

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: **Das Zusammenspiel von Wolken und Mond** prägte die Eindrücke der Totalen Sonnenfinsternis am 22.7.2009, der längsten des gesamten 21. Jahrhunderts. Auch nahe dem Ende des Finsternispfads bei der Insel Puka Puka im Pazifik war dies nicht anders. Dem amerikanischen Astrofotografen Alan Dyer gelangen an Bord des Kreuzfahrtschiffes »Paul Gauguin« eindruckliche Bilder, darunter dieser spektakuläre Schuss kurz vor dem zweiten Kontakt. Die meisten Fotografen auf dem asiatischen Festland hatten weniger Glück (Seite 34). *Alan Dyer*

Liebe Leserinnen und Leser,

22 interstellarum-Finsternisjäger machten sich am 14. Juli auf den weiten Weg nach China, um die längste Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts zu sehen. Auf dem Höhepunkt einer erlebnisreichen Reise von Shanghai nach Hongkong war die Beobachtung der Finsternis bei Wuhan eingeplant. Murphy schlug jedoch zu: Just am Finsternistag legte sich von Norden eine Störung mit Wolken nahezu über die gesamte Zentralzone. War der Standort bei Wuhan zuvor von einigen Experten kritisch betrachtet worden, bewahrheiteten sich am Finsternistag die chinesischen Klimadaten: Während Shanghai in einem Regenschauer unterging, hatten die Teilnehmer der Leserreise nur mit leichter Bewölkung zu kämpfen. So blieb uns der Anblick von fünfeinhalb Minuten Totalität vergönnt, was zahlreiche Leser im Bild festhalten konnten (Seite 34).

Warum ausgerechnet vor 400 Jahren das Fernrohr erfunden wurde, und durch seine astronomische Anwendung bahnbrechende Entdeckungen gelangen, die das Weltbild veränderten – es bleibt ein Rätsel. interstellarum-Redakteur Daniel Fischer zeigt, dass die Voraussetzungen schon zuvor vorhanden waren, und es wohl nur eines Zufalls bedurfte, dieses herausragende optische Instrument zu entwickeln (Seite 14).

Eine besondere Form des Teleskops ist das Fernglas. Binokulare Fernrohre wurden zwar schon bald nach seiner Erfindung im 17. Jahrhundert gebaut, die heute üblichen Prismenfeldstecher sind jedoch Entwicklungen des 19. Jahrhunderts – übrigens aus Deutschland. Was hinter der Technik eines Fernglases steckt, welche Typen es gibt und wie man ein Glas für die Naturbeobachtung und Astronomie auswählt, zeigt das Buch »Fern-Seher« von interstellarum-Fernglas-Experte Lambert Spix, das im August im Oculum-Verlag erschienen ist. Dieses Buch ist jedoch mehr als der erste deutschsprachige Ratgeber zum Thema Ferngläser, ein ausführlicher Beobachtungsteil mit realitätsnahen Abbildungen gibt zahlreiche Tipps zu eigenen Exkursionen am Himmel – das sollten Sie nicht verpassen!

Klare Herbstnächte wünscht

Ihr

Ronald Stoyan



Der lange Weg zum Teleskop

14



Elf Minuten Feuerring

38



Glücks-Treffer

42



Eine runde Sache

57

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **Der lange Weg zum Teleskop**
Wie es vor 400 Jahren zur Erfindung des Fernrohrs kam
- 19 **Astro-Wissen: Was unterscheidet Galileische von Keplerschen Fernrohren?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **M 87: Gigant im Virgo-Galaxienhaufen**
Düstere Supernova erhellt Gammablitz
- 11 **Der kalte Mond und das Meer**
- 12 **Raumfahrt aktuell: Mondmission mit Knalleffekt**

Himmel

- **Ereignisse**
- 20 **Rendezvous für Frühaufsteher**
Venus, Merkur und Saturn am Morgenhimmel
Doppelter Mondschatten auf Jupiter am 6. November
- 21 **Mond bedeckt Antares am 21. Oktober**
Leoniden-Meteore am 17. November
- **Sonnensystem**
- 24 **Sonne aktuell: Keine Sonnenflecken mehr ab 2015?**
- 25 **Planeten aktuell: Jupiter in Aufruhr**
- 26 **Kometen aktuell: Finale für Komet Christensen**
- **Sternhimmel**
- 29 **Astronomie mit bloßem Auge: M 31**
Astronomie mit dem Fernglas: M 32 und M 110
- 30 **Objekt der Saison: NGC 869 und NGC 884**
- 32 **Veränderlicher aktuell: SS Cygni**

Praxis

- **Sonne**
- 34 **Der Kampf des Drachen mit den Wolken**
Impressionen der Jahrhundert-Sonnenfinsternis in China
- 38 **Elf Minuten Feuerring**
Die Ringförmige Sonnenfinsternis am 15.1.2010
- **Planeten**
- 42 **Glücks-Treffer**
Amateurastronom entdeckt Kometeneinschlag auf Jupiter

aktuell auf www.interstellarum.de

astroeinstieg.de

by interstellarum Zeitschrift für praktische Astronomie

Die interstellarum-Einsteigerseiten

AstronomieNewsletter

Beobachtungen, Forschung, Szene
aktuell informiert alle 14 Tage

Astroschnäppchen
AstronomieNewsletter

ausgewählte Angebote für
interstellarum-Leser

Online-Ressourcen

Kaufhausfernrohre in der Praxis Teil 1:
Besser ausgestattet als Galileo Galilei.

Kaufhausfernrohre in der Praxis Teil 2:
Besser ausgestattet als Galileo Galilei.

44 Der Dreh mit den Planeten

Orreries verdeutlichen die Mechanik der Planetenbewegungen

- **Deep-Sky**

46 Astrospektroskopie für Einsteiger

Teil 3: Der DADOS-Spaltspektrograph

50 Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Entdeckungen im Fuhrmann

53 Praxis-Wissen: Wie orientiere ich mich am Herbsthimmel?

Technik

- **Test**

54 Filter für die violette Sonne

Die Lunt Kalzium-Module in der Praxis

- **Selbstbau**

57 Eine runde Sache

Ein Kugeldobson im Selbstbau

63 Technik-Wissen: Wie reduziert man das Rauschen von Digitalkameras?

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

Der Kampf des Drachen mit den Wolken

34

Impressionen der Jahrhundert-Sonnenfinsternis in China

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 64 **Leuchtende Nachtwolken über Deutschland vom 22. Mai 2007**
- **First Light**
- 66 **Den Sonnenuntergang digital fotografieren**
- **Objekte der Saison**
- 69 **M 33 / NGC 404**
- **Galerie**
- 72 **Astrofotos unserer Leser**

Service

- **Szene**
- 74 **Globale Starparty im Oktober**
- 75 **Termine für Sternfreunde: Oktober–November 2009**
Franz Kimberger (1926–2009)
- **Rezensionen**
- 76 **Der Zyklus**
Anschauliche Astronomie
Redshift 7
- **Astromarkt**
- 77 **Kleinanzeigen**

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

Filter für die violette Sonne Die Lunt Kalzium- Module in der Praxis

54



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

M 87: Gigant im Virgo-Galaxienhaufen

Eine Untersuchung der Außenbereiche der Riesengalaxie M 87 im Virgo-Galaxienhaufen hat ergeben, dass sich Sterne, die man bisher zu M 87 rechnete, außerhalb ihres Randes befinden. Das Fehlen der äußeren Teile von M 87 wird auf noch nicht verstandene Ereignisse während der Bildung des Galaxienhaufens zurückgeführt. Möglich wäre eine frühe Wechselwirkung mit einer anderen Galaxie. Die Bewegungen der intergalaktischen Sterne weisen darauf hin, dass M 87 sich in diesem äußerst dynamischen Galaxienhaufen jetzt auf Kollisionskurs in Richtung der Galaxie M 86 befindet. Zu diesen Ergebnissen gelangten die Wissenschaftler, als sie die Bewegungen von Planetarischen Nebeln im Randgebiet der Galaxie und im intergalaktischen Raum innerhalb des Virgohaufens sehr präzise vermaßen.

Eine andere Untersuchung an M 87 hat ergeben, dass das Schwarze Loch im Herzen der Galaxie zwei- bis dreimal massereicher ist als bisher angenommen. Der Befund beruht auf Modellrechnungen mit einem

Supercomputer der University of Texas, bei der alle beobachteten Komponenten der Galaxie in Einklang gebracht wurden. Die Verteilung und Bewegung der Sterne bis hinaus zum Halo der Galaxie hängen nämlich mit der Massenverteilung innerhalb der Galaxie zusammen, d.h. auch mit einer zentralen Massenkonzentration in Form eines Schwarzen Lochs. Die Untersuchung des Schwarzen Lochs in M 87 legt nahe, dass bisher generell die Massen von Schwarzen Löchern in großen Galaxien unterschätzt werden. Damit könnte eine Unstimmigkeit ausgeräumt werden, nach der die Massen Schwarzer Löcher in nahe gelegenen Galaxien nach bisherigen Messungen geringer waren als es die Beobachtung von Qua-

saren in frühen Epochen des Universums nahelegen. Diese Quasare, extrem ferne Objekte aus einer viel früheren kosmischen Epoche, leuchten sehr hell, weil Materie von ihren Schwarzen Löchern verschlungen wird. Bisher konnte man sich nicht erklären, dass die Massen Schwarzer Löcher in diesen Quasaren bis zu zehnmilliardenmal so groß wie die Sonnenmasse waren, aber man in lokalen Galaxien nie auch nur annähernd so massereiche Schwarze Löcher entdeckte. Das Schwarze Loch im Zentrum von M 87 soll mehr als sechs Milliarden Sonnenmassen besitzen. In seiner Umgebung werden geladene Teilchen (Elektronen und Protonen) auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und in Form gigantischer Plasmaströme, sog. Jets, aus der Galaxie herausgeschleudert. Dabei entsteht sehr hochenergetische Gammastrahlung – Lichtteilchen mit der etwa Tausendmilliardenfachen Energie des sichtbaren Lichts. Sie wird erzeugt, wenn die beschleunigten geladenen Teilchen mit ihrer Umgebung reagieren. Um den Ursprung der geladenen Teilchen genauer zu untersuchen, wurde M 87 für mehr als 120 Stunden gleichzeitig im Radiobereich und im Gammastrahlenbereich beobachtet. Innerhalb dieses Zeitraums verfolgten die Forscher auch zwei große Gammastrahlen-Ausbrüche bei sehr hohen Energien. Die hochauflösende Beobachtung der inneren Region von M 87 mit dem Radioteleskopsystem Very Large Baseline Array (VLBA) belegte einen stetigen Anstieg des Radioflusses aus der unmittelbaren Nähe des supermassereichen Schwarzen Lochs im Zentrum von M 87. D.h. die Elementarteilchen werden tatsächlich in der unmittelbaren Umgebung des Schwarzen Lochs auf sehr hohe Energien beschleunigt. [MPE Aktuelles vom 20. Mai und 8. Juni 2009, ESO Science Release 19/09, MPG Presseinformation SP 2009 (133)]



saren in frühen Epochen des Universums nahelegen. Diese Quasare, extrem ferne Objekte aus einer viel früheren kosmischen Epoche, leuchten sehr hell, weil Materie von ihren Schwarzen Löchern verschlungen wird. Bisher konnte man sich nicht erklären, dass die Massen Schwarzer Löcher in diesen Quasaren bis zu zehnmilliardenmal so groß wie die Sonnenmasse waren, aber man in lokalen Galaxien nie auch nur annähernd so massereiche Schwarze Löcher entdeckte.

Das Schwarze Loch im Zentrum von M 87 soll mehr als sechs Milliarden Sonnenmassen besitzen. In seiner Umgebung werden geladene Teilchen (Elektronen und Protonen) auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und in Form gigantischer Plasmaströme, sog. Jets, aus der Galaxie herausgeschleudert. Dabei entsteht sehr hochenergetische Gammastrahlung – Lichtteilchen mit der etwa Tausendmilliardenfachen Energie des sichtbaren Lichts. Sie wird erzeugt, wenn die beschleunigten geladenen Teilchen mit ihrer Umgebung reagieren. Um den Ursprung der geladenen Teilchen genauer zu untersuchen, wurde M 87 für mehr als 120 Stunden gleichzeitig im Radiobereich und im Gammastrahlenbereich beobachtet. Innerhalb dieses Zeitraums verfolgten die Forscher auch zwei große Gammastrahlen-Ausbrüche bei sehr hohen Energien. Die hochauflösende Beobachtung der inneren Region von M 87 mit dem Radioteleskopsystem Very Large Baseline Array (VLBA) belegte einen stetigen Anstieg des Radioflusses aus der unmittelbaren Nähe des supermassereichen Schwarzen Lochs im Zentrum von M 87. D.h. die Elementarteilchen werden tatsächlich in der unmittelbaren Umgebung des Schwarzen Lochs auf sehr hohe Energien beschleunigt. [MPE Aktuelles vom 20. Mai und 8. Juni 2009, ESO Science Release 19/09, MPG Presseinformation SP 2009 (133)]

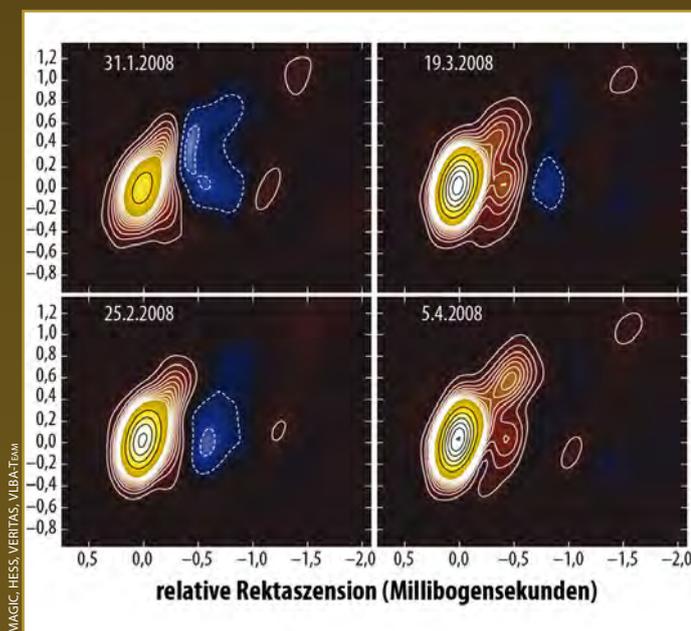


Abb. 2: Die zeitliche Abfolge von Bildern im Radiolicht des innersten Bereichs von M 87 zeigt einen Anstieg des Radioflusses aus dem Zentrum der Galaxie. Während des Anstiegs ließ sich verstärkte Aktivität auch im hochenergetischen Gammastrahlungsbereich beobachten.

Düstere Supernova erhellt Gammablitze

Sterne mit mehr als acht Sonnenmassen enden gewöhnlich in gewaltigen Explosionen: Als Supernovae, die in kurzer Zeit mehr Energie freisetzen als die Sonne während ihrer gesamten Lebensspanne von zehn Milliarden Jahren; dabei strahlen

sie so hell wie Milliarden von Sternen. Es geht aber auch weniger spektakulär. »Düstere« Supernovae sind 100 Mal energieärmer und sehr viel lichtschwächer. Jetzt haben Forscher zum ersten Mal eine solche Supernova entdeckt, deren Spektrum

obendrein keinerlei Spuren von Wasserstoff aufweist – und damit möglicherweise das Rätsel um bestimmte kosmische Gammablitze gelöst. Das Fehlen von Wasserstoff in SN 2008ha, so die Bezeichnung der 67 Millionen Lichtjahre entfernten Supernova,



STEFAN TAUBENBERGER

Als Prototyp einer neuen Supernova-Art hat sich SN 2008ha (Pfeil) entpuppt. Die Sternexplosion fand in einer 67 Millionen Lichtjahre entfernten Galaxie statt.

deutet darauf hin, dass der Stern seine äußeren wasserstoffreichen Schichten schon

vor der Explosion vollständig verloren hat. Dafür gibt es zwei Erklärungen: die Wechselwirkung mit einem Partnerstern oder starke stellare Winde, welche die Hülle des Vorläufersterns ins All geblasen haben. Im zweiten Szenario, das nur für massereiche Sterne in Frage kommt, hätte sich der kollabierte Kern des Sterns in ein schwarzes Loch verwandelt. Dieses wiederum hätte den größten Teil jener radioaktiven Materie verschluckt, die im Zuge einer Supernova synthetisiert wird. In der Tat fanden die Forscher in der Explosionswolke nur wenig radioaktives Material. Sollte dieses Modell zutreffen, ist SN 2008ha besonders wichtig für das Verständnis des Zusammenhangs zwischen Supernovae und einer Gruppe von langen – etliche Sekunden andauernden – kosmischen Gammablitzten (vgl. interstel-

larum 65): Seit mehr als einem Jahrzehnt vermuten die Astronomen nämlich, dass solche Ausbrüche bei sehr starken Supernova-Explosionen entstehen. Allerdings haben Wissenschaftler in den vergangenen Jahren zwei lange Gammablitzte registriert, die scheinbar nicht von derart gewaltigen stellaren Explosionen begleitet waren und eine Verbindung zu düsteren Supernovae nahe legten. Das Problem: Bisher waren nur wasserstoffreiche düstere Supernovae bekannt – die jedoch als Kandidaten ausgeschlossen, da ihre ausgedehnten Wasserstoffhüllen die Bildung von Gammablitzten verhindern würden. Die Existenz von wasserstoffarmen düsteren Supernovae wie SN 2008ha könnte das Rätsel jetzt lösen. [MPG Presseinformation SP / 2009 (105), Nature 459, 674 (2009)]

Der kalte Mond und das Meer

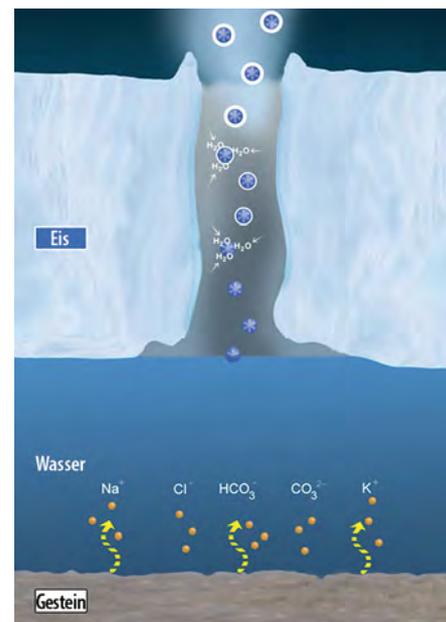


NASA, JPL, SPACE SCIENCE INSTITUTE

Abb. 1: Eisfontänen in Enceladus' Südpolregion.

