwischen Perihel- und Aphel-Opposition, denn weder Nord- noch Südpol sind der Erde deutlich zugekehrt. Kurz vor dem Oppositionszeitpunkt an Heiligabend beginnt auf der Nordhalbkugel

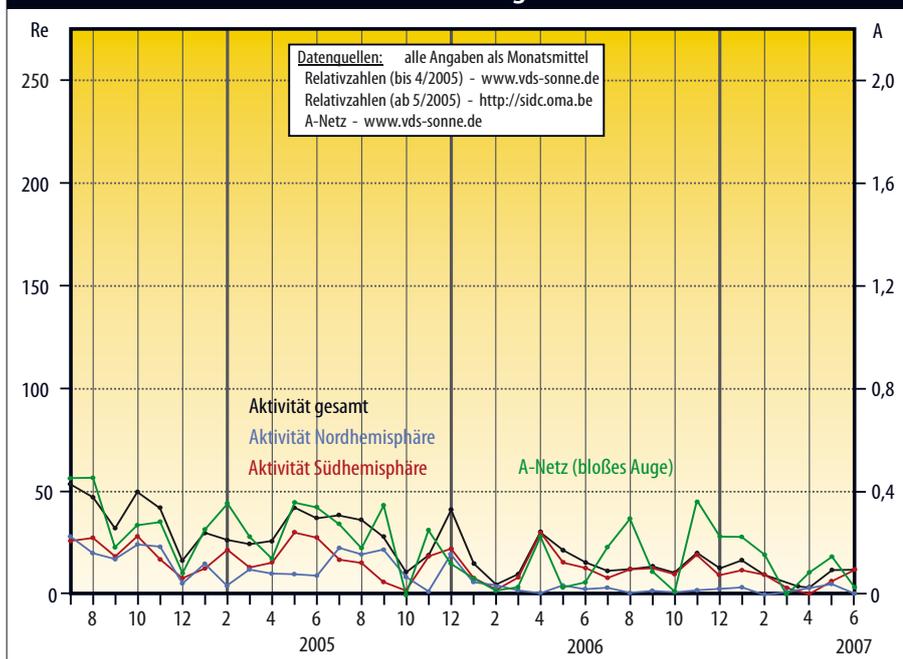
Fahrplan für die Marsopposition 2007/2008

- 6.10.2007: Marsscheibchen $>10''$
- 16.11.2007: Beginn der Rückläufigkeit
- 10.12.2007: Beginn des Nordfrühlings
- 18.12.2007: Erdnähe, Scheibchen $15,9''$
- 24.12.2007: Opposition, Helligkeit $-1^m,6$
- 31.1.2008: Ende d. Rückläufigkeit
- 20.2.2008: Marsscheibchen $<10''$

Meteorologischer Marskalender 2007/2008

- 6.10.2007: Wolken über der Nordpolkappe, Eisnebel in Hellas möglich
- 30.10.2007: Nordpolhaube deutlich, weitere Wolken in der Nordhemisphäre möglich
- 10.12.2007: Nordpolhaube bricht auf und gibt helle Nordpolkappe frei
- 24.12.2007: Helle Nordpolkappe, Wolken über Hellas und Argyre möglich
- 1.2.2008: Abschmelzen der Nordpolkappe beginnt, vermehrt Randdunst
- 20.2.2008: Randdunst und andere hohe Wolken häufiger, sonst kaum Wolken
- 15.3.2008: Randdunst nach wie vor dominierend, Polkappe schmilzt weiter ab
- 24.4.2008: »Aphelkälte« führt zu vorübergehendem Stillstand des Abschmelzens der Polkappe

Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



Planeten aktuell Mars kommt – Jupiter geht

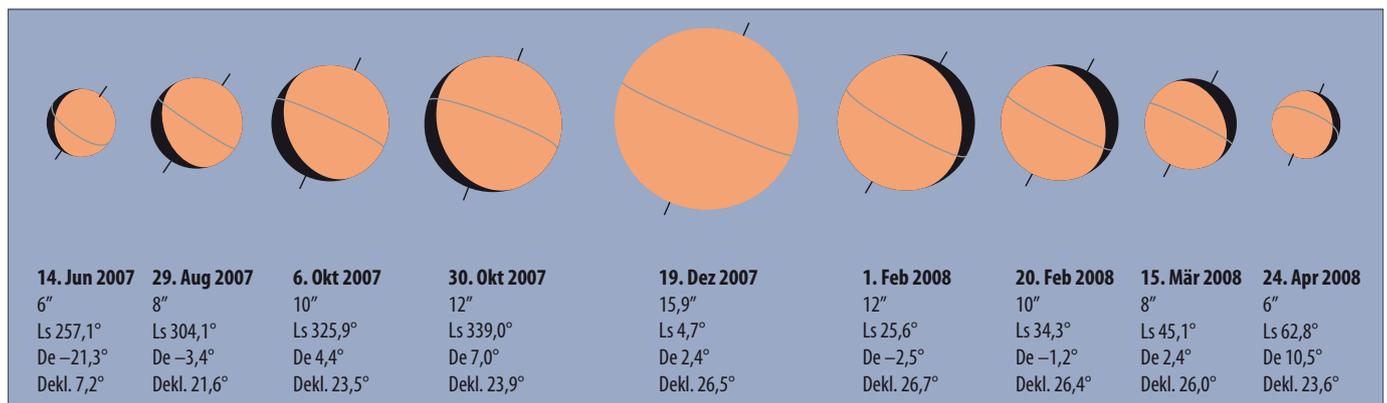


Abb. 1: Die scheinbare Größe des Marsscheibchens 2007/2008 erreicht maximal 15,9".

gel des Mars der Frühling. Dies bedeutet, dass zunächst nur die große diffuse Wolke der Polhaube über dem Nordpol zu sehen ist, die zwischen Dezember und Februar langsam die frische Polkappe freigeben wird. Die Wolkenaktivität auf dem übrigen Planeten ist parallel dazu gering, da fast der gesamte verfügbare Wasserdampf in der Polhaube gebunden ist. Die Polkappe des Südpols, der etwas weniger gut einzusehen ist, ist bereits jetzt nahezu komplett verschwunden. Wie erwartet hatte es auf dem Höhepunkt ihres Abschmelzens im Juni und Juli eine starke Staubsturmaktivität auf dem Planeten gegeben, um den 8./9. Juli waren von zahlreichen Beobachtern große Stürme in der Region um Solis Lacus dokumentiert worden. Beim Erscheinen dieses Heftes sollte die Sturmsaison jedoch schon beendet sein.

Jupiter hielt die Planetenbeobachter im Sommer weiter in Atem: Die Rückkehr des SEB noch vor seinem völligen Verschwinden setzte sich weiter fort (vgl. interstellarum 53). Dabei kam es zu dem seltenen Ereignis, dass sich auf dem Südrand des SEB bewegende dunkle Flecken von einer der beiden Südtropischen Störungen (STRD) »abgefischt« und an den Nordrand des STB umgelenkt wurden – mit um 180° gedrehter Bewegungsrichtung! Dieses selten zu beobachtende Phänomen, als »circulating current« (Kreisströmung) bezeichnet, gilt als Vorläufer aller großen Zirkulationssysteme auf Jupiter. Eine gängige Theorie besagt, dass auch der Große Rote Fleck auf diese Weise entstanden ist.

■ Ronald Stoyan

Surftipps

aktuelle Marsbilder: alpo-j.asahikawa-med.ac.jp/Latest/

aktuelle Jupiterbilder: www.pvol.ehu.es

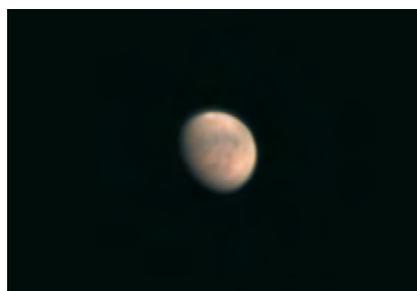


Abb. 2: Mars mit Staubsturm am 14.7.2007. 11"-SCT, 3x-Barlowlinse, IR-UV-Sperrfilter, ToUCam Pro II. Mario Weigand



Abb. 4: Jupiter erschien im Sommer ohne die südliche Komponente des SEB, dafür mit einem deutlichen Äquatorband (EB). a) 7.7.2007, 23:33 MESZ, 16"-Newton, ToUCam 74ok, UV/IR-Cut + IR742-Filter. Thomas Winterer, Claudia Winterer, b) 14.7.2007, 22:42 MESZ, 11"-SCT, ToUCam Pro. Torsten Edelmann

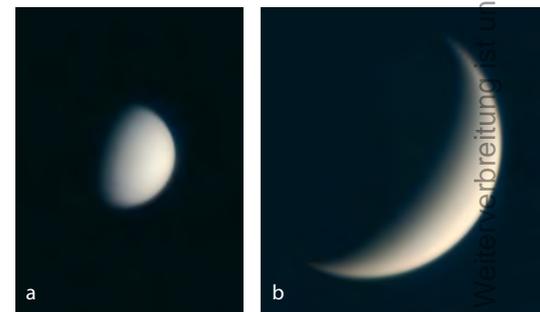


Abb. 3: Venus am Abendhimmel im visuellen Licht im April und Juli 2007. 11"-SCT, 3x-Barlowlinse, IR-UV-Sperrfilter, ToUCam Pro II. Mario Weigand, a) 22.4.2007, b) 14.7.2007.

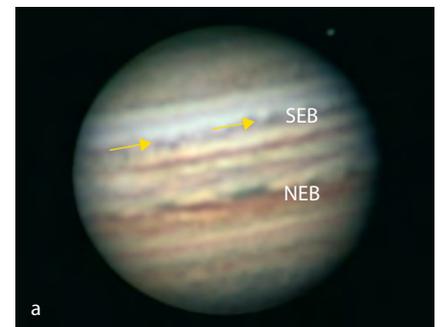
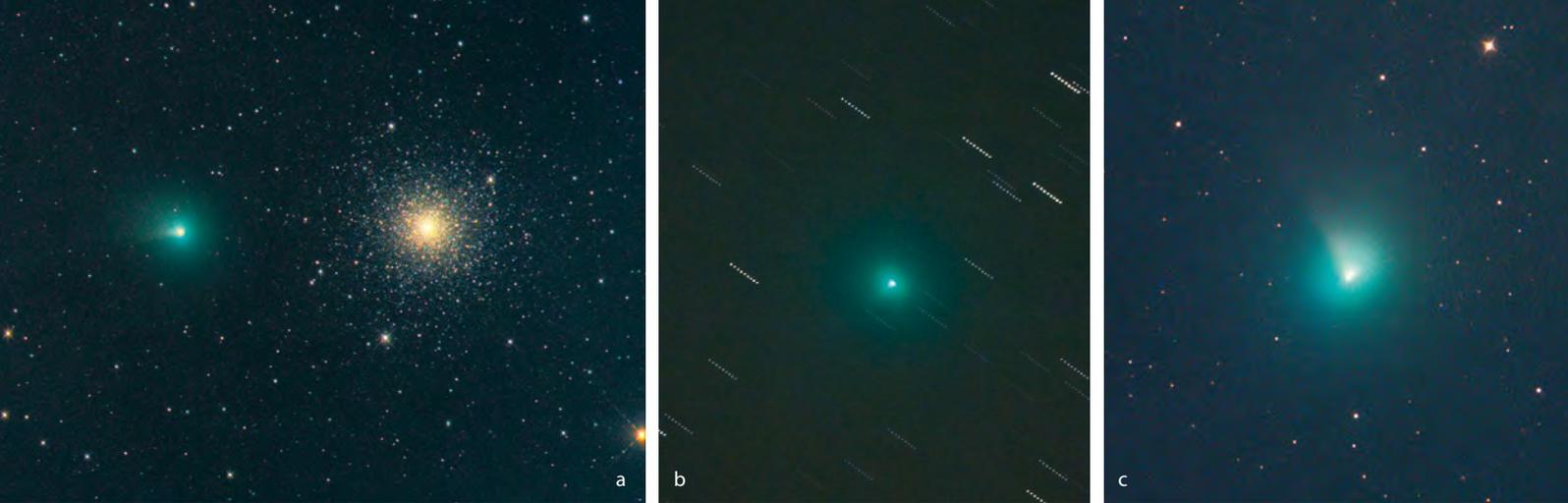
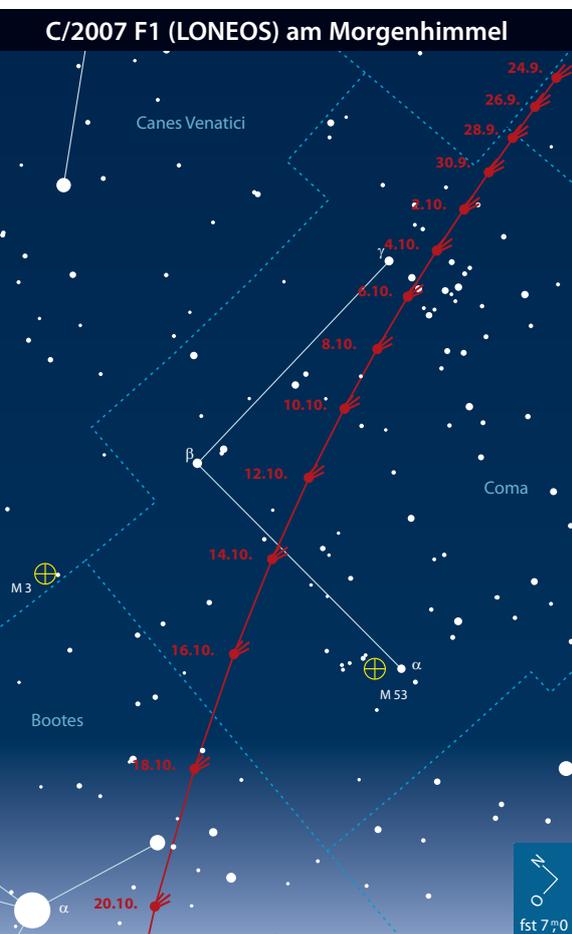


Abb. 5: Die dunklen Flecke des SEB-Revival wandern zunächst in Richtung größerer Längen auf dem Südrand des SEB (a), bevor sie von der Südtropischen Störung um 180° an den Nordrand des STB umgelenkt werden (b). a) 25.7.2007, 18"-Newton, DMK 21AF04. Karl Thurner, b) 20.7.2007, 12"-Newton, DMK 21AF04. Eric Ng



C/2006 VZ13 (LINEAR) stand im Juli ideal am Nachthimmel und erreichte eine Maximalhelligkeit von 7^m.5. a) Beeindruckende Passage von M 3 am 22.7.2007, 8"-Astrograph bei 550mm, Sigma 6303E CCD-Kamera, 8×90s (L), 1min (je RGB). *Michael Jäger, Gerald Rhemann*, b) 14.7.2007, 16"-Newton bei 2000mm, Canon EOS 300Da, ISO 800, 9×1min. *Thomas Winterer, Claudia Winterer*, c) 17.7.2007, 12"-Astrograph bei 1140mm, FLI 6303E CCD-Kamera. *Gerald Rhemann, Michael Jäger*



Kometen aktuell Finale für LONEOS – Tuttle kommt

Der Oktober bietet für Kometenbeobachter nur ein helleres Objekt: **C/2007 F1 (LONEOS)**, am 19. März vom LONEOS-Team (USA) entdeckt, gelangt Ende des Monats in Sonnennähe. Der Komet wandert in der ersten Monatshälfte durch das Sternbild Haar der Berenike und kann sowohl am Abend- als auch am Morgenhimmel beobachtet werden. Die Helligkeit sollte rasch von 10^m auf etwa 7^m zur Monatsmitte anwachsen. Die Morgensichtbarkeit wird schon um den 20. zu Ende gehen, falls der Schweifstern nicht wesentlich heller als die erwarteten 6^m bis 5^m.5 werden sollte. Am Abendhimmel wird man LONEOS noch einige Tage länger verfolgen können. Er wird bei geringer Horisonthöhe von Nordwest nach Südwest wandern und etwa zur Zeit des Perihels am 28. in der Abenddämmerung verschwinden. Gute Sichtbedingungen und ein freier Westhorizont (bzw. Osthorizont am Morgen) werden für das erfolgreiche Beobachten dieses Kometen notwendig sein.

Im November kommt wieder ein Objekt mit langer Geschichte in die Reichweite kleinerer und mittlerer Teleskope: **8P/Tuttle** wurde bereits am 9. Januar 1790 von Pierre Méchain (Paris) entdeckt. Nach

2P/Encke (entdeckt 1786) ist er damit der »zweitälteste« kurzperiodische Komet. Zunächst konnte keine exakte Bahn berechnet werden und der Schweifstern ging vorübergehend verloren. Im Januar 1858 entdeckte Horace Tuttle (Harvard/USA) einen Kometen, dessen Bahnelemente mit denen des Kometen von 1790 in Übereinstimmung gebracht werden konnten. 8P/Tuttle besitzt eine elliptische Bahn mit 13,6 Jahren Umlaufzeit und konnte seither bei neun Erscheinungen beobachtet werden. Gelangt der Komet zwischen Dezember und Februar in Sonnennähe, kommt er auch der Erde recht nahe und kann eine Helligkeit zwischen 8^m und 6^m erreichen. Diesmal tritt das Perihel am 27. Januar 2008 ein und 8P/Tuttle kommt am 1. Januar bis auf 0,25AE an die Erde heran – so nahe wie noch nie. Er könnte daher eine Rekordhelligkeit von etwa 5^m.0 erreichen.

Der Komet befindet sich im November nahe dem Himmelsnordpol und wandert langsam durch die Sternbilder Kleiner Bär und Drache. Er ist zu Monatsbeginn noch etwa 12^m.5 schwach, bis Ende des Monats könnte die Gesamthelligkeit aber schon auf 9^m.5 angestiegen sein.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

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

Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen: kometen.fg-vds.de
Aufsuchkarten, Beobachtungshinweise: www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html

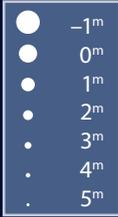
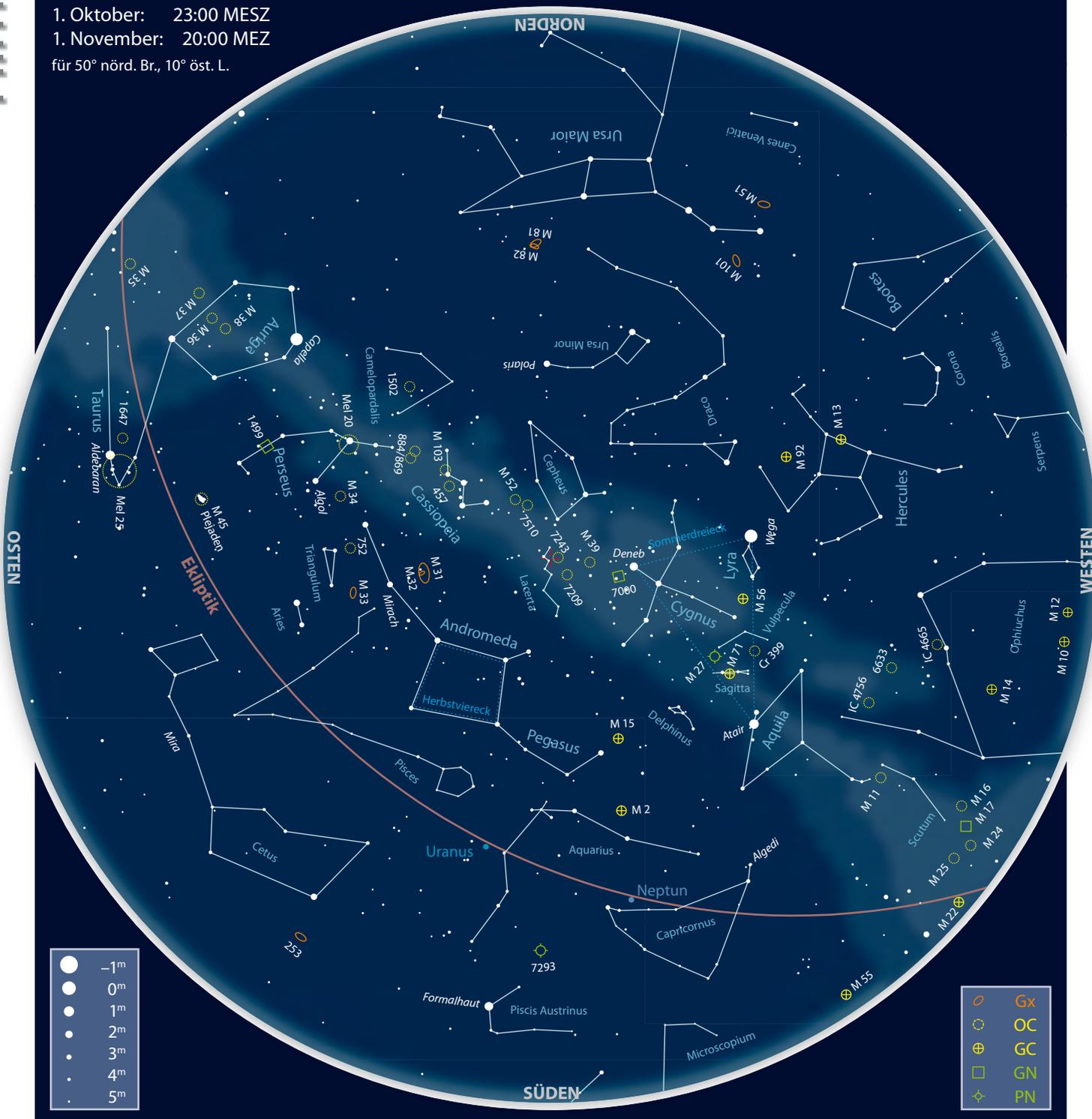
Gary Kronks Cometography: 8P/Tuttle: www.cometography.com/pcometes/008p.html

Kometen im Oktober/November 2007

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Maximalhelligkeit
C/2007 F1 (LONEOS)	19.3.2007	28.10.2007 (0,40AE)	29.10.2007 (0,72AE)	Sep.–Okt.	6 ^m
8P/Tuttle	9.1.1790	27.1.2008 (1,03AE)	1.1.2008 (0,25AE)	Okt.–Jan.	5 ^m

Der Sternhimmel im Oktober/November 2007

1. Oktober: 23:00 MESZ
 1. November: 20:00 MEZ
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November 2007								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe/Periode	Entfernung	DSRA
h + χ Persei	bloßes Auge	OC	2 ^h 21 ^m	+57° 8'	5 ^m 3/6 ^m 1	30'/30'	8000 Lj	2
Flora	Fernglas	Planetoid	—	—	8 ^m	—	150 Mio.	

Sternhaufen für jeden Geschmack

Astronomie mit bloßem Auge h und χ Persei

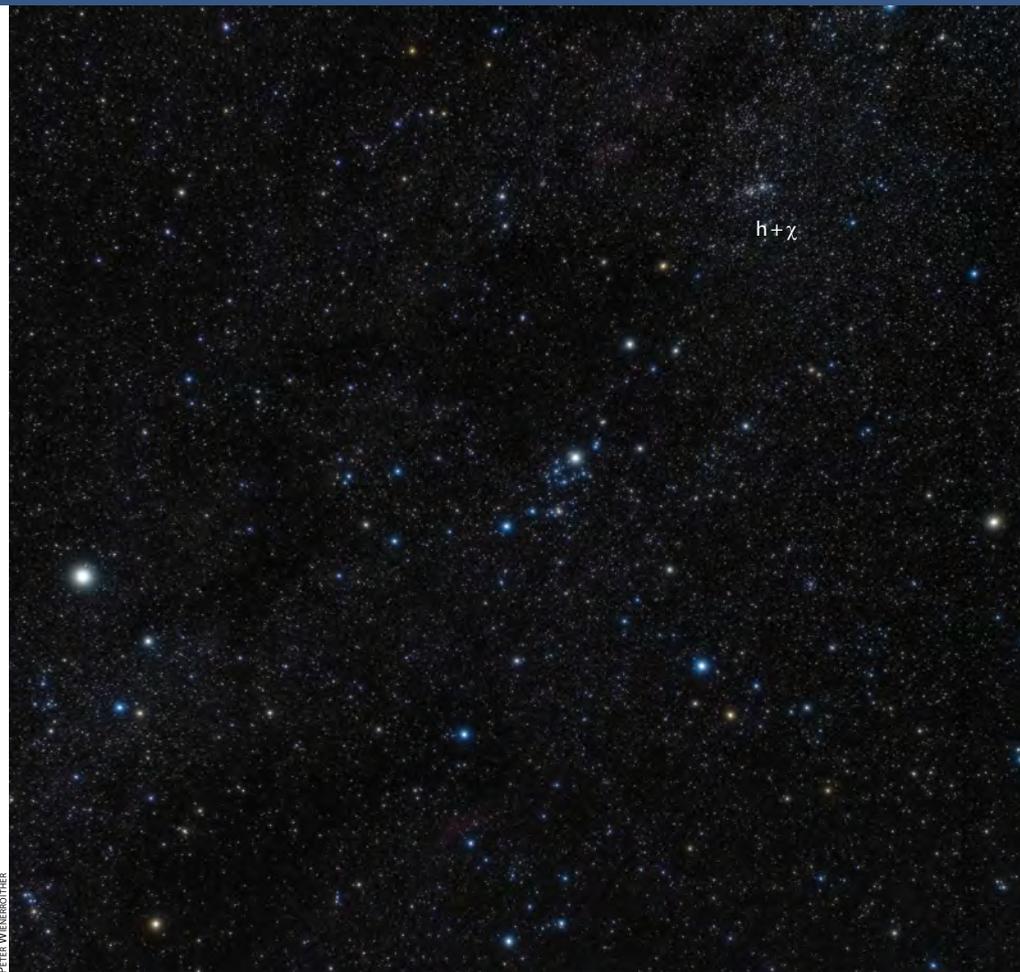
Hinter den Bezeichnungen NGC 869 und NGC 884 oder h und χ (sprich ha und chi) Persei verbirgt sich der eindrucksvolle »Doppelsternhaufen« im Perseus und damit sicherlich einer der Höhepunkte des Herbst- und Winterhimmels.

Da dieser sich im nördlichen Teil des Sternbildes Perseus befindet, ist er für Mitteleuropa zirkumpolar – also ganzjährig sichtbar.

Das Band der Milchstraße ist im Perseus nicht sehr deutlich ausgeprägt. Dies hängt zum einen mit unserem Blickwinkel in die schwächeren Außenbereiche unserer Milchstraße zusammen, verstärkt sich aber noch durch die hier befindlichen ausgedehnten Dunkelnebel. Erst kurz vor dem Übergang zum Sternbild Cassiopeia steigt die Helligkeit der Milchstraße wieder an und kulminiert schließlich mit h und χ Persei in einem hellen länglichen Nebelbalken.

Das Objekt zählt zu den einfachsten Deep-Sky-Objekten für das bloße Auge und ist auch unter weniger günstigen Bedingungen noch gut als diffuses Fleckchen erkennbar. Unter klarem Landhimmel dominiert es das Sternfeld. Viele Beobachter berichten auch von einer Trennbarkeit der beiden Haufen mit bloßem Auge.

Interessant ist die Frage, ob die beiden Sternhaufen ein echtes Doppelsystem oder nur ein optisches Paar bilden. Zwar handelt es sich sowohl bei NGC 884 als auch bei NGC 869 um junge Sternhaufen mit leuchtkräftigen Einzelsternen, jedoch sind sie zu unterschiedlicher Zeit entstanden. NGC 869 ist hierbei das hellere und uns auch näher liegende Objekt. Beide Haufen stehen in



Die Milchstraße zwischen Kapella (links) und der Kassiopeia (rechts oben) wird dominiert von zwei Sternhaufen in unterschiedlicher Entfernung: Während der Perseus-Bewegungshaufen Mel 20 (mitte) mit 550 Lichtjahren zu den nächsten Sternhaufen überhaupt zählt, liegt der Doppelsternhaufen h und χ mit 8000 Lichtjahren bereits im nächsten Spiralarm unserer Galaxis.

mehreren hundert Lichtjahren Distanz zu einander.

Eine Besonderheit der beiden Sternhaufen ist ihre Bezeichnung h und χ nach der von J. Bayer in der »Uranometria« verwendeten Nomenklatur. Dieses Schema wird eigentlich nur zur Bezeichnung von Sternen verwendet. O'Meara und Green recherchierten, dass h und χ erst seit dem

19. Jahrhundert mit NGC 869 und NGC 884 identifiziert werden, während Bayer mit χ Persei den gesamten, nebelhaft erscheinenden »Doppelsternhaufen« als Stern bezeichnete. h wäre in diesem Fall nur ein schwächerer Nachbarstern der beiden Sternhaufen.

■ Matthias Juchert

Astronomie mit dem Fernglas Beste Sichtbarkeit von Flora seit 10 Jahren

Mit der Entdeckung des Neptun 1846 waren alle acht heute bekannten Planeten gefunden. Doch schon in den Jahren zuvor wurden weitere Himmelskörper zwischen Mars und Jupiter entdeckt – somit bestand das Sonnensystem damals aus

insgesamt 16 Planeten, denn bis Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auch die Kleinkörper im Asteroidengürtel zu den Planeten gezählt.

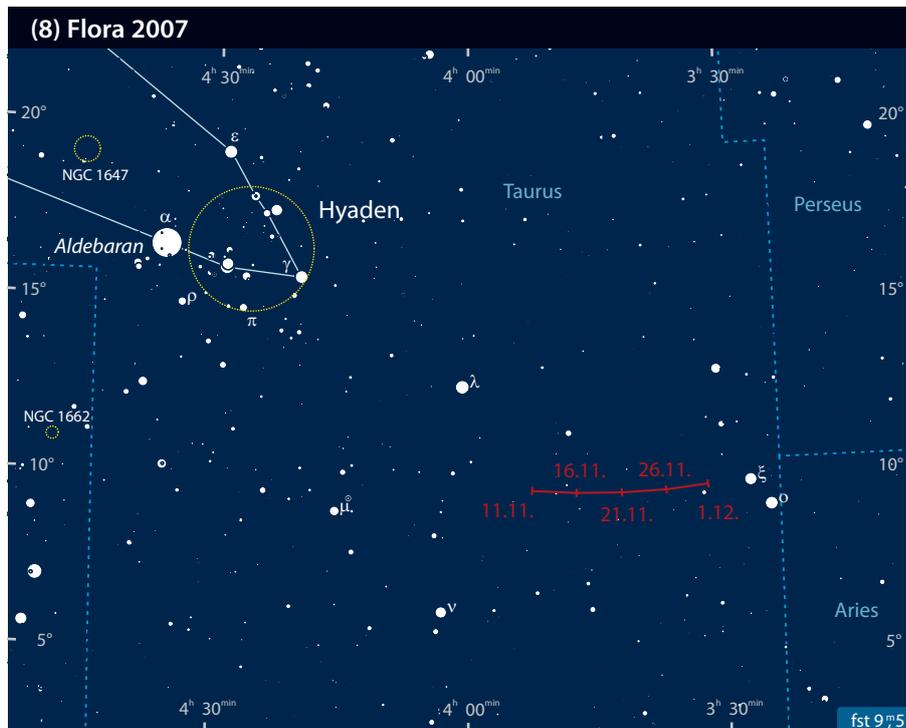
Kaum zwei Monate nach seiner ersten »Planetenentdeckung« zwischen Mars und

Jupiter fand John Russell Hind sein zweites Objekt, welches als Wandelstern identifiziert wurde und später nach einem Vorschlag von John Herschel, Sohn des berühmten Wilhelm Herschel, den Namen Flora erhielt. Hind entdeckte ihn in der

Nacht des 18. Oktober 1847 an der Privatsternwarte von George Bishop. Dieser hatte sich nahe seiner Villa im Londoner Regent's Park eine Sternwarte errichten lassen. Das Hauptinstrument war ein 7"-Refraktor (f/18,4), welches die Teleskopbauerfamilie Dollond gefertigt hatte. Auf Bishops Besitz steht heute das Regent's Park College, der über drei Meter lange Refraktor ist in einem Museum in Neapel ausgestellt.

Der Kleinkörper (8) Flora, dessen Ausdehnung etwa der Größe Hessens entspricht, strahlt Mitte November so hell wie seit zehn Jahren nicht mehr. Wenn er sich am 19. November genau der Sonne gegenüber befindet, ist er die gesamte Nacht beobachtbar. Dabei erreicht Flora zugleich ihre maximale Oppositionshelligkeit von 8^m0, die sie erst wieder im Herbst 2020 erreichen wird. 150 Millionen Kilometer entfernt, kann sie bereits ab Anfang Oktober mit einem 10x50-Feldstecher als schwacher Stern 9. Größenklasse im Sternbild Stier – unweit der Hyaden – erkannt werden. Unter einem guten Himmel ist dieser interessante Himmelskörper noch bis zum Januar im Fernglas zu verfolgen.

Wie sich erst in den letzten Jahren herausstellte ist (8) Flora kein kleiner, langweiliger Felsbrocken wie die meisten ihrer Geschwister im Asteroidengürtel. In einer 2002 veröffentlichten Untersuchung vermutete man einen gemeinsamen Ursprung der Flo-



ra-Asteroidenfamilie, zu der über 800 Asteroiden gehören, und einer bestimmten Meteoritenklasse, den L-Chondriten. Und erst kürzlich vorgestellte, noch genauere Ergebnisse scheinen diese Vermutung zu bestätigen. Im Asteroidengürtel zerstörte vor ungefähr 470 Millionen Jahren ein Asteroid bei einer Kollision ein etwa 200km großes Objekt. Von diesem zertrümmerten Objekt ist Flora das größte Fragment, eingebettet

in einem Ring aus vielen 100 Bruchstücken. Dieses »kosmische Großereignis« löste auf der Erde für einige Millionen Jahre hundert Mal größere Meteorschauer aus als wir sie kennen, und selbst heute noch lässt sich jeder dritte den Erdboden erreichende Meteorit auf diese Kollision zurückführen.