Mit rund 500 Kilometern Durchmesser gehört Enceladus zu den kleineren Trabanten des Saturn. Dennoch rückte der Eismond in den vergangenen Jahren in den Brennpunkt der Planetenforschung – als möglicher Hort des Lebens: Mehrere Vorbeiflüge der NASA/ESA-Raumsonde Cassini brachten die Wissenschaftler auf die Spur organischer Verbindungen. Und es gab Hinweise auf flüssiges Wasser, die allerdings heftig umstritten waren. Enceladus ist geologisch sehr aktiv, an seinem Südpol entdeckte man Eisvulkane, die Fontänen von Wasserdampf und Eisparkeln ausstoßen und damit den diffusen äußeren E-Ring um Saturn speisen. Die weniger als einen Mikrometer (tausendstel Millimeter) großen Eispartikel im Ring wurden deshalb mit dem Cosmic Dust Analyzers (CDA) an

Bord der Raumsonde Cassini untersucht. Dabei wurden reine Eispartikel und solche mit Einschlüssen aus organischen Verbindungen oder Silikaten identifiziert. Kürzlich wurden auch Teilchen gefunden, die bis zu zwei Prozent Natriumsalze enthalten, insbesondere Kochsalz und Natriumcarbonat nebst Spuren von Kaliumsalzen. Diese Natriumsalze weisen darauf hin, dass flüssiges Wasser auf Enceladus derzeit vorhanden sein muss, da beim langsamen Gefrieren von Meerwasser das Salz – im Gegensatz zu vielen organischen Verbindungen und Silikat – im Wasser verbleibt und somit das Eis praktisch salzfrei ist. Die Salze sollen dabei im Inneren von Enceladus aus dem Gestein durch flüssiges Wasser ausgewaschen werden. Bei Beobachtungen von der Erde aus wurde jedoch kein Kochsalz in den Ausbruchswolken auf Enceladus entdecken, woraus man schließen kann, dass der Verdampfungsprozess unter der Oberfläche langsam von Statten geht. Aufgrund der Daten kann man allerdings noch nicht entscheiden, ob es einen großen Ozean unter der Eiskruste gibt oder das Wasser in einzelnen Taschen eingeschlossen ist. Weitere Hinweise für flüssiges Wasser könnten von der Entdeckung von Ammonium in den Ausbruchswolken kommen, da diese Verbindung sich in Wasser löst und den Gefrierpunkt des Wassers absenkt: Wasser könnte bis zu einer Temperatur von -97°C flüssig bleiben. In den Brüchen an Enceladus Südpol, wo die Eisvulkane aktiv sind, hat man Temperaturen über -93°C festgestellt. [MPG Presseinformation SP / 2009 (124), JPL News 2009-101, JPL News 22.7.2009]



Max-Planck-Institut für Kernphysik

Abb. 2: Modell des Ozeans auf dem Saturnmond Enceladus: Minerale aus dem Gestein werden im Wasser gelöst (unten), versprühte Tröpfchen gefrieren sofort (Mitte), werden während der Passage durch den Spalt in der Eiskruste von zusätzlich anfrischem Wasserdampf umhüllt und dann als Staubteilchen ausgestoßen (oben).

Surftipps

JPL/NASA: www.jpl.nasa.gov

Space Telescope Science Institute:
www.stsci.edu

ESO Presse Mitteilungen: www.eso.org/outreach/press-rel

Max-Planck-Gesellschaft: www.mpg.de

Raumfahrt aktuell

Mondmission mit Knalleffekt

Die indische Sonde Chandrayaan-1 ist seit dem 23. Juni nicht mehr einsam im Mondorbit: Kurz nacheinander traten fünf Tage nach dem gemeinsamen Start auf einer Atlas V-Rakete der Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) der NASA in eine stabile Umlaufbahn ein und flog der künftige Impaktor LCROSS am Mond vorbei, um per Schwerkraftschwingung auf die gewünschte Absturzbahn zu gehen. Der Einschuss von LRO war um 12:27 MESZ mit dem Ende einer 40-minütigen Triebwerkszündung abgeschlossen; schon in deren Mitte war eine stabile Bahn erreicht worden. Zunächst war der Orbit mit 220km × 3100km Höhe noch sehr elliptisch, wurde aber rasch mit vier weiteren Zündungen erheblich »tiefer gelegt«. Im August soll LRO dann für ein Jahr in eine für Mondorbiter ungewöhnlich niedrige Kreisbahn von nur 50km Höhe gebracht werden: Nur sie ermöglicht beispielsweise den vergleichsweise kleinen Kameras eine Bodenauflösung von einem (!) Meter oder noch darunter. Aber bereits in dem Zwischenorbit zum Prüfen aller sieben Instrumente gelangen spektakuläre Bilder der Mondoberfläche.

Unmittelbar nach der Ankunft von LRO erreichte auch der weiterhin auf der Atlas-Oberstufe Centaur sitzende LCROSS um 12:30 MESZ sein Periselen in 3200km Mondabstand – und dann wurden knapp eine Stun-

de lang auch seine Instrumente am Mond erprobt. Als solche überzeugten die – live per Webstream in alle Welt geschickten – Bilder aus wieder wachsendem Abstand zwar nicht besonders, aber das war auch kein Wunder: Schließlich werden sie der Staubwolke, die die Raketenstufe bei ihrem Einschlag produzieren wird, dann wesentlich näher sein, stürzt LCROSS selbst doch nur Minuten später ebenfalls auf den Mond. Die Spezifikationen der Instrumente wurden dem Vernehmen nach erfüllt, so etwa bei den Infrarotsensoren. Noch entfernt sich LCROSS auf mehreren weiten Schleifen vom Mond, bis zu seinem Impakt voraussichtlich am 9. Oktober gegen 13:30 MESZ. Das Ziel wird dabei erst 30 Tage vorher festgelegt, so dass noch erste Erkenntnisse von LRO zu viel versprechenden Eisvorkommen am Südpol berücksichtigt werden können. Schon jetzt füllt sich sein Online-Archiv mit Testaufnahmen, die auch in voller Auflösung angeboten werden: Mit einem cleveren Webtool lässt sich hineinzoomen.

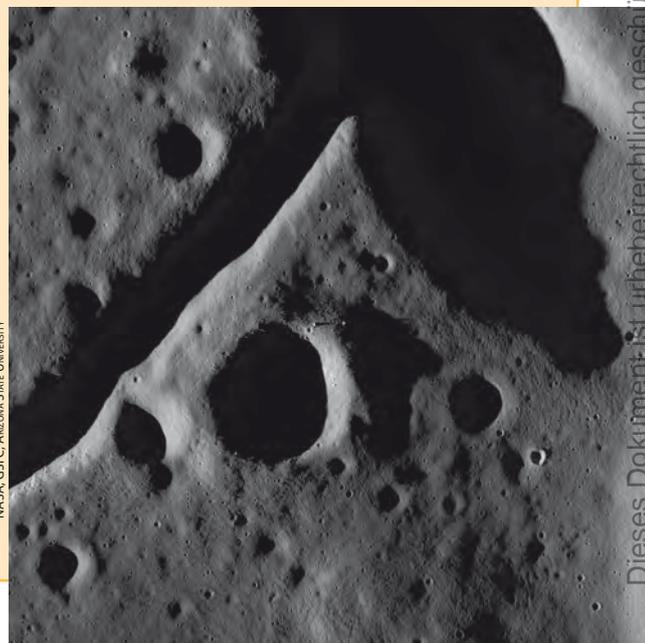
■ Daniel Fischer

Surftipp

Homepage der LRO-Kamera
LROC: lroc.sese.asu.edu

1,7km ist das Bildfeld dieser Aufnahme

mitten aus dem Mondkrater Compton groß, die die hochauflösende Kamera LROC des neuen NASA-Mondorbiters Anfang Juli in der Testphase aus 172km Höhe schoss. Auch Teile des Zentralbergs und Brüche im Kraterboden sind zu sehen.



NASA, GSFC, ARIZONA STATE UNIVERSITY

Der lange Weg zum Teleskop

Wie es vor 400 Jahren zur Erfindung des Fernrohrs kam

VON DANIEL FISCHER

Bereits im ausgehenden 13. Jahrhundert kannte die westliche Welt recht gut funktionierende Brillen, – die ersten Fernrohre bestanden aus Kombinationen von Brillengläsern – aber vor dem frühen 17. Jahrhundert ist kein funktionsfähiges Teleskop verbürgt. Die Suche nach dem Ursprung des Teleskops führt tief in die Kulturgeschichte: Erst in den letzten Jahren hat sich eine plausible Abfolge von Ereignissen herausgeschält, die zugleich auch die Frage beantwortet, warum zwischen Brille und Teleskop über 300 Jahre vergangen sind.



Wir kennen den Tag, an dem zum ersten Mal ein offensichtlich funktionsfähiges Fernrohr aktenkundig wurde: Am 25. September 1608 wurde ein Unbekannter beim Prinzen von Nassau vorstellig, mit einem seltsamen Gerät und einem Empfehlungsschreiben der Räte der niederländischen Provinz Seeland (Abb. 2). Mit dem Instrument könne man »ferne Dinge ganz nah sehen«, hieß es in dem heute noch erhaltenen Schreiben, und dass es sich um eine ganz neue Erfindung handele. Noch konkreter wird die Aktenlage eine Woche später, als am 2. Oktober 1608 der in Wesel geborene, aber im besagten Seeland im Städtchen Middelburg arbeitende Brillenmacher Hans Lipperhey ein Patent für das Teleskop beantragte (Abb. 3) – und es nicht erhielt, weil binnen weniger Tage mehrere konkurrierende Anträge anderer Brillen-



Abb. 1: Mit einem Fernrohr in der Hand betrachtet ein Mann ein fernes Schloss. Das Gemälde »Landschaft mit dem Schloss Mariemont« von Jan Bruegel d. Ä. aus dem Jahr 1609 ist wohl die erste bildliche Darstellung des Teleskops.

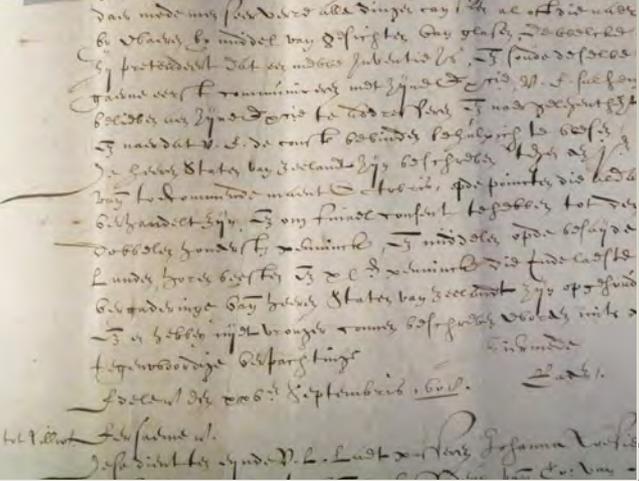


Abb. 2: Der erste schriftliche Beleg für die Existenz des Fernrohres, ein Empfehlungsschreiben der Räte der Provinz Seeland an den Herzog von Nassau: Der – unbekannte – Überbringer sei im Besitz eines Instruments, »mit dem man ferne Dinge ganz nah sehen kann« und das eine ganz neue Erfindung sei. Im Original gezeigt 2008 in der Ausstellung »De Telescoop« zur Teleskopgeschichte im Museum Boerhaave in Leiden in den Niederlanden.

macher eingingen und die Prioritätsfrage damals nicht zu klären war. Dass aber Lipperhey oder seine Widersacher Zacharias Janssen oder Jacob Adriaanszon als Erfinder des Teleskops in Frage kommen, ergibt sich aus der Bauweise der ersten noch erhaltenen Instrumente: Ihre Optik bestand tatsächlich aus Brillengläsern, gesteckt in mehr oder weniger elegante Röhren. Damit war das Fernrohr ein offensichtliches Abfallprodukt des Brillenschleifens, das freilich erst mit 350 Jahren Verspätung das Licht der Welt erblickte.

Eine lange Geburt...

Historiker sind sich sicher, dass das Teleskop keinesfalls ein Ergebnis theoretischer Vorarbeit in der Optik war, sondern das Resultat unzähliger Versuche und Zufälle, oft in der Folge großer kultureller und politischer Entwicklungen. Und es waren immer Handwerker und keine Gelehrten, die

die einzelnen notwendigen Durchbrüche erzielten: Daher existieren auch keinerlei schriftliche Aufzeichnungen über ihre Gedankengänge, ja selbst zeitgenössische Sekundärquellen machen sich rar. Dennoch sind über die Jahrhunderte einige Spuren erhalten geblieben, aus denen im Jahre 2007 der Schweizer Astronom und Optiker Rolf Willach eine in sich geschlossene Vorgeschichte des Teleskops entwickelt hat, die in weiten Teilen überzeugt. Beweisen lässt sich jeder Einzelschritt zwar nicht, aber Willach hat etwas getan, was viele

Historiker nicht können: Er hat, inzwischen Privatgelehrter, zahlreiche historische Linsen auf seiner optischen Bank untersucht und ihre Leistung wie ihre Schwächen explizit gemessen. Eine fundamentale Einsicht dabei: Es wäre zwar schon früh möglich gewesen, mit zwei Linsen hintereinander ein Gerät zu bauen, das einen fernen Gegenstand vergrößert. Aber es wurde tatsächlich erst vor 400 Jahren möglich, damit auch schärfer zu sehen als es das unbewaffnete Auge kann. Ersteres ist für Willach der »teleskopische Effekt«, nur letzteres aber ein richtiges Fernrohr.

...und viele mögliche Väter

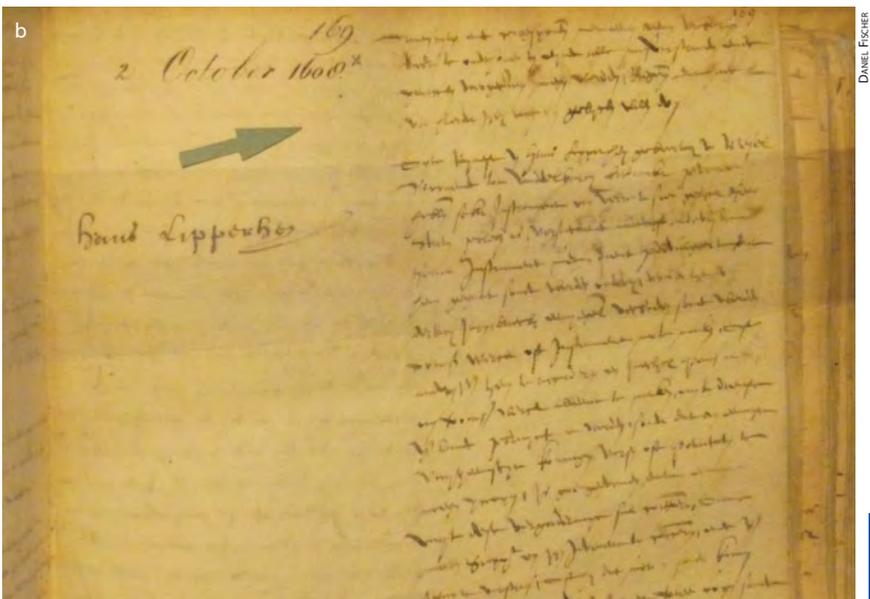
Auf der Spur des teleskopischen Prinzips sind mit Beginn der Neuzeit so manche Forscher gewesen, wenn auch mangels Kenntnis der Gesetze der Lichtbrechung durch ungeleitete Experimente. So hat etwa um das Jahr 1508 Leonardo da Vin-

ci Skizzen gezeichnet, die man als Galileisches Fernrohr interpretieren könnte – und in den 1930er Jahren wurde er in Italien gar eine Weile als Erfinder des Teleskops gefeiert (während dieses heute als eine der wenigen Erfindungen geführt wird, die dem Universalgenie explizit nicht zugeschrieben werden können). Im Jahre 1538 beschrieb Girolamo Fracastoro einen teleskopischen, also schwinkervergrößernden, Effekt mit zwei Linsen, der ihm persönlich aufgefallen zu sein scheint. Aber es ist sehr zweifelhaft, dass er auch die Winkelauflösung steigern konnte, das Kriterium für ein echtes Fernrohr. Die interessanteste Erwähnung eines möglichen Teleskops vor 1608 stammt aus dem Jahre 1571: Thomas Digges beschreibt etwas, das ein Spiegelteleskop sein könnte, und es mag sogar durchklingen, dass er damit auch etwas praktische Astronomie betrieben haben könnte, z.B. mehr Sterne als mit dem Auge sah. Naturgemäß hat diese These vor allem in Großbritannien für Aufsehen gesorgt – doch auch hier fehlt jeder konkrete Beleg, und es ist auf jeden Fall keine Produktion Diggesscher Spiegelteleskope erfolgt.

Der Lesestein

Die Spuren der Linsenherstellung lassen sich dagegen bis ins Altertum zurück verfolgen: So gab es schon vor dreitausend Jahren im Vorderen Orient geschliffene Kristalle, die zwar Linseneigenschaften besaßen und dafür wohl auch bestaunt wurden, aber viel zu schlecht waren, um sie in Teleskopen zu verwenden – Willach hat dies konkret nachgemessen. Die antike Schleiftechnik – mit rotierenden Scheiben – fand sich auch im europäischen Mittelalter wieder, und zahlreiche Kunstgegen-

Abb. 3: Hans Lipperhey (a) und das Original des – später abgeschmetterten – Patentantrags vom 2. Oktober 1608 (b), gezeigt 2008 in der Ausstellung zur Teleskopgeschichte »De Telescoop« im Museum Boerhaave in Leiden in den Niederlanden.



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



Abb. 4: Der Lesestein stellt die erste nachgewiesene Nutzung von Linseneigenschaften dar. Er musste direkt auf den zu lesenden Text gelegt werden.

war offenbar damals schon ein Attribut für Gelehrsamkeit und bei weitem nicht mehr neu zu nennen.

Die Brille wird erfunden

Die letzten Schritte zur Brille und damit der fundamentalen Erfindung für das spätere Fernrohr müssen nun Schlag auf Schlag gekommen sein. Zwar darf seit dem 12. Jahrhundert das Wissen in den Klöstern angenommen werden, dass sich nahezu, aber nicht ganz plankonvexe Platten aus Bergkristall mit Handgriff als Sehhilfen eignen. Ihre Herstellung war aber mühsam und Glückssache, und es konnten auch keine zwei identischen Linsen hergestellt werden. Die Erfindung des Kristallglases in Venedig um das Jahr 1280 brachte endlich Hoffnung auf ein Material, das leichter zu bearbeiten war – und mit der Kunst des Glasblasens (die heute wie damals auf der Insel Murano gepflegt wird) öffnete sich ein neuer Weg zur Linsenherstellung. Man blies eine große dünne Glaskugel, sprengte runde Plättchen aus, schliiff deren konkave Innenseite plan – und schon hatte man eine ganze Reihe de facto identischer Linsen mit derselben Brechkraft in Händen! Diese Entdeckung muss um 1285 gelungen sein, und genau im Jahr 1300 werden erstmals Brillen als »runde Scheiben für die Augen« aktenkundig, die den heute üblichen schon verblüffend ähneln. Durch einen kuriosen Umstand haben eine Anzahl Brillen der ersten Jahrzehnte den Weg in die Gegenwart gefunden: Man entdeckte sie 1953 unter den Dielen des Klosters Wienhausen bei Celle, wo sie bereits vor dem Jahre 1330 hineingerutscht sein mussten. Aber auch auf zahlreichen Bildern aus dem 14. und 15. Jahrhundert sind identische Brillen zu sehen, zwei Linsen mit einem Bügel, der auf die Nase gesteckt wird (Abb. 5).

Schriftgelehrten erlaubte, kleingeschriebene Texte entziffern zu können. Zum Schreiben waren diese »lapides ad legendum« hingegen unbrauchbar, weil sie direkt auf dem Papier liegen mussten – eine Sackgasse der Entwicklung also und auch kein direkter Vorgänger der Brille, die so plötzlich im 13. Jahrhundert auftauchen sollte. Willachs Hypothese ist nun, dass das Prinzip der Brillenherstellung damals schon länger bekannt und nur für etwas völlig anderes benutzt worden war.

Die Linse am Stiel

Die historische Spurensuche führt überraschend zu den Kreuzzügen: Aus dem Nahen Osten gelangten in ihrer Folge Unmengen von Reliquien nach Europa, in solcher Zahl, dass fast jede Gemeinde ein vermeintliches Körperteil oder Besitztum eines Heiligen ihr Eigen nennen konnte. Bald wurde es üblich, dies auch öffentlich zu zeigen, und um die oft winzigen kleinen Knochensplitter etc. vor Umwelteinflüssen und Diebeshänden zu schützen, kamen sie hinter kleine Glasfenster. Wie Willach nun feststellen konnte, ist die optische Qualität dieser Fensterchen oft erstaunlich: Den Schliff wasserklaren Bergkristalls (also reinen Quarzes) zu planen Scheiben hatte man im Hochmittelalter nach Jahrhunderten der Übung gut im Griff. Und dabei wird irgendwann im 13. Jahrhundert – weder Zeitpunkt, noch Ort, noch Beteiligte dieses Durchbruchs sind bekannt – entdeckt worden sein, dass sich ein bisschen gekrümmt geschliffene Scheibchen als Sehhilfen eignen, und zwar nun nicht mehr direkt auf dem Papier liegend sondern vor dem Auge gehalten: Eine neue Welt für die Fehlsichtigen tat sich mit einem Mal auf. Die zufällig geglückten Linsen pflegte man offenbar auf Stiele zu montieren und vor das Auge zu halten. In der Mauritiusrotunde im Münster von Konstanz findet man von etwa 1260 die vermutlich älteste Darstellung, rund 20 Jahre bevor die ersten Brillen verbürgt sind: eine Skulptur von Hippokrates mit einem Salbentopf und Linse am Stiel. Sie

stände vor allem sakraler Natur waren vor rund tausend Jahren mit sauber geschliffenen Kristallen geschmückt. Bei solchen Arbeiten – womöglich aber auch schon im Altertum und sicher wohl in Arabien im 9. oder 10. Jahrhundert – muss entdeckt worden sein, dass ein auf einer Seite plan und auf der anderen konvex geschliffener Kristall eine vergrößernde Wirkung hat, wenn man ihn auf einen geschriebenen Text legt (Abb. 4). Der Lesestein war entdeckt, der es nun (alters-)weitsichtigen

Abb. 5: Im Mittelalter wurden Brillen vor allem zum Lesen von Büchern benutzt.



Chr. Zeiss AG

Nur unscharfe Bilder

So gut sie Sehfehler zu korrigieren mochten (die man bis dato für Krankheiten gehalten hatte, die man allenfalls mit Medikamenten zu behandeln trachtete), so ungeeignet wären die Brillengläser der damaligen Zeit als Objektive für Fernrohre geeignet gewesen. Denn Brillen sitzen einen Zentimeter vor dem

Der Autor dankt insbesondere Govert Schilling und den niederländischen Sponsoren für die Organisation einer Journalistenreise zu den Originalschauplätzen, die die Recherchen maßgeblich befruchtet hat!

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

Auge, dessen Durchmesser durch die Pupille zumindest tagsüber auf zwei bis fünf Millimeter begrenzt ist: Schwankungen der Brechkraft einer Linse von Ort zu Ort spielen so kaum eine Rolle. Ein Objektiv eines Fernrohres ist jedoch als Ganzes an der Bildgebung beteiligt: Unterschiedliche Brennweiten verschiedener Zonen führen zu zwar vielleicht vergrößerten, aber derart unscharfen Bildern, dass keine Steigerung der Winkelauflösung möglich ist und mithin kein Teleskop im eigentlichen Sinne entsteht. Anhand der »brillenarchäologischen« Funde konnte dies Willach praktisch demonstrieren. Die Brillengeschichte schritt derweil munter voran: So waren bereits Mitte des 15. Jh. Negativlinsen bekannt, aber bis zum 18. Jh. kaum in Gebrauch. Kurzsichtigkeit störte weniger als die Alters-Weitsichtigkeit. Der Bedarf nach Lesebrillen nahm mit der Erfindung des Buchdrucks ab 1450 rapide zu, doch die Kosten der italienischen Brillen waren zu hoch: Nun wurden anderswo neue Herstellungstechniken ersonnen.

Das unverstandene Phänomen

Insbesondere eine Erfindung in Nürnberg brachte die Technik entscheidend voran: Planglas wurde mit konkaven Metallschalen auf einer Seite konvex geschliffen (Abb. 6). Dieses Verfahren eignete sich einerseits zur Massenproduktion minderwertiger, aber für Brillen ausreichender Linsen, konnte aber andererseits – und zwar anders als die Blase-Ausspreng-Technik aus Venedig – auch in Richtung immer höherer Linsenqualität weiter entwickelt werden. Im 16. Jahrhundert wurde die Zeit langsam reif für die entscheidende Erfindung. Eine ganze Reihe Forscher beschrieben bereits in gelehrten Büchern eine Art teleskopischen Effekt (ohne Steigerung der Bildschärfe) oder hatten nachweislich mit Kombinationen von Linsen und/oder Spiegeln experimentiert. Der eingangs erwähnte Girolamo Frascatoro schrieb schon sehr konkret: »Wenn jemand durch zwei Brillengläser schaut und dabei das eine hinter das andere hält, dann sieht er jedes Ding viel größer und näher.« Aber Willachs Experimente mit damaligen Linsen belegen zweifelsfrei, dass immer noch keine Verbesserung der Auflösung zu erreichen war: Die Forscher hatten zwar etwas Richtiges entdeckt, aber diese »Naturmagie«, wie man solcherlei Phänomene damals nannte, weder verstanden noch tatsächlich nutzen oder gezielt weiter entwickeln können.

Der Durchbruch

Der entscheidende Durchbruch gelang dann – nach heutigem Forschungsstand – mit großer Wahrscheinlichkeit Hans Lipperhey im Laufe des Jahres 1608: Er kombinierte eine Sammellinse und eine Zerstreuungslinse, wie es auch schon andere vor ihm getan haben dürften. Aber dann setzte er eine ziemlich enge Blende direkt vor das Objektiv! Das Bild im Okular wurde so zwar viel dunkler, aber der Schärfeertrag machte aus der Linsenkombination nun ein echtes Fernrohr, mit dem man ferne Dinge nicht nur größer, sondern auch schärfer sehen konnte. Man mag es als »holländisches« oder »Galileisches« Teleskop bezeichnen: Alle heute noch erhaltenen Linsenfernrohre der ersten Jahrzehnte verfügen über die entscheidende Blende, inklusive derjenigen, mit denen alsbald Galileo Galilei seine bahnbrechenden Entdeckungen am Himmel machen sollte. Die Kunde von dem Blendentrick hat sich wohl rasend schnell über ganz Europa ausgebreitet, wobei Zacharias Janssen leichtes Spiel gehabt haben dürfte: Seine Werkstatt und diejenige von Lipperhey lagen quasi nebeneinander, beiderseits einer Kirche, die es im Gegensatz zu ihren Häusern heute noch gibt. In jüngster Zeit wird dem dritten Kandidaten Jacob Adriaanszon, genannt Metius von Alkmaar, in der niederländischen Forschung eine größere eigenständige Rolle zugesprochen, aber der Geburtsort des Teleskops bleibt in den Niederlanden, die seinen 400. Geburtstag auch ausgiebig gefeiert haben.

- [1] Willach, R.: Der Lange Weg zur Erfindung des Fernrohres, *Acta Historica Astronomiae* 33, 34 (2007)
- [2] Greco, V., Molesini, G., Quercioli, F.: Optical tests of Galileo's lenses, *Nature* 358, 101 (1992)
- [3] Watson, F.: *Stargazer, the life and time of the telescope*, Da Capo Press, Cambridge, USA (2006)
- [4] Herrmann, D.: *Der Zyklus*, Westermann, Braunschweig (2009)

Surftipps

400 Jahre Erfindung des Teleskops:
www.inventionofthetelescope.eu
 Das Galilei Projekt: galileo.rice.edu
 Galileis Teleskope: brunelleschi.imss.fi.it/telescopiogalileo
 Geschichte der Astronomie 1500–1750: www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/stories/geschi.html



Abb. 6: Mit solch einer Schleifanlage wurden zu Lipperheys Zeiten Linsen hergestellt: An der Volkssternenwacht Philippus Lansbergen im niederländischen Middelburg hat man die Technik sorgfältig rekonstruiert und kann sie heute Besuchern vorführen.

Abb. 7: Eine Auswahl von kleineren Teleskopen aus dem späten 17. Jahrhundert, allesamt mit vielfachem Auszug, um sehr lange Brennweiten realisieren zu können. Aus der Sonderausstellung zur Teleskopgeschichte »De Telescoop« im Museum Boerhaave in Leiden in den Niederlanden 2008.



Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Was unterscheidet Galileische von Keplerschen Fernrohren?

Im Oktober 1608 beantragte Hans Lipperhey aus Middelburg das Patent für das erste Fernrohr, dessen Bauart heute als Galileisches oder Holländisches Fernrohr bezeichnet wird. Galilei hörte 1609 von dieser Erfindung und verbesserte es in der Folgezeit, so dass er bereits im Sommer 1610 ein Fernrohr mit 30-facher Vergrößerung besaß. Die Vermessung einiger Fernrohre und Linsen, die Galilei zugeschrieben werden, mit einem modernen Fizeau-Interferometer ergab, dass die Oberflächen perfekt geschliffen sind [1].

Das Galileische Fernrohr besteht aus einer Sammellinse als Objektiv und einer Zerstreuungslinse kleinerer Brennweite als Okular. Wenn das Okular innerhalb der Brennweite des Objektivs liegt und sein Brennpunkt mit dem des Objektivs übereinstimmt, verlassen die Strahlen das Okular parallel. Dies ist praktisch, da das Auge nicht akkomodieren muss. Es entstehen aufrechte und seitenrichtige Bilder, jedoch ist das Gesichtsfeld recht klein. Das Galileische Fernrohr wird heute nur noch bei Operngläsern und Fernrohrbrillen eingesetzt, da es eine kurze Bauweise erlaubt. Außerdem kann mit dem Galileischen Fernrohr kein Fadenkreuz verwendet werden, da es kein reelles Zwischenbild erzeugt.

Als Keplersches oder astronomisches Fernrohr bezeichnet man ein Linsenfernrohr, dessen Objektiv und Okular jeweils eine konvexe Sammellinse ist. Das Objektiv besteht dabei aus einer Sammellinse mit großer Brennweite, das Okular aus einer mit kurzer Brennweite. Johannes Kepler beschrieb diese Bauweise 1611 in seinem Buch *Dioptrice* zum ersten Mal; ob er es erfunden hat, ist allerdings ungewiss. Das erste überlieferte Fernrohr in »Keplerbauweise« wurde jedenfalls vom Jesuiten Christoph Scheiner um 1613 gebaut.

Da sich beim Keplerschen Fernrohr der Strahlengang im Teleskop kreuzt, erzeugt das Objektiv in der Brennebene ein reelles, aber um 180° gedrehtes Bild des betrachteten Gegenstands, das man mit Hilfe des Okulars hinter der Brennebene wie durch eine Lupe ansieht. Dadurch ergibt sich zwar eine größere Baulänge im Vergleich zum Galileischen Fernrohr, die in etwa der Summe der Brennweiten von Objektiv und Okular entspricht (unendlich weit entfernter Beobachtungsgegenstand), aber auch ein größeres Gesichtsfeld. Ferner kann man in der Brennebene Mikrometerrädchen anbringen, mit denen Abstände oder Winkel gemessen werden können.

Das Galileische und das Keplersche Fernrohr besitzen als Objektiv jeweils nur eine einfache Linse, die Abbildungsfehler wie chromatische und sphärische Aberration aufweist. Da sich sowohl die sphärische Aberration, bei der Lichtstrahlen vom Rand und der Mitte der Linse nicht in einem Fokus vereint werden können, als auch die chromatische Aberration, bei der verschieden farbiges Licht verschiedene Brennpunkte hat, durch geringe Öffnungsverhältnisse ($<f/50$) reduzieren lassen, kann man die Abbildungsqualität durch Abblenden verbessern oder Teleskopungetüme mit Brennweiten um die 40m – wie im 17. Jh. geschehen – bauen. Seit 1733 behebt man zumindest teilweise die chromatische Aberration durch die Kombination von Sammellinsen und Zerstreuungslinsen aus unterschiedlich stark brechenden Gläsern.

[1] Greco, V., Molesini, G., Quercioli, F.: Optical tests of Galileo's lenses, *Nature* 358, 101 (1992)

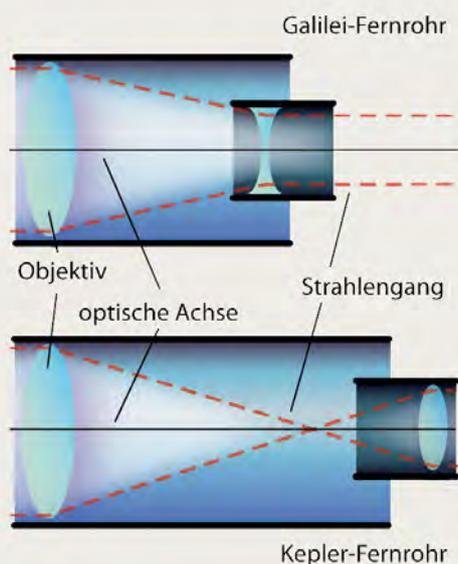


Abb. 1: Strahlengang in einem Galileischen (oben) und einem Keplerschen Fernrohr (unten).