■ Nico Schmidt

Objekt der Saison NGC 457

Die herbstliche Milchstraße im Bereich der Sternbilder Cepheus, Cassiopeia und Perseus hält eine Vielzahl an lohnenswerten Zielen für kleine und kleinste Öffnungen parat. Besondere Beachtung verdienen dabei die zahlreichen Sternhaufen, die in dieser Himmelsregion beheimatet sind – finden sich darunter doch einige der schönsten Objekte ihrer Art, die von unseren Breiten aus beobachtbar sind.

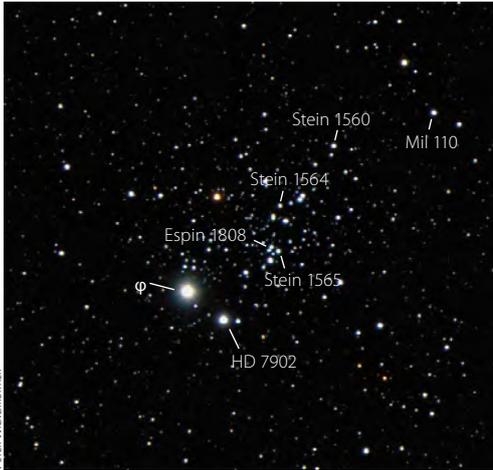
Neben dem Doppelsternhaufen η und χ Persei (siehe S. 29) und den beiden bereits im Rahmen der Ods vorgestellten Objekten NGC 7789 [1] und M 52 [2] zählt dazu der 1787 von William Herschel entdeckte Sternhaufen NGC 457 knapp 4° südöstlich von γ Cassiopeiae. Seinen englischen Beinamen »The Owl« (im Deutschen: Eulenhaufen) verdankt er seiner Form, die an eine Eule mit ausgebreiteten Schwingen erinnert; die Augen der Eule werden dabei von den beiden hellen Überriesensternen ϕ Cas und HD 7902 versinnbildlicht, die

südöstlich der Hauptmasse des Haufens stehen. Die scheinbare Nähe dieser beiden Sterne zum Haufen dürfte übrigens kein Zufall sein: Ihre Positionen im Farben-Helligkeits-Diagramm und die Polarisation des Sternenlichts deuten nämlich an, dass Sterne und Haufen ähnlich weit von der Sonne entfernt sind und somit miteinander assoziiert sein könnten [3–5]. Dies bedeutet allerdings, dass es sich um äußerst helle Objekte handeln muss: Tatsächlich ergeben sich für die beiden Sterne unter Annahme einer Haufendistanz von 8000 Lichtjahren [6] und einer Lichtschwächung von knapp 1^m durch interstellaren Staub Absolutheelligkeiten von -8^m5 und -6^m5 , womit sie zu den leuchtkräftigsten Einzelobjekten in unserer Galaxis überhaupt gehören würden! Allerdings deuten Messungen des Astrometriesatelliten Hipparcos zumindest für ϕ Cas eine etwas geringere Entfernung von knapp 2300 Lichtjahren an; da die Unsicherheit dieses Wertes jedoch fast 100 Prozent

beträgt, bleibt die Frage um die Mitgliedschaft des Sterns zu NGC 457 nach wie vor spannend.

Allein die Anwesenheit des Überriesen HD 7902 ist jedoch schon bemerkenswert genug – und ein Hinweis auf das geringe Alter des Sternhaufens, das nur knapp 20 Millionen Jahre beträgt. Der Haufen ist somit nur wenig älter als η und χ Per, aber weitaus jünger als beispielsweise Plejaden und Hyaden.

Dank seiner großen Sternanzahl (knapp 100 Sterne sind heller als 13^m) und der Helligkeit seiner Mitglieder ist NGC 457 für jede Öffnung ein interessantes Beobachtungsobjekt. Mit freiem Auge ist ϕ Cas schon unter Stadtrandbedingungen als Objekt 5. Größenklasse erkennbar. Bereits ein kleiner Feldstecher zeigt unmittelbar nordwestlich des Sterns den zentralen Teil des Haufens als zartes Nebelbällchen. Mit einem kleinen Teleskop und bei mittlerer Vergrößerung lässt sich schließlich auch die cha-



NGC 457 wird wegen der Anordnung seiner Sterne auch Eulehaufen genannt. Markiert sind einige Doppelsterne im Haufen.

Charakteristische Eulenform des Sternhaufens gut nachvollziehen. In Teleskopen ab 8" ist der Anblick dann superb: Mehr als 100, stark zum länglichen Haufenzentrum hin konzentrierte Sterne sind in einem solchen Instrument unter guten Bedingungen erkennbar, darunter der unregelmäßig Veränderliche V466 Cas (Spektrum M0 Ib, 9^m8–10^m7), dessen orange Farbe reizvoll mit den übrigen, in bläulich-weißem Licht erstrahlenden Haufenmitgliedern kontrastiert. Zudem enthält das Haufengebiet etliche Doppel- und Mehrfachsterne unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades (siehe Tabelle).

In der Umgebung des Haufens finden sich weitere lohnenswerte Ziele. Nordwestlich steht der kleine Haufen NGC 436, der Sterne ab 11^m enthält und schon in Teleskopen ab 3" gut beobachtet werden kann. Eine visuelle Herausforderung hingegen ist die Sichtung der fotogenen Sichel des Planetarischen Nebels Simeis 22 knapp 1½° östlich von NGC 457: Hier sind schon mindestens 8" Öffnung und extrem gute äußere Bedingungen (fst >7^m0) notwendig, um das Objekt zumindest ansatzweise sehen zu können [7].

■ Matthias Kronberger

- [1] Lamprecht, J., Stoyan, R.: Ods: NGC 7789, in: *interstellarum* 48, 22 (2006)
- [2] Lamprecht, J.: Ods: M 52, *interstellarum* 24, 74 (2002)
- [3] Pesch, P.: The Galactic cluster NGC 457, *Astrophys. J.* 130, 764 (1959)
- [4] Eggen, O. J.: The F0 Ia stars in NGC 457 and IC 2581, *PASP* 93, 952 (1982)
- [5] Rosenzweig, R., Morrison, N. D.: The extinction law in the open cluster NGC 457 and the energy distribution of phi Cassiopeiae (F0 Ia), *Astrophys. J.* 306, 522 (1986)
- [6] WEBDA-Datenbank, www.univie.ac.at/webda
- [7] Schoenball, M. in Deep Sky Datenbank, www.schoenball.de
- [8] Mason, B. D., Wycoff, G. L., Hartkopf, W. I.: The Washington Double Star Catalogue, ad.usno.navy.mil/wds/

Doppelsterne in NGC 457 (aus [8]):

Name	R. A.	Dekl.	Komponenten	Helligkeit	Distanz	PW
Milburn 110	1 ^h 18 ^m 33,1 ^s	+58° 22' 31"		9 ^m 2/12 ^m 7	2,2"	243°
Stein 1560	1 ^h 19 ^m 23,0 ^s	+58° 18' 20"		9 ^m 9/10 ^m 2	13,7"	324°
Espin 1808	1 ^h 19 ^m 28,3 ^s	+58° 17' 18"	CD	11 ^m 0/12 ^m 6	3,9"	90°
	1 ^h 19 ^m 31,2 ^s	+58° 15' 50"	AB	10 ^m 4/12 ^m 3	3,1"	161°
Stein 1564	1 ^h 19 ^m 33,0 ^s	+58° 17' 34"		11 ^m 8/11 ^m 9	8,3"	179°
Stein 1565	1 ^h 19 ^m 33,7 ^s	+58° 16' 02"	AB	10 ^m 6/11 ^m 6	14,2"	139°
			AC	10 ^m 6/13 ^m 4	10,4"	156°
			AD	10 ^m 6/12 ^m 1	5,2"	119°
HD 7902	1 ^h 19 ^m 51,7 ^s	+58° 12' 29"		7 ^m 0/10 ^m 4	41,8"	265°
φ Cas	1 ^h 20 ^m 04,9 ^s	+58° 13' 54"		5 ^m 0/12 ^m 3	48,4"	209°

Objekt der Saison M 76

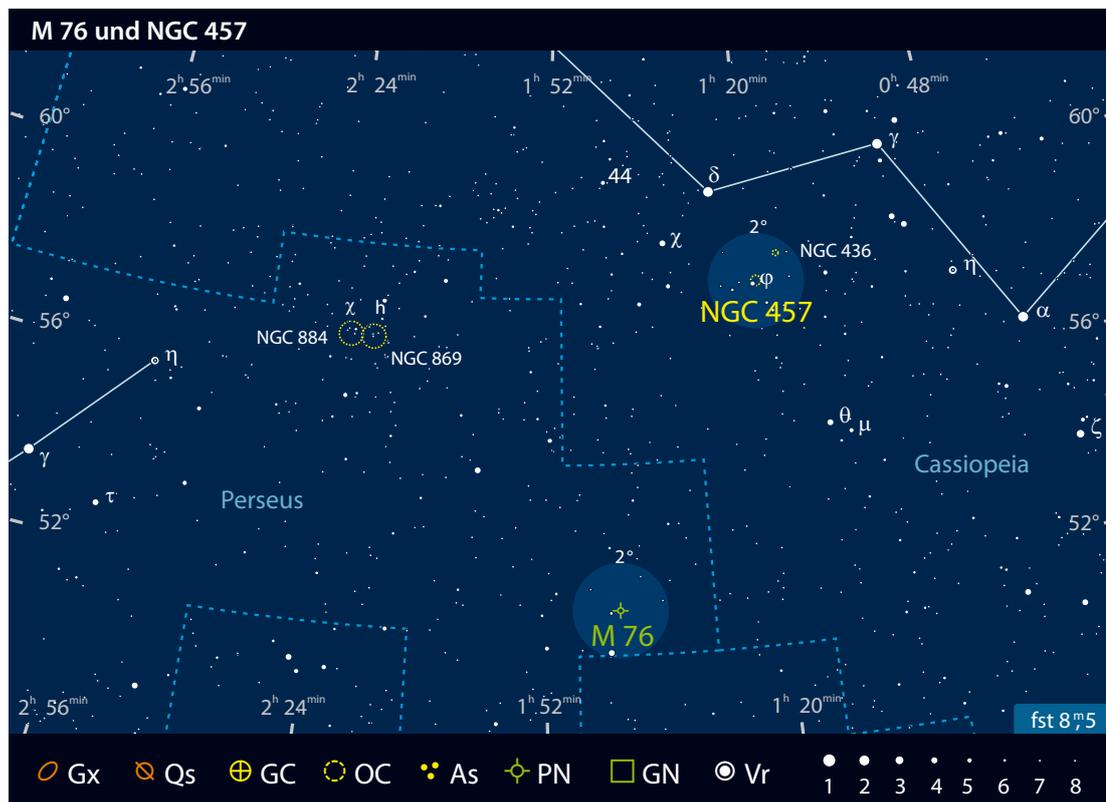
Von den vier Planetarischen Nebeln des Messier-Kataloges ist M 76 zwar das schwächste Objekt, jedoch handelt es sich im Vergleich zu anderen visuell erkennbaren Objekten seiner Klasse um ein herausragendes Beobachtungsobjekt. Dementsprechend wird M 76 häufig und gern besucht und verfügt über etliche anschauliche Beinamen – der bekannteste darunter ist sicherlich »Kleiner Hantelnebel«.

Die erste dokumentierte Beobachtung gelang P. Méchain am 5. September 1780. In seiner Beobachtung beschreibt er einen kleinen schwachen Nebel, der keine Sterne zu enthalten scheint. Einige Wochen später, am 21. Oktober 1780 gelang es auch Messier das Objekt zu beobachten. Im Gegensatz zu Méchain schien er jedoch überzeugt, dass sich das Objekt aus schwachen Sternen zusammensetzt. Sein Hinweis, dass jede Beleuchtung des Fadenkreuzes das Objekt verschwinden ließ, deutet an, dass es sich um ein Grenzobjekt für Messiers Teleskope gehandelt haben dürfte. Auch spätere Beobachtungen zeigen, wie stark sich die Ergebnisse visueller Beobachtungen unterscheiden können. 1787 erkennt W. Herschel mit seinem wesentlich größeren Teleskop einen hellen Doppelnebel und schafft somit die Basis für die zwei Einträge (NGC 650 und NGC 651) in den NGC-Katalog. Lord Rosse vermutet sogar eine Spiralstruktur bei dem Objekt. Endgültige Klarheit über die Natur des Nebels konnte 1866 erst der Pionier der Spektroskopie W. Huggins schaffen. Durch sein neuartiges Beobachtungsverfahren konnte Huggins zwischen einem kontinuierlichen Spektrum und dem

Linienpektrum der Gasnebel differenzieren. Seine Untersuchungen [1] offenbarten für beide Bereiche eindeutig die Natur eines Gasnebels.

In vielen Fällen ist die Entfernung Planetarischer Nebel nur mit großer Unsicherheit zu bestimmen – so auch bei M 76. Eine mögliche Variante ist die genauere Untersuchung des Zentralsterns. Für M 76 schien sich diesbezüglich ein besonderer Glücksfall zu ergeben, denn 1973 wurde der Zentralstern von Cudworth [2] als enger Doppelstern mit zwei Komponenten der Helligkeit 17^m5 und 17^m7 in einer Distanz von 1,4" erkannt. Im Falle einer physikalischen Zusammengehörigkeit wäre eine relativ genaue Bestimmung der Distanz zu M 76 möglich. 1995 wurde der Begleiter des Zentralsterns sogar als eigenes sehr enges Doppelsternsystem mit einem Sternabstand von nur 0,16" Distanz erkannt. Genauere Untersuchungen mit dem HST [3] zeigten jedoch, dass sich das enge Paar deutlich im Hintergrund des Zentralsterns und somit auch des Nebels befindet. Im Zuge dieser Beobachtungen wurden die Temperatur des Zentralsterns zu 140000K und die Entfernung mit 3900 Lichtjahren bestimmt. Die letzten Messungen aus dem Jahre 2004 [4] rücken M 76 jedoch wieder auf 2550 Lichtjahre heran.

Auch aus morphologischer Sicht bietet M 76 einige interessante Details. Während erste Hinweise auf die Bipolarität bereits durch W. Herschel erbracht wurden, wurde die wahre Struktur erst mit Entwicklung der Fotografie sichtbar. Der helle, 95"×40" messende Hauptbereich stellt einen nahezu von der Seite betrachteten Ne-



beltorus dar. Senkrecht zu dessen Ringebene zeigen sich in 90" und 150" Distanz vom Zentralstern schwächere Nebelfragmente – die so genannten »lobes«. Laut Ueta [5] bildete sich der Nebeltorus durch den Massenverlust des Zentralsterns in der AGB-Phase aus. In der weiteren Entwicklung verstärkte sich der Sternwind vor allem in Richtung der Pole des Nebels. Durch weiteren Massenverlust bildeten sich in diesem Bereich die bei M 76 erkennbaren Kondensationen (lobes) aus.

Die ideale Beobachtungszeit für M 76 ist der Herbst, wenn sich

Veränderlicher aktuell Pleione, der veränderliche Plejadenstern

Alle hellen Plejadensterne gehören zum Spektraltyp B. Die hellsten Mitglieder haben die Hauptreihe schon verlassen und werden als Riesen klassifiziert, die etwas schwächeren stehen noch nahe an der Hauptreihe und werden als Unterriesen oder als Hauptreihensterne klassifiziert. B-Sterne – solange sie noch nahe der Hauptreihe

stehen – treten zu einem beachtlichen Prozentsatz (die Angaben gehen bis zu 50%) entweder als »Klassischer Be-Stern« oder als »Hüllenstern« (Shell-Stern) auf [1].

Be-Sterne zeigen auffallende Emissionslinien (dafür steht das »e« hinter dem B), die in einer scheibenförmigen Hülle um den Stern entstehen. Die Emissionslinien zeigen

eine interessante Doppelspitzen-Struktur, bedingt durch den Dopplereffekt: Eine Seite der Hülle bewegt sich zum Beobachter hin, eine Seite vom Beobachter weg; die eine Seite sendet also leicht blauverschobenes Licht aus, die andere Seite rotverschobenes Licht.

Warum manche B-Sterne eine Scheibe bilden und manche nicht, ist bis heute nicht geklärt. Eine Ursache wird in der ausgesprochen hohen Rotationsgeschwindigkeit der Be-Sterne gesehen, andere Faktoren wie nichtradiale Pulsationen kommen vermutlich hinzu [2]. Die Hüllensterne unterscheiden sich von den Be-Sternen durch den Neigungswinkel ihrer Scheiben: Bei den Hüllensternen blicken wir auf die Kante der Scheibe, was zu tiefen Absorptionslinien im stellaren Kontinuum führt. Statistisch häufiger tritt dieser Typ bei B-Sternen mit noch höherer Rotationsgeschwindigkeit auf. Interessant ist, dass es einige wenige Sterne gibt, die in Abständen von einigen Jahrzehnten von einem Typ zum andern wechseln können. Am bekanntesten ist Pleione in den Plejaden.



JOHANNES SCHNEIDER

Abb. 1: Pleione gehört zu den sieben hellen Plejadensternen und ist der hellste Veränderliche des Sternhaufens.



M 76 ist der schwächste Planetarische Nebel aus dem Messier-Katalog.

das Objekt hoch über dem Horizont befindet. Während das Aufsuchen des Nebels mit einem 10x50-Fernglas sicherlich zu den schwierigeren Übungen zählt, so zeigt ihn ein 2,5"-Teleskop bei mittlerer Vergrößerung ohne Probleme. Auf den ersten Blick

hat der »Kleine Hantelnebel« wenig mit dem großen Bruder M 27 gemein und erscheint als kleiner, länglicher Nebelbalken. Bei stärkerer Vergrößerung sind bereits die beiden, von Herschel beschriebenen, hellen Bereiche an den Enden des Balkens erkennbar. Mit einem 5"-Teleskop offenbart sich deutlich mehr Struktur innerhalb des Nebels. Es gibt mehrere Berichte [6], dass bereits mit dieser Öffnung und unter Einsatz von Schmalband- oder [OIII]-Filtern die Kondensationen des äußeren Halos erkennbar sind. Mit 8" erscheint M 76 bereits sehr hell und zeigt einen stark gegliederten Nebelkörper mit unregelmäßigen, helleren Enden. Mit noch größeren Öffnungen werden die Strukturen immer klarer erkennbar und die unterschiedlichen Intensitäten der Ne-

belbereiche beim Wechsel zwischen Beobachtung mit und ohne Filter sind augenscheinlich. Eine absolute Herausforderung ist sicherlich die Sichtung des Zentralsterns. Auf hochaufgelösten Amateuraufnahmen ist sogar dessen Duplizität erkennbar.

■ Matthias Juchert

- [1] Huggins, W.: Further Observations on the Spectra of some of the Nebulae, with a Mode of determining the Brightness of these Bodies, Phil. Trans. Roy. Soc. 156, 381 (1866)
- [2] Cudworth, K. M.: Visual Binaries in Planetary Nebulae, PASP 85, 401 (1973)
- [3] Koornneef J., Pottasch S. R.: HST photometry of the stars near the center of PN NGC 650, Astron. Astrophys. 335, 277 (1998)
- [4] Phillips, J. P.: The distances of Type I planetary nebulae, New Astronomy 9, 391 (2004)
- [5] Ueta, T.: Spitzer MIPS Imaging of NGC 650: Probing the History of Mass Loss on the Asymptotic Giant Branch, Astrophys. J. 650, 228 (2006)
- [6] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)

Pleione ist vom Spektraltyp B8IVe, hat also begonnen, die Hauptreihe zu verlassen. Als Radius kann der dreifache Sonnenradius angenommen werden, die Masse beträgt etwa 3,4 Sonnenmassen, die Temperatur 12000K. Mit einer Rotationsgeschwindigkeit von über 320km/s am Sternäquator ist Pleione nicht mehr weit von der kritischen Geschwindigkeit entfernt, die den Stern zerreißen würde. In weniger als einem halben Tag rotiert sie um ihre Achse, und wie zu erwarten ist sie dadurch stark abgeplattet.

Die besondere Natur des Sterns wurde schon 1889 von Pickering entdeckt, die Beobachtungsreihen zum Spektrum und zur Helligkeit sind dementsprechend lang, wenn auch oft nur spärlich abgedeckt. Pleione hat im letzten Jahrhundert alle drei Ausprägungen durchlaufen (vgl. Tabelle): Der Stern zeigte von 1904 bis 1938 ein normales B-Spektrum, danach begann ein ständiger Wechsel von Shell- und Be-Phasen. Jede Shell-Phase ist zum Anfang mit einem Helligkeitsabfall verbunden, typischerweise bis zu $0^m,4$. Folglich wurde Pleione 1938, 1972 und 2006 (alle 34 Jahre) merklich schwächer.

2005 hat bei Pleione eine neue Hüllenphase begonnen, die zuerst am 15.12.2005 nachgewiesen wurde [4]. Damit einher ging ein Helligkeitsabfall, in dem Pleione von etwa $5^m,0$ bis auf etwa $5^m,4$ schwächer wurde. In der Beobachtungssaison 2007/2008 ist wieder mit einem allmählichen Hellig-

Aktivitätszyklen von Pleione (nach [3], ergänzt)	
Phase	Zeitraum
Be	1887–1904
B	1904–1938
Shell	1938–1955
Be	1955–1972
Shell	1972–1989
Be	1989–2005
Shell	seit 2005

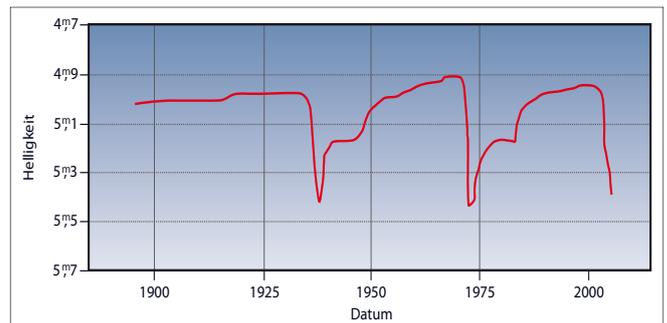


Abb. 2: Lichtkurve von Pleione über die letzten 100 Jahre, schematisiert.

keitsanstieg zu rechnen, der in den Folgejahren mit normalen Digitalkameras leicht nachweisbar sein sollte. Wer Pleione in einer der seltenen heftigen Aktivitätsphasen beobachten will, sollte im Herbst 2007 mit den Beobachtungen beginnen.

Ein enger Begleiter von Pleione wurde erstmals 1989 anhand von Speckle-Beobachtungen direkt nachgewiesen [5]. Der Abstand beträgt nur etwa $0,22''$ bei einem Helligkeitsunterschied von etwa 2^m . Eine Abschätzung der Bahn anhand von Radialgeschwindigkeitsmessungen und des bekannten Abstands der Sterne voneinander führt zu einer Umlaufzeit von etwa 35 Jahren. Auffallend ist die Übereinstimmung dieser abgeschätzten Bahnperiode mit der Wiederkehr von Aktivitätszyklen des Sterns. Da eine hohe Elliptizität der Bahn vermutet wird, gehen einige Hypothesen in die Rich-

tung, dass bei engen Periastronpassagen des Begleiters der Hauptstern zu einer erhöhten Aktivität angeregt wird.

■ Béla Hassforth

- [1] Porter, J. M., Rivinius, T.: Classical Be Stars, PASP 115, 1153 (2003)
- [2] Kaler, J. B.: Sterne und ihre Spektren, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford (1994)
- [3] Luthardt, R., Menchenkova, E. V.: On the binary nature of Pleione, Astron. Astrophys. 284, 118 (1994)
- [4] Katahira, J.-I. et al.: Pleione (28 Tau) is now forming a new disk!, The Be Star Newsletter 38, February 2006 (astsun.astro.virginia.edu/~dam3ma/benews/volume38/whap/kat0.html)
- [5] McAlister, H. A.: ICCD speckle observations of binary stars. IV – Measurements during 1986–1988 from the Kitt Peak 4 M telescope, Astron. J. 97, 510 (1989)

Striae, Synchronen und Syndynen

Phänomene im Schweif des Kometen C/2006 P1 (McNaught)

VON SEBASTIAN F. HÖNIG

Der Komet C/2006 P1 (McNaught) war mit Sicherheit einer der astronomischen Höhepunkte dieses Jahres. Für Beobachter auf der Nordhalbkugel bleibt er wohl vor allem als überraschend helles Objekt in Erinnerung, das um seinen Periheldurchgang am 12. Januar unter guten Bedingungen auch am Taghimmel beobachtbar war. In den Rang eines »Großen Kometen« kam Komet McNaught jedoch erst nach dem Perihel, als er am Südhimmel seine volle Pracht entfaltete.

Aufgrund des äußerst nahen Periheldurchgangs in nur 0,17AE Entfernung zu der Sonne löste sich sehr viel Gas und Staub vom Kometenkern. Als der Komet wenige Tage später am Südhimmel auftauchte, zeigte sich dieses Material als eindrucksvoller Staubschweif. Dieser war stark zur Sonne hin gebogen und außergewöhnlich strukturiert. So waren helle Streifen quer zur Hauptrichtung des Schweifes zu sehen, die die gesamte Erscheinung dominierten. Häufig wurde in diesem Zusammenhang von Synchronen oder Streamern berichtet, diese Bezeichnungen sind jedoch irreführend. Im Folgenden soll nun ein Einblick in die Natur der verschiedenen Phänomene gegeben werden, die im Schweif vom Kometen McNaught zu sehen waren.

Gebogener Staubschweif

Entgegen der allgemeinen Regel – »der Schweif zeigt immer von der Sonne weg« – war in den ersten Tagen der Sichtbarkeit am Südhimmel zu erkennen, dass sich der Schweif des Kometen von der antisolaren Richtung stark wegbiegt. In seinen Ausläufern zeigte er fast in Sonnenrichtung. Dieser Effekt tritt meist bei hellen Kometen auf, wenn diese recht nah der Sonne durchs Perihel ziehen. Aufgrund des höheren Strahlungsdrucks und der größeren Temperaturen wird während des Periheldurchgangs mehr Material vom Kometen gelöst als sonst. Der Strahlungsdruck wirkt effektiv wie eine Verringerung der Gravitation, wodurch die Teilchen auf Bahnen mit größerem Radius um die Sonne gelangen

Abb. 1: **C/2006 P1 (McNaught)** – der Überraschungskomet im Januar 2007 – hatte im Juni nur noch eine Helligkeit von ca. 14^m, zeigte aber noch einen mehr als 3° langen Schweif und 30' Gegenschweif. 18.6.2007, 200mm-Teleobjektiv bei f/2,8, Canon 350D, 30min. *Norbert Mrozek*

und so langsam vom Kometen wegdriften. In dieser Zeit bewegt sich der Komet jedoch weiter auf seiner Bahn, so dass sie sich tatsächlich nur im Moment des Ablösens in Gegenrichtung zur Sonne befinden. Da sich Kometen gewöhnlich recht langsam auf ihrer Bahn bewegen, fällt dieser Effekt nicht auf. Außerdem »dünn« der Schweif recht schnell aus, so dass man vor längerer Zeit abgelöstes Material nicht mehr wahrnimmt. Im Falle eines sonnennahen Kometen, insbesondere nach dem Perihel, ändern sich diese Bedingungen jedoch. Zum einen dünnt der Schweif aufgrund des vielen Staubs, der um das Perihel abgelöst wurde, weniger schnell aus. Zum anderen bewegt sich der Komet selbst sehr viel schneller. Dadurch wird die Sichtbarkeit des gebogenen Staubschweifes deutlich einfacher.

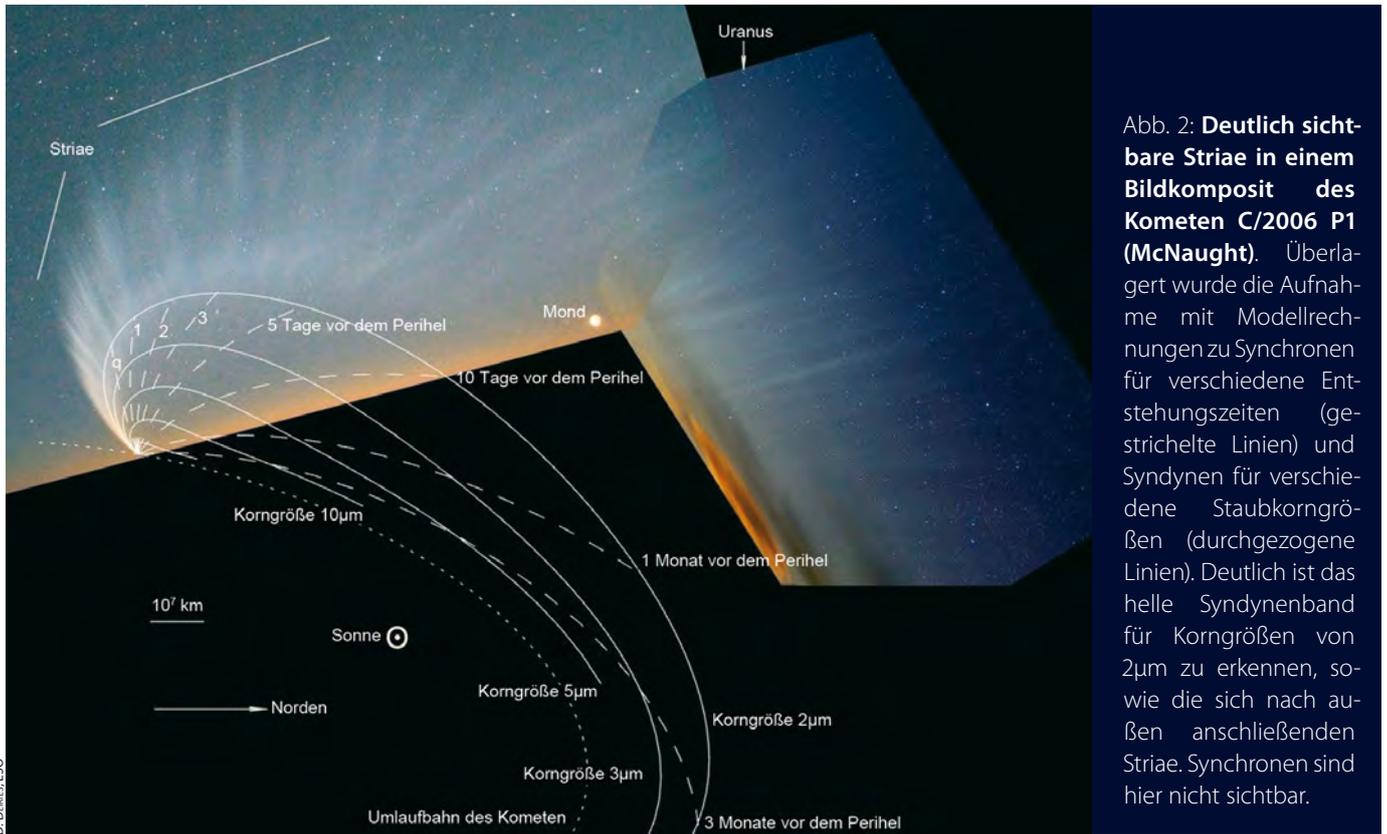


Abb. 2: Deutlich sichtbare Striae in einem Bildkomposit des Kometen C/2006 P1 (McNaught). Überlagert wurde die Aufnahme mit Modellrechnungen zu Synchronen für verschiedene Entstehungszeiten (gestrichelte Linien) und Syndynen für verschiedene Staubkorngrößen (durchgezogene Linien). Deutlich ist das helle Syndynenband für Korngrößen von 2µm zu erkennen, sowie die sich nach außen anschließenden Striae. Synchronen sind hier nicht sichtbar.

Striae

Die interessanteste Erscheinung im Staubschweif von Komet McNaught waren mit Sicherheit die bereits erwähnten hellen Querstreifen: die Striae. Je weiter vom Kometenkopf entfernt man den Schweif beobachtete, desto dominierender wurden sie. So waren einige Ausläufer der Striae noch in unseren Breiten zu sehen, während der Komet selbst schon längst am Südhimmel stand. Das Auftreten von Striae ist äußerst selten und steht meist im Zusammenhang mit großen Kometen. Untersucht wurde dieses Phänomen erstmals intensiv beim Kometen C/1975 V1 (West), der auch als letzter Komet ausgeprägte Striae zeigte. Die Striae entstehen vermutlich durch Fragmentation großer Staubpartikel im Schweif selbst – also ein »Schweif-im-Schweif-Effekt«. Die Striae-Bänder zeigen dabei immer hinter den Kometenkern in Richtung des Ortes ihrer Entstehung. Aufgrund ihrer ausgeprägten Helligkeit im Schweif von Komet McNaught erzeugten die Striae zeitweise den Eindruck, als habe der Komet mehrere Schweife. Ähnliche historische Berichte gibt es vom Kometen C/1743 X1, der an-

geblich sechs Schweife zeigte. Vermutlich handelte es sich hierbei um Striae. Noch eine Anmerkung: im Zusammenhang mit Striae von »Streamern« zu sprechen, kann zu Verwechslungen führen. Als Streamer werden für gewöhnlich jetartige Strukturen in Kernnähe bezeichnet.

Synchronen

Nachdem der Komet am Südhimmel unter besseren Sichtbedingungen beobachtet werden konnte, zeigten sich auf Bildern auch filigrane Synchronen nahe dem Kern, die sich aus zur selben Zeit ausgestoßenem Material bilden. Diese entstehen durch periodische Aktivität des Kometenkerns. Die Periodizität wird z.B. durch Rotation des Aktivitätszentrums ausgelöst. Dabei werden zu verschiedenen Zeiten Staubkörner aller möglichen Größen ausgestoßen. Die Größe dieser Staubkörner liegt typischerweise im Bereich von Bruchteilen eines Mikrometers bis zu einigen 10µm. Die größten Körner sind nahe am Kometen zu finden, die kleinsten weiter weg. Junge Synchronen – d.h. gerade erst vom Kometen gelöstes Material – sind dabei sehr kurz, und deren Ausbreitungs-

richtung zeigt in die aktuelle antisolare Richtung. Mit zunehmendem Alter werden die Synchronen länger und scheinen sich leicht zu biegen. Im Gegensatz zu Striae zeigen die Synchronen immer in Richtung des Kometenkerns. Aus der Position der Synchronen im Vergleich zur antisolaren Richtung lässt sich zurückrechnen, wann sie entstanden sind.

Beim Kometen McNaught wurden die Synchronen visuell kaum wahrgenommen, vielmehr verwechselten viele Beobachter Striae mit Synchronen.

Abb. 3: Skizze des Kometen C/1743 X1 von J. P. Loys de Chéseaux. Der Kometenkopf selbst war zur Zeit der Beobachtung unter dem Horizont. Lediglich sechs Schweife waren sichtbar. Obwohl de Chéseaux die Schweife mit dem nicht beobachtbaren Kometenkopf verband – was auf Synchronen schließen ließe –, könnte es sich auch um ausgeprägte Striae gehandelt haben.



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Syndynen

Bei manchen Kometen werden aufgrund von Fragmentation der Staubkörner oder inhomogener Zusammensetzung des Kometenstaubs bestimmte Korngrößen bevorzugt sichtbar. Dabei entsteht ein breites, helles Band quer über die Synchronen im Staubschweif hinweg. Diese Bänder bezeichnet man als Syndynen, was auf den Ursprung aus gleichartiger Dynamik hinweist. Normalerweise sind diese Syndynen nur schwach ausgeprägt und kaum sichtbar. Beim Kometen McNaught scheint jedoch eine breite Syndyne auf Aufnahmen von verschiedenen Beobachtern auf der Südhalbkugel sichtbar gewesen zu sein. Vergleiche mit Modellrechnungen (Abb. 2) legen nahe, dass die Syndyne von Staubkörnern der Größe $2\mu\text{m}$ erzeugt wurde. Wie eine so ausgeprägte Syndyne entstehen konnte, ist noch völlig unklar und wird zurzeit intensiv untersucht. Wahrscheinlich ist, dass die ausgeprägte Syndyne in Zusammenhang mit den Striae steht.

Eine große Gelegenheit

Für die Wissenschaft bietet sich durch die intensive Beobachtung von Komet McNaught nun die einzigartige Möglichkeit, die Phänomene innerhalb des Staubschweifes detailliert zu erforschen. Insbesondere die Fragmentation der Staubkörner im Schweif und der Zusammenhang zu den Striae wird hier eine zentrale Rolle spielen.

- [1] Kammerer, A., Kretlow, M.: Kometen beobachten, Spektrum Akademischer Verlag, München (1998)
- [2] Sekanina, Z., Farrell, J. A.: The striated dust tail of Comet West 1976 VI as a particle fragmentation phenomenon, *Astron. J.* 85, 1538 (1980)

Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Sternhaufen-Felder im Sternbild Kassiopeia

VON KARL-PETER JULIUS

Wer sich als Einsteiger an Deep-Sky-Beobachtungen heranwagt, orientiert sich bei der Wahl der ersten Objekte meist an der Liste von Messier. Das ist verständlich, steht doch der berühmte, 1781 veröffentlichte Katalog des französischen Astronomen Charles Messier in dem Ruf, dass hier nicht nur die »Glanzlichter des Deep-Sky« aufgelistet sind [1], sondern auch solche Exemplare, die zumindest in ihrer Mehrzahl selbst von wenig erfahrenen Amateurastronomen ohne größere Schwierigkeiten aufgefunden werden können.

Doch es geht auch anders. Das Sternbild Kassiopeia zum Beispiel enthält eine Fülle von Offenen Sternhaufen, die »nur« in dem 1887 angelegten New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars (NGC) aufgeführt sind, die aber an Schönheit und Attraktivität den Messier-Objekten in nichts nachstehen. Eine ganze Reihe von ihnen können auch aus der Stadt heraus beobachtet werden, was nicht zuletzt an der zentralen Position liegt, die das Himmels-W im Spätherbst einnimmt. Kassiopeia ist dann weit genug entfernt von störenden Umwelteinflüssen, die Beobachtungen am Horizont so problematisch machen.

Das Himmelsfeld

Voraussetzung für eine erfolgreiche Sternhaufen-Jagd in der Kassiopeia ist allerdings auch in der Stadt ein relativ klarer Sternenhimmel. Ob die jeweiligen Sichtverhältnisse hierfür ausreichen, lässt sich recht gut an zwei, drei Sternen ermitteln, die sich ganz in der Nähe von α Cas (arab.: Shedir) befinden: Auf einer gedachten Linie von α zu γ Cas liegt η Cas, der eine visuelle Helligkeit von $3^{\text{m}}4$ aufweist und für Großstadtverhältnisse recht ordentliche Bedingungen ankündigt; kaum merklich schwächer leuchtet ζ Cas ($3^{\text{m}}7$), den man gut 2° südlich von Shedir findet. Ist unmittelbar neben ihm ein weiterer Lichtpunkt sichtbar, so hat sich λ Cas zu erkennen gegeben und man ist bereits bei einer visuellen Grenzgröße von immerhin $4^{\text{m}}7$ gelangt. Bei den im Folgenden beschriebenen Beobach-

tungen war λ Cas nach längerer Adaptionszeit zumindest mit indirektem Sehen erkennbar. Ein solcher Himmel bietet auch Instrumenten mit geringer Öffnung ausreichend Gelegenheit zu zeigen, was in ihnen steckt. Dem Verfasser stand ein $4''$ -Refraktor mit 1000mm Brennweite und ein 8×50 -Sucher zur Verfügung. Unerlässlich für städtische Beobachtungen ohne GoTo-System ist ferner exaktes Kartenmaterial, das mindestens Sterne bis 7^{m} oder 8^{m} zeigt. Denn wer sich schon einmal am aufgehellten Himmel versucht hat, weiß, wie wichtig kartografische Orientierung ist: Selbst sog. Fernglas-Objekte zieren sich im Sucher-Fernrohr, meist müssen auch sie vom Betrachter mit der Hauptoptik hart »erarbeitet« werden.

Das Sternhaufen-Feld bei Ruchbah

Ein Feld mit eng beieinander liegenden Offenen Sternhaufen befindet sich nordöstlich von δ Cas (arab. Ruchbah = »Knie«), der daher auch Ausgangspunkt der Beobachtungstour sein soll. Ruchbah bildet zusammen mit ϵ Cas den ersten Strich des Himmels-W und ist mit einer scheinbaren Helligkeit von $2^{\text{m}}7$ der vierthellste Stern des Sternbilds. Die Offenen Haufen NGC 581, 659, 663, 654 passen allesamt in das Gesichtsfeld eines gewöhnlichen Sucher-Fernrohrs. Zwar kann es bei derart »engen« räumlichen Verhältnissen schon mal zu Verwechslungen kommen, andererseits sind die Strukturen der Sternhaufen so unterschiedlich, dass auch dem Einsteiger eine Individualisierung möglich sein

sollte. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass innerhalb eines eng begrenzten Beobachtungsfeldes keine großräumigen Teleskopschwenks von Objekt zu Objekt nötig sind und daher auch kein wiederholtes Zurechtfinden erforderlich ist.

Nur 1° nordöstlich von Ruchbah liegt NGC 581, ein 7^m4 heller und 6' großer Sternhaufen, der allerdings kein »reinrassiges« NGC-Objekt darstellt, sondern als M 103 sehr viel bekannter ist. Entdeckt wurde er 1781 von Pierre Méchain, einem engen Mitarbeiter Messiers, der eine ganze Reihe der Katalog-Objekte aufspürte. Messier soll M 103 nicht selbst beobachtet haben und hatte daher für ihn auch nur eine denkbar knappe Beschreibung übrig: »Sternhaufen

zwischen Epsilon und Delta des Beins der Kassiopeia« [1]. So ist denn auch NGC 581 bzw. M 103 keineswegs der auffälligste oder gar brillianteste Sternhaufen der Kassiopeia, sondern eher klein und kompakt. Bei 25facher Vergrößerung lässt sich lediglich eine Kette von vier Sternen auflösen, von denen die beiden äußeren die jeweils hellsten sind.

NGC 659, 663 und 654 – Sternhaufen der Geschwister Herschel

Interessanter und für Anfänger spannender ist die Suche nach den »echten« NGC-Objekten 663, 659 und 654. Man findet sie, indem man das Teleskop mit niedriger Vergrößerung auf einer gedachten Linie von Ruchbah zu M 103 weiter nordöstlich bewegt bis man auf eine in nordöstliche Richtung verlaufende, halbkreisförmig angeordnete Kette mit Sternen der Größenklasse 5^m5 bzw. 6^m0 trifft. NGC 663 liegt östlich der beiden nördlichen Sterne der Kette, NGC 654 knapp 1° nördlich davon. NGC 659 findet man südwestlich von NGC 663, ganz dicht bei 44 Cas.

Wenn wir der Chronologie der Entdeckungsgeschichte dieser drei Haufen folgen wollen, so müssen wir mit NGC 659 beginnen. Dessen Entdeckung wird Caroline Herschel zugeschrieben, als sie am 27. September 1783 ihren 4,2"-Reflektor in den nächtlichen Himmel von Datchet richtete, einer kleinen Ortschaft nahe Windsor, in

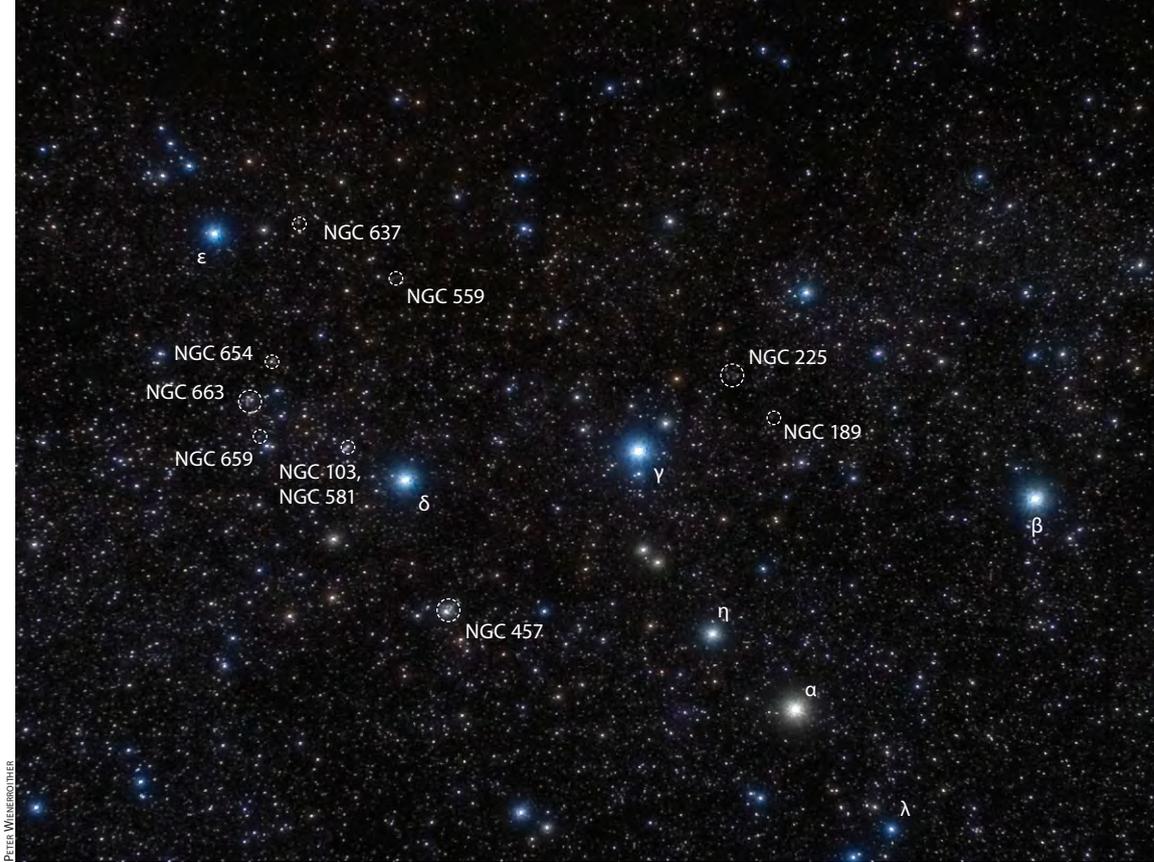


Abb. 1: Im östlichen Bereich des Sternbildes Kassiopeia ballen sich zahlreiche, auch für kleinere Teleskope und städtische Bedingungen geeignete Sternhaufen.

die sie kurz zuvor mit ihrem Bruder William gezogen war. Caroline hatte bereits im Februar 1783 mit dem Offenen Sternhaufen NGC 2360 in Canis Major ihre erste selbständige Entdeckung gemacht und war nun in der klaren Herbstnacht im Sternbild Kassiopeia gleich dreimal erfolgreich: Neben NGC 659 traf sie auch noch auf die Offenen Sternhaufen NGC 225 und NGC 189. Großstadtastronomen werden der Entdeckungsleistung von Caroline Herschel, die bekanntlich ganz im Schatten ihres berühmten Bruders arbeitete, besonderen Respekt zollen, denn der 7^m9 helle und 6' große NGC 659 ist kein Objekt, das dem Betrachter des nächtlichen Stadthimmels ins Auge springt. Erst bei 40facher Vergrößerung lässt sich ein Nebelhäufchen erahnen und bei 110× offenbart sich mittels indirektem Sehen nicht viel mehr als eine Kette von sieben schwach leuchtenden Sternen.

Umso erstaunlicher ist, dass Caroline Herschel in dieser erfolgreichen Beobachtungsnacht nicht auf den auffälligeren Nachbarhaufen NGC 663 aufmerksam wurde – bei guter Sicht ein lohnendes Fernglas-Objekt [2], das häufig irrtümlich als M 103 identifiziert wird. Erst am 3. November 1787, also vier Jahre nach Carolines Kassiopeia-Tour, soll erstmals

William Herschel mit seinem 18,7"-Reflektor auf die 7^m1 helle und 15' große Sternansammlung gestoßen sein. Heute zeigt sich NGC 663 am Großstadthimmel bereits bei 40facher Vergrößerung als eine schöne lockere Gruppe von ca. 10–15 Sternen, die sich mit 110× auf gut 30 Sterne erhöht. Dann hat man bereits knapp die Hälfte aller Haufenmitglieder kennen gelernt und vermutlich auch ein interessantes Strukturmerkmal entdeckt, das viel zur Popularität dieses Haufens beigetragen hat. NGC 663 ist nämlich zweigeteilt, d.h. er zerfällt in zwei Sternengruppen, die durch eine sternearme Zone voneinander getrennt sind [3].

In derselben Nacht stieß William Herschel auf NGC 654, einen 6^m5 hellen und 6' großen Sternhaufen, der nahe an einer gedachten Linie von Ruchbah zu ε Cas liegt. Auch NGC 654 wird in der astronomischen Beobachtungsliteratur häufig als Fernglas-Objekt geführt [2], doch bereitet er trotz seines vielversprechenden Hel-

Tab.: Die Sternhaufen in der Kassiopeia					
Name	R.A.	Dekl.	Hell.	Größe	DSRA/Uran.
M 103	1 ^h 33,4 ^m in	+60° 39,45'	7 ^m 4	6'	2/37 (16)
NGC 659	1 ^h 44,4 ^m in	+60° 40,2'	7 ^m 9	6'	-/37 (16)
NGC 663	1 ^h 46,0 ^m in	+61° 14,1'	7 ^m 1	16'	2/16
NGC 654	1 ^h 44,0 ^m in	+61° 53,0'	6 ^m 5	5'	2//16
NGC 637	1 ^h 43,1 ^m in	+64° 02,2'	8 ^m 2	3,5'	-/16
NGC 559	1 ^h 29,5 ^m in	+63° 18,7'	9 ^m 5	4,4'	-/16
NGC 457	1 ^h 19,5 ^m in	+58° 17,5'	6 ^m 4	13'	2/36

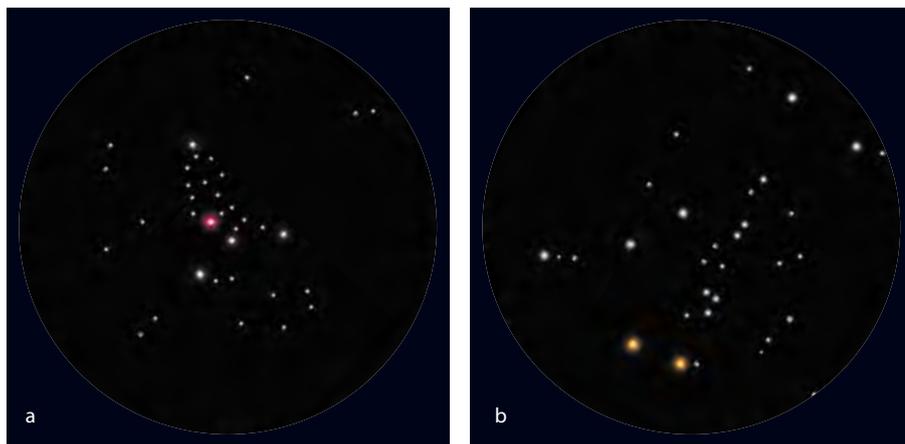


Abb. 2: **Selbst in kleinen Optiken zeigen Kassiopeiass Sternhaufen farbige Eindrücke.** Die Grenzgröße betrug zum Zeitpunkt beider Zeichnungen lediglich 5^m0 . a) M 103. Zeichnung, 8"-Newton, 200 \times . Sebastian Lehner, b) NGC 457. Zeichnung, 4,5"-Newton, 100 \times . Sebastian Lehner

ligkeitswertes am aufgehellten Himmel ähnliche Probleme wie NGC 659. Großstadt-Beobachter sollten sich zunächst auf die Suche nach zwei helleren 9^m -Sternen begeben, die am Rande des Haufens liegen. Ob NGC 654 mehr von sich preisgibt, hängt davon ab, wie viel Vergrößerung die Öffnung des Teleskops zulässt. Mit einem Vierzöller offenbart sich jedenfalls erst bei 110 \times mittels indirektem Sehen eine Ansammlung von ca. zehn ganz schwach leuchtenden Sternen.

NGC 559 und NGC 637 – zwei »harte Nüsse«

Wer von NGC 654 aus die gedachte Linie γ Cas – ϵ Cas überschreitet, trifft auf zwei weitere Sternhaufen, die William Herschel ein paar Nächte später entdeckt hat: NGC 559 und NGC 637. Im populärwissenschaftlichen Schrifttum finden sich über beide Objekte kaum Informationen oder Beobachtungsbeschreibungen und ihre Suche erweist sich am Großstadthimmel als eine echte Herausforderung. Nur

ein ständiger Vergleich der in der Karte abgebildeten Umgebungsterne mit dem Bild im Okular führt auf ihre Spur. NGC 637 zeigt sich bei 25facher Vergrößerung als kleines Sternchen, bei 40 \times bei indirektem Sehen als schwaches Häufchen und bei 110 \times als eine T-förmige Anordnung von zehn Sternen. Auch NGC 559, mit insgesamt 120 Mitgliedern etwa doppelt so sternreich wie NGC 637 [4], erhält in einem Vierzöller erst bei stärkster Vergrößerung etwas Struktur und offenbart sich als eine gleichmäßige Reihe von 8–10 Sternen. Mehr schafft ein Vierzöller auch bei guten Verhältnissen nicht, was angesichts der geringen scheinbaren Helligkeit von 9^m5 nicht sonderlich verwundert.

NGC 457 – krönender Abschluss

Am Ende astronomischer Beobachtungstouren sollte möglichst ein prächtiges Objekt stehen. Im Umfeld von Ruchbah fällt die Wahl nicht schwer: NGC 457 wäre allein wegen seiner ungewöhnlichen Form und seiner Brillanz ein Kandidat für

das schönste Nicht-Messier-Objekt. Auch gestaltet sich die Suche relativ einfach, weil man sich von δ Cas nur in südwestlicher Richtung bewegen muss, um auf den 5^m hellen Stern φ Cas zu treffen. φ Cas bietet zusammen mit einem 2^m schwächeren Nachbarstern den Grund für vielfältige Assoziationen: Häufig werden sie als Augenpaar gedeutet und man entdeckt in der gesamten Sternformation das Abbild von Steven Spielbergs E.T. (daher »Extraterrestrial Cluster«), oft auch eine Eule (daher »Owl Cluster« oder »Eulenhaufen«). Bei 110facher Vergrößerung lassen sich beide hellen Sterne mit etwas Phantasie als Funken sprühende Triebwerke eines Düsen-Jets deuten – NGC 457 lässt offenbar viele Interpretationsmöglichkeiten zu. Und auch wissenschaftlich ist noch einiges ungeklärt: Während die Frage, ob φ Cas nur ein optisches oder ein physisches Haufenmitglied ist, aufgrund jüngerer Untersuchungen wohl im Sinne einer physischen Mitgliedschaft geklärt sein dürfte, findet man in der Literatur Entfernungangaben, die zwischen 800 Lichtjahren und 10000 (!) Lichtjahren schwanken [5]. Bei Zugrundelegung einer Entfernung von 2300 Lichtjahren, die sich aus der vom Satelliten Hipparcos gemessenen Parallaxe von $0,0014''$ ergibt, hätte φ Cas eine absolute Helligkeit von -6^m8 (ohne interstellare Absorption), was der 45000fachen Leuchtkraft der Sonne entspräche.

- [1] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Glanzlichter des Deep-Sky, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [2] Töpler, R.: M 103 und Umgebung, interstellarum 31, 22 (2003)
- [3] Schurig, S., Lamprecht, J.: Vier NGC und ein Trümpfer, interstellarum 1, 14 (1994)
- [4] Archinal, B. A., Hynes, J. H.: Star Clusters, Willmann-Bell Richmond (2003)
- [5] Fritz, F.: NGC 457: Ein Offener Sternhaufen mit zwei Augen, SuW 11/2005, 70

Die Galaxien des Halton C. Arp

Teil 2: Wechselwirkende Galaxien am Herbst- und Winterhimmel

VON MICHAEL KÖNIG



JOHANNES SCHEDLER

Abb. 1: **M 82 ist eine der hellsten Galaxien im Arp-Katalog.** Die unregelmäßige Struktur sowie die ausgedehnten rot leuchtenden Ionisationsgebiete entstanden bei einer engen Begegnung mit M 81.

Im zweiten Teil dieses Artikels werden einige Galaxien aus dem Arp-Katalog [1] vorgestellt, die im Herbst und Winter beobachtet werden können. In seiner grundlegenden Arbeit beschrieb Halton C. Arp selbst seine Motivation, morphologisch auffällige Galaxien zu klassifizieren: »Es ist schwierig, einem allzu vereinfachten Eindruck zu widerstehen, der gemäß der Hubble-Spezifikation die Galaxien in wenige Klassen einteilt. Neben den formlosen elliptischen und den detaillierten Spiraltypen existieren noch die Irregulären Galaxien, die nicht in das Schema passten. In der Tat ist es so, dass bei genauer Betrachtung jede Galaxie einzigartig erscheint und den Anlass bietet, eine realistischere Zuordnung zu treffen. Die Eigenheiten der Galaxien, die in diesem Atlas dargestellt werden, stellen Störungen, Deformationen und Interaktionen dar, die es uns ermöglichen, die Natur der realen Galaxien zu analysieren. Je eigenartiger uns die beobachtete Morphologie der Galaxie erscheint, desto illustrativer ist deren Beitrag bei der Betrachtung und dem Verständnis der Wechselwirkungen. Daher werden im Atlas die markantesten Abweichungen von der Normalform hervorgehoben. (...) Hierzu habe ich ungewöhnliche, d.h. pekuläre Spiralgalaxien, die gestörte Arme oder filamentartige Verlängerung besaßen auf hochaufgelösten Fotografien mit dem Palomar 200-Zoll-Teleskop ausgewählt.«

Die Astrophysik des Arp-Kataloges

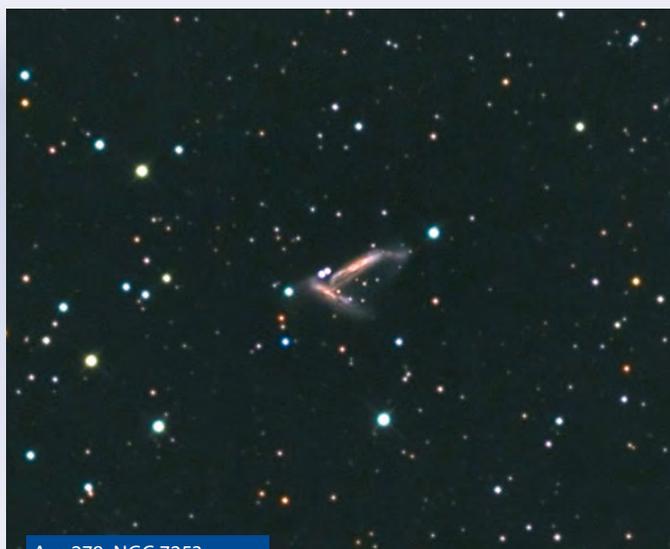
Die Auswahl an 338 Galaxien, die Halton C. Arp in seinem Katalog aufführte, hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll die Verschiedenartigkeit der Mitglieder nach neuen von ihm formulierten, rein visuellen Kriterien illustrieren. Die letzten Jahrzehnte der astronomischen Forschung haben aber gezeigt, dass sich diese ungewöhnlichen Objekte sehr gut als »Laboratorium« eignen, um Hypothesen zur Galaxienentwicklung, wie etwa in den letzten Jahren die Rolle der Dunklen Materie, durch Simulationen und Modellrechnungen zu prüfen und zu bewerten.

Das zentrale Argument ist hierbei die Verkürzung von Entwicklungszeitskalen im Vergleich zu »normalen« Galaxien durch die Gezeiten-Wechselwirkungen. Dem trägt außerdem Rechnung, dass durch die meist mit den Wechselwirkungen einher gehenden Transportphänomene von Gas und Staub im Kernbereich der Galaxien viele Aktive Galaxien, sog. »active galactic nuclei« (AGN) im Arp-Katalog zu finden sind.

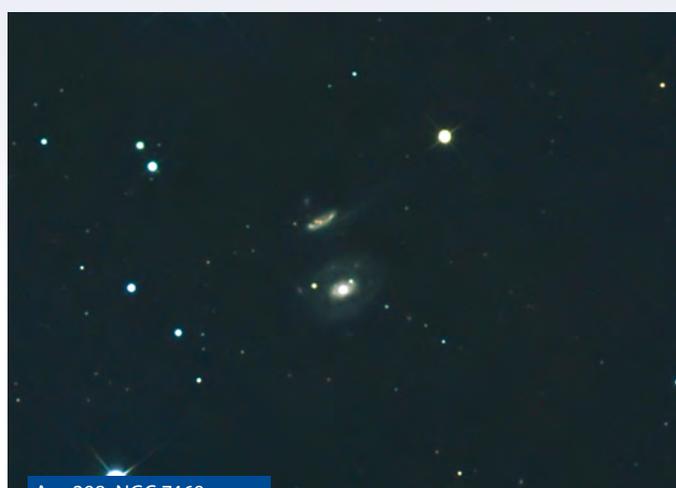
Die Familie der AGN zeichnet sich in der Regel durch eine erhöhte Leuchtkraft aus, die von weniger aktiven Mitgliedern wie LINERs (»low-



Arp 29, NGC 6946



Arp 278, NGC 7253



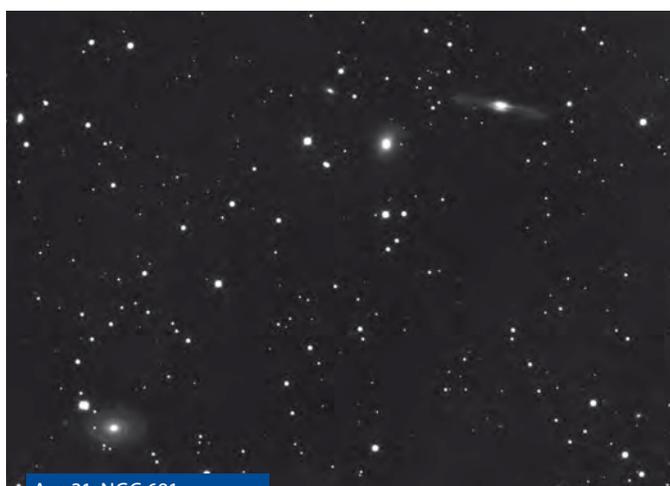
Arp 298, NGC 7469



Arp 112, NGC 7805/6



Arp 113, NGC 68, 70, 71



Arp 31, NGC 691

ionisation nuclear emission-line region«, d.h. Emissionsliniengalaxien mit relativ geringer Leuchtkraft) und Seyfertgalaxien (Spiraltypen mit prominenten Emissionslinien) bis hin zu den Radiogalaxien und Quasaren reicht. Gerade für die Entwicklung und Detaillierung des inneren Aufbaus von AGNs und somit für die Architektur eines Standardmodells dieser Galaxien war die Untersuchung von morphologisch auffälligen Typen wegbereitend. In diesem Standardmodell befindet sich im Zentrum

ein extrem massereiches Schwarzes Loch, das von einer Akkretionsscheibe umgeben ist, über die der Materiezustrom auf das Schwarze Loch erfolgt.

Wichtig ist anzumerken, dass dieses Standardmodell nicht nur für AGNs von Bedeutung ist, sondern für alle Galaxien gelten kann, da die »normalen« Typen sich durch eine Nicht-Aktivität auszeichnen. Diese stellt einen Übergangszustand dar, der durch eine, etwa durch Wechselwirkung, neu einsetzende Akkretion auf die

Zentralmasse wieder aufgehoben werden kann. Demnach sind die »normalen« Galaxien die Gruppe der nichtaktiven AGNs.

Die Aufnahmetechnik

Die in diesem und im ersten Artikel gezeigten und beschriebenen Arp-Galaxien sind willkürlich ausgewählt. Anhaltspunkte waren deren Erwähnung in interessanten Artikeln über Themen im Umfeld wechselwirkender Galaxien oder aber die

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

morphologische Auffälligkeit auf bereits vorhandenem Bildmaterial.

Das California Institute of Technology (CalTech) betreibt eine umfassende Online-Zusammenstellung im Internet, die Astrofotografen bei der Aufnahmeplanung hilft [2]. Neben der Vielzahl an Zusammenstellungen von Motiven aus dem Arp-Katalog möchte ich auf die Webseiten des »Astronomical League's Arp Peculiar Galaxy Clubs« hinweisen, der Aufnahmen von Amateurfotografen präsentiert. Damit lässt sich gut einschätzen, welche Schwierigkeiten mit der Aufnahme bestimmter Arp-Galaxien verbunden sind [3].

Im zweiten Artikel sind Galaxien im Rektaszensionsbereich von 20h bis 10h enthalten, leider fehlen Arp-Objekte mit südlicher Deklination aufgrund von örtlicher Einschränkung der Beobachtungsplätze in Berlin bzw. im Odenwald. Aufgrund der Kleinheit der typischen Arp-Motive empfiehlt sich der Einsatz von längeren Brennweiten im Bereich von 1,5m und mehr. Für mein schon seit über drei Jahren laufendes Arp-Projekt benutzte ich eine 11"-Schmidt-Cassegrain Optik (Arp 29, 112, 113, 135, 210, 6, 336, 167, 315, 337) und einen 14"-Hypergraphen (restliche Motive). Für die Farbaufnahmen kommt eine ST10-XME CCD-Kamera zum Einsatz, für die Schwarzweiß-Motive wurde eine Kamera vom Typ SXV-H9 benutzt.

Portraits einzelner Galaxien

Arp 29, NGC 6946

NGC 6946 ist eine SAB(rs)cd Galaxie in Cepheus und ist wegen ihrer Asymmetrie auch als Arp 29 katalogisiert. NGC 6946 zeigt als aktive Galaxie auffallend viele HII Regionen und man beobachtet auch einen überdurchschnittlich hohen Anteil an molekularem Wasserstoff im Verhältnis zu atomarem Wasserstoff von 0,6. Das molekulare Gas verrät sich durch Mikrowellenstrahlung und korreliert mit dem Radiokontinuum. Die Größenordnung der Emission kann aber nicht allein durch Aufheizung oder Ionisation erklärt werden, so dass man nicht-thermische Komponenten, etwa eine Wechselwirkung zwischen Magnetfeldern und Gaswolken, als Ursache vermutet.