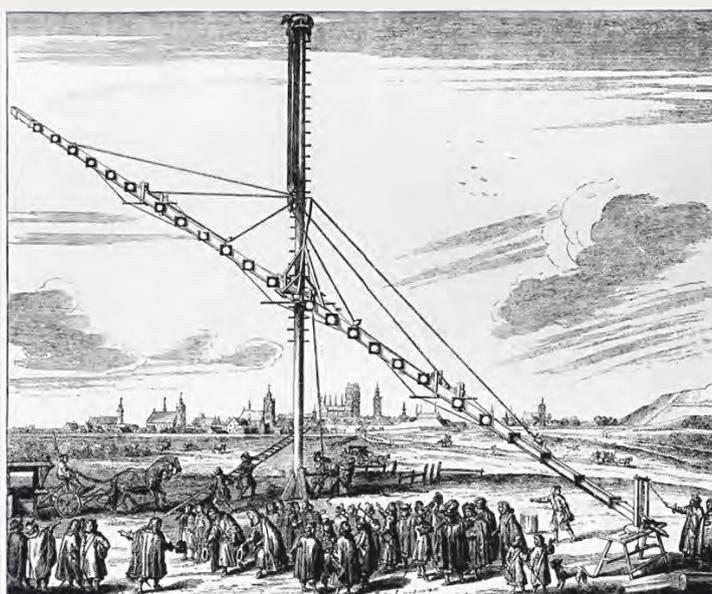


Abb. 2: Hevelius baute im 17. Jh. ein 45,7 Meter (150ft) langes Fernrohr nach Kepler, um durch die große Brennweite die Linsenfehler der verwendeten Einzellinse zu minimieren. Diese »Luftfernrohre« waren äußerst schwer zu bedienen, da sie nur winzige Gesichtsfelder erlaubten.

Himmelsereignisse im Oktober/November 2009

Rendezvous für Frühaufsteher

Merkur, Venus und Saturn am Morgenhimmel



Abb. 1: Anblick des Morgenhimmels im Osten am 6. Oktober gegen 6:30 MESZ Uhr mit den Planeten Merkur, Saturn und Venus.

Während Jupiter als einziger heller Planet im Oktober und November am Abendhimmel die Stellung hält, tummeln sich gemeinsam am Morgenhimmel drei andere helle Planeten, namentlich Venus, Mars und Saturn. Anfang bis Mitte Oktober präsentiert sich zudem Merkur in der einzigen im deutschsprachigen Raum guten Morgensichtbarkeit: Am 6. Oktober erreicht er mit nur $17^{\circ} 57'$ Abstand von der Sonne seine größte Westliche Elongation. Dieser geringe Abstand reicht dennoch aus, um den dann $-0^m,5$ hellen Planeten wenige Grad über dem Osthorizont aufzuspüren, da die Ekliptik im Herbst morgens steil aufsteigt. Zwei Tage später am 8. zieht er in $18'$ Abstand südlich an Saturn vorbei, der sich nach seiner Konjunktion am 17. September gera-

de wieder aus den Fängen der Sonne befreit. Die Öffnung seiner Ringe beträgt zu Beginn des Beobachtungszeitraumes nur $1,5^{\circ}$ und steigt bis Ende November auf $4,3^{\circ}$ an. Nachdem die Erde die Ringebene am 4. September gekreuzt hat, blicken wir nun auf die Nordseite der Saturnringe.

Zwischen dem 12. und 15. Oktober begegnet auch die helle Venus dem Ringplaneten und passiert ihn am 13. in nur $31'$ Abstand. Venus folgt der Sonne in südliche Bereiche der Ekliptik, wird sie aber erst im neuen Jahr am 11. Januar einholen. Am 2. November hat sie dabei noch ein Rendezvous mit Spika in der Jungfrau, bevor sie das Sternbild am 14. verlässt und in die Waage wechselt. Im Teleskop zeigt sie sich rundlich als kleines $11''$ - $10''$ messendes, nahezu voll beleuchtetes Scheibchen. Bis Anfang Dezember werden erfahrene Beobachter sie noch am Morgenhimmel aufspüren können.

■ Peter Friedrich

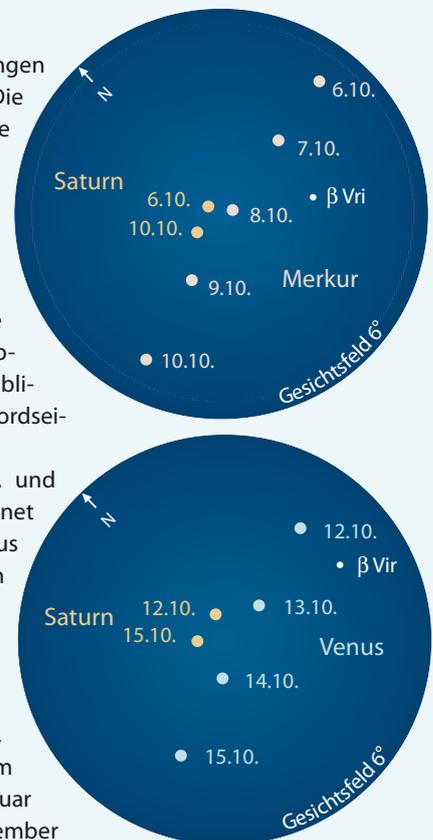


Abb. 2: Saturn trifft Merkur und Venus. Anblick in einem Fernglas zwischen dem 6. und 15. Oktober, wenn zunächst Merkur und dann Venus an Saturn vorbeiziehen.

Doppelter Mondschatten auf Jupiter am 6. November

Nach der Serie von drei doppelten Mondschatten-Vorübergängen im August (vgl. interstellarum 65) kommt es am 6.11. wieder zu einem derartigen Ereignis. Zur besten Beobachtungszeit am Abend ziehen die schwarzen Schatten der Monde Io und Ganymed vor dem Riesenplaneten her. 19:48 MEZ tritt Ios Schatten am Planetenrand ein, ab ca. 20 Uhr sind beide Schatten vor Jupi-

Doppelter Mondschattenvorübergang am 6.11.2009			
Mond	Ereignis	Beginn	Ende
Ganymed	Durchgang	–	18:09 MEZ
Io	Durchgang	18:27 MEZ	20:45 MEZ
Io	Schattendurchgang	19:48 MEZ	22:06 MEZ
Ganymed	Schattendurchgang	19:58 MEZ	–

Doppelter Mondschatten auf Jupiter am 6.11.2009



ter zu sehen. Dabei fällt auf, dass Io Schatten deutlich schneller über die Jupiterwolken zieht, während Ganymeds Schatten deutlich größer erscheint. Den Schattenwürfen voran gehen die Durchgänge der Monde selbst, Ganymed beendet diesen bereits in der Dämmerung, während Io

später folgt. Da das Mondscheibchen von Io eine ähnliche Helligkeit wie die Jupiterwolken hat, hebt es sich kaum ab und ist nur sehr schwer zu beobachten.

■ Ronald Stoyan

Mond bedeckt Antares am 21. Oktober

In den frühen Abendstunden des 21. Oktober 2009 bedeckt die schmale Sichel des 2,5 Tage alten Mondes für gut eine Stunde den Hauptstern des Sternbildes Skorpion, Antares. Mit 1^m ist dieser Stern relativ hell, so dass es mit kleineren optischen Hilfsmitteln wie einem Fernglas möglich sein sollte, die-

se Bedeckung trotz der noch über dem Horizont stehenden rund 42° entfernten Sonne beobachten zu können. Allerdings ist eine freie Horizontsicht Bedingung für eine erfolgreiche Beobachtung, denn der Mond steht nur wenige Grad über dem Südsüdwest-Horizont (siehe Tabelle). Der Eintritt

Antaresbedeckung am 21.10.2009				
Ort	Eintritt	Mondhöhe	Austritt	Mondhöhe
Bonn	17:06:58 MESZ	12°	18:19:19 MESZ	7°
Hamburg	17:09:22 MESZ	8°	18:20:12 MESZ	4°
Nürnberg	17:14:47 MESZ	12°	18:24:39 MESZ	6°
Potsdam	17:14:46 MESZ	8°	18:23:54 MESZ	3°
Wien	17:25:05 MESZ	11°	18:30:14 MESZ	5°
Zürich	17:12:36 MESZ	14°	18:23:29 MESZ	9°

Leoniden-Meteore am 17. November

Als einer der bestuntersuchten Meteorströme gelten die Leoniden im November. Nach der Wiederkehr des Ursprungskometen der Leoniden 55P/Tempel-Tuttle im Jahr 1998 und den sehr hohen Meteorzahlen zwischen 1998 und 2002 ging die Aktivität von Jahr zu Jahr auf Werte von 30 bis 40 Meteoren pro Stunde zurück. 2008 lag die stündliche Zenitrate für kurze Zeit bei ca. 100 Meteoren, da ein etwas dichterer

Teil des Meteorstroms von der Erde durchlaufen wurde. Dieses Material, das der Komet bei seiner Sonnennähe verloren hat, stammt aus dem Jahre 1466. Für dieses Jahr haben die Vorhersagespezialisten eine deutlich höhere stündliche Rate angekündigt: Laut Jérémie Vaubaillon soll sie etwa 500 erreichen, weil die Erde diesmal den dichten Teil des Materials von 1466 treffen soll. Allerdings ist der Zeitpunkt für euro-

Astronomische Ereignisse im Oktober/November 2009		
04.10.	08:10:15 MESZ	Vollmond
06.10.	03:42:55 MESZ	Merkur in größter westlicher Konjunktion 17,9°
07.10.	03:44:15 MESZ	Mond bedeckt ε Ari 4 ^m 6
07.10.	23:18:00 MESZ	Mond bei Plejaden, Mond 36' südlich
08.10.	09:00:00 MESZ	Merkur bei Saturn, Merkur 18' südlich
11.10.	10:55:54 MESZ	Mond Letztes Viertel
12.10.	01:30:00 MESZ	Mond bei Mars, Mond 1° 37' südlich
13.10.	05:42:00 MESZ	Merkur bei Pallas, Merkur 18' südlich
13.10.	12:54:00 MESZ	Venus bei Saturn, Venus 31' südlich
18.10.	07:33:09 MESZ	Neumond
21.10.	17:06:58 MESZ	Mond bedeckt Antares 1 ^m
26.10.	01:42:18 MEZ	Mond Erstes Viertel
28.10.	20:00:00 MEZ	Goldener Henkel (Mond-Jura) zu sehen
01.11.	00:00:00 MEZ	Mars durchquert M44
02.11.	20:13:59 MEZ	Vollmond
05.11.	09:02:26 MEZ	Merkur in Oberer Konjunktion
06.11.	18:09:00 MEZ	Doppelter Mondschattenvorübergang von Io und Ganymed
09.11.	16:55:53 MEZ	Mond Letztes Viertel
16.11.	20:13:48 MEZ	Neumond
17.11.	22:43:00 MEZ	Leoniden (LEO), Dauer: 10.11.–21.11., ZHR: 100+ (500)
24.11.	22:39:18 MEZ	Mond Erstes Viertel
30.11.	19:17:53 MEZ	Mond bedeckt ε Ari 4 ^m 6

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

erfolgt am dunklen Mondrand in der Nähe des Kraters Darwin an der Südwestseite der für uns sichtbaren Mondoberfläche.

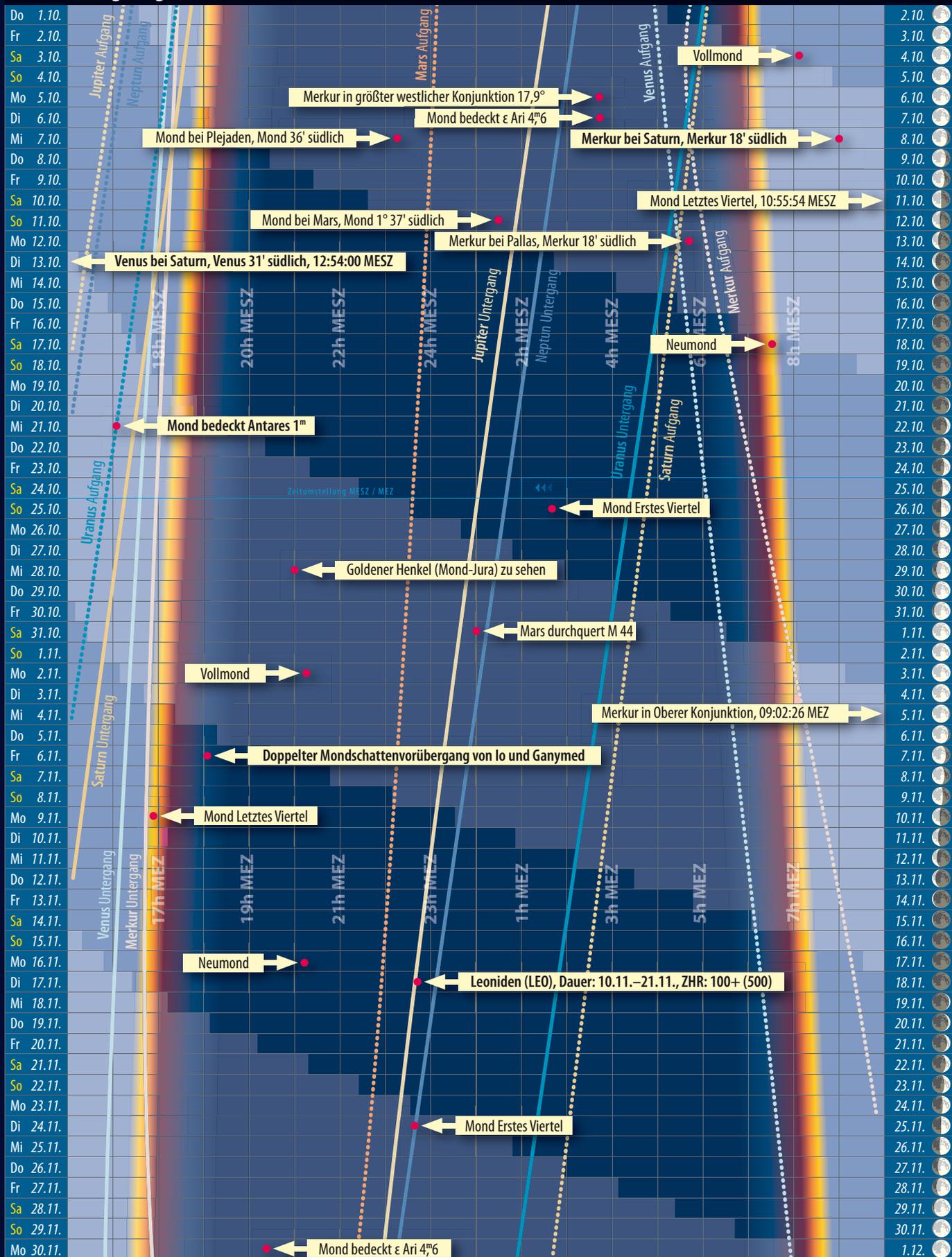
■ André Knöfel

päische Beobachter etwas ungünstig, denn das Maximum ist für den 17. November um 22:43 MEZ (evtl. bis zu einer Stunde später) vorhergesagt. Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Radiant gerade knapp über dem Horizont, so dass nur ein Teil der Meteore sichtbar sein wird. Trotzdem könnte der Abstieg der Aktivität von Beobachtern in Europa verfolgt werden.