Arp 278, NGC 7253

Im Arp-Katalog steht bei Nr. 278 das Paar NGC 7253A+B, bestehend aus zwei interagierenden Galaxien in einer Entfernung von 210 Millionen Lichtjahren. Beide sind Spiraltypen, wobei die nördlichere A-Komponente als SB, die südöstliche

B-Komponente als S-Typ klassifiziert ist. Man erkennt bei beiden Galaxien »counter-tails« der Gezeitenwechselwirkung wie auch eine Materiebrücke, allerdings sind beiden Scheiben noch intakt, was auf einen bevorstehenden Merger hinweist. Das durch die Wechselwirkung »gestrippte«, d.h. vom Partner gravitativ entfernte Material hat Einfluss auf die Skalenhöhen der gesamten galaktischen Ebene. Der hier wirkende Effekt wird als »tidal disk thickening« bezeichnet und sorgt dafür, dass in Wechselwirkungskomponenten im Vergleich zu normalen Spiraltypen 2–3-mal dickere Scheiben gemessen werden. Interessant ist, dass in Folge einer Wechselwirkung durch von außen zuströmendes Gas wieder eine dünnere Scheibe entsteht, woraus folgt, dass die dicken Scheiben einen Übergangszustand während der Wechselwirkung beschreiben.

Südwestlich von Arp 278 findet man die auffällige SA(s)c-Galaxie UGC 11981, ihr Durchmesser liegt bei etwa 1' und ihre Helligkeit bei 15^m. In den lichtschwachen Außenbereichen der Spiralarms zeigen sich lineare Bereiche, dies sind so genannte Vorontsov-Velyaminov-Reihen, die durch Resonanzen von Schwerewellen in der galaktischen Ebene entstehen.

Arp 298, NGC 7469

Aktuelle 21cm-VLA-Radiobeobachtungen der Galaxie NGC 7469 zeigen eine dynamische Wechselwirkung anhand von HI-Brücken zwischen NGC 7469 und ihrer Begleitgalaxie IC 5283. Die HI-Gesamtmasse beträgt ca. 5·10⁹ Sonnenmassen, wobei die Kontinuum-Leuchtkraft bei NGC 7469 im Kern, in IC 5283 jedoch im etwa 30000 Lichtjahre langen Gezeitenschweif konzentriert ist. Die Radiobeobachtungen zeigen zudem in NGC 7469 eine leicht blauverschobene Komponente, die örtlich mit einem Gasfluss verbunden ist, der die Brücke zu IC 5283 mit Material versorgt. Neben diesen interessanten Radioinformationen bietet auch das Röntgenlicht tiefe Einblicke in die Dynamik des Systems. Beobachtungen des XMM Satelliten zeigen, unter Verwendung von Röntgen- und UV-Variabilitätsdaten, den möglichen inneren Aufbau der Seyfert-Galaxie und deren zeitliches Verhalten. Man schließt so auf eine Materiescheibe im Zentrum, in deren innerem Bereich die Röntgenphotonen entstehen, die dann durch Streuprozesse niederenergetischere UV-Strahlung induzieren. Somit sind die Flüsse in den verschiedenen spektralen Bereichen mit einander korreliert, auch wenn die ausgedehnten Emissionsregionen eine ge-

wisse Andersartigkeit bzgl. des zeitlichen Verhaltens zulassen. Beide Komponenten zeigen eine Variabilität im Bereich von Tagen. Es fällt auf, dass die Kontinuums- wie die weiche Röntgenstrahlung auch unabhängig von einander Änderungen im Röntgenfluss zeigen. Eine gute Modellbeschreibung erzielt man mit einem sog. »warm absorber model«, das zusätzlich zum hochenergetischen Anteil noch Schwarzkörperkomponenten enthält, die »warmes« Material beschreiben, das von energiereichen Photonen aufgeheizt wird und einen thermischen Emissionsbeitrag liefert. Diese zwei Komponenten bewegen sich relativ zu uns und bestätigen die hierzu passenden Radiobeobachtungen.

Arp 112, NGC 7805/6

Bei der Wechselwirkung zwischen nahen Galaxien wird Materie umverteilt und die Sternentstehungsrate (»star burst rate«) steigt merklich an. Die Auswirkungen all dieser Effekte auf die Galaxienentwicklung sind noch wenig untersucht. Neuere Studien [4] unterscheiden zwischen der existierenden und der neu induzierten Sternpopulation, um entsprechende »star burst scenarios« zu modellieren. Man findet, dass Galaxien in Wechselwirkungsparen signifikant »blauer« zum Zentrum hin erscheinen, also eher rote Außenbereiche aufweisen. Dies kann man als einen Hinweis werten, dass Interaktionen, die vor einer Verschmelzung stattfinden, eine Entwicklung entlang der Hubble Sequenz, also von den E- zu den Sbc-Systemen, bewirken. Interessanterweise würde diese induzierte Entwicklung, bei größeren Entfernungen, die Galaxien blau und kompakt erscheinen lassen, da die roten Außenbereiche nicht mehr nachweisbar wären. Die gezeigten Galaxien NGC 7805 und NGC 7806 (Arp 112) waren Teil des untersuchten Samples. In NGC 7806, einem SA(rs)pec Typ, erkennt man Vorontsov-Velyaminov-Reihen und in einer Entfernung von 2' einen Gezeitenschweif.

Arp 113, NGC 68, 70, 71

Die Aufnahme zeigt die Galaxiengruppe um NGC 70 in Andromeda. Die SA(rs)c-Galaxie NGC 70 findet sich als nördlichster Punkt eines gleichseitigen Dreiecks von 1' Kantenlänge. Die beiden anderen Eckpunkte bilden die Galaxien NGC 71 und NGC 68. Bei beiden handelt es sich um SA0 Typen, wobei NGC 68 bei etwa 80% der Entfernung von NGC 70 / NGC 71 liegt und somit nicht zum engen Wirkungskreis der Gruppe gehört. Die 2' weiter südlich liegenden Galaxien NGC 72,



Arp 135, NGC 1023



Arp 210, NGC 1569



Arp 143, NGC 2444/5



Arp 186, NGC 1614

ein SB(rs) Typ, und NGC 69, ebenfalls eine SB(s), gehören aufgrund ihrer Rotverschiebungen zur NGC 70 / NGC 71-Gruppe. Interessanterweise ist die kleinste Galaxie der Gruppe, NGC 69, die uns nächste Galaxie mit 300 Millionen Lichtjahren Entfernung.

In diesen engen Gruppen wird ein Zusammenhang zwischen der räumlichen Trennung der Mitglieder und der Größe des prominentesten Mitgliedes beobachtet. Modellrechnungen zeigen, dass durch dynamische Reibung der Drehimpuls der Wechselwirkungspartner kompensiert und eine Annäherung ermöglicht werden kann. Aus der Theorie folgt beispielsweise, dass eine Gruppe mit einer dreimal so großen Galaxie wie NGC 70 als prominentestes Mitglied, mittlere Abstände aufweisen würde, die 10-mal größer sind als bei der hier gezeigten Gruppe und somit nur knapp in das Bildfeld passen würde.

Arp 31, NGC 691

Bei allen Interaktionen erfolgt durch die Gezeitenkräfte ein Materieaustausch, der sich viel stärker auf Gas als auf Sterne auswirkt. Ausgehend von dieser Beobachtung wurde in einer aktuellen Studie

die Frage gestellt, ob ein anhaltender ISM Austausch in pekuliären Systemen nachgewiesen werden kann. Es wurde hierzu ein Sample von 1038 Mitgliedern aus den Katalogen von B. A. Vorontsov-Velyaminov [5, 6] und H. Arp & B. F. Madore [7] zusammengestellt und deren Daten bzgl. Staub, HI und molekularem Gas sowie Röntgenemission untersucht. Die statistische Auswertung zeigte, dass wechselwirkende Systeme einen signifikant höheren Gasanteil besitzen. Dabei zeigen pekuliäre E-Typen einen höheren Anteil an Staub und Gas, die pekuliären Spiralgalaxien haben normale Werte bei Staub und HI und zeigen nur beim molekularen Gas einen höheren Massenanteil. Betrachtet man die Röntgenemission, zeigen die Pekuliären eine höhere Leuchtkraft – dies gilt nicht nur für die AGNs im Sample. Der beobachtete Überschuss an Gas könnte auf Gezeiten-Drehmomente zurückgehen, die einen Gasstrom von den Außenbereichen ins Zentrum bewirken – die Folge wäre eine Akkumulation von molekularem Gas, ein Beleg hierfür ist die beobachtete starke CO-Emission.

Auf der Aufnahme erkennt man rechts oben die 3er-Gruppe aus IC 1730, NGC

680 und der auffälligen edge-on SB-Galaxie NGC 678 (v.l.). Durch dieses Trio läuft die Spur von KP (53783) 2006 EC95. Unterhalb der Abbildungsmitte steht NGC 691, ein SA(rs)-Typ mit einer Größe von 3'x2', darüber, in der rechten Abbildungshälfte, findet sich mit IC 167 (Arp 31) ein Mitglied des untersuchten Samples. Über dieser entwickelten SAB-Galaxie steht schließlich noch die helle S0-Galaxie NGC 694.

Arp 135, NGC 1023

Mit weniger als 32 Millionen Lichtjahren Entfernung ist NGC 1023 die uns nächstgelegene SB0 Galaxie. Sie ist das hellste Mitglied einer zusammenhängenden Gruppe von 13 Galaxien. Dicht bei NGC 1023 steht eine irreguläre Zwerggalaxie, die auch als NGC 1023A bezeichnet wird.

Die Galaxie NGC 1023 zeigt in den äußeren Bereichen eine starke OIII-Emission, deren axiale Lage im Vergleich zur sichtbaren Hauptachse gekippt erscheint. Dies wird durch das gemessene Gas-Geschwindigkeitsfeld unterstützt, das auf einen örtlichen, kinematischen Versatz von Gas und Staub hinweist. Die ebenfalls komplexe HI-Struktur innerhalb der Galaxie ist ein wei-

terer Hinweis auf eine stattfindende Wechselwirkung mit den Begleitgalaxien.

Arp 210, NGC 1569

Als ein Mitglied der lokalen Gruppe gehört NGC 1569 zu den nächstgelegenen Starburst-Galaxien. Die irreguläre Galaxie ist zudem als Sy1-Galaxie klassifiziert und findet sich als Nr. 210 im Arp-Katalog. Im Zentrum von NGC 1569 erkennt man drei Helligkeitsmaxima, zwei davon sind »super star clusters«, mit 25 Mio. Jahren recht junge Haufen, die sich zu Kugelsternhaufen, ähnlich denen der Milchstraße, entwickeln. Im Gegensatz zu den Sternen in offenen Sternhaufen, entstehen massereiche und kompakte Kugelsternhaufen nur in Starbursts. Durch ihre Langlebigkeit »speichern« diese Haufen die Starburst-Historie einer Galaxie. Es hat sich gezeigt, dass die deutliche Mehrheit der Haufen in NGC 1569 weit masseärmer ist als die kompakten, sehr alten Kugelsternhaufen der Milchstraße. Sie sind eher mit den jungen, offenen Sternhaufen zu vergleichen und werden sich in den kommenden 1–2 Mrd. Jahren auflösen. Die hellsten Haufen liegen bei etwa 14^m und sollten in größeren Teleskopen auch visuell zugänglich sein.

Arp 143, NGC 2444/5

In einer schon einige Jahre zurückliegenden Veröffentlichung von P. N. Appleton et al. [8] wurde die Arp-Galaxie Nr. 143 (NGC 2444/2445) hinsichtlich einer auffälligen Besonderheit diskutiert. Arp 143 wird auch als Ringgalaxie bezeichnet, die sich aus den Komponenten NGC 2444, einem S0 pec Typ, der als Ring A und aus NGC 2445, einem peculiären Im-Typ, der als Ring B bezeichnet wird, zusammensetzt.

Tiefe VLA Radiobeobachtungen im HI-Licht zeigen einen riesigen, intergalaktischen Gasschweif, an dessen einem Endpunkt das Galaxiensystem platziert ist. Dieser Gasschweif übertrifft in seiner Länge das Gesamtsystem aus NGC 2444 und NGC 2445 um das 7–8fache, was einer Ausdehnung von einigen 100000 Lichtjahren entspricht. Man kann diesen Schweif als Teil einer riesigen, expandierenden HI-Kugel betrachten und kann mit Hilfe einiger Annahmen über die Gasgeschwindigkeiten den Kugelsprung in einer etwa 100 Millionen Jahren zurückliegenden Kollision vermuten. Damals durchstieß eine gasreiche Galaxie die Scheibe der ursprünglichen Spiralgalaxie, aus der sich dann durch nachfolgende Gezeitenwechselwirkungen erst die Ringgalaxie entwickelte.

Arp 186, NGC 1614

Die geringe Extinktion in Richtung Orion und ihre »face-on«-Lage macht die im Infraroten leuchtkräftige Galaxie NGC 1614 zu einem idealen Studienobjekt für viele Effekte, die bei wechselwirkenden Galaxien beobachtet werden können. So hat das HST in tiefen CO Beobachtungen Starburstbereiche im Kernbereich des peculiären SB(s) Typs untersucht und konnte einen kompakten Starburstkern mit 150 Lichtjahren Durchmesser nachweisen, der von einem 2000 Lichtjahre messenden Ring aus extrem leuchtkräftigen HII-Emissionsgebieten umgeben wird. Diese starke Aktivität ist vermutlich das Ergebnis eines »mergers«, d.h. einer Verschmelzung einer Scheibengalaxie und einer kompakten Satellitengalaxie. Von diesem kleinen Wechselwirkungspartner hat nichts überlebt, außer seinem Kern, der in Projektion etwa 1000 Lichtjahre nordöstlich des primären Galaxienkerns, in der Aufnahme links oberhalb des Zentrums, zu sehen ist.

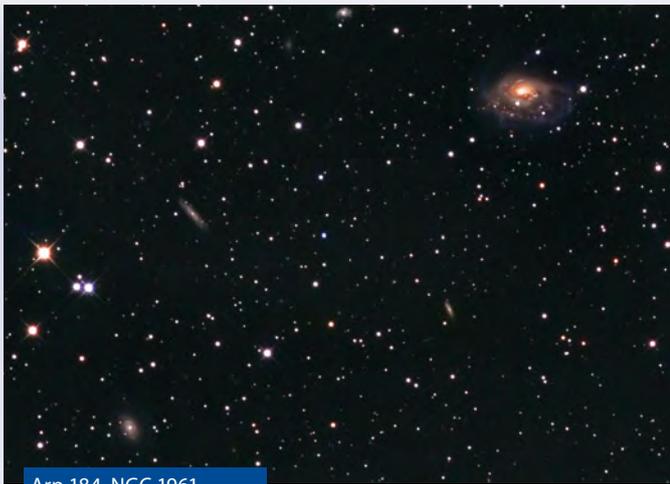
Detaillierte erdgebundene Beobachtungen weisen ein komplexes Geschwindigkeitsfeld von ausströmendem Gas nach, dessen Hauptkomponente auf den Beobachter gerichtet ist. Dieser »Jet« könnte ein Hinweis auf eine einsetzende, weiter-

führende AGN-Entwicklung dieser Seyfertgalaxie sein.

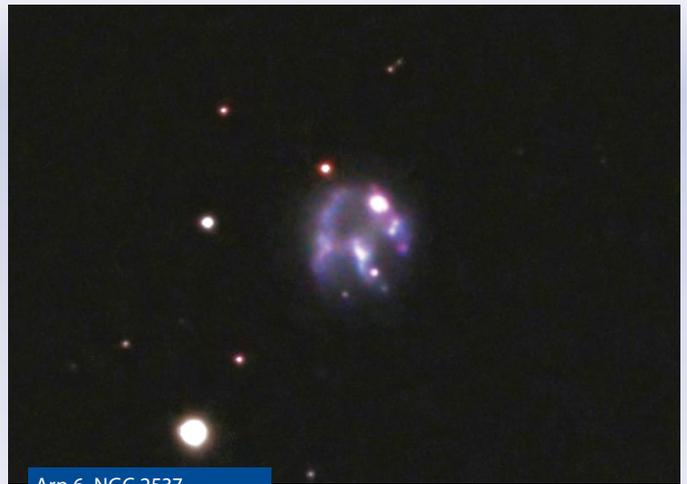
Arp 184, NGC 1961

Die massereiche Spiralgalaxie NGC 1961 liegt im Sternbild Camelopardalis in einer Entfernung von etwa 180 Millionen Lichtjahren. Besonders auffällig ist der obere, südliche Spiralarm, der viele Bereiche mit hoher Sternentstehungsrate mit heißen, blauen Sternen und großen HII-Regionen aufweist, ein Hinweis auf einen hohen Staub- und Gasanteil sowie gravitativ wirkende, dynamische Einflüsse. Bei NGC 1961 fehlen naheliegende Wechselwirkungspartner und die Form mit den differenzierten, vom Zentrum ausgehenden Spiralarmen schließt auch einen Merger weitgehend aus. Um die Frage zu klären, wie dieser gestörte SAB(rs) Typ entstanden sein könnte, wurde aus Radio- und Röntgenbeobachtungen (EINSTEIN Satellit) das heiße intergalaktische Medium als Auslöser vermutet, das mit der südöstlich gelegenen Galaxiengruppe (im rechten Teil der Aufnahme) assoziiert sei, und dessen lokale »Verdichtung« mit NGC 1961 wechselwirke. Neue Untersuchungen mit besser orts aufgelösten ROSAT Daten zeigen allerdings, dass die Röntgenemissi-

Arp-Galaxien am Herbst- und Winterhimmel								
Arp-Nr	Name	Sternbild	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe	Typ	Uran.
29	NGC 6946	Cep	20 ^h 34 ^m 52 ^s	+60° 09'	8 ^m 8	1,6'×9,9'	SAB(rs)cd	56
278	NGC 7253A	Peg	22 ^h 19 ^m 27 ^s	+29° 24'	13 ^m 6	1,7'×0,5'	SB	122
278	NGC 7253B	Peg	22 ^h 19 ^m 30 ^s	+29° 23'	14 ^m 4	1,6'×0,5'	S	122
298	NGC 7469	Peg	23 ^h 03 ^m 15 ^s	+08° 52'	12 ^m 3	1,5'×1,1'	(R')SAB(rs)a	213
298	IC 5283	Peg	23 ^h 03 ^m 18 ^s	+08° 53'	13 ^m 8	0,8'×0,4'	SA(r)cd pec?	213
112	NGC 7805	Peg	00 ^h 01 ^m 26 ^s	+31° 26'	13 ^m 3	1,2'×0,9'	SAB0: pec	89
112	NGC 7806	Peg	00 ^h 01 ^m 30 ^s	+31° 26'	13 ^m 5	1,1'×0,8'	SA(rs)bc? pec	89
113	NGC 68	And	00 ^h 18 ^m 18 ^s	+30° 04'	13 ^m 9	1,2'×1,0'	S0	89
113	NGC 70	And	00 ^h 18 ^m 22 ^s	+30° 04'	14 ^m 5	1,4'×1,2'	SA(rs)c III	89
113	NGC 71	And	00 ^h 18 ^m 23 ^s	+30° 03'	14 ^m 2	1,2'×0,9'	SA0- pec	89
31	NGC 691	Ari	01 ^h 47 ^m 48 ^s	+21° 46'	12 ^m 0	3,5'×2'	SA(rs)bc	128
31	IC 167	Ari	01 ^h 51 ^m 08 ^s	+21° 54'	13 ^m 2	2,9'×1,9'	SAB(s)c	128
135	NGC 1023	Per	02 ^h 40 ^m 24 ^s	+39° 03'	9 ^m 3	8,8'×3,0'	SB(rs)0-	62
210	NGC 1569	Cam	04 ^h 30 ^m 49 ^s	+64° 50'	11 ^m 1	3,7'×1,8'	IBm IV-V	19
186	NGC 1614	Eri	04 ^h 33 ^m 59 ^s	-08° 34'	13 ^m 6	1,3'×1-2'	SB(s)c pec	269
184	NGC 1961	Cam	05 ^h 42 ^m 04 ^s	+69° 22'	11 ^m 5	4,6'×3,0'	SAB(rs)c II	20
143	NGC 2444	Lyn	07 ^h 46 ^m 53 ^s	+39° 01'	13 ^m 2	1,2'×0,8'	Ring A	69
143	NGC 2445	Lyn	07 ^h 46 ^m 54 ^s	+39° 01'	13 ^m 3	1,4'×1,1'	Ring B	69
6	NGC 2537	Lyn	08 ^h 13 ^m 14 ^s	+45° 59'	12 ^m 3	1,7'×1,5'	SB(s)m pec	69
167	NGC 2672	Cnc	08 ^h 49 ^m 22 ^s	+19° 04'	11 ^m 1	3,0'×2,8'	E1-2	142
167	NGC 2673	Cnc	08 ^h 49 ^m 24 ^s	+19° 04'	13 ^m 3	1,2'	E0 pec	142
336	NGC 2685	UMa	08 ^h 55 ^m 35 ^s	+58° 44'	11 ^m 2	4,5'×2,4'	(R)SB0+ pec	44
315	NGC 2832	Lyn	09 ^h 19 ^m 46 ^s	+33° 44'	11 ^m 9	2,4'×1,9'	E+2	103
337	M 82	UMa	09 ^h 55 ^m 51 ^s	+69° 40'	8 ^m 4	1,4'×4,3'	I0	23



Arp 184, NGC 1961



Arp 6, NGC 2537



Arp 336, NGC 2685



Arp 167, NGC 2672/3

on, wie bei aktiven Spiralgalaxien typisch, vor allem aus der Kernregion und einigen Starburstregionen in den Armen stammt. Eine diffuse Röntgenstrahlung, die eine Verbindung zu der Gruppe kleinerer Galaxien herstellen könnte, wurde nicht beobachtet. Damit steht man nun wieder am Anfang der Frage, was denn in NGC 1961 die Störung ausgelöst haben könnte.

Arp 6, NGC 2537

Diese Galaxie wird als SB(s) klassifiziert, jedoch ist es schwer sich bei ihrem ungewöhnlichen Aufbau zurechtzufinden. NGC 2537 ist eine sehr kompakte, blaue Zwerggalaxie, die viele, helle HII-Knoten besitzt, die starke Infrarotquellen sind und deren einzelne Ausdehnung bis 600 Lichtjahre misst. Die kleine Begleitgalaxie NGC 2537A, wohl ein Spiraltyp, die auf der Aufnahme unterhalb der »Bärenratze« zu sehen ist, steht zu dieser in keinem physikalischen Zusammenhang, da sie deutlich weiter entfernt ist als die mit nur 20 Millionen Lichtjahren recht nahe liegende NGC 2537.

Arp 336, NGC 2685

Die Galaxie NGC 2685 zählt zu den »polar ring galaxies« (PRG), die einen peculiaren Typ beschreiben, bei dem eine zentra-

le, meist sphärische primäre Komponente von einem Ring aus Sternen, Staub und Gas umgeben ist, dessen Ringebene senkrecht zur Ebene der primären, meist gasarmen Komponente orientiert ist. Diese PRGs entstanden aus zwei wechselwirkenden Galaxien, wobei das Endprodukt alle typischen Eigenschaften eines späten Spiraltyps besitzt, wie etwa einen großen Anteil an neutralem Wasserstoff und ein typisches Gas-Leuchtkraft-Verhältnis.

Bemerkenswert ist nun die Betrachtung, in wie weit PRG als »Spiraltypen« angesehen werden können. Die Tully-Fisher Relation verbindet als Methode zur Entfernungsbestimmung die absolute Leuchtkraft mit der vierten Potenz der Rotationsgeschwindigkeit, die aus Linienbreiten von neutralem Wasserstoff bestimmt wird. In Bezug auf die Leuchtkraft zeigen PRGs größere Rotationsgeschwindigkeiten als normale Spiraltypen. Dies ist ein Hinweis darauf, dass der Anteil an dunkler Materie im Halo, der sog. »dark halo«, der für niedrigere Geschwindigkeiten sorgt, in Richtung der Ringebene abgeflacht ist [9].

Arp 167, NGC 2672/3

In einer Studie über drei E+E-Galaxienpaare untersuchte P. Bonfanti et al. [10] die

Kinematik der Paare und studierte ähnliche morphologische Störungen der beteiligten E-Typen. Diese Störungen zeigten sich in einem Versatz zwischen inneren und äußeren Linien gleicher Helligkeit (Isophoten) – einem Zeichen für anhaltende Wechselwirkung. Der kleinere Begleiter NGC 2673 zeigte eine signifikante Rotation um die sichtbare kleine Halbachse in spektrographischen Untersuchungen. Ein Hinweis darauf ist der kleine Gezeitenschweif, den man auf der Aufnahme bei NGC 2673 erkennen kann. Darüber hinaus gibt es auch Abweichungen der üblichen Geschwindigkeitsdispersion für wechselwirkende Galaxienpaare. Diese zusätzliche Störung äußert sich in einer systematischen Dispersionsabnahme mit zunehmendem Zentrumsabstand. Die Außenbereiche erscheinen jedoch unauffällig, so zeigen sie keine Hinweise auf Aufheizungen o.ä. Mechanismen. Als Ursache für diese Störungen kann man Projektionseffekte, Störungen entlang der Sichtlinie oder aber eine Variation der Gezeitenwechselwirkung verantwortlich machen.

Arp 315, NGC 2832

In Galaxienhaufen gibt es meist eine große, zentrale Galaxie, die als cD-Typ



Arp 315, NGC 2832



Arp 337, M 82

klassifiziert wird. Diese Bezeichnung benutzt eine historische Kennung aus der Beschreibung von Sternspektren von Überriesen. In einer vergleichenden Untersuchung von Aufnahmen des Hubble Space Teleskopes von vier solchen cD-Galaxien fanden Andres Jordan et al. [11] keinen Unterschied bzgl. der spektralen Zusammensetzung der cD-Galaxie und den Haufengalaxien. Die beobachtete Metallizität aller Mitglieder entspricht der erwarteten Verteilung, die sich ergibt, wenn man annimmt, dass cD-Galaxien durch Kannibalismus mehrerer Galaxien und protogalaktischer Fragmente entstehen. Dadurch werden die bestehenden stellaren Populationen »weiterverwendet«.

Aus den Modellrechnungen folgt auch, dass bei der cD-Entstehung das sog. »hierarchical merging« die maßgebliche Rolle spielt. Hierbei verschmelzen kleine Einheiten zu immer größeren Haufenmitgliedern. Die Aufnahme zeigt die cD-Galaxie NGC 2832 im Galaxienhaufen Abell 779. Zusätzlich ist NGC 2832 auch als Arp 315 klassifiziert. Die auffälligen Haufenmitglieder haben Helligkeiten im

Bereich von 15^m – 17^m und Größen unter einer Bogenminute.

Arp 337, M 82

Von allen hier vorgestellten Arp-Mitgliedern ist M 82 mit 11' Durchmesser und einer Helligkeit von 9^m die größte und hellste Galaxie. Die im optischen auffälligen, filamentartigen Strukturen, die sich in Nord-Süd Richtung erstrecken, zeigen im Röntgenlicht eine diffuse Emission, die auf sehr heißes, dünnes Gas zurückgeht. Der Zentralbereich dieser irregulären Galaxie zeigt ein strukturiertes Staubband in dem mehrere, aktive Sternentstehungsbe- reiche, sog. »super star clusters« beobachtet werden, in denen viele, heiße OB-Sterne liegen. Durch diese Regionen entsteht ein, senkrecht zur Hauptebene gerichteter »superwind«, der die Filamente mit Energie versorgt. Diese uns nächstgelegene Starburst-Galaxie entsteht durch Gezeitenwechselwirkung mit der Nachbargalaxie M 81.

[1] Arp, H.: Atlas of Peculiar Galaxies, *Astrophys. J. Suppl.* 14, 1 (1966)

- [2] Atlas of peculiar Galaxies, California Institute of Technology: nedwww.ipac.caltech.edu/level5/Arp/frames.html
- [3] Astronomical League's Arp Peculiar Galaxy Club, Arp-Galaxien: www.astromax.com/aaaa/arp/arp-list.htm
- [4] Gillespie, E. et al.: Tidally triggered star formation in close pairs of galaxies, *Astrophys. J.* 582, 668 (2003)
- [5] Vorontsov-Velyaminov, B. A.: Atlas and Catalogue of Interacting Galaxies, Part I, Moscow University, Moscow (1959)
- [6] Vorontsov-Velyaminov, B. A.: Atlas and Catalogue of Interacting Galaxies, Part II, *Astron. Astrophys. Suppl.* 28, 1 (1977)
- [7] Arp, H., Madore, B. F.: A catalogue of southern peculiar galaxies and associations, Cambridge University Press (1987)
- [8] Appleton, P. N. et al.: A giant intergalactic HI bubble near Arp 143, *Nature* 330, 140 (1987)
- [9] Iodice, E. et al.: Polar ring galaxies and the Tully-Fisher Relation, *Astrophys. J.* 585, 730 (2003)
- [10] Bonfanti, A. et al.: Stellar Dynamics in E+E pairs of galaxies, *Astron. Astrophys.* 297, 37 (1995)
- [11] Jordan, A. et al.: Hubble Space Telescope Observations of cD Galaxies and Their Globular Cluster Systems, *Astrophys. J.* 127, 24 (2004)

Wie kann man das Zodiakallicht beobachten?

Normalerweise beobachten wir im Planetensystem größere Körper, Planeten oder Kleinplaneten. Staub sieht man nur im Schweif von Kometen – und im Zodiakallicht. Es entsteht durch Staubpartikel in der Ebene des Planetensystems, welche das Sonnenlicht reflektieren. Dieser interplanetare Staub entsteht durch Zusammenstöße zwischen Asteroiden. Auch Kometen setzen Staub frei, der in der Ekliptikebene verbleibt. Die Teilchendichte ist sehr gering, es handelt sich um wenige Teilchen je Kubikkilometer. Insgesamt ist die Staubmenge in der Nähe der Sonne am größten. Als Grenze der stärkeren Staubkonzentration wird die Marsbahn angesehen.

In der Nähe der Sonne ist das vom Staub hervorgerufene Leuchten am hellsten. Dort wird es aber von unserer Zentralgestirn überstrahlt. Deshalb sieht man diese Erscheinung am besten direkt nach der astronomischen Dämmerung am Abend oder kurz vor Dämmerungsbeginn am Morgen. Wir beobachten damit so nah wie möglich bei der Sonne, aber im Umfeld des dunklen Himmels ohne Dämmerung. Ein Instrument wird nicht benötigt.

Das Zodiakallicht ist besser zu erkennen, wenn sich sein Schein hoch über den Horizont erhebt. Dies ist der Fall, wenn die Ekliptik am abendlichen Westhimmel oder am morgendlichen Osthimmel steil aufragt. In unseren Breiten sind die Bedingungen Anfang März am Abendhimmel und Mitte Oktober am Morgenhimmel ideal. Auch einige Wochen davor oder danach ist die Sichtung gut möglich.

Die Lichtverschmutzung in der Nähe der Städte erschwert oder verhindert die Beobachtung lichtschwacher Erscheinungen. An einem ländlichen Beobachtungsort ist die Sichtung in einer mondfreien Nacht jedoch keine schwere Aufgabe. Astronomische Jahrbücher geben Auskunft, wann die Sonne die erforderlichen 18° unter dem Horizont steht und die Dämmerung bereits vorüber ist oder noch nicht begonnen hat.

Zuerst sollte man sich den Verlauf der Ekliptik am Himmel klarmachen. Eine drehbare Sternkarte ist hierbei eine Hilfe. Ich empfehle, mit dem Beobachten in etwa 20° Höhe zu beginnen. Zuerst sieht man nur einen stellenweise aufgehellten Himmel, umgeben von etwas dunkleren Arealen. Wenn das einmal gelungen ist, können wir horizontnähere Gebiete ansehen. Dort ist die Himmelsaufhellung durch Ortschaften vielleicht etwas stärker, eine Variation der Helligkeit ist dennoch zu erkennen. Erst wenige Grad über dem Horizont verschmilzt das Zodiakallicht mit der Lichtverschmutzung. Die Breite der Erscheinung am Horizont beträgt etwa 25° , also etwa die Breite einer ausgestreckten Hand.

Nach oben wird das Tierkreislicht schmäler, insgesamt ist es also dreieckig. Von Hochgebirgsstandorten aus mündet die Spitze in ein sehr schwaches Lichtband, das den gesamten Nachthimmel entlang der Ekliptik umspannt: das Zodiakalband. Genau gegenüber dem Ort der Sonne kann man eine schwache Aufhellung wahrnehmen – den Gegenschein. Die günstigste Beobachtungszeit ist von Anfang Oktober bis Mitte November

um Mitternacht, wenn der Gegenstandspunkt hoch am Himmel entfernt von der störenden Milchstraße steht.

Ich konnte den Gegenschein bei sehr klarem Himmel von einem ländlichen Standort aus auch nach längerem Hinsehen nur als eine im Vergleich mit Nachbargebieten längliche Aufhellung von 8° Breite und 5° Höhe erkennen, deren Helligkeit viel geringer als die der Milchstraße war.

Das Zodiakallicht erhebt sich wie eine entlang der Ekliptik geneigte Pyramide über den Horizont

– wie hier am Abendhimmel über La Palma am 13.4.2007. Am Morgenhimmel – die besten Sichtbarkeitsbedingungen ergeben sich derzeit im Herbst – ist die Neigung spiegelbildlich vertauscht.



STEFAN BÄNKOWES

Newton-Kollimation ganz einfach

Elf Justierhilfen für Newton-Teleskope in Vergleich und Anwendung

VON FRANK GASPARINI

Die optimale Justierung eines Newton-Teleskops ist – neben ausreichender Oberflächenqualität von Haupt- und Sekundärspiegel – eine entscheidende Voraussetzung für optimale Abbildungsleistung. Um dies zu erreichen, müssen die optischen Achsen von Hauptspiegel, Fangspiegel und Okular in Übereinstimmung gebracht werden. Trifft eine dieser Bedingungen nicht zu, liefert ein Newton-Teleskop fehlerbehaftete Bilder. Daher werden dem Sternfreund zur Überprüfung des Justierzustandes zahlreiche Hilfsmittel zur Verfügung gestellt.