■ André Knöfel

Das Sonnensystem im Oktober/November 2009

Dämmerungsdiagramm im Oktober/November 2009



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

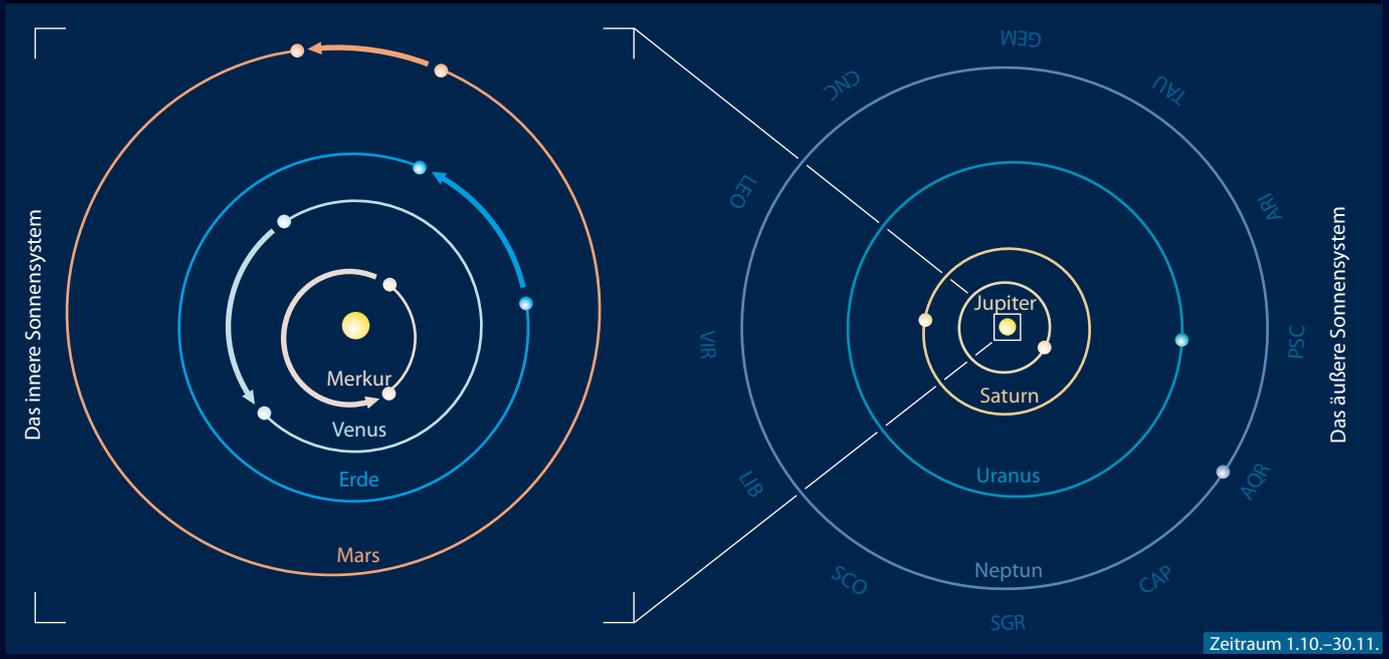
Der Lauf der Planeten im Oktober 2009



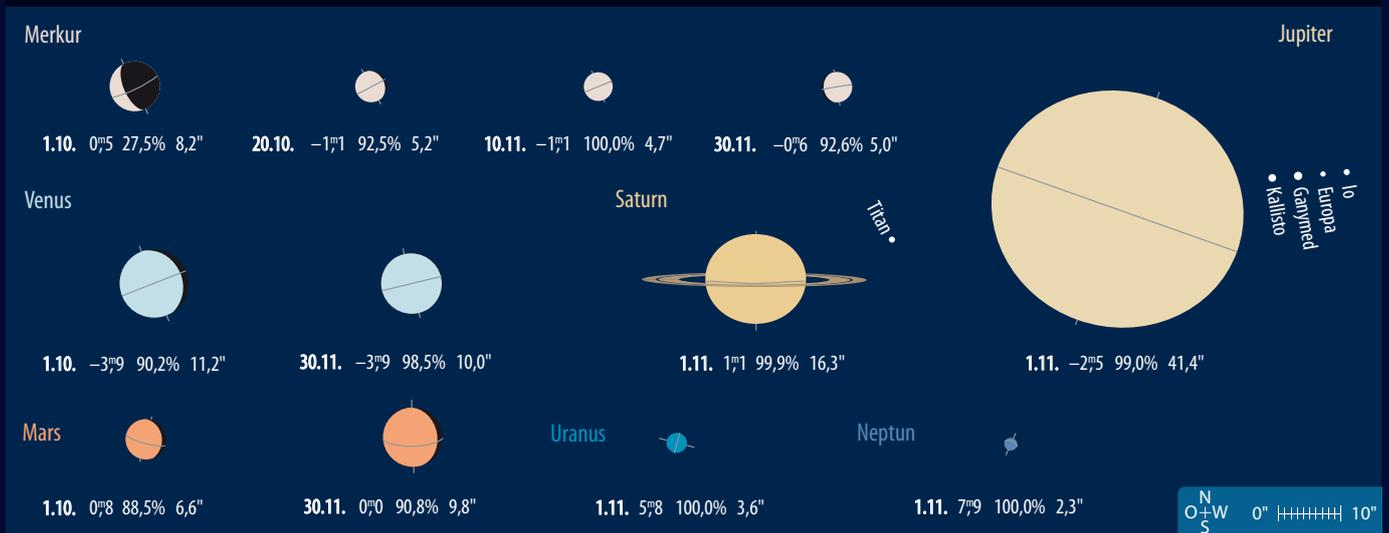
Der Lauf der Planeten im November 2009



Die Planeten auf ihren Bahnen im Oktober/November 2009



Die Planeten im Fernrohr im Oktober/November 2009



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

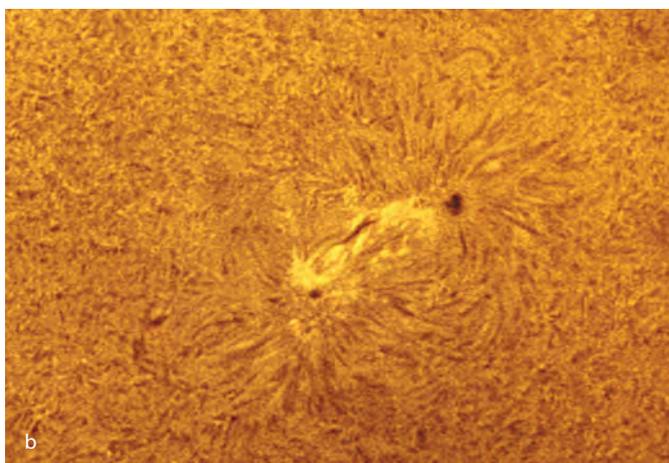
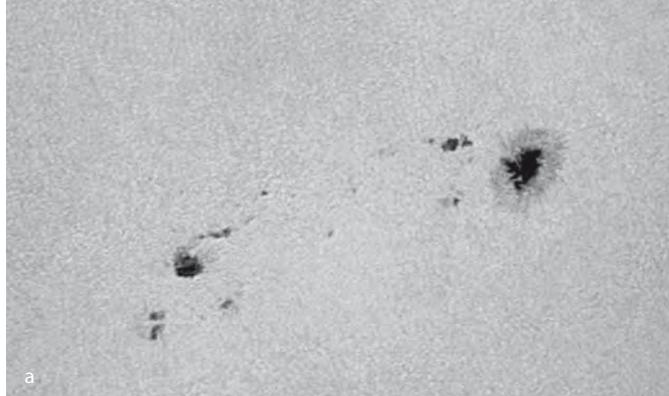
Sonne aktuell

Keine Sonnenflecken mehr ab 2015?

Nach ersten vorsichtigen Schätzungen von verschiedenen weltweit verteilten Beobachternetzen wurde das Sonnenfleckenminimum im November oder Dezember 2008 durchlaufen (einige Quellen gehen auch noch vom August 2008 aus). Grund für die noch immer bestehenden Unsicherheiten sind die angewandten Verfahren, die vor allem auf die Berücksichtigung langfristiger Entwicklungen der Sonnenaktivität angelegt sind. Dabei müssen nicht nur der eigentliche Minimumsmonat, sondern auch die auf ihn folgenden betrachtet werden, um auszuschließen, dass die Aktivität gegenüber dem vermeintlichen Zeitpunkt des Minimums später nicht noch niedriger liegt. So wird wohl erst im kommenden Herbst eine einigermaßen korrekte Aussage möglich sein.

Aufgrund der Tatsache, dass die Sonnenaktivität derzeit immer noch sehr gering ist und nur sehr langsam wieder ansteigt, ist sogar prinzipiell auch ein noch vor uns liegendes Minimum denkbar. In der Tat spricht aber einiges dagegen: So wurde im September 2008 die letzte Fleckengruppe des alten Zyklus auf der Nordhalbkugel der Sonne gesichtet, während dies für den Süden wahrscheinlich im Februar 2009 der Fall war. Ohnehin werden für die beiden solaren Hemisphären stets unterschiedliche Minimums- oder Maximumszeitpunkte ermittelt, was die genaue Bestimmung des exakten Minimums für die Gesamtsonne zusätzlich erschwert. Zudem ist die Häufigkeit etwa von Flares der unteren Aktivitätsklassen besonders im Juni 2009 leicht angestiegen, während sie in den Monaten zuvor praktisch gegen null tendierte.

Aktuell gibt es mehr als 50 verschiedene Prognosen zur weiteren Entwicklung der Sonnenaktivität. In einem Artikel hat William Dean Pesnell vom NASA Goddard Space Flight Center diese einer näheren Betrachtung unterzogen. Grob in sechs verschiedene Kategorien unterteilt, geben annähernd 30 davon einen mehr oder minder genauen Zeitraum für das kommende Maximum an. Zwischen September 2009 (bei älteren Vorhersagen) und 2014 soll danach der Höhepunkt des 24. Fleckenzyklus erreicht werden. Auch die Maximumshöhe streut zwischen »eher niedrig« und »sehr hoch«. Dass in ein paar Monaten schon das Maximum erreicht wird, ist ausgeschlossen, weil die Fleckenaktivität weiter sehr gering ist und der Anstieg offenbar nur sehr langsam erfolgt. Da zwischen Minimum und Maximum bei einem schnellen Anstieg (und einem hohen Maximum, mit dem aber niemand mehr



Die Bislang größte Sonnenfleckengruppe des neuen Zyklus am 6.7.2009,

a) Weißlicht, 9:28 MEZ, 3"-Refraktor bei 13000mm Brennweite, 1/60s belichtet, Solar Continuum Filter. *Erich Kopowski*

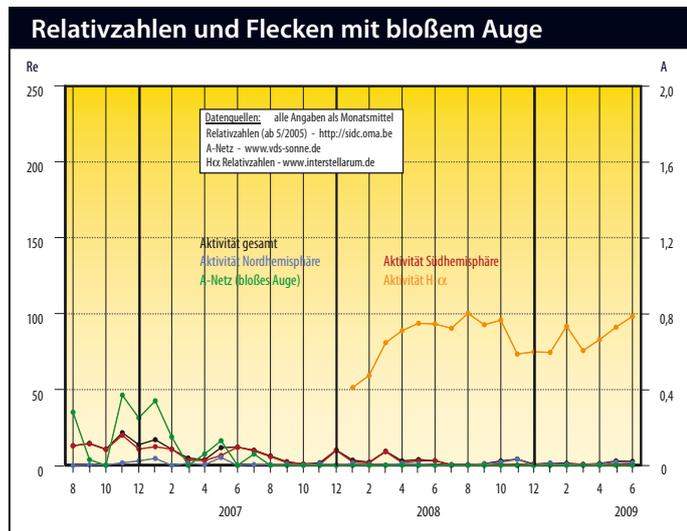
b) H α -Licht, 8:08 MEZ, 3"-Refraktor bei 6000mm Brennweite, 1/8s belichtet, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

ernsthaft rechnet) rund drei Jahre liegen, wird es in diesem Jahr definitiv kein Maximum geben. Daran ändert auch die D-Gruppe nichts, die Anfang Juli auf hohen nördlichen heliographischen Breiten etwa eine Woche lang zu sehen war und zum neuen Fleckenzyklus gehörte. Bei einem eher unspektakulären und bei niedrigen Werten verlaufenden Zyklus, worauf im Augenblick vieles hindeutet, ist ein Maximum zwischen 2013 und 2014 schon eher glaubhaft.

Eine Vorhersage von William Livingston und Matthew Penn vom National Solar Observatory der USA aus dem August 2008 untersuchte mehr als 1000 Umbren von Sonnenflecken zwischen 1990 und 2005 und stellte in dem Zeitraum eine Zunahme der Temperatur bei gleichzeitiger Abnahme der Magnetfeldstärke in der betreffenden Region fest. Für die Zukunft errechneten die Forscher, dass der 24. Zyklus der letzte mit nennenswerter Aktivität sei und ab 2015 ein neues Maunder-Minimum mit ausgesprochen geringer Fleckenhäufigkeit beginnen könnte. Interessant wird sein, ob der gegenwärtig beobachtete Trend in der Temperatur und der Magnetfeldstärke der Fleckenumbren im beginnenden 24. Zyklus und darüber hinaus anhält und so in eine neue, überlange Phase sehr geringer Sonnenaktivität übergeht.

■ Manfred Holl

- [1] Pesnell, D.: Predictions of Solar Cycle 24, *Solar Physics* 252, 209 (2008)
- [2] Livingston, W., Penn, M.: Sunspots may vanish by 2015, wattsupwiththat.files.wordpress.com/2008/06/livingston-penn_sunspots2.pdf



Surftipp

Fachgruppe Sonne: www.sonneonline.org

Planeten aktuell **Jupiter in Aufruhr**

Jupiter steht im Oktober und November noch günstig am Abendhimmel. Während der Überrest des überraschenden Kometenimpakts (vgl. S. 42) bereits verschwunden sein dürfte, können die Folgen eines weiteren Ereignisses noch verfolgt werden: Im Sommer ist es zu einem Ausbruch in der Jupiteratmosphäre gekommen. Am 2. Juni wurde vom iranischen Amateurastronom Sadegh Ghomizadeh ein sehr dunkler kompakter Fleck in der Nördlichen Tropischen Zone (NTrZ) entdeckt. Dieser Fleck befand sich zunächst bei 130° Länge im System II, bewegte sich jedoch in Richtung kleinerer Längen und hatte am 22.6. bereits 110° erreicht. Zwischen dem 16. und 19.6. kam es bei der ursprünglichen Länge von 130° zur Bildung eines weiteren, sehr ähnlichen Flecks, der sich ebenfalls in Richtung kleinerer Längen bewegte.

Ähnliche Flecken haben in der Vergangenheit zu einer Verbreiterung des benachbarten Nördlichen Äquatorialbands (NEB), einem der beiden großen Bänder auf Jupiter, geführt. Das NEB schrumpft und verbreitert sich regelmäßig, eine Verbreiterung fand zum letzten Mal 2004 statt. Es wird erwartet, dass auch

dieser spektakuläre Ausbruch eine Verbreiterung des NEB nach Norden auslöst. Amateurastronomen sind aufgerufen diese Ereignisse fotografisch und visuell zu verfolgen – wir veröffentlichen Ihre Ergebnisse an dieser Stelle!

Saturn ist ab Oktober wieder am Morgenhimmel zu sehen. Die Kantenstellung am 4.9. blieb unbeobachtbar (vgl. interstellarum 62). Der Blickwinkel auf die Ringe nimmt nun wieder zu, bis zum 17.10.2017 blicken wir auf die Nordseite der Ringe. Weiterhin kommt es zu Erscheinungen der Saturnmonde und auch gegenseitigen Bedeckungen und Verfinsterungen. Letztere sind jedoch vom deutschsprachigen Raum aus nicht sichtbar.

Marsbeobachter können sich bereits auf die kommende Oppositionsperiode vorbereiten – wir berichten ausführlich in der nächsten Ausgabe. Der Durchmesser des Planetenscheibchens steigt bis Ende November auf 10" an. Der Planet bewegt sich durch Zwillinge und Krebs und wandert am 1.11. durch das Zentrum von M 44, dem Sternhaufen der Praesepe.

■ Ronald Stoyan

Saturnmonderscheinungen mit Rhea und Titan

Datum	Zeit	Ereignis
16.10.	06:09:13 MESZ	Rhea SE
16.10.	06:39:37 MESZ	Rhea DE
25.10.	06:03:28 MEZ	Rhea SE
30.10.	05:31:47 MEZ	Titan VE
03.11.	04:23:05 MEZ	Rhea DA
12.11.	04:00:46 MEZ	Rhea SA
12.11.	05:33:04 MEZ	Rhea DA
15.11.	04:32:22 MEZ	Titan VE
19.11.	03:24:22 MEZ	Rhea BE
21.11.	04:55:51 MEZ	Rhea SA
21.11.	06:41:53 MEZ	Rhea DA
28.11.	04:20:04 MEZ	Rhea BE
30.11.	05:50:54 MEZ	Rhea SA

Surftipps

International Jupiter Watch:

www.pvol.ehu.es

Bewegungen in der

Jupiteratmosphäre: www.jupos.org

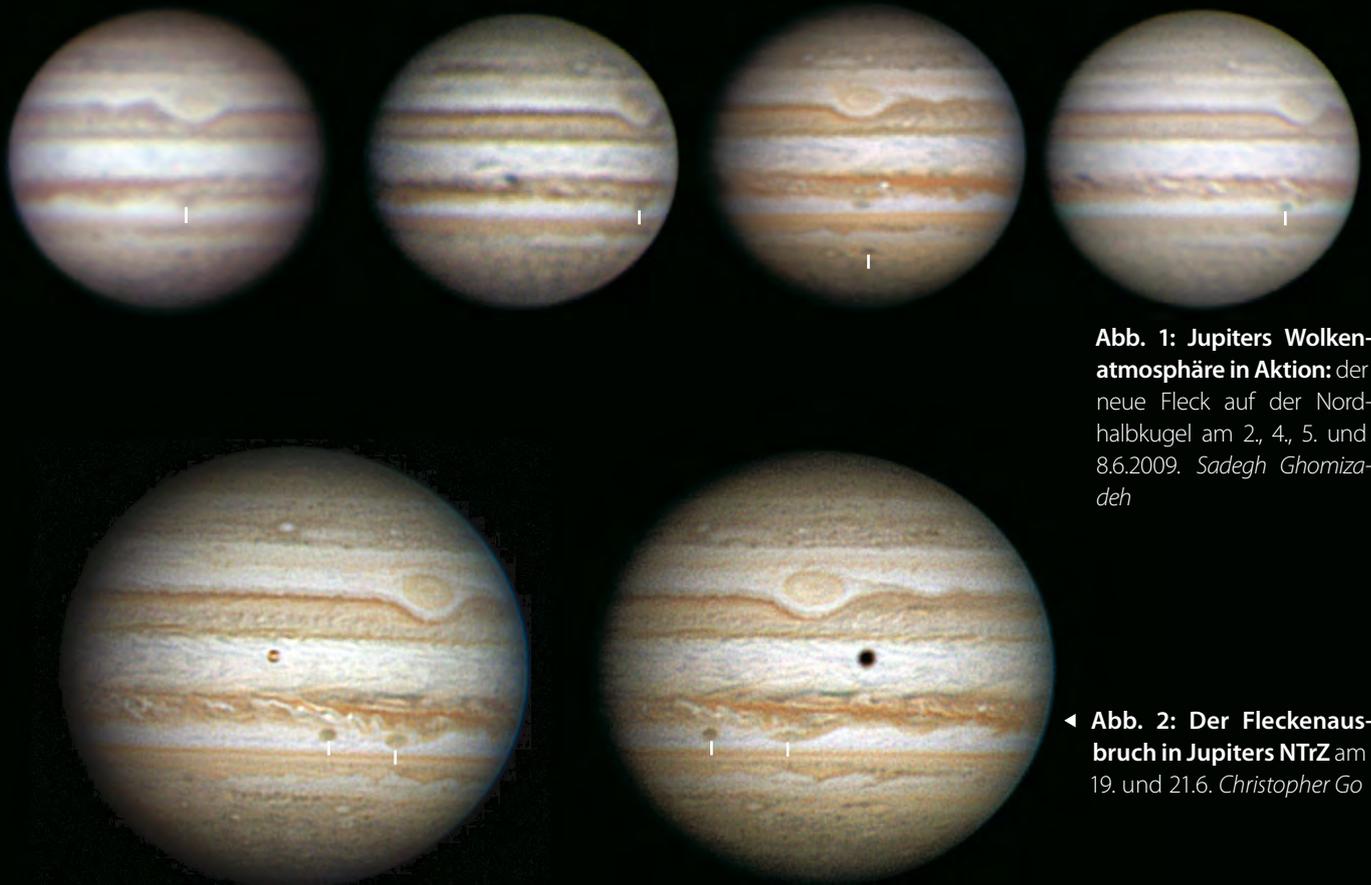


Abb. 1: Jupiters Wolkenatmosphäre in Aktion: der neue Fleck auf der Nordhalbkugel am 2., 4., 5. und 8.6.2009. Sadegh Ghomizadeh