Testarrangement

Für den Produktvergleich standen elf Justierhilfen zur Verfügung, darunter fünf Justierlaser, fünf Justierokulare und ein Gerät, das LEDs als Leuchtmittel benutzt. Unter den Laser-Kollimatoren waren der »Laser Kollimator« der Firma Antares, der »ICS Justierlaser A« und »ICS Collimaster« von Intercon Spacotec (ICS) aus Augsburg, ein 1,25"-Laser der Firma Göbel und ein »barlowed Laser« von VTSB aus Bremen. Unter den Justierokularen waren das »Collimating Eyepiece« von Orion, das »Justage Set Newton II« von Spheretec in der 2" Version, ein dreiteiliges »Kollimator Set« von Astrocom, das »ICS Justierokular« von Intercon Spacotec und ein Justierokular der Firma Göbel vertreten. Weiterhin wurde der »GMK-Multikollimator« von Wolfgang Grzybowski aus Nürtingen getestet.

Die Justierlaser

Die getesteten Justierlaser können in zwei Typen unterschieden werden. Während die Modelle von Göbel, VTSB, und Antares im Inneren ihrer Gehäuse jeweils einen handelsüblichen Laserpointer aufnehmen, verwenden beide Modelle von

ICS präzise Laserdioden als Leuchtmittel. Das Einschalten der Geräte offenbart den grundlegenden Unterschied: Alle Pointer weisen typischerweise eine ungleichmäßige Aufweitung des Laserstrahls auf, was sich in einer asymmetrischen Strahlgeometrie äußert, während die Laserdioden der ICS-Laser sehr kleine und kreisrunde Lichtpunkte erzeugen.

Die Laserpointermodelle werden alle mechanisch durch eine seitlich am Gehäuse sitzende Schraube in Betrieb gesetzt, die auf den jeweiligen Taster des intern verbauten Pointer drückt. Mit Ausnahme des Lasers von Antares ist dabei kein eindeutiger Einschaltedruckpunkt zu verspüren, so dass eine gefühlvolle Kraftdosierung notwendig ist. Ein zu starkes Andrehen dieser Schraube kann zu einer Zerstörung des internen Schalters führen. Die Bedienungsanleitung von Antares warnt ausdrücklich vor einer Beschädigung durch Überdrehen der Schraube. Die Laserdioden der ICS-Modelle werden über elektrische Schalter in Betrieb genommen.

Die Leuchtmittel der Laser sind in der Regel mittels sechs versenkter Madenschrauben in den Gehäusen fixiert und damit zugleich auf die Achse der 1,25"-Steckhülsen justierbar. Eine Ausnahme stellt

diesbezüglich der Laser-Kollimator von Antares dar, bei dem der Pointer nur von drei Madenschrauben gehalten wird. Der Erhalt der internen Justierung soll daher mit einer starken Spiraldruckfeder sichergestellt werden, die – wie bei gängigen Stabtaschenlampen bekannt – in den Deckel des Gehäuses eingesetzt ist und von oben Druck auf den Pointer ausübt. Aufgrund dieser Konstruktion sitzt der Pointer recht tief im Gehäuse, was zur Folge hat, dass das Öffnen des eigentlichen Batteriedeckels nur mit einer kleinen Zange gelingt. Bei allen anderen Modellen erfolgt der Batteriewechsel werkzeuglos. Beim ebenfalls vollständig gekapselten Modell von Göbel ist dazu zuerst die abschraubbare Verschlusskappe zu entfernen, bevor der Batteriedeckel des Pointers zugänglich ist. Beim Modell von VTSB ragt der Batteriedeckel des Pointers am rückseitigen Ende leicht heraus. Das Batteriefach beider ICS-Laser ist jeweils nach Öffnen der rückseitigen Gehäusedeckel zugänglich.

Allen Pointermodellen gemeinsam ist, dass sie die Lage des von den optischen Teleskopkomponenten reflektierten Laserstrahls auf einer 45° geneigten Reflektionsfläche darstellen, die der Benutzer – auch bei Bedienung der Hauptspiegeljustier-

KARL THURNER

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken

Abb. 1: **Eine Wissenschaft für sich ist das Kollimieren** von Newton-Teleskopen keineswegs – zumindest mit den richtigen Hilfsmitteln.

schrauben – bequem einsehen kann. Einen deutlich anderen konstruktiven Weg gehen die ICS-Justierlaser. Beim Modell A, das keine Öffnungen für Mattscheibe oder Reflektionsflächen enthält, ist das Gehäuse so lang, dass es bei voller Einstecktiefe in das Tubusinnere hineinragt. Dort kann am Gehäuseboden die Lage des reflektierten Strahls neben der sehr kleinen Austrittsöffnung für den Laserstrahl kontrolliert werden. Beim ICS-Collimaster ist am teleskopseitigen Ende des Gehäuses ein exakt justierter Planspiegel integriert. Der Laserstrahl tritt durch eine Bohrung in diesem Planspiegel aus. Vom Fangspiegel umgelenkt trifft der Strahl den Hauptspiegel, und erzeugt dort einen primären Laserpunkt. Bei nicht korrekter Justierung wird der Laserstrahl reflektiert, trifft über den Fangspiegel auf die Autokollimations-Spiegelfläche, und wird zwischen den Spiegeln hin und her geworfen. Es entstehen Cluster von Lichtpunkten, die bei perfekter Justierung in einem Punkt auf der Mitte des Hauptspiegels konzentriert werden.

Den Modellen von Göbel und VTSB liegen einfache, z.T. bebilderte Anleitungen bei, die die Handhabung der Laser erklären. Die Bedienungsanleitung des Kollimators von Antares geht in Ansätzen auf mögliche Probleme bei der Kollimation von Newton-Teleskopen ein. Beispielhaft ist die Bedienungsanleitung für die ICS-Justierlaser. Beiden Modellen wird die Broschüre »Newton Collimation« von Martin Birkmaier [2] beigelegt, die auf 39 Seiten ausführlich und mittels zahlreicher Abbildungen anschaulich sämtliche Aspekte der Justierung von Newton-Teleskopen darstellt, wobei auch auf die Eigenheiten des Collimasters detailliert eingegangen wird.

Als Besonderheit weisen die Justierlaser von Göbel und VTSB frontseitig ein Filtergewinde auf, in das grundsätzlich eine Barlowlinse eingeschraubt werden kann, so dass diese Laser auch als »barlowed Laser« eingesetzt werden können (siehe Kästen). Dem VTSB-Laser war als Zubehör solch ein Barlowelement beigelegt, die Fa. Göbel bietet passende Barlowlinsen nicht in ihrem Programm an.

Der von Wolfgang Grzybowski entwickelte »GMK-Multi-Kollimator« ist ein Justiersystem, an das okularseitig mittels



Abb. 2: **Justierlaser zeigen den Verlauf von Lichtstrahlen im Teleskop** und helfen so bei der Justage. Hintere Reihe von links: ICS Collimaster, Grzybowski GMK, ICS Justierlaser A, VTSB Justierlaser. Vorne liegend: Göbel Justierlaser (links) und Antares Justierlaser (rechts).



Abb. 3: **Justierokulare erzeugen Muster**, anhand derer die Justage erleichtert wird. Hintere Reihe von links: Orion Collimating Eyepiece, Justage Set Newton II von Spheretec, ICS Justierokular. Vordere Reihe von links: Göbel Justierokular sowie das dreiteilige Astrocom Kollimator Set.

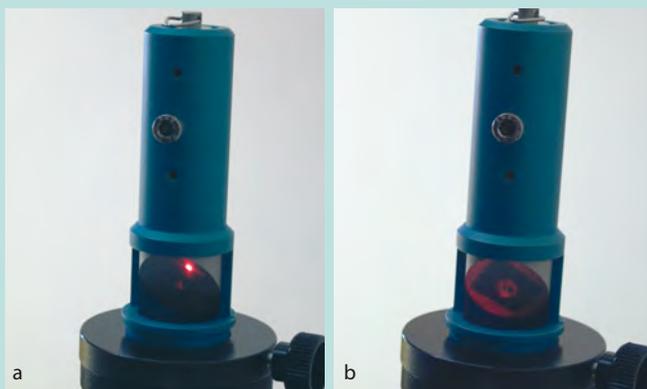
eines T2-Gewindes Bauteile zur Aufnahme von Okularen angesetzt werden können. Im eigentlichen Kollimatorgehäuse sitzen quadratisch angeordnet vier weiße LEDs, die ein Leuchtdioden-Punktequadrat in die Optik projizieren, das an den optischen Elementen des Teleskops gespiegelt wird. Das Reflektionsbild dieser Punkte kann unter Verwendung einer Feldlinse im Kollimator mit einem 1,25"-Okular betrachtet werden. Dazu wird der Kollimator in den Okularauszug des Teleskops geschoben, die Stromquelle mit dem beiliegenden Kabel angeschlossen und ein Okular in die Aufnahme eingesteckt. Bei richtiger Lage des Okulars sieht der Nutzer bei einem Newton System drei gespiegelte Punktequadrate, wobei allein die richtige Positionierung des Okulars in Bezug zum Kollimator entscheidend ist [5]. Bei

Kongruenz der optischen Achsen sind die Punktequadrate konzentrisch ausgerichtet [6]. Der GMK-Kollimator eignet sich für die Justierung aller gängigen Teleskoptypen, was jedoch nicht Gegenstand dieses Produktvergleichs war.

Mit dem zuerst gelieferten Kollimator konnte mit keinem der zur Verfügung stehenden Teleskop/Okularkombinationen der Brennpunkt erreicht werden. Nach Rücksprache wurde ein zweites Gerät mit um 15mm verkürztem Gehäuse geliefert, bei dem diese Probleme nicht auftraten. Auch hier fanden sich unter zehn zur Verfügung stehenden Okularen verschiedener Bautypen nur zwei Okulare, die eine Erkennbarkeit aller drei Punktequadrate bei gleichzeitig guter Auflösung ermöglichten. Dies waren Okulare des Typs Plössl mit 10mm bzw. 7mm Brennweite. Auf

Was ist ein »barlowed laser«?

Speziell bei transportablen Newton-Teleskopen ist vor der Beobachtung regelmäßig die korrekte Justierung des Hauptspiegels erforderlich. Bei Verwendung von Justierlasern werden hierbei jedoch oft nicht zufriedenstellende Resultate erzielt, was meist in einer Verkipfung des Lasers im Okularauszug begründet ist. Wird bei verkipptem Laser der Laserstrahl durch eine Korrektur der Hauptspiegellage in sich



Ein korrekt justierter Newton mit bewusst verkippt eingesetztem VTSB-Laser ohne und mit Barlowelement. Der Laser ohne Barlowlinse zeigt eine Abweichung, eine Korrektur der Hauptspiegellage würde zu falscher Kollimation führen (a), der »barlowed laser« (b) zeigt trotz der Laserverkipfung den korrekten Justierzustand des Teleskops an.

selbst zurück reflektiert, liegt der Nullpunkt des Spiegels nicht in der optischen Achse und Bildfehler, insbesondere Koma, machen sich bemerkbar.

Abhilfe aus dieser Problematik kann der Einsatz eines Lasers in Kombination mit einer Barlowlinse schaffen. Der Hauptspiegel muss dazu eine Mittenmarkierung, idealerweise eine aufgeklebte Lochrandverstärkung aufweisen. Die Barlowlinse führt zu einer Aufweitung des Laserstrahls, wodurch auf dem Hauptspiegel ein größerer Bereich um die Spiegelmitte ausgeleuchtet wird. Das eintreffende Licht wird reflektiert, im Bereich der Mittenmarkierung jedoch diffus gestreut, so dass auf der Mattscheibe bzw. Reflektionsfläche des Lasers ein dunkler Ring abgebildet wird. Durch Kippen des Hauptspiegels wird dieser dunkle Ring auf die Öffnungsbohrung für den Laserstrahl zentriert und der Hauptspiegel ist exakt auf die optische Achse justiert. Dies funktioniert auch bei stark verkipptem Laser zuverlässig, solange der aufgeweitete Laserstrahl noch die Mittenmarkierung trifft.

der Homepage von Herrn Grzybowski kann eine Bedienungsanleitung als pdf-Datei heruntergeladen werden, in der die Vorgehensweise für unterschiedliche Teleskoptypen in knapper Form beschrieben ist.

Die Justierokulare

Alle Justierokulare weisen eine zentrale axiale Bohrung auf, die den Einblick des Nutzers am Okularauszug zentriert. In Abhängigkeit von der Konstruktion dienen noch weitere Elemente der Überprüfung des korrekten Justierzustandes der einzelnen optischen Teleskopkomponenten.

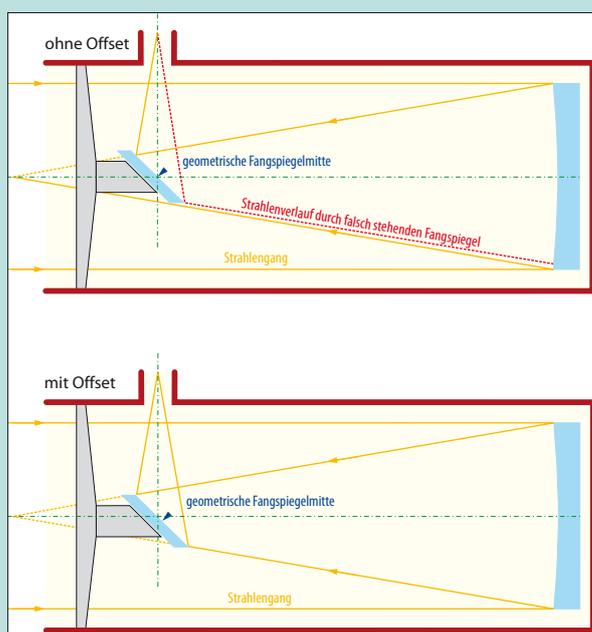
Der konstruktiv einfachste Vertreter im Testfeld ist das Justierokular von Göbel. Lediglich eine durchgängige 3,3mm Bohrung zentriert den Einblick. Einblickseitig ist ein M4-Gewinde eingeschnitten, in das eine beigegefügte Rändelschraube eingedreht werden kann, so dass das Okular bei Nichtgebrauch als Staubschutzkappe im Okularauszug verbleiben kann. Bei dem Justage-Set »Newton II« der Firma Spheretec handelt es sich um ein Justierokular mit 2" Steckdurchmesser. Teleskopseitig ist am unteren Ende des Gehäuses eine durchsichtige Kunststoffscheibe eingesetzt, die eine zentrale Bohrung und acht dazu konzentrisch eingravierte Kreise aufweist. Wenn das Justage-Set in den Okularauszug eingesetzt ist, erscheinen diese Ringe beim Einblick in das Okular als matt durchscheinende Ringe vor den optischen Bauteilen des Teleskops. Eine Anleitung zum Gebrauch liegt dem Gerät nicht bei und ist auch nicht auf der Homepage des Herstellers abrufbar.

Das ICS-Justierokular und das »Collimating Eyepiece« von Orion sind vom Bautyp her Cheshire-Okulare, deren Konstruktion auf der Veröffentlichung »Exhibit of a foco-collimator« von Prof. F. J. Cheshire aus dem Jahr 1920 basiert. Es handelt sich dabei um ein Justierokular mit einem axial zentrischen Einblickloch an der Gehäuseoberseite. Durch eine seitliche Öffnung wird über eine 45° geneigte Reflektionsfläche Licht in

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

Die Einstellung des Offset

Der so genannte Offset ist ein definierter Versatz des Fangspiegels, der zum Hauptspiegel hin und vom Okularauszug weg gerichtet ist. Dieser ist bei Newton-Teleskopen mit großem Öffnungsverhältnis nötig, damit eine vollständige Ausleuchtung des Bildfeldes ermöglicht wird. Ohne Offset kann der Fangspiegel bei schnellen Systemen an seinem zum Hauptspiegel zeigenden, tieferen Ende den breiten Lichtkegel nicht vollständig abbilden, wodurch das Bildfeld ungleichmäßig ausgeleuchtet wird.



Strahlengang in einem Newton-Teleskop mit einem Fangspiegel ohne und mit Offset.

das Teleskopsystem einlenkt, so dass eine helle ringförmige Zone beim Einblick in das Okular auf dem Hauptspiegel sichtbar wird. In Verbindung mit der Hauptspiegelmittenmarkierung wird diese helle Reflektionsfläche des Cheshire für die Justierung genutzt. Beim Modell von Orion ist am teleskopseitigen Ende zudem ein Fadenkreuz integriert. Auffällig beim ICS-Justierokular sind die aufwendigen Maßnahmen zur Minderung von internen Reflexen, die hochwertige Verarbeitung und die umfassende Justieranleitung »Newton Collimation« [2] von Martin Birkmaier. Beim Modell von Orion ist die interne Streulichtminderung weniger konsequent umgesetzt, das Okular wird mit einer recht umfangreichen, aber englischsprachigen Anleitung ausgeliefert.

Das dreiteilige Kollimator-Set von Astrocom besteht aus einem Fadenkreuz-Okular (»Sight Tube«), einem Cheshire-Okular und einem Autokollimator, so dass hier für die unterschiedlichen Justiervorgänge jeweils ein spezialisiertes Okular zur Verfügung steht. Das Set wird von der Firma Astrocom mit einer umfassenden und sehr anschaulichen Anleitung ausgeliefert [1], die sämtliche Aspekte der Justierung von Newton-Teleskopen mit Hilfe des Kollimator-Sets darstellt.

Handhabung der Testgeräte

Mittels eines Reduzierstückes 2" auf 1,25", das an einer geeigneten Wandhalterung in 1,40m Höhe montiert war, wurde zunächst die interne Justierung der Laserjustierhilfen überprüft. Die Laser wurden senkrecht in das Reduzierstück eingesteckt, lagen dabei auf ihrem jeweiligen Einsteckanschlag flächig auf und konnten bei nur leicht angezogener Klemmung noch frei gedreht werden. Auf diese Weise sollte ein Verkippen aufgrund von Maßunterschieden zwischen den Lasergehäusen und der Stecköffnung des Reduzierstückes vermieden werden. Der Laserstrahl wurde auf ein am Boden befestigtes Blatt Millimeterpapier gerichtet und eine mögliche Abweichung des Laserpunktes bei Drehung des Lasers geprüft. Bei diesem Vorgang neigte der Laser von Antares zu deutlicher, nicht reproduzierbarer Verkipfung. Ursache dafür ist, dass an dessen Übergang von der 1,25"-Steckhülse zum Anschlag ein kleiner Radius angedreht ist, wodurch der Laser nie mit dem Anschlag auf dem Reduzierstück

aufliegt. In Abhängigkeit der Maßhaltigkeit des Reduzierstückes tritt dieser Effekt mehr oder weniger in Erscheinung, so dass eine Überprüfung der internen Justierung nur schwer möglich war. Alle anderen Geräte zeigten eine gute Justierung, die Abweichungen lagen durchweg bei weniger als 0,5mm. Eine exaktere Beurteilung lässt diese einfache Prüfmethode speziell bei den verbauten Laserpointern mit der stark asymmetrischen Strahlaufweitung generell nicht zu.

Der praktische Einsatz der Justierhilfen wurde ausschließlich an Newton-Teleskopen durchgeführt. Es standen ein 10" f/6 mit geschlossenem Tubus, sowie in Gittertubus-Bauweise ein 4" f/4, ein 6" f/7,5 und ein 14" f/5,3 zur Verfügung. Mit allen Testgeräten wurde am 10" f/6 nach Ausbau der Optik eine komplette Neujustierung des Systems durchgeführt. Die Gitterrohrteleskope wurden einmalig vollständig grundjustiert, nach Demontage und Wiederaufbau im heimischen Garten wurde die Kollimation des Hauptspiegels mit den Testgeräten geprüft, bei Bedarf korrigiert und anschließend am Stern getestet.

Einsatz am Teleskop

Damit der eigentliche Justiervorgang möglichst einfach realisiert werden kann, sind zunächst einige Vorarbeiten erforderlich. Mit Ausnahme des Modells von Grzybowski erfordern alle Justierhilfen eine Mittenmarkierung des Hauptspiegels. Ein möglichst in die Mitte des Tubus zentriert eingebauter Hauptspiegel ist nicht zwingend erforderlich, erleichtert das weitere Geschehen aber deutlich. Schließlich ist die Fangspiegelspinne mit der Fangspiegelfassung in der Mitte des Tubus zu zentrieren, was jedoch nicht für schnelle Newton-Systeme bei Berücksichtigung des Fangspiegelversatzes gilt (siehe Kasten). Nach diesen Vorarbeiten folgt die eigentliche Justierung des Teleskops in vier Schritten.

1. Okularauszug justieren

Unter der Annahme, dass die optische Achse des Teleskops mit der mechanischen Achse des Tubus übereinstimmt (zentrierter Einbau des Hauptspiegels), setzt eine genaue Justierung die rechtwinklige Montage des Okularauszuges auf dem Tubus voraus. Durch entsprechendes Vermessen ist eine Justiermarkierung an der Tubuswand exakt gegenüber dem Oku-

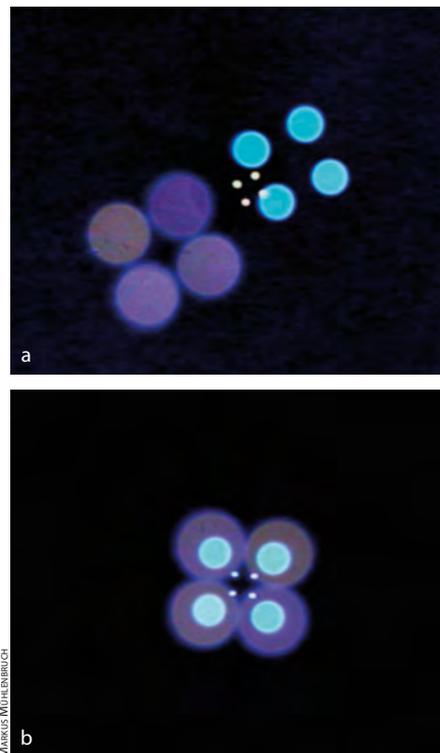


Abb. 4: **Einen anderen Weg als herkömmliche Justierhilfen** geht der GMK von Wolfgang Grzybowski, der mit LEDs als Leuchtmittel arbeitet. Die Abbildung zeigt die Reflexionen dieser LEDs im dejustierten Teleskop (a) und nach der Kollimation (b).

larauszug anzubringen, der dann so auszurichten ist, dass er genau auf diesen Punkt zielt.

Dieser Vorgang kann schnell und einfach mit allen Justierlasern und dank der hochwertigen Laserdioden besonders präzise mit den beiden ICS-Modellen durchgeführt werden. Bei Verwendung eines Justierokulars ist auf eine gute Ausleuchtung im Tubus zu achten, damit die Markierung sicher erkannt wird. Die Justierokulare mit zentralem Fadenkreuz, also das »Collimating Eyepiece« von Orion und das »Sight Tube« von Astrocom, leisten unter dieser Voraussetzung gute Dienste, wenngleich die dicken Fadenkreuze die Erkennbarkeit kleiner Markierungen erschweren. Vielseitig zeigt sich hier das Justage-Set »Newton II« von Spheretec, das aufgrund der zentralen Bohrung in der durchsichtigen Sichtscheibe auf alle Arten von Markierungen einfach und sicher ausgerichtet werden kann. Eine Justierung des Okularauszuges ist auch mit dem GMK-Modell möglich, wenn in den im Okularauszug befindlichen Multikollimator ein Okular eingesteckt und die gegenüberlie-

Die Justierhilfen wurden zur Verfügung gestellt von Astrocom, Martinsried, Albert Göbel, Nistertal, Intercon Spacetec, Augsburg, Spheretec, Erkelenz, Wolfgang Grzybowski, Nürtingen, Teleskop-Service, Putzbrunn und VTSB, Bremen

Produktvergleich

gende Justiermarkierung fokussiert wird. Bei Tubusdurchmessern kleiner ca. 25cm wandert der Fokus jedoch so weit nach außen, dass zusätzliche T2-Verlängerungen erforderlich sind. Beste Justiererergebnisse werden bei Verwendung eines Fadenkreuz-Okulars erzielt.

2. Fangspiegel zentrisch auf den Okularauszug positionieren

Im nächsten Justierschritt ist der Fangspiegel korrekt unter dem Okularauszug zu positionieren, d.h. die Höhe entlang der optischen Achse des Hauptspiegels so zu verändern, dass er mittig unter dem Okularauszug sitzt. Weiterhin ist der Fangspiegel in die richtige Position zum Auszug zu drehen, so dass er kreisrund erscheint.

Mit dem Newton-Justage-Set II von Spherotec gelingt dieser Vorgang einfach und intuitiv. Der Fangspiegel wird durch Verschieben und Drehen so positioniert, bis sein Außenrand mit einem Kreis auf der Sichtscheibe passender Größe übereinstimmt. Bereits kleinste Abweichungen von der Idealposition werden sicher erkannt, so dass eine hohe Präzision der Einstellung gewährleistet ist. Der axiale Fangspiegelversatz (Offset) wird dabei automatisch berücksichtigt! Gute Ergebnisse werden mit dem Fadenkreuz-Okular von Astrocom und dem Orion »Collimating Eyepiece« erzielt. Das Gehäuse wird im Okularauszug soweit eingesteckt, bis beim Einblick das untere Ende des Justierokulars geringfügig größer als der komplette Fangspiegel erscheint. Auffällig ist hier, im Gegensatz zur Justierhilfe von Spherotec, der eng begrenzte Tunnelblick, der die Orientierung und das sichere Erkennen kleinster Abweichungen erschweren kann. Zur korrekten Positionierung des Fangspiegels in Bezug auf den Okularauszug sind sämtliche Justierlaser nur bedingt geeignet und setzen voraus, dass der Spiegel eine Mittenmarkierung (bei Berücksichtigung des Offset mit entsprechendem Versatz) aufweist. Mit dem Justierokular von Göbel gelingt eine exakte Höhenpositionierung des Fangspiegels nur schwerlich, da aufgrund der durchgängig kleinen Bohrung der Innenrand des Justierokulars nur unscharf gesehen wird. Der Einsatz des GMK-Kollimators erfordert ein Weitwinkelokular, das den gesamten Fangspiegel im Gesichtsfeld erfassen kann und ausreichend Fokussierweg bzw. T2-Verlängerungshülsen, so dass der Brennpunkt erreicht wird. Die Lage und Drehung des Fangspiegels ist so zu verändern, bis dieser zentrisch und kreisrund im Okular erkennbar ist.

3. Fangspiegel zentrisch auf den Hauptspiegel ausrichten

Beim dritten Justierschritt wird der Fangspiegel mit Hilfe der Justierschrauben an seiner Fassung so lange geschwenkt, bis er zentrisch auf den Hauptspiegel ausgerichtet ist.

Einen Laser im Okularauszug eingesteckt, kann der Nutzer beim Blick von vorne in den Tubus die Justierschrauben der Fangspiegelhalterung bedienen und die Auswirkung seiner Bemühungen direkt beobachten. Der rote Laserpunkt ist durch geeignete Einstellung auf die Mittenmarkierung des Hauptspiegels zu zentrieren – fertig. Mit keiner anderen Justierhilfe gelingt dieser Arbeitsgang schneller und anschaulicher, wobei allerdings dringend darauf zu achten ist, dass der Laser nicht verkippt im Auszug geklemmt wird. Vorteilhaft fällt hier der ICS-Justierlaser »A« auf, der mit seinem langen Gehäuse und der großen Auflagefläche des Deckels wirklich kippfrei geklemmt werden kann. Der Laser von Antares ist diesbezüglich problematisch in der Handhabung. Auch bei diesem Justiervorgang zeigt sich die Handhabung des Justage-Sets II von Spherotec als einfach, intuitiv und exakt. Während des Einblickens in das Okular wird die Verkipfung des Fangspiegels mit den Justierschrauben so verändert, bis die helle Spiegelung des Hauptspiegels im Fangspiegel mit den Kreisen der Sichtscheibe konzentrisch steht. Sämtliche Justierhilfen nach Cheshire-Bauart (Astrocom, ICS, Orion) dienen hier lediglich der Zentrierung des Einblicks in den Okularauszug. Die Ausrichtung des Fangspiegels wird daran beurteilt, ob der Hauptspiegel zentrisch zum Fangspiegelrand erscheint. Bei Verwendung des GMK-Kollimators zur Ausrichtung des Fangspiegels ist ein Okular in den Kollimator einzustecken und in seiner Lage so zu verschieben, bis

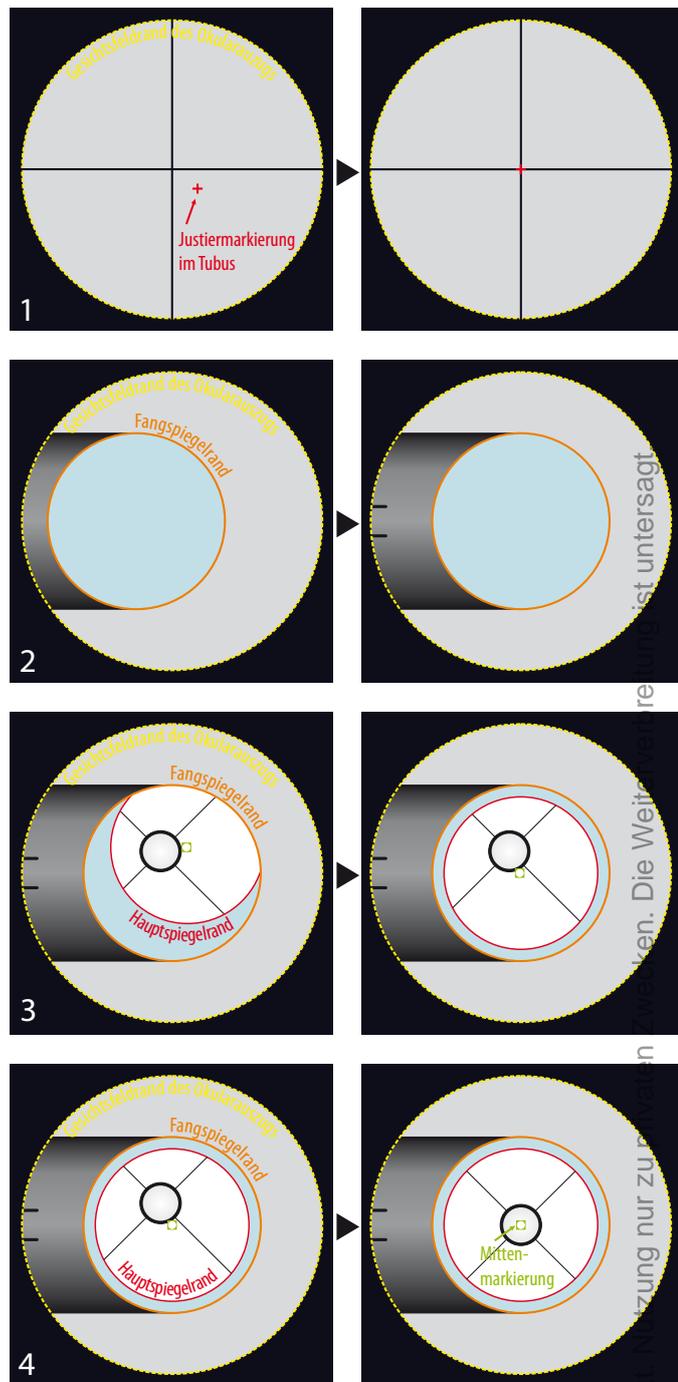


Abb. 5: **Justieranleitung in vier Schritten.** Ausführliche Anleitung im Text. 1. Okularauszug auf Justiermarkierung im Tubus ausrichten (z.B. mit Fadenkreuz-Okular), 2. Fangspiegel zentrisch unter Okularauszug positionieren (Hauptspiegel zur Erleichterung abdecken), 3. Fangspiegel zentrisch auf Hauptspiegel ausrichten, 4. Hauptspiegel auf die optische Achse des Okularauszugs ausrichten.

gleichzeitig drei Punktequadrate zu erkennen sind. Nun ist die Verkipfung des Fangspiegels zu verändern bis der dunkle Reflex des Fangspiegels in der Mitte des Gesichtsfelds steht und das mittlere Punktequadrat zentral innerhalb des äußeren, größeren Diodenquadrats steht. Der GMK reagiert hierbei sehr empfindlich gegen Verkipfung im Okularauszug, daher sollte der Tubus nach Möglichkeit so

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt

gedreht werden, dass der Okularauszug senkrecht nach oben steht und der Kollimator plan aufliegt.

4. Hauptspiegel auf die optische Achse ausrichten

Im vierten Justierschritt wird der Hauptspiegel mit den Justierschrauben an seiner Fassung so eingestellt, dass seine optische Achse genau in der Mitte des Okularauszugs zu liegen kommt.

Während der Dunkelheit sind die Lasermodelle mit 45° geneigter Reflektionsfläche aufgrund ihrer Bauart besonders komfortabel in der Anwendung. Am hauptspiegelseitigen Tubusende können die Justierschrauben bedient und gleichzeitig die Wanderung des Laserpunktes auf der Reflektionsfläche verfolgt werden. Auf mögliche Justierfehler durch Verkippung des Lasers im Okularauszug ist zu achten (siehe Kasten »barlowed laser«). Der ICS-Laser Modell »A« sowie der ICS-Collimaster sind bei Nutzung an geschlossenen

Tuben weniger komfortabel einsetzbar, da zur Kontrolle der Lage des Laserreflexes der Einblick in die vordere Tubusöffnung notwendig wird. Der Collimaster zeigt sich bei schnellen Systemen ($f/4$) als sehr sensibel gegenüber geringen Abweichungen des Hauptspiegels von der Idealposition, dies äußert sich in Form von Punktehaufen neben dem primären Laserreflex. Alle Justierhilfen nach Cheshire-Bauart (Astrocom, ICS, Orion) erreichen eine hohe Justiergenauigkeit, wenn für eine ausreichende Beleuchtung der Seitenöffnung gesorgt wird (z.B. mit einer Taschenlampe). Das Justage-Set II von Spheretec erfordert ebenfalls eine gute Ausleuchtung der Ringscheibe, dann kann die Hauptspiegelmittemarkierung unter den hell aufleuchtenden Kreisen zentriert werden. Zusätzliche konzentrische Kreise auf der Reflexion des Fangspiegels im Hauptspiegel können zunächst für Verwirrung sorgen, zentriert wird aber auf die primären Kreise im Justierokular. Ist das Prinzip verstanden, geht alles sehr einfach. Bei Benutzung des GMK-

Kollimators als Justierhilfe muss die Lage des Hauptspiegels so lange verändert werden, bis das innere (kleinste) Punktequadrat zentriert innerhalb des mittleren und äußeren Quadrats zu liegen kommt.

Nach Abschluss der Justierung des Hauptspiegels dient der Autokollimator von Astrocom schließlich der Präzisions-Justage des Fangspiegels [1], Details dazu können der Homepage von Nils Olof Carlin entnommen werden [4].

Fazit

Mit einer idealen Justierhilfe soll der Sternfreund in die Lage versetzt werden sämtliche am Newton Teleskop notwendigen Justierschritte einfach, zuverlässig und komfortabel zu kontrollieren. Sie muss sich daher sowohl für die Grundjustierung aller optisch wirksamen Komponenten, als auch für die rasche und exakte Kontrolle der Hauptspiegellage vor Beginn jeder Beobachtungsnacht eignen. Justierlaser können diesem umfassenden Anspruch nicht gerecht

werden, da sie zur exakten Positionierung des Fangspiegels unter dem Okularauszug nur wenig geeignet sind. Aufgrund dieser generellen Einschränkung aller Laser kommt der Sternfreund, der sein Newton Teleskop bestmöglich justieren möchte, kaum an einem Justierokular vorbei. Laser stellen vielmehr komfortabel zu handhabende Hilfsmittel zur Ausrichtung von Fang- und Hauptspiegel dar. Exakte Justierergebnisse werden damit allerdings nur erreicht, wenn ein Verkippfen im Okularauszug vermieden wird. Dies ist ein Schwachpunkt, dessen sich viele Sternfreunde nicht bewusst sind. So erstaunt es nicht, dass zahlreiche Newton Teleskope, die mit vermeintlich präzisen Lasern justiert werden, nicht ihre volle Leistungsfähigkeit erreichen.

Das Justage-Set II von Spheretec überzeugt mit spielend leichter Handhabung und Sicherheit der Justierergebnisse. Mit keiner anderen Justierhilfe gelangen alle notwendigen Justierschritte so intuitiv. Mit dem Kollimator-Set von Astrocom werden bei gewissenhafter Anwendung

Tab. 1: Die Justierlaser im Überblick

Modell	Antares Laser Kollimator	ICS Justierlaser A	ICS Collimaster	VTSB 1,25" Laser	Göbel Laser 1,25"	GMK Multikollimator
Leuchtmittel	Laserpointer	Laserdiode	Laserdiode	Laserpointer	Laserpointer	4 weiße LEDs
Steckmaß	1,25"	1,25"	1,25"	1,25"	1,25"	1,25"
Gewicht	254g	186g	200g	134g, 152g mit Barlowlinse	166g	170g, 300g mit Baader Reduzierstück
Baulänge	143mm	131mm	110mm	115mm, 127mm mit Barlowlinse	127mm	94mm, 123mm mit Baader Reduzierstück
Preis	69€	99€	225€	65€ / 89€ mit Barlowlinse	49€ / 54€ mit Justierokular	127€ / 167€ mit Baader Adapter
Zubehör	–	HS-Markierung, Drehpack	HS-Markierung, Schutzkappe für Kollimationsspiegel, Drehpack	Barlowlinse mit Schutzkappe, Drehpack	Justierokular optional	Baader 2"/1,25" Adapter, Schutzkappen, Kabel
Gewinde	nein	nein	nein	Filtergewinde	Filtergewinde	T2-Anschlussgewinde
Batterien	3 × LR44-Knopfzelle	2 × AAA-Batterie	2 × AAA-Batterie	2 × LR44-Knopfzelle	3 × LR44-Knopfzelle	9V-Blockbatterie

Tab. 2: Die Justierokulare im Überblick

Modell	Orion Collimating Eyepiece	Spheretec Justage Set Newton II	Astrocom Kollimator Set	ICS Justierokular	Göbel Justierokular
Typ	Cheshire-Okular mit Fadenkreuz	Justierokular mit teildurchsichtigen konzentrischen Ringen auf Sichtscheibe	dreiteiliges Set, bestehend aus Sight Tube, Cheshire-Okular und Autokollimationsokular	Cheshire-Okular ohne Fadenkreuz	einfaches Justierokular
Steckmaß	1,25"	2"	1,25"	1,25"	1,25"
Gewicht	122g	124g	88g / 82g / 40g	84g	86g
Baulänge	127mm	99mm	134mm / 93mm / 45mm	92mm	30mm
Preis	50€	49€	69€	60€	5€ bei Laserkauf
Zubehör	nein	nein	nein	HS-Markierung, Drehpack	Rändelschraube
Bedienungsanleitung	umfangreich, englisch	–	bebildert, umfassend	bebildert, umfassend	–

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

Die Justierlaser in der Praxis

ICS Collimaster

- + sehr hohe Justierempfindlichkeit
- + Qualitätslaserdiode
- Hauptspiegeljustage bei geschlossenem Tubus umständlich

ICS Justierlaser A

- + hohe Justiergenauigkeit durch kippfreie Aufnahme im Okularauszug
- + Qualitätslaserdiode
- Hauptspiegeljustage bei geschlossenem Tubus umständlich

Laser Göbel

- + Nachrüstung als »barlowed laser« möglich
- asymmetrische Strahlgeometrie

Laser VTSB

- + hohe Präzision bei Nutzung als »barlowed laser«
- asymmetrische Strahlgeometrie

Laser Antares

- hohe Verkippungsneigung im Okularauszug
- Batteriefach schwer zugänglich
- asymmetrische Strahlgeometrie

GMK-Multikollimator

- + vielseitige Justierhilfe mit hoher Justierempfindlichkeit
- zahlreiches Zubehör für vollen Funktionsumfang erforderlich
- einfache Anleitung wird der komplexen Handhabung des Gerätes nicht gerecht

gute Ergebnisse erzielt, das Hantieren mit drei unterschiedlichen Okularen kann aber als umständlich empfunden werden. Eine Vereinfachung stellte das »Collima-

Die Justierokulare in der Praxis

Orion Collimating Eyepiece

- + universelle Justierhilfe für alle notwendigen Justierschritte
- englischsprachige Anleitung

Justage Set Newton II

- + einfache, intuitive und präzise Anwendung aller Justierschritte
- keine Anleitung

Astrocom Kollimator Set

- + Optimierung der Justierschritte durch Spezialisierung der drei Okulartypen
- + umfassende Anleitung

ICS Justierokular

- + aufwendige Streulichtminderung
- + umfassende Anleitung
- eingeschränkte Eignung als alleinige Justierhilfe

Justierokular Göbel

- geringe Justierpräzision bei Fanspiegelpositionierung

ting Eyepiece« von Orion dar, das Fadenkreuzokular und Cheshire in einem Gehäuse vereint und damit ebenfalls für alle anfallenden Justieraufgaben gerüstet ist. Der primäre Einsatzzweck des ICS-Justierokulars ist die Hauptspiegeljustierung, für ein optimales Gesamtergebnis sollte es mit einem Fadenkreuzokular kombiniert werden. Wenig empfehlenswert ist das Göbel-Justierokular, das seiner Aufgabe der korrekten Fangspiegelpositionierung nicht wirklich gerecht werden kann.

Für offene Tubuskonstruktionen sehr empfehlenswert ist das Lasermodell »A«

von ICS, das mit einer präzisen Laserdiode aufwartet und verkippungsfrei geklemmt werden kann. Bei Teleskopen mit geschlossenem Tubus ist ein Justierlaser mit 45° geneigter Reflektionsfläche vorzuziehen wie das VTSB-Modell, das als »barlowed laser« das Problem einer möglichen Laserverkippung umgeht. Weniger empfehlenswert hingegen ist der Justierlaser von Antares, der aufgrund der Neigung im Okularauszug zu verkippen und der schlechten Zugänglichkeit des Batteriefaches nicht überzeugen konnte. Ohne besondere Schwächen oder Stärken punktet der Laser der Fa. Göbel durch seinen günstigen Preis. Der ICS Collimaster eignet sich aufgrund seiner hohen Justierempfindlichkeit besonders für große und schnelle Newton. Schließlich stellt der GMK-Kollimator ein komplexes Werkzeug zur Justierung von Newton-Teleskopen und anderen Teleskoptypen dar. Damit der volle Funktionsumfang genutzt werden kann, ist umfangreiches Zubehör erforderlich. Das GMK-Modell ist damit vornehmlich ein Gerät für den engagierten Sternfreund mit mehreren Teleskopen unterschiedlicher Bauart.

- [1] Astrocom: Über die Justierung von astronomischen Teleskopen, München (1994)
- [2] Birkmaier, M.: Newton Collimation, Eigenverlag, Augsburg (1996)
- [3] Carlin, N. O.: Collimation with a Barlowed Laser, Sky & Telescope 105, 121 (2003)
- [4] Carlin, N. O.: The Autocollimator, an analysis of principles and operation, revised version April 5th, 2003, web.telia.com/~u41105032/autocoll/autocoll.htm (2003)
- [5] Grohs, E.: GMK-Kollimator, NightSky 3/2006, 17
- [6] Pernozzoli, A.: Vier gewinnt, Der Grzy-Multi-Kollimator, SuW 4/2005, 77
- [7] Pilz, U.: Justierung von Newton-Teleskopen, Ausgabe 3.0, home.arcor.de/piu58/justg.pdf (2006)

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

DX neu definiert

Die Super Polaris- (SP) und Great Polaris-Montierungen (GP) haben derart hohe Standards gesetzt, dass sie sogar in China nachgebaut wurden. Nun stellt der japanische Hersteller Vixen eine neue DX-Montierung vor – diesmal ein Ableger der Sphinx-Com-Montierung. Gleich dem Vorbild wird auch bei dem kurz SDX genannten Modell mit dem »Star Book«, einer interaktiven Himmelskarte, das gewünschte Objekt angesteuert. Anders als beim normalen Modell der Sphinx-Montierung werden jedoch Kugellager, Messingschneckenräder und Stahl in den Montierungsachsen verwendet. Die Polhöhe ist zwischen 0° bis 70° verstellbar, die Gegengewichtsstange kann in die Montierung hinein geschoben werden. Ein Polsucherfernrohr 6×20 ist integriert. Die Montierung wiegt 8,8kg ohne Gegengewichte und kann laut Hersteller 15kg aufnehmen. Das Transportmaß wird mit 36cm×36cm×12cm angegeben. Der Listenpreis für die SDX-Montierung beträgt ohne Stativ 2539€.



Celestron: LX-Okulare

Meade legte mit der »Serie 5000« vor, Celestron kontert mit den »LX«-Okularen: Das Duell der amerikanischen Giganten setzt sich fort. Die »Ultima LX«-Okulare entsprechen Meades »Super Wide Angles«, die »Axiom LX«-Serie den »Ultra Wide Angle«-Modellen, die scheinbaren Gesichtsfelder entsprechen 70° und 82°. Die z. T. sehr großen Okulare gleichen den Meade-Konkurrenten teilweise auch äußerlich, auch die 1¼"-Modelle bieten eine 2"-Steckhülse. Die Okulare der Ultima-Serie sind in den Brennweiten 5mm, 8mm, 13mm, 17mm, 22mm und 32mm zu haben und kosten 160€ bis 210€. Die Axiom-Okulare sind mit Brennweiten von 7mm, 10mm, 15mm, 19mm, 23mm und 31mm zu haben, der Preis beträgt hier zwischen 200€ und 450€.



GSO: Neuer 6"-Newton

Guan Sheng Optics, der für preiswerte Amateuroptiken bekannte taiwanische Hersteller, hat seinen 6" f/5-Newton überarbeitet. Zu den Neuerungen gehört ein 2"-Crayford-Okularauszug mit erweitertem Fokussierbereich, der auch die Verwendung eines Komakorrektors zulässt. Der Fangspiegel besitzt einen Durchmesser von 50mm und sorgt für ausreichende fotografisch optimierte Ausleuchtung. Tubus und Rohrschellen sind aus Metall gefertigt. Der Preis beträgt ohne Montierung 300€.



William meets Ferrari

Was haben ein Teleskopbauer und ein Sportwagenhersteller gemeinsam? Eigentlich nichts, könnte man meinen, doch der taiwanische Hersteller William Optics hat eine Gemeinsamkeit entdeckt und bietet zwei Teleskope mit Ferrari-Design an. Das »ZenithStar 66 APO Racing Edition« wird als Spektiv mit Zenitprisma und Zoom-Okular (25× bis 45×) geliefert. Es handelt sich um einen Halbapochromat mit einem Öffnungsverhältnis von f/5,9. Das Gewicht beträgt 1,9kg. In Ferrari-rot ist außerdem ein 70/430mm-Refraktor zu haben. Auch hier wird ein Zoom-Okular mitgeliefert, das 20× bis 65× bietet. Der Okularauszug besitzt eine 1:10-Untersetzung und lässt sich um 360° rotieren, ein Stativanschluss ist vorhanden. Schließlich wurde auch ein 8×25-Fernglas mit dem Ferrari-Design ausgestattet. Das kleine Dachkantglas bietet 8,2° Gesichtsfeld (143m auf 1000m) und wiegt 290g. Die Preise betragen 630€ (66mm), 1400€ (70mm) bzw. 180€ (Fernglas).



Gerd Neumann: EOS-Klemmhalter

Benutzer von Digitalkameras der EOS-Reihe von Canon kennen das Problem: Die Verwendung von Filtern ist schwierig, weil diese in kostspieligen Schraubfassungen vor dem Objektiv benötigt werden, denn eine Anbringung zwischen Gehäuse und Objektiv war bisher nicht möglich. Dies ist nun anders: Gerd Neumann bietet einen Klemmring an, der an das Canon-Bajonettschraubgewinde angeschlossen wird, und direkte Adaption auf M42- und T2-Gewinde erlaubt. Der Clou: Alle Kamerafunktionen bleiben unbeeinträchtigt.



Dobson-Bauer Teeter's und Mag1-Instruments geben auf

Zwei der kleinen amerikanischen Dobsonbauer haben aufgegeben: Teeter's, bekannt für seine Planeten-Newtons, sowie Mag1-Instruments, die mit den »Portaball«-Dobsons für Furore gesorgt hatten, haben ihre Produktion eingestellt. Angeführt werden gesundheitliche und persönliche Gründe, Schuld dürfte aber auch die Massenkonzurrenz der großen Hersteller sein, die zuletzt auch auf dem Markt für Dobson-Teleskope zu spüren war.

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

Glanzlichter des Südhimmels

Fotografie mit kurzen bis mittleren Brennweiten

VON THOMAS HUGENTOBLER UND MANUEL JUNG

Ein Namibia-Aufenthalt im Juli 2006 hatte zum Hauptziel, die großartigen weiten Himmelslandschaften des Südhimmels mit relativ einfachen fotografischen Mitteln – sprich Digitalen Spiegelreflexkameras und kleinen Brennweiten – einzufangen. Wie wir dazu vorgegangen sind, was dabei herauskam und was wir das nächste Mal anders machen würden, wird nachfolgend ausgeführt.

Wie bei vielen Astroamateuren entstand auch bei uns mit der Zeit der Wunsch, einmal für zwei Wochen den südlichen Sternenhimmel unter möglichst guten Bedingungen zu erkunden. Neben der visuellen Beobachtung hatten wir uns die fotografische Erschließung dieser großartigen Himmelslandschaften mit einfachen Mitteln, sprich digitalen Spiegelreflexkameras und kleinen Brennweiten, vorgenommen. Beste Voraussetzungen für die Umsetzung dieser Zielsetzung wies die

Instrumenten zur Verfügung stehen und gleichzeitig auch größere Dobson-Teleskope angemietet werden können. Nachdem zur visuellen Beobachtung ein 500mm-Dobson für den zweiwöchigen Aufenthalt vorgebucht war, stellte sich die Frage nach der mitzubringenden fotografischen Ausrüstung. Da wir in der Planungsphase von der Überlegung ausgingen, lieber mit bekannten Gerätschaften zu arbeiten denn mit einer unbekannt Sternwarte, fiel die Entscheidung auf die Mitführung einer vollständigen mobilen Astrofoto-Ausrüstung.

Ausrüstung

Die Ausrüstung sollte für zwei Flugreisende zusammen noch tragbar sein und trotzdem den Brennweitenbereich zwischen 17mm und rund 1000mm komplett abdecken. Da aus Gewichtsgründen nur eine relativ kleine Montierung mitgeführt werden konnte, war zudem von Anfang an klar, dass für die längeren Telebrennweiten nur relativ leichte und kompakte Refraktoren in Frage kamen. Trotzdem wurde aufgrund erster Gewichtsabschätzungen rasch deutlich, dass das Fotoprojekt ohne Übergepäck nicht zu realisieren wäre. Glücklicherweise war es dem Reiseorganisator inzwischen gelungen, mit dem Reisebüro 20 Kilo zuzahlungsfreies Übergepäck pro Person auszuhandeln. Damit hatten wir als Zweierteam für Beobachtung und Fotografie insgesamt rund 100kg Bruttogepäck zur Verfügung (4 Koffer à rund 20kg plus 2 Handgepäckstücke à rund 10kg, inkl. Gewicht von Koffern und Kleidern). Diese 100kg bildeten den unver-

schiebbaren Eckwert für die detaillierte Gewichtsplanung der mitzuführenden Ausrüstungsgegenstände. Nach längerem Kopfzerbrechen fiel die Auswahl auf folgende astrofotografische Ausrüstung: eine Astro Physics 400-Montierung mit Steuerung, Prismenschiene und Gegengewichtsstange, aber ohne Stativ und Gegengewicht (beides war schon vor Ort vorhanden), ein Laptop-Computer, eine alte SBIG ST-237-Kamera zur automatischen Nachführung, zwei Pentax-Refraktoren mit Rohrschellen (75mm f/6,7 und 105mm f/6,7 SDHF inkl. Pentax-Reducer 0,72× und Canon EF-Extender 1,4×), diverse Canon Objektive (17–40mm f/4,0 L, 24–105mm f/4,0 L, 85mm f/1,8, 135mm f/2,0 L sowie 200mm f/2,8 L), zwei astrofotografisch optimierte digitale Spiegelreflexkameras Canon EOS 20Da (vgl. interstellarum 44), zwei stabile Kugelköpfe zur Piggyback-Fotografie, ein kleines Fotostativ für Strichspuraufnahmen, zwei programmierbare Fernauslöser, sechs Kamera-Akkus, ein Ladegerät, ein kleines getaktetes Netzgerät für die 12V-Speisung, Feldstecher, Okulare sowie zahlreiches weiteres Kleinzubehör. So ausgerüstet hatte jeder von uns am Flugplatz genau 40kg Gepäck einzuchecken, wobei die Handgepäckstücke zusätzlich noch je ca. 12kg wogen. Abb. 2 zeigt die fertig aufgebaute Fotoausrüstung in Erwartung der bald einbrechenden Nacht.

Weitfeldfotografie mit Digitalen Spiegelreflexkameras

Nach langer Flugreise wohlbehalten in Namibia angekommen, diente die erste halbe Nacht einem ersten Kennenlernen des umwerfend schönen Südhimmels. Am



Abb. 1: Die mobile Astrofoto-Ausrüstung bestand aus einer Montierung, zwei Refraktoren mit 75mm und 105mm Öffnung, zwei Canon 20Da-Gehäusen sowie zahlreichen Tele- und Weitwinkelobjektiven.

bekannte Astrofarm Tivoli auf, da dort für die Astrofotografie fest installierte Säulen sowie ganze Sternwarten mit erstklassigen

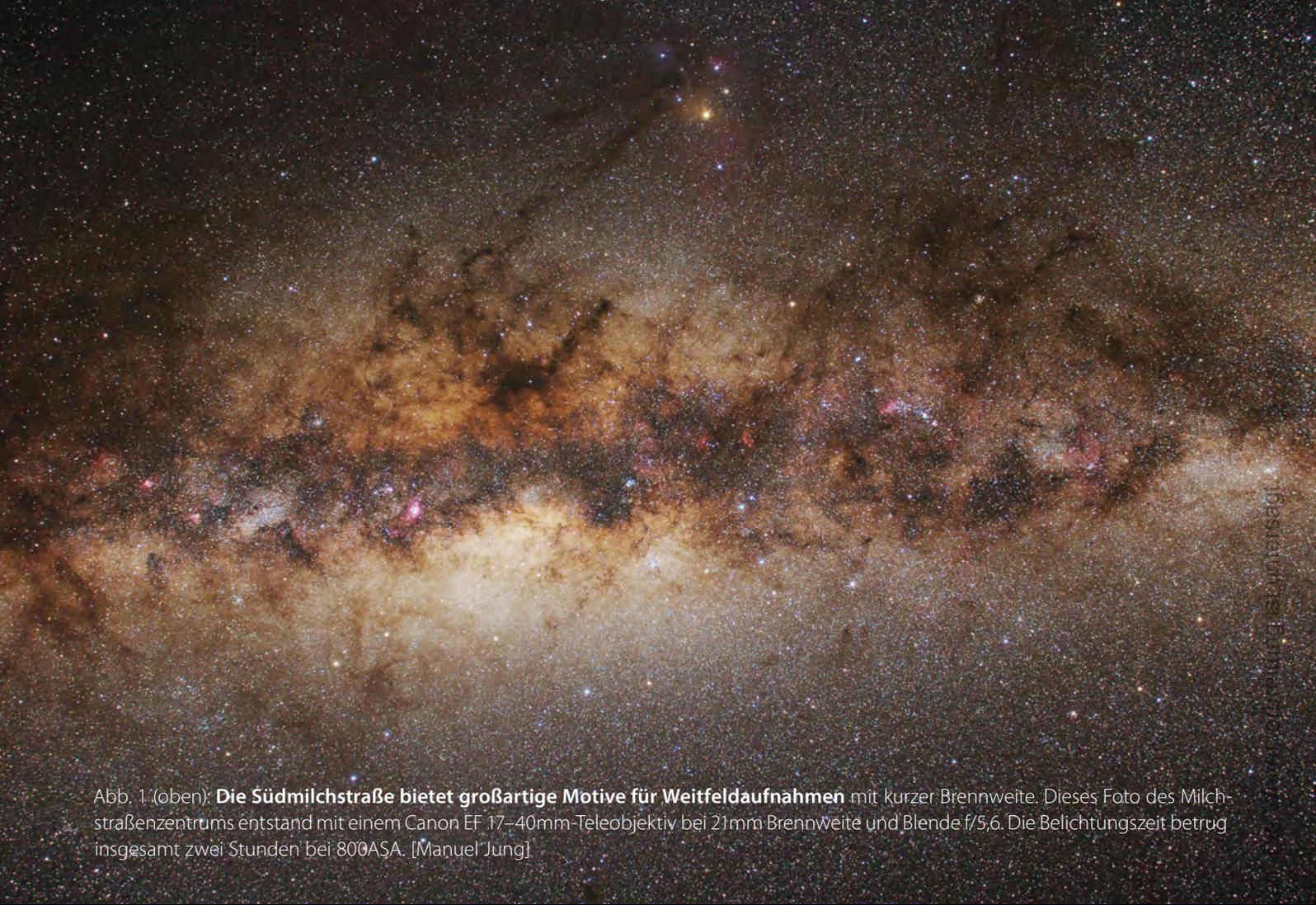


Abb. 1 (oben): **Die Südmilchstraße bietet großartige Motive für Weitfeldaufnahmen** mit kurzer Brennweite. Dieses Foto des Milchstraßenzentrums entstand mit einem Canon EF 17–40mm-Teleobjektiv bei 21mm Brennweite und Blende f/5,6. Die Belichtungszeit betrug insgesamt zwei Stunden bei 800ASA. [Manuel Jung]

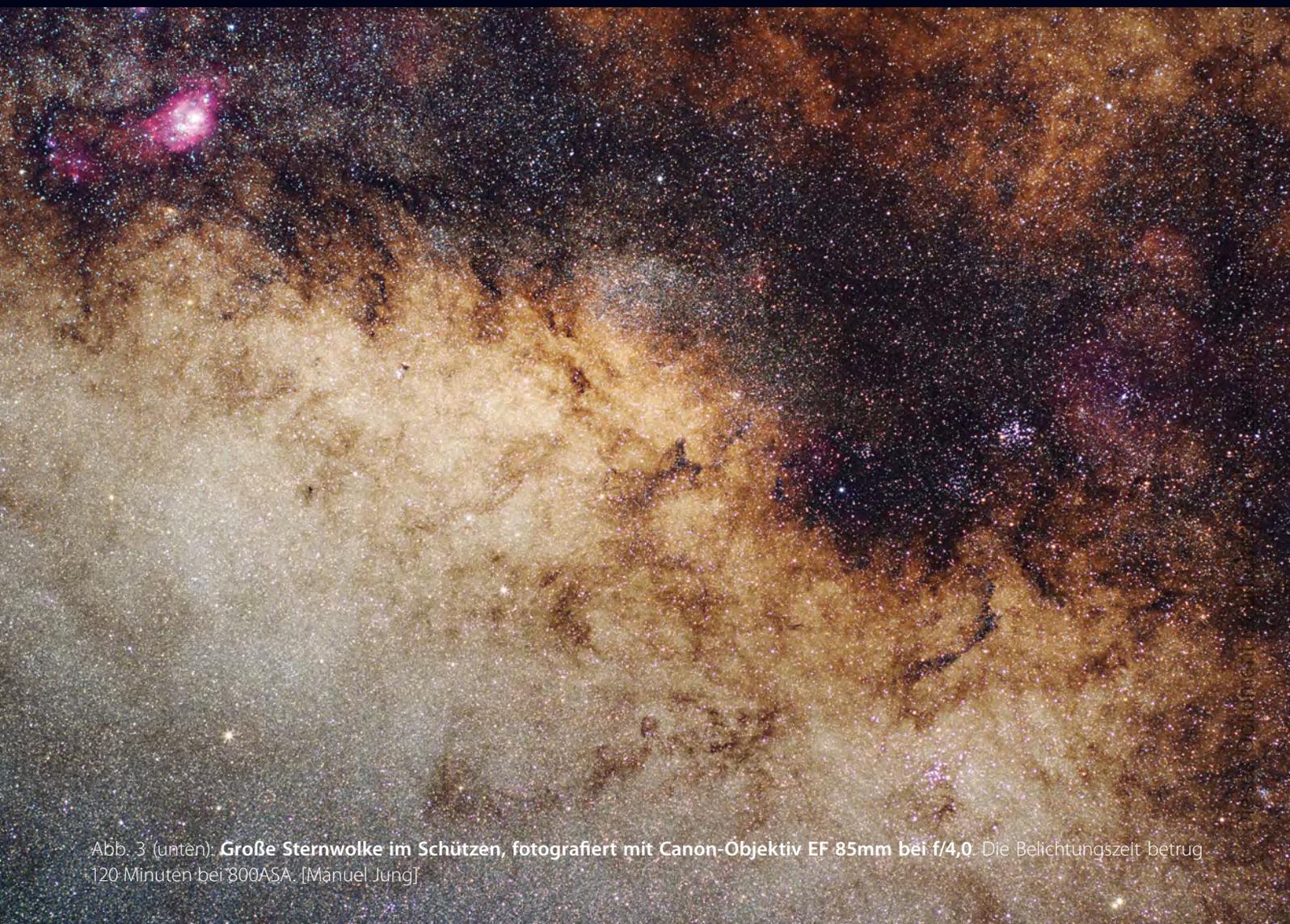
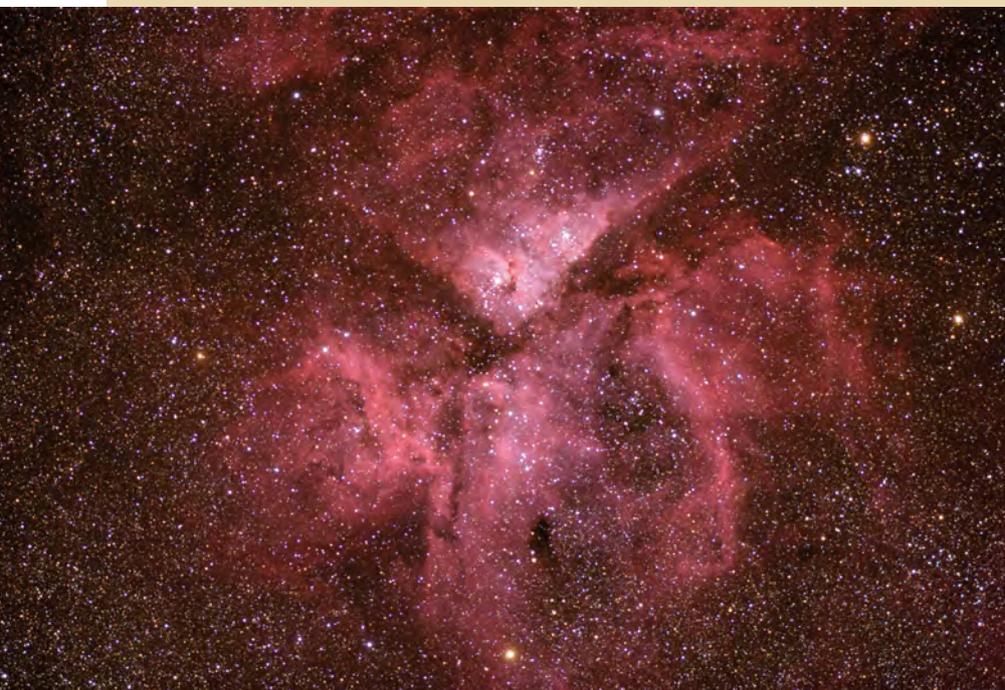


Abb. 3 (unten): **Große Sternwolke im Schützen, fotografiert mit Canon-Objektiv EF 85mm bei f/4,0.** Die Belichtungszeit betrug 120 Minuten bei 800ASA. [Manuel Jung]



MANUEL JUNG

Abb. 4: **Die Kleine Magellansche Wolke und der Kugelsternhaufen 47 Tucanae**, aufgenommen mit Canon EF 200mm L-Objektiv bei f/4,0. Die Belichtungszeit betrug 110 Minuten bei 800ASA.



THOMAS HIGENBÖLLER

Abb. 5: **Der Eta Carinae-Nebel**, aufgenommen mit 105mm-Refraktor bei f/4,8 bei 400ASA und 80 Minuten Belichtungszeit.

darauf folgenden Tag und anschließenden Abend wurde die Montierung samt Teleskopen aufgebaut und exakt eingesüdet. Nachdem alles reibungslos lief, konnte der Startschuss zum knapp zweiwöchigen Astrofotomathon erfolgen. Das Schwerkraft der fotografischen Arbeiten sollte im Weitwinkelbereich liegen, jedoch auch einige kleinflächigere Glanzlichter mit einbeziehen wie z.B. bekannte Kugelsternhaufen, Galaktische Nebel und größere Galaxien. Um produktiv arbeiten zu können, waren die beiden 20Da-Spiegelreflexgehäuse jeweils gleichzeitig im Einsatz, was eine sorgfältige Planung der abzubildenden Himmelsausschnitte am Vortag

erforderte. Mit der einen Kamera wurde typischerweise ein kleineres Objekt im Primärfokus des 105mm-Refraktors aufgenommen, während die andere Kamera das Licht eines ausgedehnten Objekts mittels Weitwinkel- oder Teleobjektiv einzufangen suchte. Der 75mm-Refraktor diente jeweils der automatischen Nachführung. Dabei erlaubte die Montage der »Weitwinkelkamera« mittels Kugelkopf auf einem der beiden Refraktoren das Einstellen von großflächigen Objekten mit relativ großer Unabhängigkeit von der Zielrichtung des 105mm-Refraktors. Nach Einstellung der beiden gleichzeitig zu fotografierenden Objekte sowie dem Starten der automa-

tischen Nachführung wurden die beiden Fotoapparate mittels der programmierbaren Fernauslöser auf identische Belichtungsserien von z.B. 12×10 Minuten eingestellt, welche danach vollautomatisch abliefen. Dieses einfache Konzept hat es erlaubt, in einer typischen Nacht sechs (2×3) ca. zweistündige Astroaufnahmen anzufertigen. Dabei wurde ganz bewusst mit langen Belichtungszeiten um die zwei Stunden gearbeitet, da am Schluss lieber weniger, dafür gut durchbelichtete Bilder entstehen sollten. Rückblickend betrachtet haben sich diese relativ langen Belichtungszeiten auch für die zum Teil sehr hellen Objekte des Südhimmels (z.B. die Milchstraße im Schützen) sehr bewährt. Beide eingesetzten Kameras verrichteten zwei Wochen lang klaglos ihren Dienst und können somit auch für derartige Astrofotoexpeditionen vollumfänglich empfohlen werden.