◀ **Abb. 2: Der Fleckenausbruch in Jupiters NTrZ** am 19. und 21.6. Christopher Go

Kometen aktuell

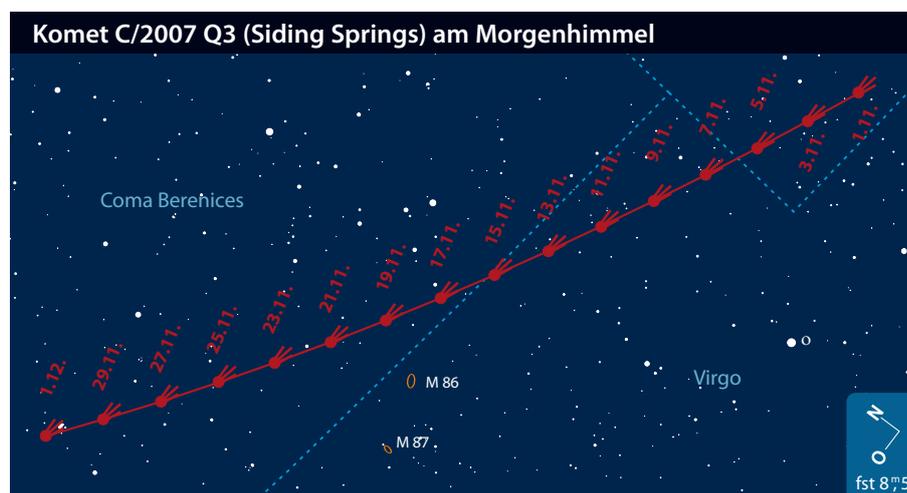
Finale für Komet Christensen

Sollte nicht kurzfristig noch ein Schweifstern auftauchen, werden die Monate Oktober und November eine recht ruhige Zeit für Kometenbeobachter werden. Am Abendhimmel ist als einziges helleres Objekt vorerst noch **C/2006 W3 (Christensen)** zu finden. Der Komet befindet sich Anfang Oktober nach wie vor im Bereich der Milchstraße im Sternbild Adler und zieht in Richtung Süden. Er kann zunächst noch bequem die ganze erste Nachthälfte über beobachtet werden. Die Helligkeit wird nur langsam abnehmen und könnte immer noch etwa $9^m,5$ betragen. Der Untergang des Kometen verfrüht sich aber zusehends, Anfang November kann C/2006 W3 dann nur noch am Abendhimmel bis etwa 21 Uhr gesehen werden. Mitte November erreicht er das Sternbild Schütze und die Beobachtung wird durch den geringer werdenden Horizontabstand bald unmöglich. Exakt drei Jahre nach seiner Entdeckung geht damit die Beobachtungszeit dieses Kometen zu Ende.

Ab Mitte Oktober kann versucht werden, **C/2007 Q3 (Siding Spring)** am Morgenhimmel aufzufinden. Dieser Schweifstern wurde am 25. August 2007 von Donna Burton im Rahmen des Siding Spring Surveys (Australien) entdeckt. Zu diesem Zeitpunkt war er lediglich $17^m,0$ hell und stand im Sternbild Horologium (Pendeluhr) weit am Südhimmel. C/2007 Q3 blieb bis jetzt ein Objekt der südlichen Hemisphäre und wird nun erstmals auch für Beobachter in Mitteleuropa sichtbar. Der Komet wird sein Perihel Anfang Oktober durchlaufen, die Erdnähe erreicht er aber erst Anfang Februar 2010 – in einem respektablen Abstand von 2,2AE. Die letzten Beobachtungen im Juni – bevor C/2007 Q3 sich unbeobachtbar in Sonnennähe aufhielt – lassen auf eine recht positive Helligkeitsentwicklung schließen. Demnach könnte er bei seinem Erscheinen am Morgenhimmel etwa $9^m,5$ hell sein, die Helligkeit wird voraussicht-



Abb. 1: C/2006 W3 (Christensen) am 30. Juni, CCD-Aufnahme, 8"-Astrograph bei 560mm, Sigma 6303, LRGB 4x5min (L), 3x150s (je RGB). Michael Jäger



lich noch leicht zunehmen und dann bis zum Winter konstant bleiben. Der Komet bewegt sich durch den Randbereich der Sternbilder Löwe, Jungfrau und Haar der Berenike. Diese Himmelsgegend ist reich an Galaxien und es wird daher eine Anzahl interessanter Begegnungen geben, zum Beispiel mit NGC 4216 am 15. und M 88 am 22. und 23. November.

Über aktuelle und überraschende Ereignisse am Kometen-Himmel werden Sie im interstellarum-Newsletter informiert.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

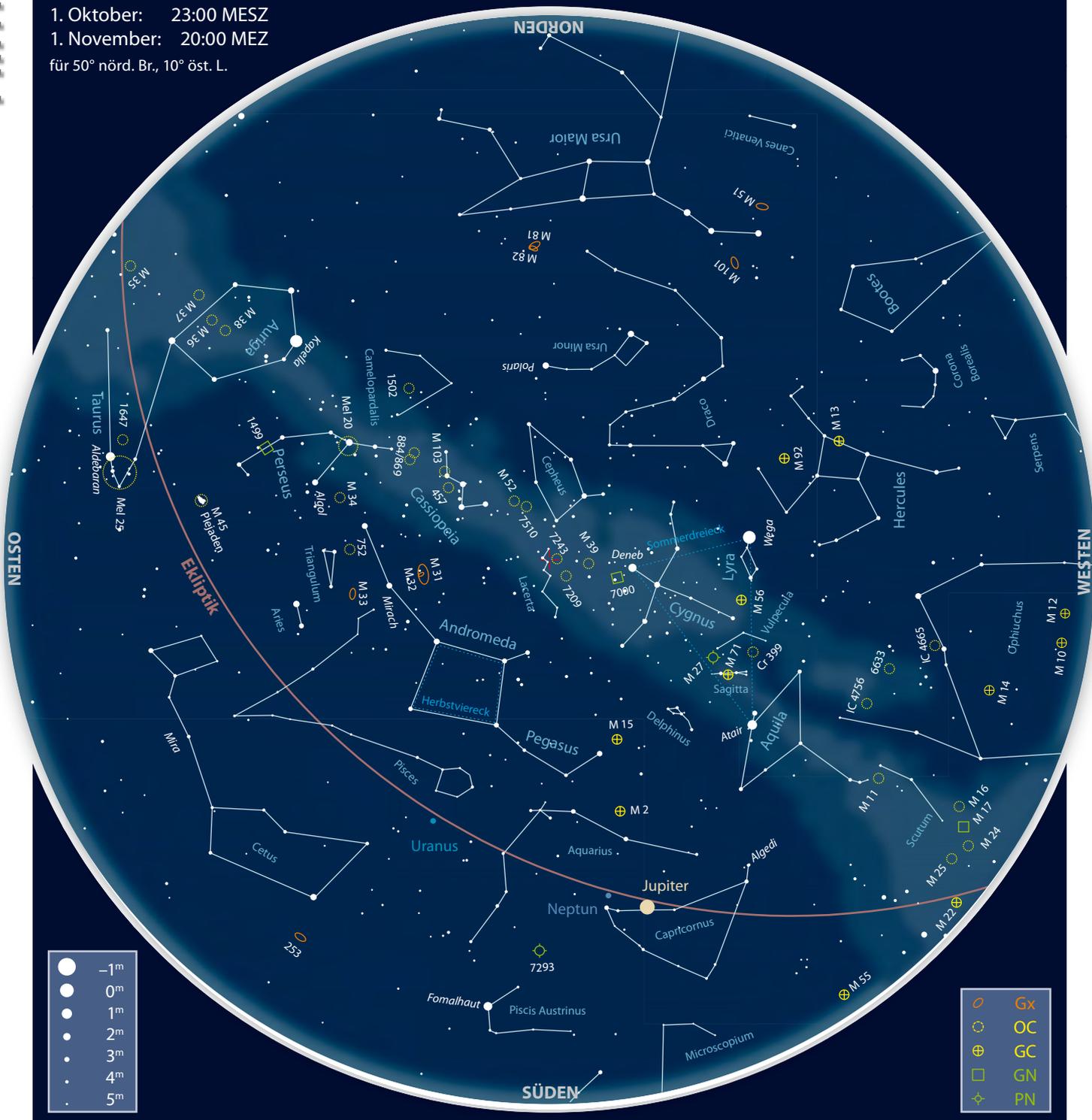
Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder:
www.kometarium.com
 Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen: kometen.fg-vds.de
 Aufsuchkarten, Beobachtungshinweise:
www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html
 interstellarum-Newsletter:
www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

Kometen im Oktober/November

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2006 W3 (Christensen)	18.11.2006	6.7.2009 (3,12AE)	13.8.2009 (2,31AE)	November 2008 bis Oktober 2009	10^m
C/2007 Q3 (Siding Springs)	25.8.2007	7.10.2009 (2,25AE)	2.2.2010 (2,19AE)	Oktober 2009 bis April 2010	9^m

Der Sternhimmel im Oktober/November 2009

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



Beobachtungsempfehlungen für Oktober/November								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
M 31	bloßes Auge	Gx	0 ^h 42,7 ^{min}	+41° 16'	3 ^m 4	3,5°×1°	2,6 Mio. Lj	8/60
M 32	Fernglas	Gx	0 ^h 42,7 ^{min}	+40° 52'	8 ^m 1	8,7°×6,5'	2,6 Mio. Lj	8/60
M 110	Fernglas	Gx	0 ^h 40,4 ^{min}	+41° 41'	8 ^m 0	21,9°×11'	2,6 Mio. Lj	8/60
h Per (NGC 869)	Teleskop	OC	2 ^h 19,1 ^{min}	+57° 08,1'	5 ^m 3	30'	7500Lj	2/37
χ Per (NGC 884)	Teleskop	OC	2 ^h 22,5 ^{min}	+57° 08,7'	6 ^m 1	30'	7500Lj	2/37
SS Cyg	Teleskop	Vr	21 ^h 42,7 ^{min}	+43° 35'	8 ^m –12 ^m	–	400Lj	–/86

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

Glanzlichter des Herbsthimmels

Astronomie mit bloßem Auge M 31

Das M 31 ein nicht schon seit Urzeiten bekanntes Objekt sein soll, verwundert angesichts der Tatsache, dass die Galaxie schon bei mäßigem Himmel deutlich als flächiges Objekt sichtbar ist. So reicht die erste gesicherte Erwähnung einer »kleinen Wolke« in Andromeda durch den persischen Gelehrten Al-Sufi lediglich gut ein-tausend Jahre zurück. Noch verblüffender erscheint der Fakt, dass es zur Wiederentdeckung durch Simon Marius im Jahre 1612 ein Teleskop brauchte. Es dauerte sogar bis ins 20. Jahrhundert, um die extragalaktische Natur von M 31 zu erkennen.

Die große Helligkeit, welche unterschiedliche Quellen mit $3^m,4$ bis $4^m,3$ angeben, sowie die leicht auffindbare Position nordöstlich des Sterns ν And ($4^m,5$), der sich am nördlichen Ende einer auffälligen Sternkette mit μ And ($3^m,9$) und Mirach ($2^m,1$) befindet, lassen den »Andromedanebel« zum Paradeobjekt für einen freitägigen Himmelsspaziergang werden. Besonders faszinierend ist dabei, dass dabei ohne optische Hilfsmittel eine Entfernung von etwa 2,6 Mio. Lichtjahren überbrückt wird.

Das Ausmaß von M 31 selbst beträgt etwa 160000 Lichtjahre, wobei wie bei allen nebuligen Objekten geringer Flächenhelligkeit – bei M 31 beträgt sie im Mittel $13^m,5/\square'$ – die Himmelsqualität das entscheidende Kriteri-



Das Licht von M 31, der Andromedagalaxie, hat unvorstellbare 2,6 Millionen Jahre bis zur Erde benötigt. Unter dunklem Himmel lassen sich diese Photonen ohne Hilfsmittel direkt mit dem Auge einfangen.

um dafür ist, was überhaupt gesehen werden kann. Während von einem Vorstadtstandort aus nur ein vollmondgroßer Nebelfleck sichtbar ist, erstreckt sich M 31 unter guten Landhimmelbedingungen für den freitägigen Beobachter über 3° am Himmel, was einem absoluten Ausmaß von etwa 135000 Lichtjahren entspricht. Um die Ausdehnung von M 31 besser abzuschätzen, kann man die Entfernungen zwischen nahegelegenen Sternen zum Vergleich heranziehen, z.B. $2,3^\circ$ zwischen ν And und dem südwestlich gele-

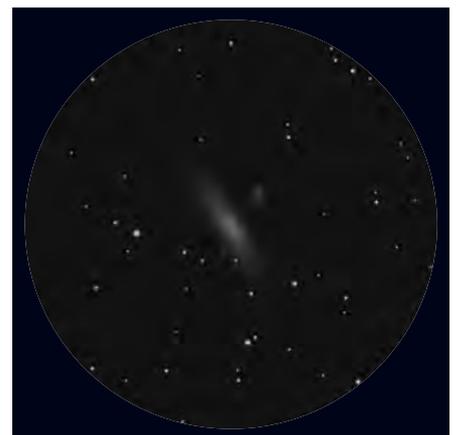
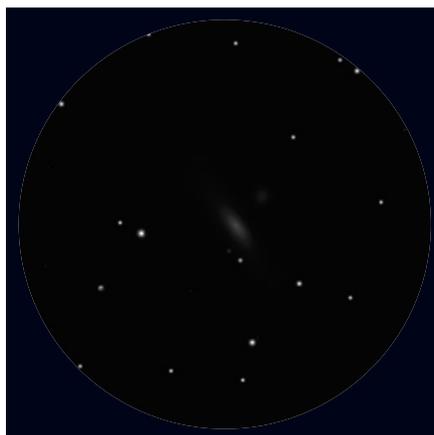
genen 32 And sowie $2,9^\circ$ zwischen ν And und μ And. Winkelmaße lassen sich auch gut mit Hilfe der ausgestreckten Hand messen, da bei den meisten Menschen das Verhältnis zwischen Armlänge und Finger- bzw. Handbreite ähnlich ist. So entspricht die Breite des Zeigefingers etwa dem Vollmonddurchmesser, also $0,5^\circ$ am Himmel. Die Faust umfasst annähernd 10° , wobei die Finger zur Orientierung dienen können, um Bruchteile davon zu ermitteln.

■ Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas M 32 und M 110

In einem Umkreis von etwa 5 Millionen Lichtjahren befinden sich rund 40 Galaxien, die zum Galaxienhaufen der sog. Lokalen Gruppe gezählt werden. Die größten Sternsysteme dieser Ansammlung sind die Andromedagalaxie M 31 und unsere Milchstraße. Diese beiden Hauptzentren werden jeweils von mehreren kleineren Satelliten-

Simulierter Anblick von M 31 mit den Begleitern M 32 und M 110 in einem 10x50-Fernglas unter Vorortbedingungen (links) und unter einem dunklen Landhimmel (rechts). Die Helligkeitskontraste sind verstärkt.



galaxien umkreist, wie z.B. die Milchstraße von der Großen und der Kleinen Magellanschen Wolke. Alleine die Andromedagalaxie hat die stolze Anzahl von mindestens 14 Begleitern; die bekanntesten sind M 32 und M 110. Für die erfolgreiche Sichtung des Trios genügen ein 10×50-Fernglas und ein dunkler Vororthimmel, unter dem die Andromedagalaxie gerade noch als lichtschwacher nebliger Fleck mit bloßem Auge erkennbar ist. Da M 31 zum Herbst fast im Zenit steht, ist die Beobachtung aus einem Liegestuhl heraus empfehlenswert: Dabei können die Arme aufgestützt und das Fern-

glas mit den Augenmuschel stabil aufgelegt werden. So ist der Zenitbereich bequem zu überblicken und das Fernglas deutlich ruhiger zu halten als freihändig.

Die 8^m,1 helle elliptische Zwerggalaxie M 32 ist eigentlich relativ einfach im Fernglas erkennbar. Sie befindet sich südlich von M 31 und 12' nordöstlich eines Stern mit 7^m Helligkeit, der als Orientierung gut geeignet ist. Allerdings erscheint sie auch nicht größer als ein Sternpunkt und kann leicht übersehen werden, lediglich der leicht unscharfe Eindruck unterscheidet sie von einem solchen. Für die Sichtung kann die erhöhte Detailerkennbar-

keit bei der Beobachtung im Liegen entscheidend sein. M 110 ist fast gleich hell, nimmt aber eine über viermal größere Fläche am Himmel ein. Das Erscheinungsbild der elliptischen Galaxie ist daher ungleich diffuser: Die Hürde beim Auffinden ist somit nicht die Größe, sondern die geringe Helligkeit der gesamten Galaxienscheibe, die sich nur schwach gegen den Himmelshintergrund abhebt. Doch dafür gibt es eine probate Hilfestellung: Die Beobachtungstechnik des indirekten Sehens kann das Erkennen des nebelhaften Schimmers von M 110 deutlich verbessern.

■ Lambert Spix

Objekt der Saison NGC 869 und NGC 884

Der herbstliche Nachthimmel hält auch abseits von Andromeda- und Dreiecksnebel eine Vielzahl visueller Leckerbissen parat. Speziell die Milchstraßenfelder zwischen

Cepheus und Perseus entpuppen sich für den passionierten Deep-Sky-Beobachter als reichhaltige Schatztruhe, die den Vergleich mit den prominenteren Gebieten im Schwan und im

Schützen nicht zu scheuen braucht. Zu den ganz großen Highlights der Region zählt dabei der im nordwestlichen Teil des Perseus gelegene Doppelsternhaufen η und χ Persei.

Eindrucksvoll zeigt diese prachtvolle Aufnahme den unterschiedlichen Charakter von η (NGC 869, rechts) und χ (NGC 884, links), insbesondere die Roten Riesen in NGC 869.



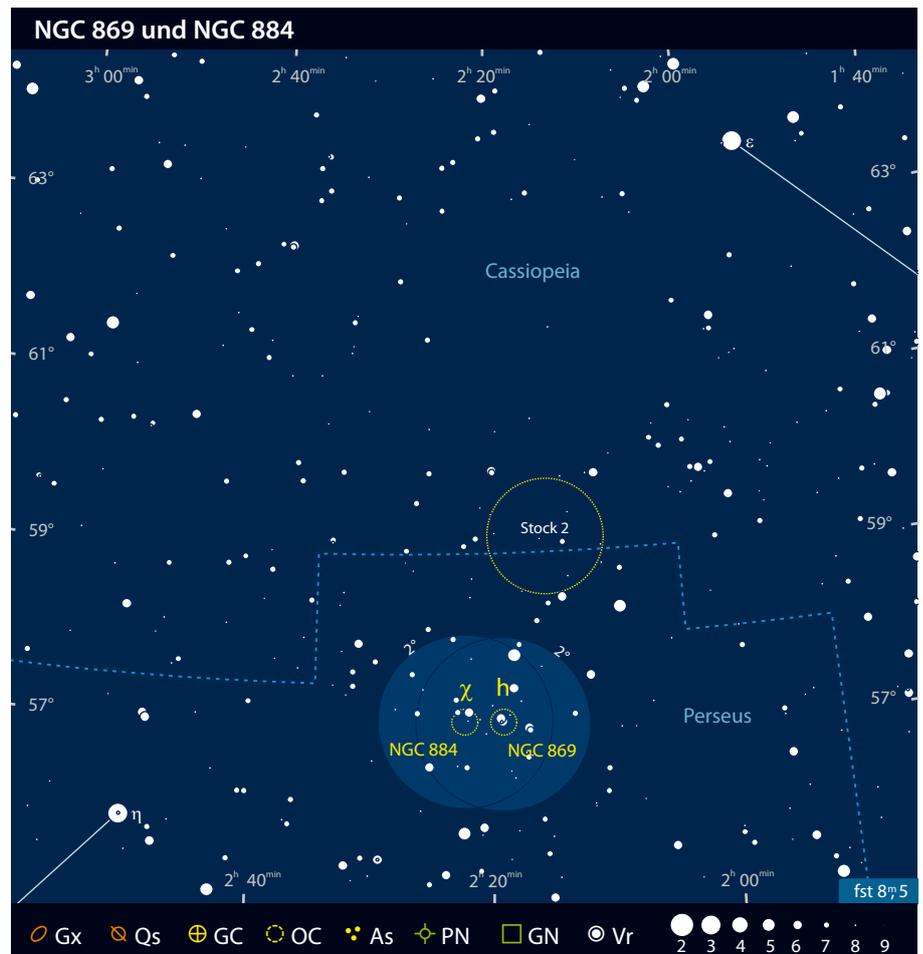
VOLKER WENDEL, JOSEF POSSEL, STEFAN BINSWIES

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

h und χ Per gehören zu den wenigen Deep-Sky-Objekten, die bereits in der Antike bekannt waren. Erstmals schriftlich erwähnt wird ein Nebel zwischen Perseus und Cassiopeia durch den griechischen Astronomen, Geographen und Mathematiker Hipparchus von Nicaea im Jahr 130 vor Christus. Auch Ptolemäus, Copernicus und Brahe vermerken das Objekt als »nebelhaften Stern« in ihren Aufzeichnungen. Die erste historisch belegte teleskopische Beobachtung des Doppelhaufens ist die des italienischen Astronomen Hodierna, der ihn in seiner 1654 publizierte Nebelliste als »in Sterne auflösbaren Nebel« beschreibt. Unabhängig davon wird die Sternhaufennatur später durch Flamsteed und de Cheseaux erkannt. Im Herbst 1788 beobachtete schließlich Wilhelm Herschel h und χ Per und trägt die beiden Komponenten als Nummer 33 und 34 in seine Liste reicher, stark verdichteter Sternhaufen ein. Nicht geklärt ist allerdings die (historisch durchaus interessante) Frage, warum h und χ Per nicht im Messierkatalog enthalten ist, obwohl das Objekt etwa in der (sich ansonsten sehr stark mit dem Messierkatalog überschneidenden) Nebelliste von Bode auftaucht: Möglicherweise erschien Messier das Objekt aufgrund seiner bereits bekannten Natur als Sternhaufen als zu »trivial« für einen Eintrag in seinem Katalog; vielleicht wurde von Messier das Objekt beim Erstellen seines Katalogs aber auch schlicht und einfach übersehen.

Die heutzutage geläufigen Bezeichnungen h und χ Per für die beiden Teile des Doppelhaufens stammen aus dem ersten »modernen« Sternatlas, der Uranometria von Johannes Bayer, der an der Stelle des Haufens ein doppeltes Sternsymbol verzeichnet. Allgemein wird h Per dabei mit der westlichen Komponente des Doppelhaufens (NGC 869) identifiziert, χ Per hingegen mit der östlichen Komponente (NGC 884). Eine alternative Interpretation [1], wonach mit χ Per ursprünglich der gesamte Doppelhaufen gemeint war und h Per stattdessen einem unaufgelösten Sternpaar westlich des Haufens entspricht, ist aufgrund der Lage der beiden Sternsymbole im Bayerischen Atlas, die nahezu exakt mit jener der beiden Haufenzentren übereinstimmt, eher als spekulativ zu betrachten.

h und χ Per gehören zu den massereichsten und leuchtkräftigsten Sternhaufen unserer Galaxis und sind beliebtes Studienobjekt der professionellen Astronomie. Die Entfernung der beiden Haufen wurde schon früh zu etwa 6000 bis 8000Lj bestimmt, wobei ein Wert von etwa 7500Lj mittlerweile als etabliert erscheint [2–5]. Ist



angesichts dieser Entfernung die visuelle Gesamthelligkeit des Doppelhaufens von 4^m3 schon mehr als beachtlich, werden die Daten noch etwas beeindruckender, wenn man die nicht unerhebliche Absorption des Sternlichts von fast 2^m mitberücksichtigt: Wäre diese nicht vorhanden, würde der Doppelhaufen mit einer scheinbaren Helligkeit von knapp 2^m5 am Himmel erstrahlen und damit auch von Großstädten aus ein einfaches visuelles Ziel sein! Verantwortlich für diese enorme Helligkeit ist eine Reihe von sehr leuchtkräftigen blauen und roten Riesen- und Überriesensternen in h und χ Per, deren Helligkeiten jene unserer Sonne zum Teil um das 50000-fache übertreffen und die aller Voraussicht nach innerhalb der nächsten Million Jahre als Supernovae explodieren werden. Eingebettet sind die beiden Haufen in die Per OB1-Assoziation, einem sich über einen Raumbereich von $1000\text{Lj} \times 800\text{Lj}$ erstreckenden Verbund junger, massereicher Sterne [6]. Doppelhaufen und Assoziation sind wiederum Teil einer Kette von jungen Sternhaufen und HII-Regionen, die gemeinsam ein Stück des nächstäußeren Milchstraßenarms nachzeichnen [7]: Offenbar hat hier vor einigen Millionen Jahren eine Dichtewelle das interstellare Medium kräftig durchgepflügt und eine intensive Sternentstehung

angeregt, die bis zum heutigen Tage anhält. Lange diskutiert wurde in der Fachliteratur hingegen, ob die beiden Haufen tatsächlich Nachbarn sind oder ob sie nur zufällig entlang der gleichen Sichtachse liegen: Noch Burnham [8] etwa vertritt die Ansicht, dass h Per etwas jünger als χ Per ist und uns um knapp 1000Lj näher steht. In den meisten aktuellen Studien jedoch kann – zumindest im Rahmen der Messgenauigkeit – kein Unterschied zwischen den beiden Haufen hinsichtlich Entfernung und Alter ausgemacht werden. Nicht zuletzt spricht auch der Umstand, dass Doppelsternhaufen etwa auch in M 31 sowie der Großen Magellanschen Wolke zu finden sind, für eine tatsächliche physikalische Assoziation der beiden Haufen. Insgesamt enthalten beide gemeinsam etwa 10000 Sonnenmassen, wobei h Per die etwas massereichere Komponente des Doppelsystems zu sein scheint [9]. Das Alter der beiden Haufen liegt nach neueren Schätzungen [2, 3] zwischen 12 und 13 Millionen Jahren.

h und χ Per gehören zu den einzigartigsten und beeindruckendsten Beobachtungszielen des gesamten Himmels und sollten ein Fixpunkt einer jeden herbstlichen Beobachtungsnacht sein. Aufgrund ihrer Lage zwischen ϵ Cas und η Per leicht zu lokalisieren, sind sie auch unter nicht op-

timalen Bedingungen als mattes Leuchten zu erkennen. Unter guten äußeren Bedingungen erscheinen h und χ Per auch ohne optische Hilfsmittel bereits als auffälliger, länglicher, in eine helle Milchstraßenwolke eingebetteter Nebelfleck. h Per erscheint dabei deutlich heller als χ Per; O'Meara [1] gibt die scheinbaren Helligkeiten der beiden Haufenteile zu $4^m,5$ bzw. $5^m,7$ an. Im kleinen Fernglas erscheinen h und χ Per als helle, in ein reiches Sternfeld eingebettete Nebelflecken, aus denen bereits ein knappes Dutzend der bis zu 6^m hellen Mitglieder hervorblickt. Für zusätzlichen Reiz sorgt dabei der große offene Sternhaufen Stock 2, der knapp 2° nördlich von h und χ Per steht und – bei ausreichend großem Gesichtsfeld – gleichzeitig mit dem Doppelhaufen beobachtet werden kann. Im kleinen zweieinhalbzölligen Refraktor erscheinen h und χ Per bei $40\times$ durchgehend aufgelöst, wobei in jedem der beiden Haufen bereits 40 bis 50 Sterne erkennbar sind. Der Gesamteindruck verliert sich etwas bei Einsatz höherer Vergrößerungen, da beide Haufen nun nicht mehr in das gleiche Gesichtsfeld passen. Allerdings erlaubt dies, die unterschiedlichen Charakteristika der

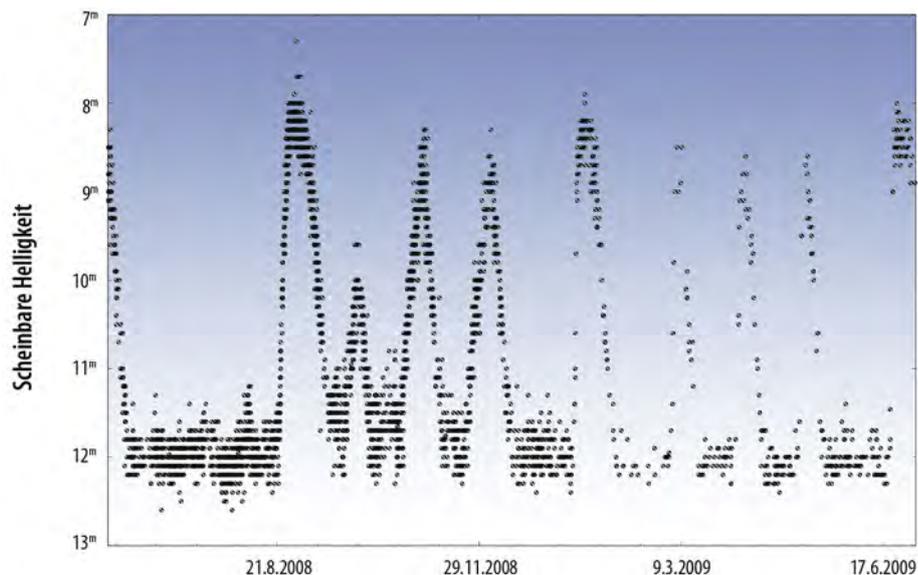
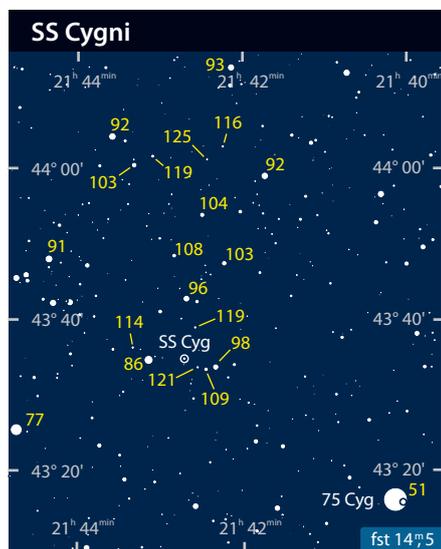
beiden Haufen besser zu erfassen: h Per etwa zeigt bei $100\times$ ein dicht gepacktes Zentrum mit zwei auffälligen, halbkreisförmigen Sternketten. Ganz anders hingegen χ Per: Hier fehlt das kompakte Zentrum, dafür erscheinen die Sterne in auffälligen Dreiergruppen und schwachen Sternketten angeordnet. Mit zunehmender Öffnung nimmt auch die Anzahl der erkennbaren Sterne rasant zu: Ein Zehnzöller beispielsweise zeigt unter guten Bedingungen bis zu 200 Sterne in jedem der beiden Haufen. Zudem machen sich schon in kleinen bis mittelgroßen Teleskopen einige rote Überriesensterne als deutlich orangerote Punkte bemerkbar, die reizvoll mit den übrigen, weißlichen Haufensternen kontrastieren. Nicht zuletzt lohnt auch eine visuelle oder fotografische Überwachung der mehreren Dutzend variablen Sterne im Doppelhaufen, deren Helligkeiten meist irregulär um wenige Hundertstel bis zu einigen Zehntel Größenklassen schwanken [10], sowie eine Reise zu den zahlreichen Sternhaufen und Nebeln, die in der Umgebung von h und χ Per zu finden sind.

■ Matthias Kronberger

- [1] O'Meara, S. J., Green, D. W. E.: The Mystery of the Double Cluster, *Sky & Telescope* 105, 116 (2003)
- [2] Slesnick, C. L., Hillenbrand, L. A.: The star formation and mass function of the double cluster h and χ Persei, *Astron. J.* 576, 880 (2002)
- [3] Capilla, G., Fabregat, J.: CCD uvby β photometry of young open clusters. I, The double cluster h and χ Persei, *Astron. Astrophys.* 394, 479 (2002)
- [4] Waelkens, C., Lampens, P., Heynderickx, D. et al.: Geneva photometry of stars in the double cluster h and χ Persei, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 83, 11 (1990)
- [5] Keller, S. C., Grebel, E. K., Yoss, K. M.: UBVI and Ha photometry of the h and χ Persei cluster, *Astron. J.* 122, 248 (2001)
- [6] Cappa, C. E., Herbstmeier, U.: A search for interstellar bubble surrounding massive stars in Perseus OB1, *Astron. J.* 120, 1963 (2000)
- [7] de la Fuente Marcos, R., de la Fuente Marcos, C.: The Cassiopeia-Perseus open cluster family, *New Astron.* 14, 180 (2009)
- [8] Burnham, R.: *Burnham's Celestial Handbook*, Dover Publications, Mineola, New York (1978)
- [9] Bragg, A. E., Kenyon, S. J.: Structure and mass segregation in h and χ Persei, *Astron. J.* 130, 134 (2005)
- [10] Samus, N. et al.: *General Catalogue of Variable Stars (GCVS)*, www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs/

Veränderlicher aktuell SS Cygni

In den sternreichen Weiten der Milchstraße zwischen den Sternbildern Schwan (Cygnus) und Eidechse (Lacerta) gibt es viele Sterne 12. Größenklasse. Im Jahr 1896 entdeckte Louisa D. Wells von der Harvard-Sternwarte, dass einer dieser Sterne alle vier bis zehn Wochen für eine Dauer von



Lichtkurve von SS Cygni im Jahr 2008. Jeder Punkt ist eine visuelle Helligkeits-schätzung eines Amateurbeobachters.

Surftipps

SS Cygni:
aauso.org/vstar/vsots/0600.shtml

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

etwa einer bis zwei Wochen bis zur 8. Größenklasse hell wurde: Die zweite »Zwergnova« war gefunden (U Geminorum war die erste).

Seither haben Amateurastronomen auf der ganzen Welt die Helligkeit des Sterns über 200000 Mal geschätzt und so mehr als 800 Helligkeitsausbrüche in den letzten 100 Jahren gefunden. Aufmerksame Beobachter haben den Stern immer wieder »entdeckt«: So fand Michael Karrer aus Graz beim Vergleich seiner Kleinbildfilm-Fotos mit einem 50mm-Normalobjektiv SS Cygni als »neuen Stern« 8. Größenklasse im Helligkeitsausbruch. Der Name »Zwergnova« kommt von der Ähnlichkeit mit dem Novaphänomen, das allerdings viel größere Helligkeitsamplituden zeigt.

SS Cygni ist mit einem kleinen Fernrohr gut im Minimum zu beobachten, in dem der Stern drei Viertel der Zeit verweilt. Ohne Vorwarnung beginnt SS Cyg heller zu werden und erreicht meist innerhalb eines Tages die Maximalhelligkeit. Daher ist eine Beobachtung an jedem klaren Abend sinnvoll, während des Anstiegs zum Maximum auch mehrmals pro Nacht.