Um zu Übersichtsaufnahmen der atemberaubend hellen Milchstraße zu gelangen, wurde mit den beiden Canon Zoomobjektiven 17–40mm f/4,0 L und 24–105mm f/4,0 L gearbeitet. Jeweils abgeblendet auf Blende f/5,6 haben sich diese Profizooms bestens bewährt, wie z.B. die Milchstraßenübersicht in Abb. 1 zeigt. Die gute Abbildungsleistung ist sowohl den modernen Optikdesigns zu verdanken als auch der Tatsache, dass die Canon 20Da über einen kleinen, 15mm×22,5mm messenden Sensor verfügt, die beiden Zoom-Objektive jedoch für das volle Kleinbildformat (24mm×36mm) gerechnet sind. Für etwas engere, aber immer noch großflächige Ansichten im Bereich der Milchstraße und darüber hinaus hat sich zudem das relativ preiswerte Canon-Objektiv 85 mm f/1,8 bewährt, sofern es auf Blende f/4 abgeblendet wird. Ein diesbezügliches Bildbeispiel ist in Abb. 3 wiedergegeben und zeigt die große Sternwolke im Schützen samt M 8 und dem »sternstaubverhangenen« Zentrum unserer Galaxis.

Auch Objektive im Brennweitenbereich von 85–100mm dürfen unserer Ansicht nach in der Fototasche nicht fehlen, erlauben sie doch in Kombination mit dem Bildsensor der 20Da die formatfüllende Abbildung von Klassikern des Südhimmels wie z.B. der Großen Magellanschen Wolke oder dem Kreuz des Südens samt Kohlsack. Mit Objektiven im mittleren Telebereich um die 200mm kann zudem bereits die Fotografie der Kleinen Magellanschen Wolke, größerer Emissionsnebel und Dunkelwolken oder der beiden sehr hellen Kugelhaufen 47 Tucanae und Omega Centauri in Angriff genommen

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

werden. Abb. 4, welche die Kleine Magellansche Wolke mit dem Kugelsternhaufen 47 Tucanae zeigt, lässt das Potential eines guten 200mm-Objektivs erahnen, wenn es in Kombination mit einer astrofotografisch modifizierten Spiegelreflexkamera verwendet wird und die Belichtungszeiten ausreichend lang sind. Das dafür eingesetzte Canon-Objektiv EF 200mm f/2,8 L musste dabei zur Steigerung der Bildqualität um eine Stufe abgeblendet werden.

Fokalfotografie mit Brennweiten bis 1m

Der für eine Namibia-Reise mit mobiler Ausrüstung gerade noch mit vertretbarem Aufwand einsetzbare Brennweitenbereich zwischen 500mm und ca. 1000mm erschließt nochmals eine neue Kategorie von Objekten. Zu denken ist dabei am Südhimmel insbesondere an die Darstellung großflächiger Emissionsnebel, größerer Kugelsternhaufen, Details in den Magellanschen Wolken sowie der Abbildung einiger größerer Galaxien. Abb. 5 zeigt den sehr hellen Eta Carinae Nebel, fotografiert bei 500mm Brennweite mit dem 105mm-Refraktor. Mit dem Sensor der 20Da wird dieses eindruckliche Objekt gerade formatfüllend wiedergegeben. Der Schlüsselnebel als hellster Nebelteil tritt dabei bereits detailreich zutage, wobei man sich hier analog zur Trapezregion des Orionnebels vor einer Überbelichtung in Acht nehmen muss.

Die drei bekanntesten Galaxien des Südhimmels sind wahrscheinlich NGC 253 – die große Galaxie im Sternbild Sculptor –, die starke Radioquelle Centaurus A sowie die klassische Spirale M 83. Das letztgenannte Sternsystem wurde mit dem 105mm-Refraktor in Kombination mit einem 1,4x-Teleextender fotografiert, was eine Brennweite von 980mm ergab. Abb. 6 zeigt, dass in Kombination mit den relativ kleinen Pixeln der 20Da diesem Sternsystem bereits erstaunlich viele Details zu entlocken sind, und das bei einer noch vertretbaren Belichtungszeit von 120 Minuten. Ein weiteres reizvolles Objekt für Brennweiten um die 1000mm ist auch der Tarantel-Nebel (NGC 2070) in der Großen Magellanschen Wolke (vgl. Abb. 7). Auch hier erstaunt die Detailfülle dieses Emis-



Abb. 6: **M 83**, aufgenommen mit dem 105mm-Refraktor bei f/9,3. 120 Minuten Belichtungszeit bei 800ASA.

sionsnebels, der sich immerhin in einer anderen Galaxie als der unseren befindet. Besonders sei dabei auch auf das deutlich hervortretende Grün der [OIII]-Emissionen dieses Nebels hingewiesen. Dessen große Helligkeit erleichtert natürlich die Arbeit mit kleinen Blendenöffnungen sowie den im Vergleich zu gekühlten CCD-Kameras relativ unempfindlichen digitalen Spiegelreflexkameras.

Optimierungsmöglichkeiten

Obschon wir mit der astrofotografischen Ausbeute der Namibia-Exkursion insgesamt zufrieden sind, würden wir doch einige Dinge beim nächsten Mal anders machen. Grundsätzlich stellt sich rückblickend die Frage, ob es sinnvoll war, auf eine derart gut mit astrofotografischen Montierungen ausgestattete Astrofarm wie Tivoli eine eigene Montierung sowie einen doch bereits relativ schweren 105mm-Refraktor mitzuführen, was doch mit viel Mühe und einigen Risiken (Stichwort Zoll) behaftet ist. Beim nächsten Mal wird deshalb wohl eine der astrofotografischen Sternwarten samt langbrennweitigem Hauptinstrument angemietet. So müssten selber nur noch Kameras, ein paar Fotoobjektive sowie ein Laptop-Computer mitgeführt werden. Was weiter für die Anmietung einer Sternwarte spricht, ist der manchmal recht störende Wind sowie das zeitweilig in Bodennähe ziemlich schlechte Seeing, das uns einige Aufnahmen mit Brennweiten von 500mm und mehr wiederholen ließ. Der bei einem solchen Vorgehen resultierende Zeitgewinn könnte zudem dazu eingesetzt werden, nach vier bis fünf

Nächten einmal eine Nacht voll durchzuschlafen, was sich wiederum deutlich auf den Beobachtungsgenuss der noch folgenden Nächte auswirken würde! Zudem wäre es rückblickend möglich gewesen, als Zweierteam statt nur zwei DSLR-Kameras deren drei bis vier gleichzeitig zu betreiben, bietet doch die Milchstraße Namibias fast unendlich viele Fotosujets. Schließlich würden wir empfehlen, einen größeren Vorrat an Fertigsuppen mitzuführen, da nichts die Lebensgeister eines ausgekühlten Astrofotografen während einer kalten namibischen Winternacht (in unserem Fall lag die Temperatur in einigen Nächten unter dem Gefrierpunkt) besser wiederzu-erwecken mag als eine heiße Suppe!

Fazit

Aufgrund der gemachten Erfahrungen ist es durchaus möglich, mit DSLR-Kameras und kurzen Brennweiten ansprechende Astroaufnahmen des Südhimmels anzufertigen. Ausschlaggebend für den Erfolg einer derartigen Fotoexkursion sind unserer Ansicht nach neben einer sorgfältigen, auf die einzusetzenden Brennweiten abgestimmten Planung der abzubildenden Himmelsausschnitte, die Arbeit mit langen Belichtungszeiten, der Einsatz gut erprobter Optiken und einer zuverlässig arbeitenden Montierung sowie die Einrichtung einer automatischen Nachführung. Zudem hat sich auch die Arbeit im Zweierteam bestens bewährt, und zwar sowohl zur Aufteilung der Arbeiten als auch zur gegenseitigen Motivation bei trotz großartigem Himmel zuweilen aufkommender Müdigkeit.

Surftipps

Tivoli Southern Sky Guest Farm: www.tivoli-astrofarm.de
 Homepage von M. Jung: www.sternklar.ch

Lichtspuren am Himmel

Fotografie von künstlichen Satelliten

VON BERND GÄHRKEN

2007 jährt sich zum fünfzigsten Mal der Start von Sputnik 1 am 4.10.1957. Damals wurde der Flug des ersten künstlichen Erdtrabanten von vielen Menschen als der Beginn eines neuen Zeitalters empfunden. In den folgenden Jahren gab es tausende weiterer Raketenstarts. Künstliche Himmelskörper wurden immer mehr zu einer Selbstverständlichkeit. Trotz nachlassendem Enthusiasmus standen bemannte Missionen weiterhin im Blickpunkt der Öffentlichkeit. In der Folgezeit sahen viele Himmelsfotografen die Satelliten jedoch zunehmend als Störenfriede, die schon einmal eine stundenlang nachgeführte Aufnahme mit einer lästigen Strichspur verunzierten.

In den 1980er Jahren gaben die amerikanischen Space-Shuttles interessante Beobachtungsziele ab – so wurden während der deutschen D1-Mission die Überflugzeiten der Raumfähre Challenger in den Medien veröffentlicht. Damals sah man einen winzigen Lichtpunkt über den Himmel ziehen. Die Winkelgeschwindigkeit lag in Zenitnähe bei ca. einem Grad pro Sekunde. Auf einer 10s lang belichteten Aufnahme wurde der Punkt durch die Bewegung zu einem etwa 10° langen Strich auseinander gezogen.

ISS im Visier

In den letzten Jahren gab es viele Missionen zur neu erbauten internationalen Raumstation ISS. Zuweilen kann man beobachten, wie sich eine Raumfähre oder eine Sojuskapsel der Raumstation nähert. Dann fliegen zwei Lichtpunkte nebeneinander und produzieren eine doppelte Strichspur. Die Bewegung lässt sich im Fernglas leicht verfolgen. Allerdings kann man mit so kleiner Optik noch keine Details erkennen. Die riesige ISS wirkt immerhin schon etwas flächig. Ähnlich wie bei einem Planeten kann man sie

von einem punktförmigen Stern unterscheiden.

Eine höhere Auflösung lässt sich mit einem Teleskop erzielen. Allerdings sinkt mit steigender Vergrößerung der Durchmesser des Gesichtsfeldes. Um bei 100facher Vergrößerung von Hand auf die Raumstation nachzuführen, benötigt man schon ein gut gelagertes Fernrohr und etwas Übung. Beim Blick durch das Okular lassen sich Sonnensegel und Stationsmodule schon recht gut erkennen. Ein entspannter Blick ist jedoch schwierig. Nur wenigen Menschen ist es möglich während der anstrengenden Handnachführung Details exakt zu beschreiben. Etwas ruhiger ist die Arbeit mit einem modernen Goto-Teleskop von Meade oder Celestron. Für diese Fernrohre kann man sich die aktuellen Bahndaten der Raumstation aus dem Internet herunterladen. Die Positionierungsgeschwindigkeit dieser Geräte ist

ausreichend, um erdnahe Satelliten verfolgen zu können.

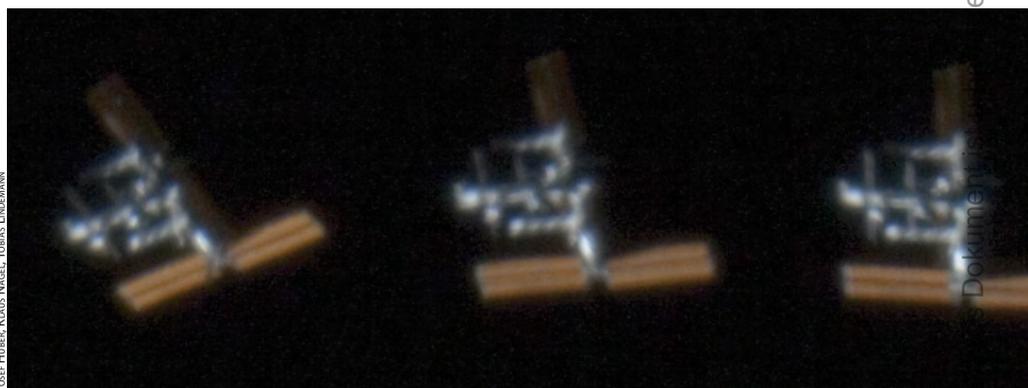
Fotografie

Für die Fotografie haben sich die astrotauglichen Webcams von Philips bewährt. Durch die Aufnahme eines Videos mit tausenden von Bildern hat man die Chance, hin und wieder einen Augenblick mit perfekter Luftruhe zu erwischen. Allerdings ist es sehr schwierig, die Raumstation bei ausreichender Brennweite auf dem winzigen Webcamchip zu fixieren. Leichter fällt dies mit dem großen Chip einer digitalen Spiegelreflexkamera, bei diesen ist jedoch die Bildrate viel geringer.

Die Raumstation besitzt eine große Flächenhelligkeit. Die Belichtungszeiten können daher sehr kurz gewählt werden. Bei weniger als 1/1000s sind auch Aufnahmen am Dobson keineswegs aussichtslos. In

Abb. 1: **Detaillierte Satellitenbeobachtung ist heute in ungeahnter Auflösung möglich.** Die Sequenz zeigt einen Überflug der internationalen Raumstation ISS am 25. Oktober 2006.

JOSEF HUBER, KAUZ NAGEL, TOBIAS LINDENMANN



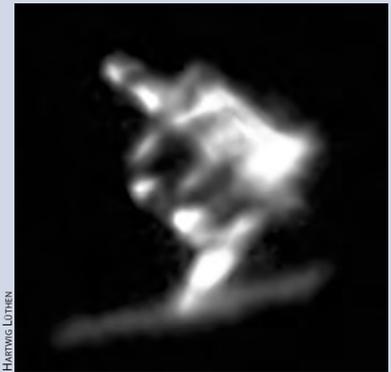
Satellitenfotografie gestern und heute



BERND GAHREN

Abb. 2: **Strichspur des Space-shuttles Challenger** während der D1-Mission 1985. Es war der letzte erfolgreiche Flug vor der Explosion der Raumfähre. Oberhalb ist Wega im Sternbild Leier zu erkennen. Aufnahme mit 45mm 1:4 Normalobjektiv, 10s auf 400ASA Farbdiafilm.

Abb. 3: **Von Hand nachgeführte Aufnahme der ISS** mit einem 10" f/10-SCT.



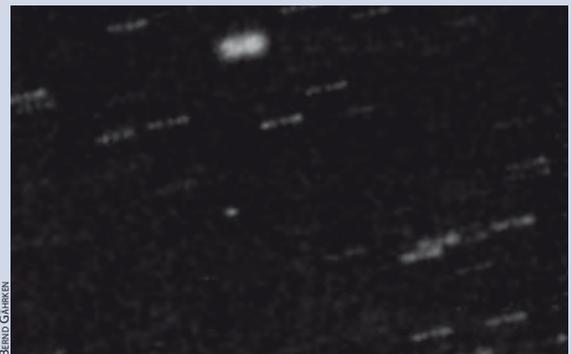
HARTWIG LÜTHEN



BERND GAHREN

◀ Abb. 4: **Iridiumflash** mit Normalobjektiv auf Farbdiafilm.

Abb. 5: **Interplanetare Raumsonden** sind von der Erde aus nur selten zu fotografieren. Hier eine Aufnahme der Kometen-sonde Rosetta während eines Swing-by-Manövers am 4.3.2005. Rosetta hatte zu dieser Zeit nur etwa 11^m. Das Bild ist mit einem 135mm Teleobjektiv bei f/4 und einer Mintronkamera entstanden. Es wurden fünf Aufnahmen mit je 2,5s gemittelt und auf die Sonde zentriert.



BERND GAHREN

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





Abb. 6: **Raumstation ISS vor der Sonne.** Die Aufnahme erfolgte durch einen 5" f/8-Refraktor mit umgebautem PST-H α -Filter. Trotz der geringen Brennweite von nur 1m sind die größeren Module und Sonnensegel schon gut zu erkennen. Der Abstand der Einzelbilder lag bei 1/50 Sekunde.

einer tausendstel Sekunde bewegt sich ein erdnaher Satellit im Zenit etwa 3", zum Horizont wird die Winkelgeschwindigkeit deutlich geringer und ein Überflug dauert mehrere Minuten. Bei Handnachführung über den Sucher besteht durchaus die Chance, dass die ISS mehrfach durch das winzige Gesichtsfeld flitzt. Mit 1m Brennweite und einer Webcam sind so schon die Sonnensegel und die Hauptmodule der Station abzubilden. Leider lassen sich bei der ISS-Fotografie die Rohaufnahmen

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



ISS hochaufgelöst

Als im November 1998 das erste Modul der ISS in die Umlaufbahn in 400km Höhe befördert wurde, begann auch unser Projekt, die Raumstation mit einem Teleskop zu beobachten. Die ersten Bilder entstanden mit einem 16" GoTo-Teleskop der Münchner Volkssternwarte, die erste Aufnahme gelang nach zwei Jahren. 2004 bekam die Sternwarte ein azimutal montiertes 800mm-Spiegelteleskop mit 8m Brennweite inklusive einer Computersteuerung, die in einem separaten Kontrollraum untergebracht ist. Der Rechner des alten Fernrohrs hingegen stand im Freien und musste im Winter beheizt werden.

Auch softwaremäßig gab es Fortschritte. Während bei der alten Steuerung aus den Bahndaten des Satelliten (Two-Line-Element) die Himmelsposition der Raumstation berechnet und diese fünf Mal pro Sekunde dem Teleskop als GoTo-Position gesendet wurde, verfügt die neue, von K. Nagel entwickelte Steuerungssoftware über eine serielle ACL-Schnittstelle. Über diese werden von einem getrennten Rechner die Nachführkommandos gesendet: Zuerst werden Azimut und Elevation für den Überflug im Sekundenraster berechnet. Die Bahn wird graphisch angezeigt und darin der Anfangspunkt mit der Maus festgelegt. Das Fernrohr fährt nun zu dieser Position und wartet. Zur berechneten Ankunftszeit der ISS wird das Fernrohr so gestartet, dass es in Position und Geschwin-

Abb. 1: **Das 800mm-GoTo-Teleskop** der Volkssternwarte München dient als Aufnahmeinstrument.

kaum durch Addition verbessern, denn während des Anfluges sehen wir die ISS unter einem anderen Winkel als während des Abfluges: Jedes Bild ist anders. Diese Änderung der Perspektive kann man jedoch nutzen, um 3-D-Ansichten der Raumstation zu erstellen.

Anforderungen

Die notwendige rasche Nachführung stellt ungewohnte Anforderungen an das optische System. Bei Refraktoren besteht die Gefahr eines rutschenden Okularauszugs. Das Problem lässt sich schnell mit etwas Tesafilm beheben. Bei Schmidt-Cassegrain-Teleskopen kann durch Spiegelshifting der Schärfepunkt verloren gehen. Für ältere Modelle gibt es dazu im Astrohandel eine nachrüstbare Spiegelarretierung. Bei neueren Modellen ist die

Spiegelarretierung schon fest eingebaut. Die Scharfstellung erfolgt vor dem Start der Aufnahmeserie an einem hellen Stern. Es ist empfehlenswert den Stern zu fotografieren und die Aufnahmedaten zu notieren. Falls beim ersten Versuch die Belichtungszeit zu lang oder zu kurz ausgefallen ist, hat man eine Referenz für die Einstellungen bei späteren Experimenten. Meist benötigt man mehrere Anläufe um die optimalen Parameter für die eigene Gerätekombination zu finden.

Datenquellen

Die Daten, wann und wo welcher Satellit zu sehen ist, erhält man im Internet bei www.heavens-above.com. Die Zeiten werden für jeden Ort der Erde individuell gerechnet. Helligkeit, Beginn und Ende der Sichtbarkeit sowie Azimut und Höhe

werden speziell für jeden Überflug kalkuliert. Es gibt dort derartige Informationen nicht nur zur ISS, sondern auch für alle anderen hellen Satelliten. Besonders interessant ist die Beobachtung von Iridiumflares. Iridium ist der Name für ein weltweites Mobiltelefonsystem, deren Sender auf niedrig fliegenden Instrumententrägern auf polaren Umlaufbahnen sitzen. Die Satelliten selbst sind so klein, dass man teleskopisch kaum Strukturen auflösen kann. Sie besitzen jedoch glatt polierte Antennen, die bei günstigem Lichteinfall extrem helle Spiegelungen erzeugen können. Diese Flares erreichen bis zu -8^m und sind damit fast 30-mal heller als die Venus. Iridiumsatelliten können daher auch am Taghimmel mit bloßem Auge beobachtet werden! Allerdings ist dazu die genaue Kenntnis der Position unbedingt notwendig.

digkeit mit der theoretischen Bewegung übereinstimmt. Im Sekundentakt werden dann die Geschwindigkeiten in Azimut und Elevation übertragen. Fehler, etwa durch veraltete Bahnelemente oder durch Uhrenabweichungen, werden durch eine optische Feinregulierung ausgeglichen. Dazu wird automatisch im Bild einer Sucherkamera mit 150mm Brennweite der hellste Fleck – der verfolgte Satellit – gesucht; liegt das Satellitenbild nicht im Fadenkreuz, so dient die Größe der Abweichung zur Korrektur des Geschwindigkeitsvektors.

Mit diesen Neuerungen ist es einfacher die nur 27" große und 4° pro Sekunde schnelle ISS einzufangen, zu fotografieren oder zu filmen. Ein Problem sind die hohen Helligkeitsgegensätze der Raumstation. Belichtet man die hellen Module richtig, so sind die dunkleren Sonnensegel kaum zu erkennen und umgekehrt. Deshalb hoffen wir auf eine neue Kamera mit höherem Dynamikbereich.

Ein weiterer Schritt in die Zukunft wird die Bildnachbearbeitung sein. Da die Verfolgung nun immer besser funktioniert und der Satellit jetzt oft während des gesamten Überflugs im Gesichtsfeld des Hauptteleskops bleibt, ist es nun möglich, mehrere Bilder übereinander zu legen. Durch das Mitteln der Bilder wird das Rauschen vermindert, wodurch verschiedene Schärfungsmethoden überhaupt erst vernünftig anzuwenden sind.

■ Josef Huber, Klaus Nagel,
Tobias Lindemann

Abb. 3: ISS hochaufgelöst – das Bild zeigt die verschiedenen Module der Raumstation am 15.11.2005.

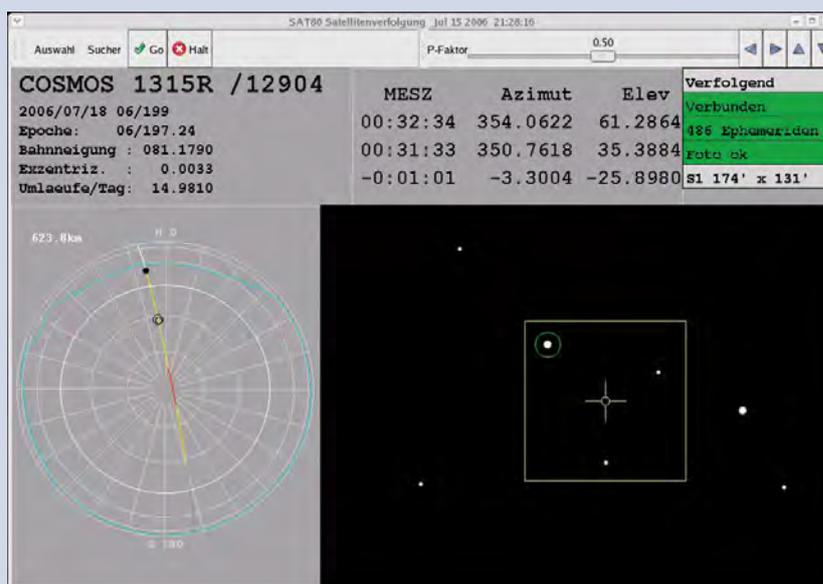
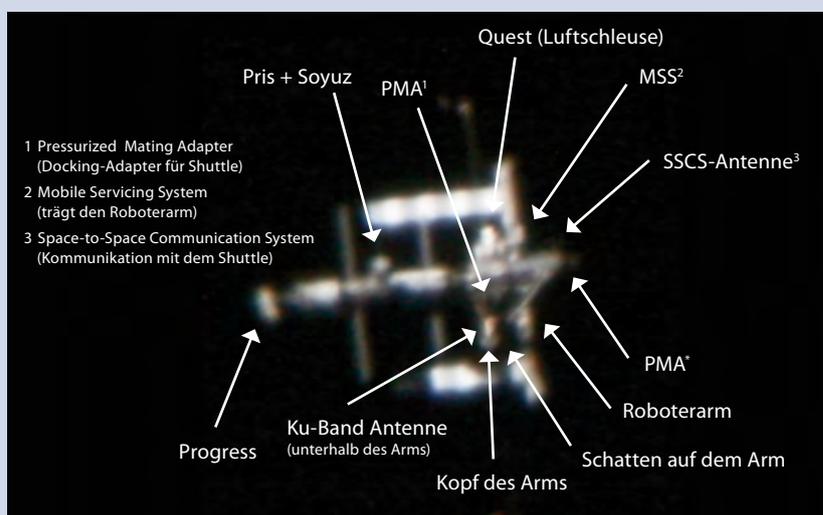


Abb. 2: Eine selbst programmierte Software unterstützt Nachführung und Bildgewinnung.



Ein brauchbares Hilfsmittel sind die mittlerweile weit verbreiteten Goto-Montierungen. Über jedes gängige Planetariumsprogramm kann man mit den Angaben zu Azimut und Höhe von heavens-above.com Rektaszension und Deklination zum Zeitpunkt des Aufblitzens ermitteln. Das Teleskop kann damit passend ausgerichtet werden und der Iridiumblitz lässt sich schon im Sucherteleskop beobachten. Parallel dazu kann man mit einer piggy-back montierten Kamera das Ereignis auch fotografieren.

Neben www.heavens-above.com ist www.calsky.de eine weitere Informationsquelle für Satellitenüberflugszeiten. Mit Calsky lassen sich auch Transits von Satelliten vor Sonne und Mond berechnen. Calsky ist mit dem Online-Kartenprogramm Mapquest verlinkt. Über diesen Link werden die Transitpunkte als kleine Sternchen in die Karten eingezeichnet. Die Verbindungslinie zwischen den Sternchen entspricht dem Transitzug, der meist nur wenige Kilometer groß ist. Die Positionen von Satellit und Beobachter müssen daher genau aufeinander abgestimmt sein.

Kaum zu fassen

Da es bei der erdnahen ISS immer wieder Bahnkorrekturen gibt, ist es wichtig aktuelle Daten zu verwenden und sich genau auf der berechneten Linie zu positionieren. Sonnentransits lassen sich am besten im Sommer zur Mittagszeit fotografieren. Dann hat die Sonne den größten Horizontabstand und gleichzeitig die Raumstation die geringste Distanz zum Beobachter. Der Mond ist dagegen am Winterhimmel besser zu sehen. Die Flächenhelligkeit der ISS ist viel größer als das Albedo des Mondes. Es ist daher schwierig die Belichtungszeit der beiden Objekte passend abzugleichen. Bei Sonnentransits ist die Situation einfacher: Die ISS rast als winziger schwarzer Punkt in 0,5s über die helle Sonnenscheibe. Mit einer Webcam lassen sich bei 25 Bildern pro Sekunde etwa ein Dutzend Aufnahmen pro Transit gewinnen. Allerdings ist bei einem $\frac{1}{4}$ "-Chip die Sonne schon bei 300mm Brennweite formatfüllend abgebildet, während dies noch nicht ausreicht um Strukturen der ISS aufzulösen. Höhere Brennweiten erlauben mehr Details, dafür verringert sich die Bildzahl und verkleinert sich das Gesichtsfeld. Zwischen der Gefahr die ISS zu verpassen und dem Bestreben mehr Strukturen zu erkennen, gilt es einen passenden Kompromiss zu finden.

Sobald es gelungen ist die Raumstation zu fotografieren, stellt sich die Frage was genau zu sehen ist und wie die abgebildeten Module orientiert sind. Im Internet gibt es dazu virtuelle 3-D-Modelle, die mit einem kostenlosen VRML-Viewer betrachtet und gedreht werden können. Umfassende Informationen dazu erhält man auf den Internetseiten des Satelliten-Tracking-Teams der Volkssternwarte München (s. Surftipp). Die dort gezeigten Aufnahmen repräsentieren das Optimum, das mit größtmöglichem Engagement erzielt werden kann (siehe Kasten S. 62).

Surftipps

Satelliten-Tracking-Team der Volkssternwarte München:

www.tracking-station.de, www.iss-tracking.de

3-D-Modell der Raumstation: www.tracking-station.de/model/model.html

Berechnung von Überflugszeiten: www.calsky.de/cs.cgi/Satellites, www.heavens-above.com

Wie fokussiert man mit der Spiegelreflexkamera richtig bei Dunkelheit?

Spiegelreflexkameras haben oft das Problem, dass man durch ihren Sucher bei Nacht kaum etwas erkennt. Somit ist es ausgesprochen schwierig oder gar unmöglich, das Bild adäquat scharfzustellen. Manche älteren Kameras (z.B. Nikon F2) haben auswechselbare Suchermattscheiben. Dann empfiehlt sich der Kauf einer speziellen superhellen Mattscheibe.

Bei einigen Kameras ist der eingebaute Autofokus gut genug, um die hellsten Sterne oder Planeten scharfzustellen. Danach kann die Kamera auf manuelle Fokussierung umgestellt und vorsichtig auf den zu fotografierenden Himmelsbereich gerichtet werden. Manche Objektive haben bei Unendlich auch den Anschlag für die Fokussierung. In diesem Fall muss der Fokusring lediglich bis zum Anschlag gedreht werden und Astrofotos werden scharf. Bei einigen Objektiven lässt sich das Objektiv über die Unendlich-Marke hinaus drehen. Dann ist Kontinuität in der Fokussierung schwierig, wenn sie nach Gefühl vorgenommen wird.

Eine Methode liefert jedoch bei jeder Spiegelreflexkamera scharfe Fotos, egal ob es sich um ein antiquiertes oder hochmodernes Gerät, eine Einsteiger- oder Profikamera handelt. Sie bedarf einmal an Arbeit, danach liefert sie aber beständig gute Ergebnisse bei der Scharfstellung.

Zunächst wird das Objektiv um eine neue Fokusskala erweitert. Dazu wird ein Stück Millimeterpapier zurechtgeschnitten (etwa 10mm–20mm) und von Hand mit einer Skala beschriftet. Eine Markierung alle fünf Millimeter ist ausreichend. Diese wird so auf dem Objektiv befestigt, dass sich ein Ende der Skala am Anschlag befindet.

Anschließend wird bei Nacht mit ruhender Kamera eine Langzeitbelichtung eines Sternfeldes gemacht. Dieses sollte sich in der Nähe des Himmelsäquators befinden, da dort durch die Erdrotation die Sterne die größte Winkelgeschwindigkeit haben. Begonnen wird mit der Fokussierung am Anschlag. Die Blende sollte ganz offen sein, da dies der kritischste Fall für die Fokussierung ist und nachts auch sonst meist mit offener Blende fotografiert wird. Mit der Einstellung »B« oder »bulb« und einem Drahtauslöser wird der Verschluss geöffnet. Nach einer von der Objektivbrennweite abhängigen Zeit wird der Fokusring um einen möglichst kleinen aber reproduzierbaren Schritt verstellt (einen halben oder ganzen Millimeter). Der Verschluss bleibt dabei offen. Empfehlenswerte Intervallzeiten in Abhängigkeit von der Brennweite sind in der Tabelle angegeben. Wenn die Zeit zwischen den Fokusverschiebungen zu kurz ist entstehen keine richtigen Strichspuren, sondern eine Überlagerung von unscharfen Kreisen. Ist sie zu lang, wandern die Sterne aus dem Bild, bevor die Aufnahme beendet ist (Abb. 2 und 3).

Dieser Vorgang wird bis zu 10 oder 20 Mal wiederholt, je nachdem, ob die Fokussierung am Anschlag schon beinahe stimmt oder nicht (vorher tagsüber an entfernten Objekten testen!). Beim Verstellen des Fokusrings hilft es, eine schwarze Karte vor das Objektiv zu halten. So ist es später leichter, die Strichspuren auseinander zu halten. Das letzte Intervall sollte doppelt so lang sein wie die vorangegangenen, damit Anfang und Ende der Belichtung auf dem Foto zu erkennen sind. Anschließend wird die

Aufnahme beendet. Die Schritte werden schriftlich dokumentiert, um das Foto später richtig auswerten zu können.

Falls mit Film fotografiert wird, sollte beim Test der gleiche Film benutzt werden, der auch später für die Astrofotografie benutzt wird, da verschiedene Emulsionen unterschiedlich dick sind und somit die Fokussierung leicht abweicht. Bei Digitalkameras entfällt dieser Punkt. Das fertige Bild

wird dann bei hoher Vergrößerung untersucht (mit der Lupe bei Dias/Negativen, mit maximaler Auflösung am Bildschirm bei



Abb. 1: Die Millimeterpapier-Skala erleichtert nach einmaliger Justierung mit einem Testfoto die Fokussierung wenn nachts im Sucher kaum etwas zu erkennen ist.



Abb. 2: Sind die Belichtungsintervalle zu kurz (5s-Schritte mit 300mm Objektiv), ist es schwieriger, zwischen den einzelnen Schritten zu unterscheiden, da sich die Sternabbilder überlagern.



Abb. 3: Mit ausreichend langen Belichtungsintervallen (30s pro Schritt mit 300mm Objektiv) sind die einzelnen Schritte klar zu erkennen.

Digitalfotos). Die beste Fokussierung wird anhand der dünnsten Strichspur ermittelt und notiert. Da die Fokussierung temperaturabhängig ist, kann für eine besonders genaue Fokussierung der Test bei unterschiedlichen Temperaturen wiederholt werden und eine Tabelle der Einstellung in Abhängigkeit der Temperatur erstellt werden.

Wird nun das nächste Mal bei Nacht fotografiert, muss lediglich der Fokusring auf den zuvor ermittelten Wert gedreht werden. Dabei sollte beachtet werden, dass genau wie bei den Fokustests der Fokusring erst bis zum Anschlag und anschließend in die richtige Stellung gedreht wird.

Intervalldauer je Fokusschritt in Abhängigkeit von der Brennweite

Brennweite	Intervalldauer
28mm	5min
50mm	3min
135mm	1min
300mm	30s

Die Venusbedeckung vom 12. Juli 2007



Abb. 1: **Die Bedeckung unseres Nachbarplaneten** durch den Mond am Taghimmel wurde von zahlreichen Beobachtern verfolgt – diese Sequenz des Austritts gelang mit einem ETX70 von Meade, 2,7"-Refraktor bei 350mm, EOS 300D, ISO 100, 1/800s. *Christoph Rollwagen*



Abb. 2: **Trotz vereinzelter Wolken** war vor allem der Austritt in weiten Teilen des deutschen Sprachraums gut zu sehen. a) 3,1"-Refraktor, EOS 300D. *Mario Weigand*, b) 3,1"-Refraktor bei 1920mm, EOS 300D. *Paul Hombach*

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



Abb. 3: **Kontrast zwischen Mond und Venus** beim Austritt. a) 8"-Newton, EOS 350D, ISO 100, 0,1s. *Stefan Diemer*, b) 8"-SCT bei 2000mm, Phillips Webcam. *Rudolf Dobesberger*



Abb. 4: **Detailstudien** von Eintritt (a) und Austritt (b). a) 12"-SCT bei 3000mm, DMK21 BF04, 100x1/700s. *Stefan Schwager*, b) 7"-Refraktor bei 2500mm, Philips ToUCam. *Bernd Liebscher*



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

Objekte der Saison

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

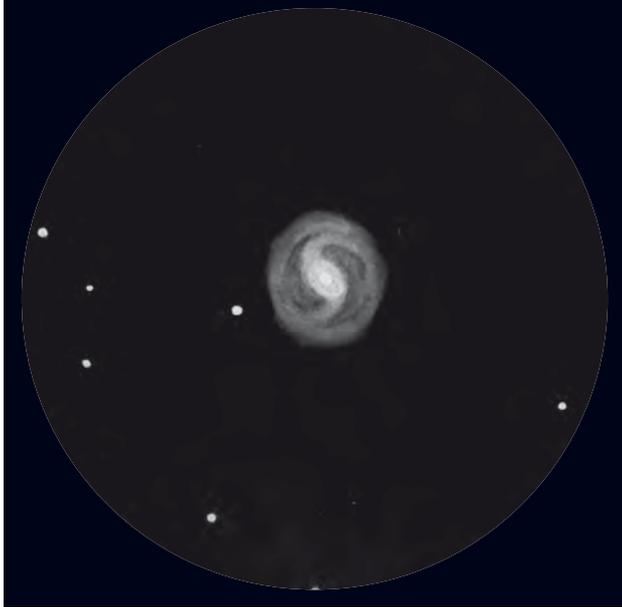
Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 55, Dez./Jan. 2008	M 1	GN	Tau	05 ^h 34,5 ^{min}	+22° 01'	20.9.2007
	NGC 2175	OC	Ori	06 ^h 09,6 ^{min}	+20° 29'	
Nr. 56, Feb./Mär. 2008	M 81	Gx	UMa	09 ^h 55,6 ^{min}	+69° 04'	20.11.2007
	M 82	Gx	UMa	09 ^h 55,8 ^{min}	+69° 41'	
Nr. 57, Apr./Mai 2008	M 98	Gx	Com	12 ^h 13,8 ^{min}	+14° 54'	20.1.2008
	NGC 4216	Gx	Vir	12 ^h 15,9 ^{min}	+13° 8,8'	
Nr. 58, Jun./Jul. 2008	NGC 6572	PN	Oph	18 ^h 12,1 ^{min}	+06° 51'	20.3.2008
	NGC 6633	OC	Oph	18 ^h 24,7 ^{min}	+06° 34'	
Nr. 59, Aug./Sep. 2008	NGC 7000	GN	Cyg	20 ^h 58,8 ^{min}	+44° 20'	20.5.2008
	NGC 7293	PN	Aqr	22 ^h 29,6 ^{min}	-20° 48'	
Nr. 60, Okt./Nov. 2008	NGC 457	OC	Cas	01 ^h 19,1 ^{min}	+58° 20'	20.7.2008
	M 76	PN	Per	01 ^h 42,4 ^{min}	+51° 34'	

M 77



CCD-Aufnahme, 24"-Astrograph bei 4800mm, ST10-XME, 24x1min (L), 6x1min (je RGB). *Josef Pöpsel*



Zeichnung, 20"-Newton, 357x (Gesichtsfeld 14'). *Hubert Schupke*

M 77

10x50-Fernglas: fst 5^m9; Schwierig im Fernglas zu identifizieren, da die Galaxie fast stellar wirkt. Indirekt besser als direkt. *Kay Hempel*

10x50-Fernglas: Bortle 4; Gerade eben indirekt als schwacher Nebelfleck sichtbar. Im direkten Sehen nur stellar. *Uwe Pilz*

60/910-Refraktor: fst 5^m0; Das südlichste Ende einer hellen Sternenkette; kleiner, runder Fleck mit stark ansteigender Helligkeit zum Kern hin. 46x. *Andreas Kaczmarek*

76/700-Newton: fst 5^m9; Befindet sich am Ende einer Sternenkette. Wirkt schon bei dieser geringen Vergrößerung flächig, allerdings ist die Form nicht genau fassbar. 22x. *Kay Hempel*

102/660-Refraktor: fst 6^m5; Bereits bei 17x ist der sternartige Kern auffallend, etwas Nebel ist herum sichtbar. 95x ist am besten zur Detailerkennung: der Kern bleibt sehr hell und sternartig. Um den Kern ist eine hellere innere Scheibe sichtbar, darum eine schwächere Außenscheibe. Die Scheibe ist länglich in PW 30° bis 60°, schwer zu schätzen. Die Galaxie steht unmittelbar nordwestlich eines Sterns 10^m, die Scheibe reicht nicht ganz bis zum Stern. Ein beeindruckendes Objekt! *Wolfgang Vollmann*

150/1500-Maksutov: fst 5^m0; Fast stellarer Nukleus mit schwacher Nebelhülle. Nicht schwierig, aber vom Stadtrand aus wenig eindrucksvoll. 83x. *Uwe Pilz*

254/1140-Newton: fst 6^m5; Sehr hell, leicht elliptisch, mit einem hell strahlenden, ca. 5" bis 10" durchmessenden Kern im Zentrum. Ansonsten keine weitere Details im Galaxienkörper auszumachen; auch von den lichtschwachen Außenbereichen ist nichts zu sehen. 175x. *Matthias Kronberger*

305/1625-Newton: Bortle 5; auffällig hell bei direktem Sehen. Kompaktes Objekt mit einer sternartigen Verdichtung im Zentrum. Der Anblick erinnert an einen schwachen Kugelsternhaufen. 232x. *Michael Klein*

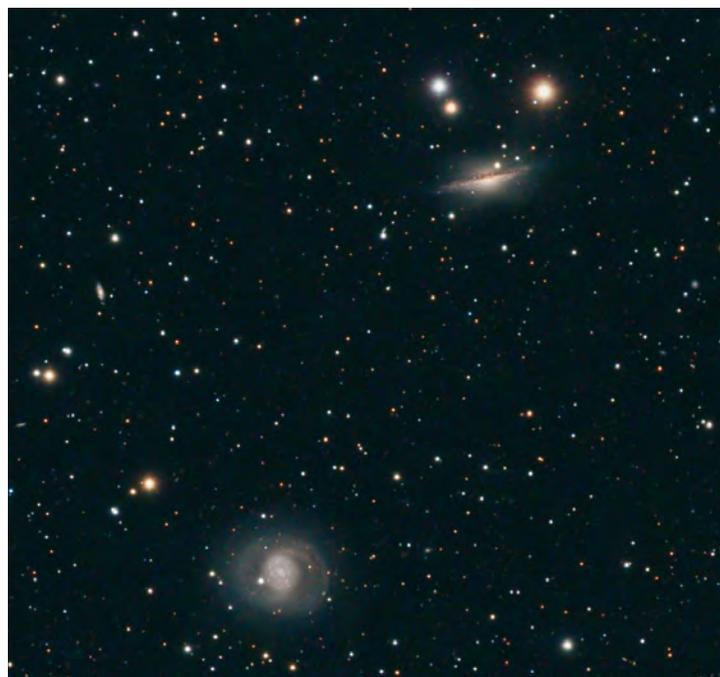
320/1440-Newton: Bortle 3; in NO-SW-Richtung schwach länglicher Nebelfleck von 3'x4' Größe mit einem 1' großen Nukleus. Die zentrale Kondensation ist gerade eben nontellar. 144x. *Uwe Pilz*

500/2500-Newton: Bortle 1; leuchtend blau-grüne, ovale Scheibe mit beidseitigen Saturnring-ähnlichen »Ohren«, die die zentrale Scheibe jeweils um etwa einen Scheibendurchmesser überragen, also nicht nur beidseitige dünne Fortsätze. Seeingbedingt schlecht definiert, keine Helligkeitsabstufungen oder Knoten. 625x. *Hubert Schupke*



CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 530mm, Starlight SXV-H9, 6x5min. *Peter Wienerroither*

CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 540mm, ST-2000XM, 15x12min (L), 6x10min (R), 6x5min (je GB). *Bernhard Hubl*



CCD-Aufnahme, 11"-SCT bei 1570mm, SXV-H9, 10x3min + 9x4min (L), 7x3min (je RGB). *Günter Kerschhuber*



NGC 1055

102/660-Refraktor: fst 6^m5; Am besten bei 25x und 35x zu erkennen: erscheint als schwacher kleiner Nebelfleck, rund oder auch oval, das ist nicht zu definieren. Kein Kern oder Verdichtung, einfach als gleichmäßiger Nebel zu sehen. Für dieses Objekt ist der kleine Refraktor doch zu klein um hier mehr zu erkennen. *Wolfgang Vollmann*

254/1140-Newton: fst 6^m5; Diffuser, Ost-West orientierter Streifen unmittelbar südlich eines Sternendreiecks. Weitestgehend strukturlos, wobei die Nordkante aufgrund des (gedrehten) Staubbandes marginal besser definiert erscheint. 175x. *Matthias Kronberger*

305/1625-Newton: Bortle 5–6; Schwacher, aber deutlich erkennbarer, kreisrunder Nebelfleck mit relativ großer Ausdehnung. Durch die Lichtschwäche sind keine Verdichtungen oder Strukturen zu sehen. Mein aufgehellter Vorstadthimmel setzt hier leider die Grenze. 232x. *Michael Klein*

320/1440-Newton: Bortle 4; Ost-West ausgerichteter 4' langer und 2' breiter Lichtstreifen bei einem Sternenpaar 7. Größe. Der 1' große Nukleus ist direkt sichtbar, die längliche Hülle erfordert indirektes Sehen. 144x. *Uwe Pilz*

445/2000-Newton: fst 6^m3; Eine große, diffuse Galaxie, die oval ist und eine geringe Helligkeitszunahme zum Kern hin hat. 227x. *Andreas Kaczmarek*



Zeichnung, 20"-Newton, 278x (Gesichtsfeld 18'). *Hubert Schupke*

ung ist untersagt.

NGC 1055



CCD-Aufnahme, 10"-SCT bei 1625mm, ST-7, 2x20min. *Harald Strauß*

CCD-Aufnahme, 12"-Newton bei 1800mm, SXV-H9, 80min (L), 16min (R), 15min (G), 20min (B), Astronomik-Filter. *Wolfgang Ries, Stefan Heutz*



CCD-Aufnahme, 6"-Newton bei 880mm, StarlightXpress mx7c, ISO 0, 5x2min (L), 2x5min (L). *Torsten Güths*

CCD-Aufnahme, 12"-Astrograph bei 2730mm, SBIG ST8E, 4x5min (L), 2x2min (R), 2x2min (G), 2x2min (B). *Ullrich Dittler*



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutz

Astrofotos unserer Leser

Der Crescent-Nebel im Schwan gehört zur seltenen Klasse der Wolf-Rayet-Nebel. CCD-Aufnahme, 8"-Newton bei 880mm, ATIK 16 HR, 30×5min (Ha), 3×5min (L), 5×5min (je RGB). *Immo Gerber*



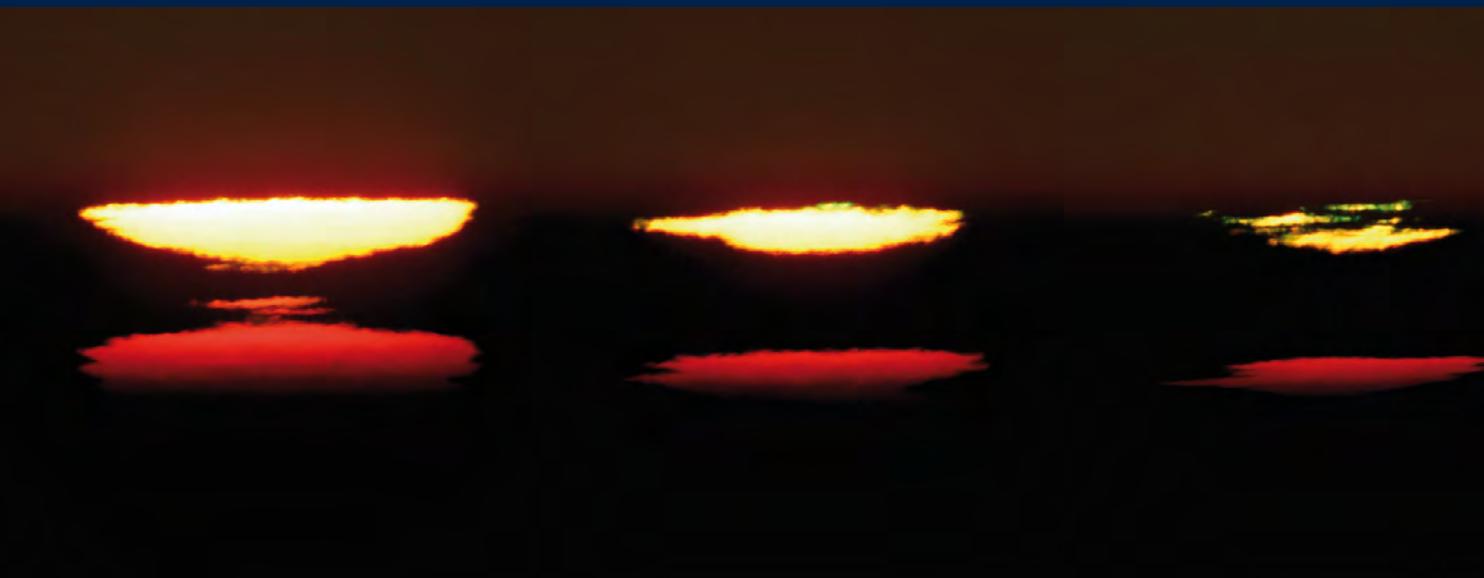
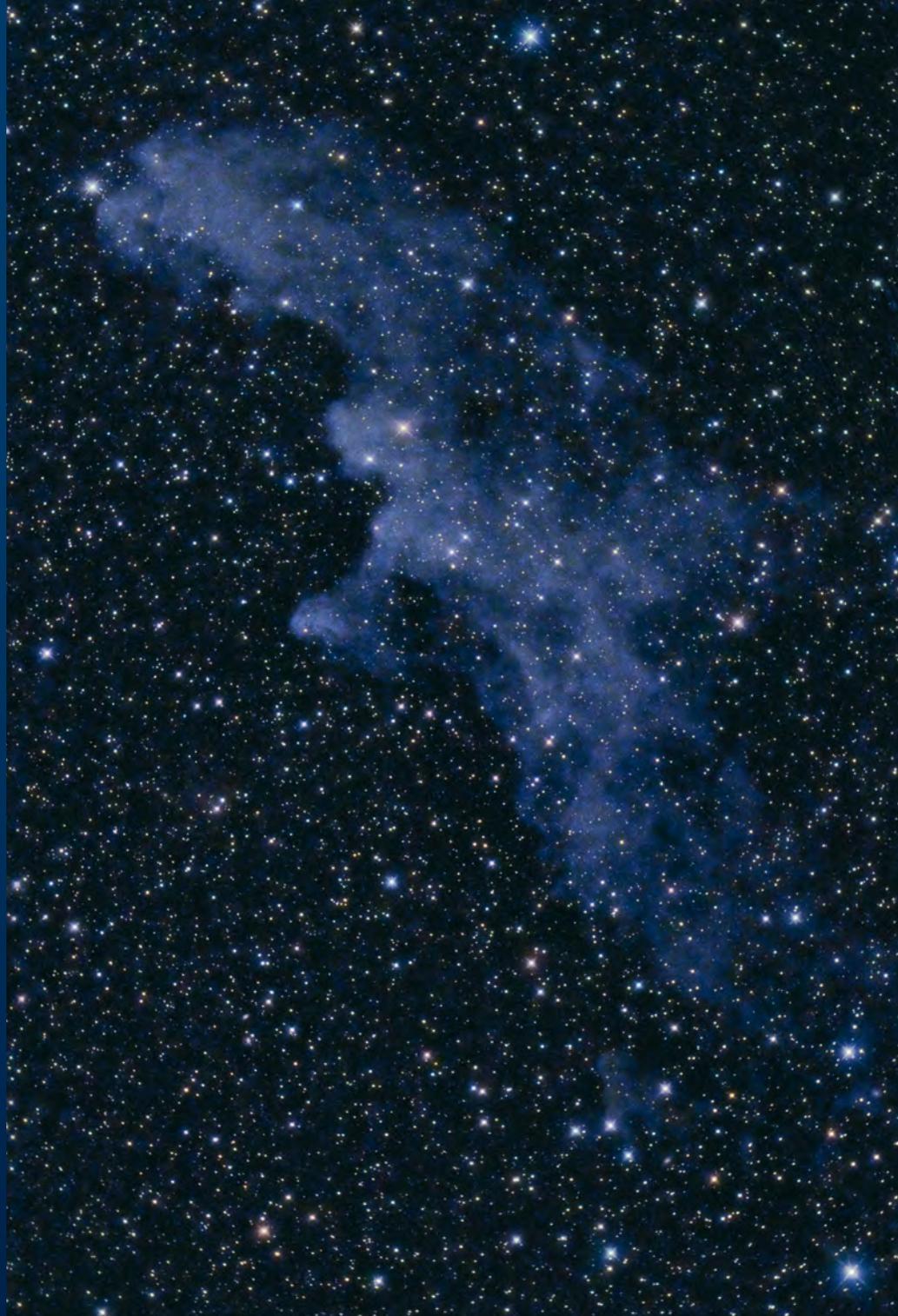
NGC 7008 gehört zu den schönsten Planetarischen Nebeln des Sommerhimmels. CCD-Aufnahme, 20"-Cassegrain bei 5800mm, STL11000, 10×10min (L), 3×10min (je RGB). *Radek Chromik*



Eine **beeindruckende Sonnenuntergangssequenz** mit grünem Blitz am 26. Dezember 2006. Digitalfoto, 5"-Refraktor bei 800mm, Canon EOS 300D. *Mario Weigand*



Den Spitznamen »Hexenkopf« besitzt der schwache Reflexionsnebel IC 2118, der von Rigel beleuchtet wird. Digitalfoto, 4,9"-Wright-Newton bei 470mm, Nikon D70, 8×10min + 2min, ISO 1600. *Walter Koprolin*



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

500 Sitzungen der Berliner Mondbeobachter

Nachdem die »Gruppe Berliner Mondbeobachter« im letzten Jahr bereits ihr 50-jähriges Bestehen feiern konnte, steht für Montag den 8. Oktober 2007 das nächste Jubiläum an: An diesem Tag wird die 500. Sitzung der Gruppe stattfinden. Eine besondere historische Leistung liegt darin, dass zu jeder einzelnen Sitzung ein Protokoll existiert, in welchem die behandelten Themen festgehalten wurden. So kann man nachlesen, dass besonders in den ersten Jahren noch heftig darüber gestritten wurde, ob die Mondkrater vulkanischen Ursprungs sind oder durch Impakte entstanden sind. Immerhin ist die Gruppe älter als der Sputnik und existierte schon ein ganzes Jahrzehnt vor den Apollo-Missionen.

Die Gruppe trifft sich seit ihrer Gründung einmal pro Monat mit Ausnahme der Feri-

enmonate. Treffpunkt ist jeweils der zweite Montag im Monat um 20:00 Uhr im Planetarium am Insulaner, das zur Wilhelm-Foerster-Sternwarte in Berlin gehört. Im letzten Jahr haben 30 Mitglieder an den Sitzungen teilgenommen; der »harte Kern« besteht aus etwa 20 Personen. Interessierte sind jederzeit willkommen. Die Protokolle der Sitzungen stehen im Internet zum Herunterladen als PDF-Datei bereit. Zum Jubiläum im Oktober 2007 wird ein Datenträger mit allen 500 Ausgaben erstellt.

Ein Treffen beginnt üblicherweise mit einer witterungsunabhängigen Videopräsentation der aktuellen Mondphase und einer Diskussion über die gezeigten Objekte. Neben aktuellen Nachrichten, z.B. zu den neuen Mondmissionen der verschiedenen

Nationen, werden im Rahmen von Vorträgen die unterschiedlichsten Mondthemen behandelt. Beispiele sind: Geologische Formationen, Rillen, Krater, Ebenen, Beobachtungsszenarien, Librationsobjekte, ungewöhnliche Schattenformationen oder TLPs. Einen besonderen Spaß macht sich die Gruppe daraus, falsch montierte Monde in Werbeplakaten, Magazinen oder Filmen zu identifizieren.

■ Wilfried Tost

Surftipps

Gruppe Berliner Mondbeobachter:
www.wfs.be.schule.de/pages/Mondbeobachter

Termine für Sternfreunde Oktober–Dezember 2007

17.11.: 26. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa), Hörsaal HMA, Fakultät Medizin, Ruhr-Universität Bochum
 ① Peter Riepe, Lortzingstr. 5, D-44789 Bochum, fg-astrofotografie@vds-astro.de, www.boheta.de

24.11.: 12. HATT, Realschule Grünstraße Hattingen
 ① Ingo B. Schmidt, Schonfeldstr. 23, D-45326 Essen, 0201/8336082, ingo.schmidt@cneweb.de, www.sternwarte-hattingen.de

20.–21.10.: 4. Tagung der VdS-Fachgruppe »Geschichte der Astronomie«, Landessternwarte Heidelberg
 ① Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstr. 18, D-79224 Umkirch, 07665/51863, wolfgang.steinicke@vds-astro.de, geschichte.vds.de

2.–4.11.: 28. VdS-Tagung, Planetarium Stuttgart
 ① Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstr. 18, D-79224 Umkirch, 07665/51863, wolfgang.steinicke@vds-astro.de, www.vds-astro.de

12.–13.10.: Ravensburger Teleskoptreffen (RATT), Ravensburg
 ① Carsten Przygoda, Finkenweg 25, D-88339 Bad Waldsee, carsten@ratt-rv.de, www.ratt-rv.de

14.10.: 20 Jahre Robert-Mayer-Volks- und Schulsternwarte, Heilbronn
 ① Bismarckstr. 10, D-74072 Heilbronn, 07131/81299, www.sternwarte.org

24.11.: Regionaltagung der südwestdeutschen astronomischen Vereine und Sternwarten, Max-Born-Gymnasium Backnang
 ① Michael Altvater, 0162/9017584, www.bksterngucker.de

5.–7.10.: 23. Internationales Teleskoptreffen (ITT), Emberger Alm, Kärnten
 ① Gerhard Riedl, 0043/4712/796, riedl.gerhard@chello.at, www.embergeralm.info/stella/

Legend:
 M Messe
 T Teleskoptreffen
 F Fachtagung
 J Jugendlager
 S Sternwartenfest
 A Ausstellung

Beobachtung Veränderlicher Sterne

Ca. 20 Jahre nach der letzten »BAV Einführung in die visuelle Beobachtung Veränderlicher Sterne« erschien kürzlich die neu bearbeitete und wesentlich erweiterte 3. Auflage im Selbstverlag der BAV. Den heutigen technischen Möglichkeiten vieler Amateure entsprechend, wurden nun neben den visuellen Beobachtungstechniken auch CCD-Kameras berücksichtigt. Das fast 300 Seiten starke Buch wendet sich nicht nur an Veränderlichen-Beobachter, sondern will auch Neulinge zur Beobachtung Veränderlicher Sterne anregen.

Die Gliederung folgt dem üblichen Ablauf einer Beobachtung. Zunächst führen zwei Kapitel den Leser in die Beobachtungsmöglichkeiten und astrophysikalischen Grundlagen Veränderlicher Sterne ein. Danach werden die Grundlagen visueller Beobachtung, z.B. mit freiem Auge oder Fernglas erläutert. Diese umfassen die Argelandersche Stufenschätzmethode, deren Auswertungsmethoden und Erstellung von Lichtkurven, Beobachtungsreduktion, die Organisation und Weitergabe der Beobachtungen sowie das sichere Aufsuchen und Auffinden der zu beobachtenden Sterne. Anhand dieses Kapitels kann jeder Interessierte seine erste Veränderlichenbeobachtung planen, durchführen und auswerten. Für systematische visuelle Beobachtungsprogramme geben die beiden nachfolgenden Abschnitte detailliert Auskunft zur optimalen visuellen Beobachtung, Vermeidung von Störungen und Fehlerquellen, Instrumenten- und Kartenwahl und der Erarbeitung und Durchführung gezielter Beobachtungsprogramme. Ein spezielles Kapitel des Buches ist der »messenden Beobachtung«, also der CCD-Astrofotografie mit nachfolgender Photometrie gewidmet und erläutert nach einer kurzen Einführung in die allgemeinen Grundlagen der CCD-Technik die Bestimmung von Sternhelligkeiten ohne und mit Einsatz von Filtern. Am Ende des Buches geben die Autoren

den fortgeschrittenen Beobachtern mit visueller oder CCD-Technik Hinweise zur Auswertung und Publikation ihrer Ergebnisse mit dem Ziel, dass diese auch für Fachastronomen verwertbar sind. Ein Anhang mit Tabellen zur Nomenklatur und Klassifizierung Veränderlicher ergänzt die vorangehenden Kapitel.

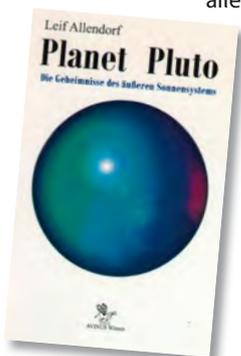
Die Autoren sprechen Einsteiger und erfahrene Beobachter gleichermaßen an. Das Buch enthält daher sowohl einfache, als auch anspruchsvolle Abschnitte, z.B. zur Himmelsmechanik oder CCD-Photometrie. Letztere können vom Neuling jedoch problemlos übersprungen werden, ohne dass das Verständnis der darauf folgenden Kapitel leidet. Viele Abbildungen und Beispiele ergänzen die Ausführungen, und zahlreiche Literaturhinweise im Verlauf des gesamten Buches erleichtern weiter gehende Studien. Die neue Auflage der BAV-Einführung ist somit ein aktuelles, kompetentes und vor allem praxistaugliches Handbuch zur Veränderlichenbeobachtung durch Amateure.

■ Thomas Rattei

Planet Pluto

Die Geschichte der Entdeckung und Erforschung des Exoten am Rande des Sonnensystems wird hier knapp aber komplett zusammengefasst. Aber je näher er der Gegenwart kommt, desto stärker gerät der Autor ins Straucheln. So hatte nicht etwa, wie er schreibt, der US-Kongress das schon beschlossene Projekt einer Pluto-Sonde gekippt, sondern es ganz im Gegenteil auf öffentlichen Druck hin und gegen den erklärten Willen der NASA-Führung und des Weißen Hauses mehrfach durchgeboxt und schließlich zum Erfolg geführt. Vor allem aber macht der Autor in keiner Weise verständlich, wieso er Pluto trotz gegenteiligem IAU-Beschluss (über dessen Hintergründe man wenig erfährt) und inzwischen weit verbreitem Sprachgebrauch immer noch als vollwertigen Planeten bezeichnet: Die klar zusammengetragenen Fakten sprechen für eine Einordnung als ein Kuiperoid unter vielen.

■ Daniel Fischer



Leif Allendorf: Planet Pluto, AVINUS Wissen, Berlin 2007, ISBN 978-3-930064-76-2, 14,90€

Astrobiology

Wer sich unter »Astrobiologie« die Suche nach E.T. vorstellt, wird beim Lesen dieses kürzlich erschienenen Lehrbuchs überrascht sein. Die Astrobiologie hat sich im letzten Jahrzehnt zu einem multidisziplinären Wissenschaftszweig entwickelt, der nun im Lehrangebot verschiedener Universitäten verankert ist. Die Kapitel des Buches stammen von Wissenschaftlern verschiedener Fachrichtungen und befassen sich mit den unterschiedlichen Aspekten der Erforschung des Lebens auf der Erde und der Suche nach Leben im All, von der Biochemie (vom Urknall zu den Molekülen des Lebens), Biologie (Leben in extremen irdischen Habitaten), über die Astronomie (Bedingungen für eventuelles Leben auf Mars, Titan, Europa) bis zur Raumfahrt (astrobiologische Experimente, Missionen, Schutzmaßnahmen). Obwohl als Hochschullehrbuch konzipiert, bietet dieses Buch auch interessierten Amateurastronomen einen gut verständlichen Einblick in die aktuelle Astrobiologie.

■ Thomas Rattei

Gerda Horneck und Petra Rettberg (Herausgeber): Complete Course in Astrobiology, Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2007, 412 S., ISBN 978-3-527-40660-9, ca. 69€



Demnächst in interstellarum

Ferngesteuerte Teleskope

Ein großes Teleskop auf einem hohen Berg kann sich jeder leisten – ein leistungsfähiger Internetanschluss genügt. interstellarum vergleicht drei fernsteuerbare Profi-Teleskope für die Astrofotografie, die auch Amateure nutzen können.



FAUKES TELESCOPE

Große Magellansche Wolke visuell

Sie ist ein Traumland für Deep-Sky-Beobachter: Die Begleitgalaxie der Milchstraße beherbergt hunderte Einzelobjekte wie Sternhaufen und Nebel. Ein visueller Streifzug stellt die interessantesten Ziele vor.

Newton-Selbstbau

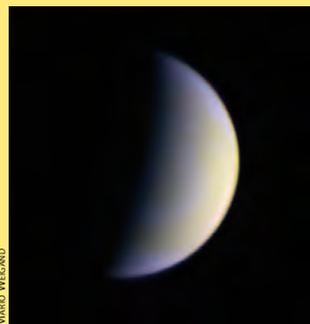
Preisträger am Internationalen Teleskoptreffen: Dieser einarmige Newton überrascht durch seine durchdachte Konstruktion und handwerkliches Feindetail.



MARKUS EMBERTCH

Guidemaster

Ärger mit der Nachführung per Autoguiden oder Webcam? Ein neues Programm eines deutschen Amateurs verspricht Abhilfe für Alltagsorgen des Astrofotografen.



MARIO WEGAND

Das neue Gesicht der Venus

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

Heft 55 ab 16.11.2007 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

Impressum

Verlag

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

Vertrieb

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

Redaktion

redaktion@interstellarum.de
Ronald Stoyan, Chefredaktion (-rcs)
Susanne Friedrich, Lektorat (-sf)
Stephan Schurig, Layout/Web (-ssg)
Frank Gasparini, Grafiken (-fg)
Matthias Gräter, Repro (-mg)
Daniel Fischer, Newsletter (-df)

Mitarbeit

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

Astrofotografie

Siegfried Bergthal, Stefan Binnewies, Radek Chromik, Torsten Edelmann, Bernd Flach-Wilken, Michael Hoppe, Bernhard Hubl, Michael Jäger, Walter Koprolin, Gerald Rhemann, Andreas Rörig, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Voltmer, Mario Weigand, Heinrich Weiß, Volker Wendel, Peter Wienerroither

Manuskriptannahme

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

Copyright/Einsendungen

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

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

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

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

Abo-Service

Oculum-Verlag GmbH
Westliche Stadtmauerstr. 30a,
D-91054 Erlangen
E-Mail: aboservice@interstellarum.de
Tel.: 09131/970694 (Mo–Do 10:00–15:00)
Fax: 09131/978596

Bezug

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

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

Private Kleinanzeigen

können kostenlos unter www.interstellarum.de/kleinanzeigen.asp aufgegeben werden

Geschäftliche Anzeigen

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

Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	7	Fernrohrland	71	Sahara Sky	71
Astronomie.de	18	Fujinon Europe	6	Spheretec	77
Astro Service-Center	45	Intercon Spacetec	4/5	Terranova Travel	77
AstroInfo	64	Kosmos-Verlag	80	Tivoli Astrofarm	77
Astrocom	U3	Wolfgang Lille	77	Teleskop-Service	80
Astro-Shop	U2	Meade Instruments	U4	Astro Optik GmbH	19
Astrolumina	38	Gerd Neumann jr.	57	William Optics	47
Astrotreff	71	nimax GmbH	8/9	Wissenschaft Online	13
Berlebach Stativtechnik	77	Oculum-Verlag	27		

Leserhinweise

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

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

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit

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

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