SS Cygni ist wie jeder kataklysmische Veränderliche Stern ein enges Doppelsternsystem. Ein roter Zwergstern (kühler als die Sonne) und ein massereicherer Weißer Zwerg umkreisen sich in nur 6,5 Stunden in einer Entfernung von etwa 200000 Kilometern. Die beiden Sterne sind relativ lichtschwach: Das SS Cygni-System ist nur deshalb so gut zu beobachten, da es uns relativ nahe steht. Mit dem HST wurde eine Entfernung von (540 ± 40) Lichtjahren bestimmt. Dieser Wert passt aber nicht gut zu unserem Modell des Systems – entweder ist es noch nicht gut genug oder die Entfernung beträgt doch nur um die 326 Lichtjahre [3]. Im Standardmodell für SS Cyg füllt der Rote Zwerg seine Roche-Grenze aus und Materie fließt kontinuierlich zum Weißen Zwerg, der sie in einer Scheibe aufsammelt. Die Helligkeitsausbrüche entstehen in dieser Akkretionsscheibe. Die meistbenutzte Erklärung liefert das Scheiben-Instabilitätsmodell: Am »heißen Fleck« der Scheibe trifft die Materie des Begleitsterns auf und sammelt sich dann in der Scheibe. Nach Erreichen einer kritischen Dichte geht die Scheibe in einen heißen, ionisierten Zustand über und man beobachtet einen Helligkeitsausbruch [1].

Die Beobachtung von SS Cygni und der Zwergnovae ist auch mit einfachsten visuellen Schätzmethode noch immer sehr wertvoll. In den Jahren 2007–2008 wurde mit dem Radioteleskop des Very Large Array (VLA) in New Mexico das System während des Helligkeitsausbruchs studiert und erstmals die Synchrotronstrahlung eines vorübergehenden Materiestrahls (Jet) beobachtet. Amateure haben maßgeblich dazu beigetragen, dass die Astronomen rechtzeitig vom Helligkeitsausbruch von SS Cygni informiert wurden [2].

■ Wolfgang Vollmann

- [1] Price, A. et. al: A Search for SS Cyg Outburst Predictors, PASP 119, 1361 (2007), arXiv:0710.2937
- [2] Koerding, E. et. al.: A transient radio jet in an erupting dwarf nova, Science 320, 1318 (2008), arXiv:0806.1002
- [3] Schreiber, M. R., Lasota, J.-P.: The dwarf nova SS Cygni: what is wrong? Astron. Astrophys. 473, 897 (2007), arXiv: 0706.38885

Der Kampf des Drachen mit den Wolken

Impressionen der Jahrhundert-Sonnenfinsternis in China

ZUSAMMENGESTELLT VON DANIEL FISCHER UND RONALD STÖYAN

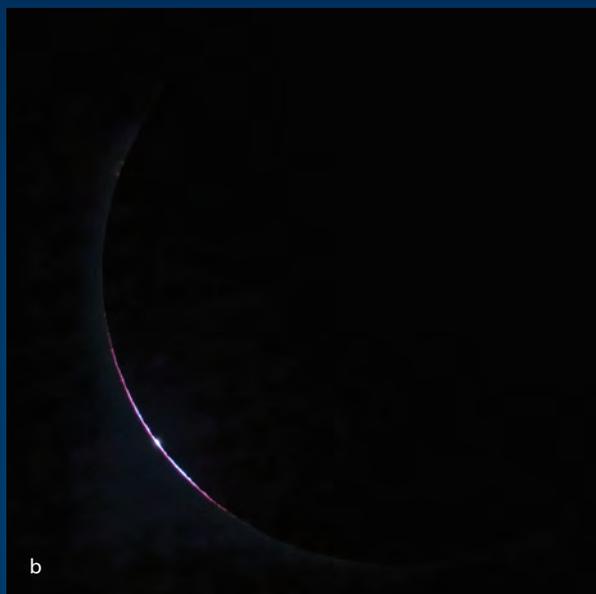
Abb. 1: Schleierwolken trübten den Blick über Wuhan, trugen aber auch zu einem spektakulären Farbenspiel des Himmels bei. *Bob Stephens*

Die längste Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts war gleichzeitig diejenige, die in der Geschichte der Menschheit am meisten Menschen gesehen haben dürften, denn die Zentrallinie verlief durch die bevölkerungsreichsten Gebiete der Erde in Indien und China. Auch viele hundert Finsternisjäger aus Mitteleuropa hatten sich dazugesellt. Mitten in eine sommerliche Hitzewelle platzte jedoch eine Störung mit Wolken und Gewittern, die sich just am Finsternistag genau entlang der Zentrallinie ausbreitete. So wurden die fünf bis sechs Minuten Totalität für viele zum Kampf mit dem Wetter – während es in Shanghai in Strömen regnete, hatte die interstellarum-Lesergruppe Glück im Unglück und konnte die Finsternis bei Wuhan durch Schleierwolken gut verfolgen (vgl. Abb. 2, 4a, 8, 9).

Abb. 3: Ein wunderschöner Perlschnureffekt zeigt sich zum Beginn der Totalität.
a, b) 3,1"-Refraktor bei 625mm, Canon EOS 20D mod., ISO 200, 1/160s. *Jörn Leineweber, Tobias Maeck*
c) 500mm-Teleobjektiv, Canon 450D. *Ullrich Dittler*



a



b



c



Abb. 2: Zweiter Kontakt: Die Sonne verschwindet hinter dem Mond nordöstlich von Wuhan. 200mm-Teleobjektiv, Olympus E3, ISO 200. *Wolfgang Wiesbauer*

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

Abb. 4: Dramatisch wirken die Wolken während der Totalität bei Wuhan.

a) 2,5"-Refraktor bei 500mm, EOS350 modifiziert, ISO 800, 0,5s, Orange-Filter. *Berthold Schneider*

b) 3,1"-Refraktor bei 625mm, Canon EOS 20D mod., ISO 200, 0,8s. *Jörn Leineweber, Tobias Maeck*



a



b

Abb. 5: Mit etwas Glück konnten dennoch Strukturen in der Korona festgehalten werden.

a) 2,83"-Refraktor bei 430mm, Canon EOS 350D, ISO 100, 1/125s. *Matthias Kleinke*

b) 3,15"-Refraktor bei 600mm, Canon EOS 40D, ISO 100, 2s. *Jörg Kopplin*



a



b



Abb. 6: So sah die Korona ohne Wolken aus, fotografiert vom pazifischen Enewak-Atoll (a) und Chongqin (b). *Brad Templeton, Andrew Litvinov*

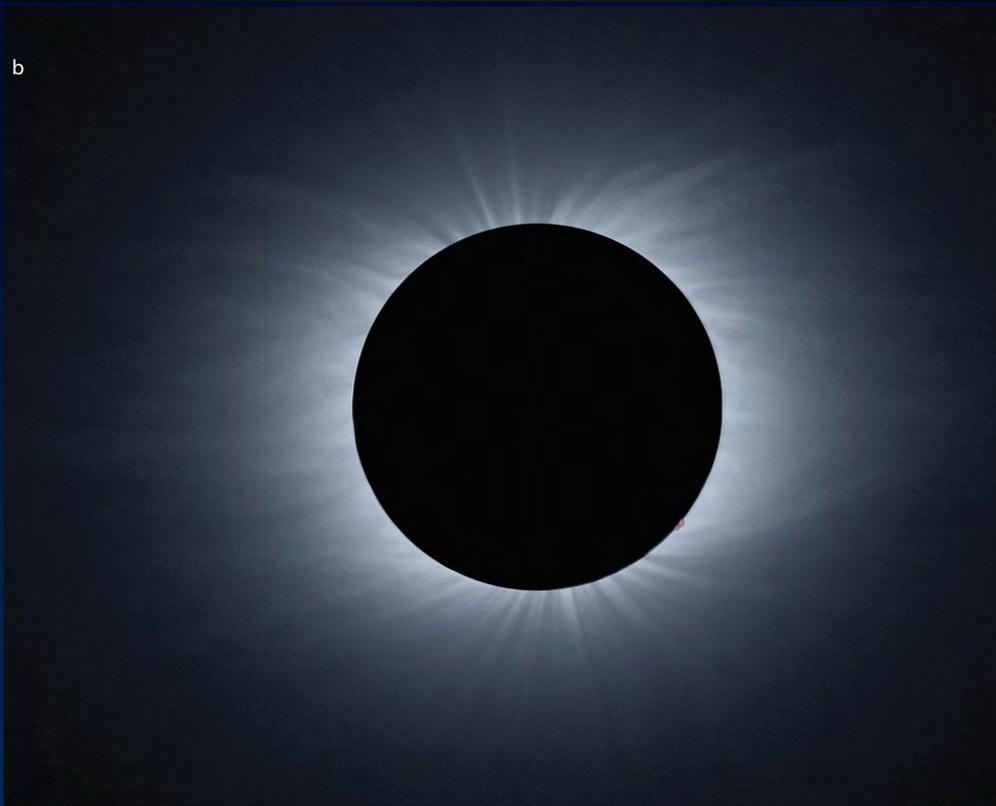
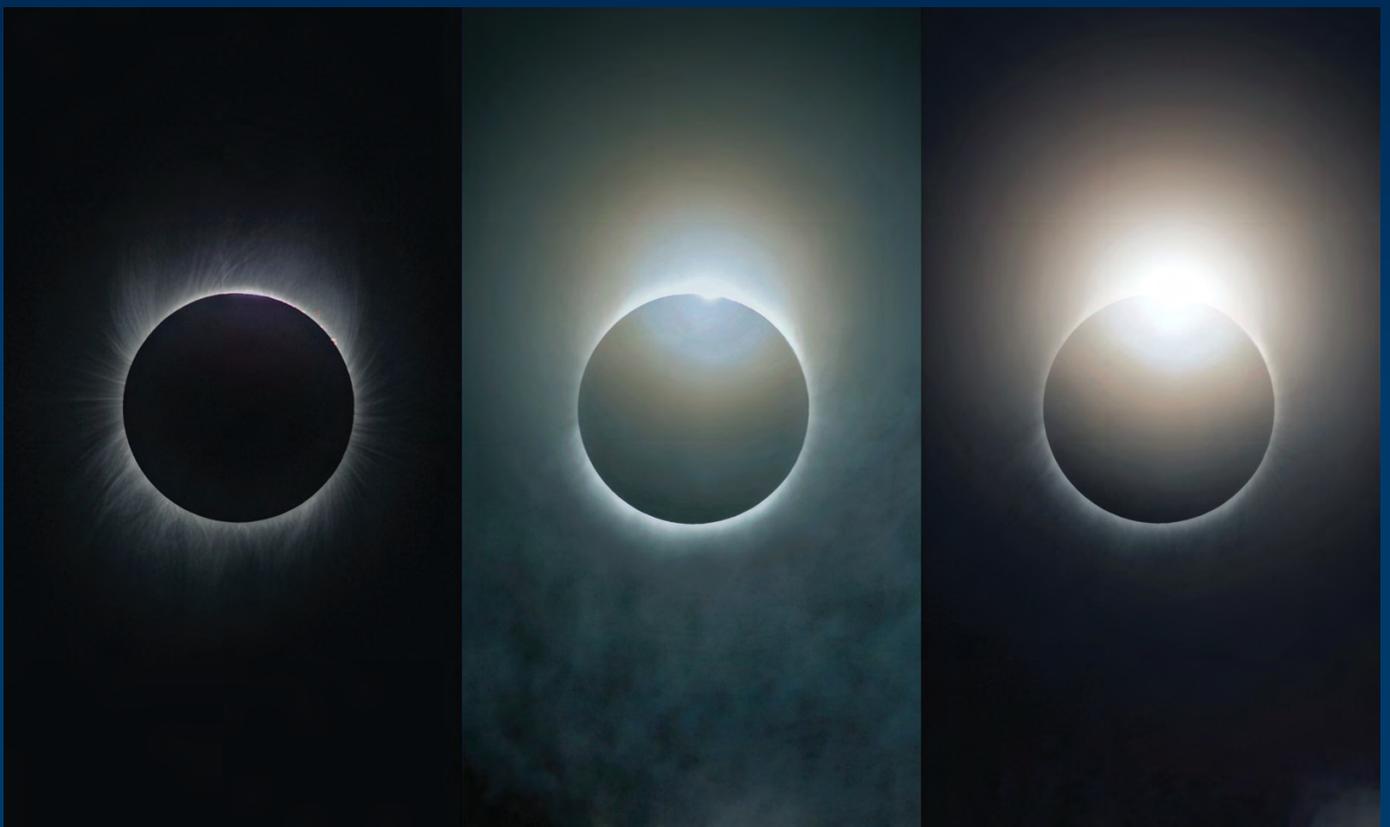


Abb. 7: Die Korona verschwindet mit dem 3. Kontakt. 3"-Refraktor bei 500mm Brennweite, Canon EOS 5D, ISO 200. *Stefan Binnewies, Hanns Ruder* ▼



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



Abb. 8: Sequenz zum 3. Kontakt aus Wuhan. 600mm-Teleobjektiv, Nikon D100, ISO 200, 1/250s (a, b), 1/320s (c, d). *Ulrich Görze*

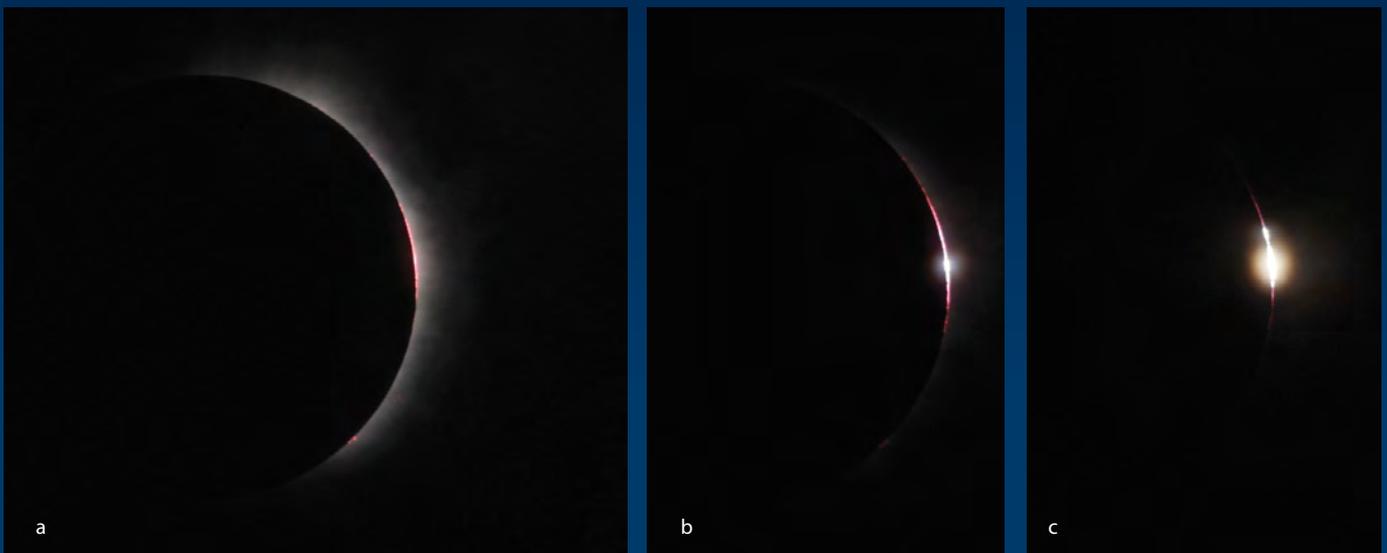


Abb. 9: Die Sonne blitzt in Wuhan wieder hinter dem Mond hervor. 4"-Refraktor bei 650mm, Canon EOS 1000D mod., ISO 100, 1/30s (a), 1/250s (b), 1/2000s (c). *Arndt Latußeck*

Elf Minuten Feuerring

Die Ringförmige
Sonnenfinsternis
am 15.1.2010

VON ROBERT REISINGER



Am 15. Januar 2010 findet die längste ringförmige Sonnenfinsternis des 3. Jahrtausends statt. Sie erstreckt sich in einem ca. 350km breiten Finsternispfad von Zentralafrika über die Inseln der Malediven nach Südindien, Nord-Sri Lanka, Birma und China bis zum Gelben Meer. Diese Finsternis, die zum Saroszyklus 141 gehört, ist die längste zentrale Sonnenfinsternis bis zum Jahr 3043. In Teilen Österreichs kann man eine sehr bescheidene partielle Sonnenfinsternis sehen.

Viele Leser haben die totale Sonnenfinsternis am 1.8.2008 mit der wunderschönen strahlenden Sonnenkorona um die schwarze Sonne herum, den strahlend hellen Planeten Merkur und Venus, sowie dem auffälligen Fixstern Arktur gesehen. Viele haben sich danach die Frage gestellt, wann man die nächste Sonnenfinsternis beobachten kann. Dabei sind die meisten auf die längste totale Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts am 22.7.2009 mit maximaler Finsternisdauer von 6min 39s im Pazifik gestoßen (vgl. S. 34). Bei näherer Betrachtung der Gebiete, die vom Finsternispfad in Südostasien bedeckt wur-

den, kommt man zu der Erkenntnis, dass wegen des regenreichen Sommermonsuns kein Beobachtungsort auf dem asiatischen Festland wirklich eine geringe statistische Bewölkungswahrscheinlichkeiten aufwies. Der statistische Bewölkungsgrad zur totalen Sonnenfinsternis am 22.7.2009 bewegte sich auf dem asiatischen Festland zwischen 50% und hohen 90%. Aber es gibt eine Alternative, nämlich die längste ringförmige Sonnenfinsternis des 21. Jahrhunderts und des 3. Jahrtausends, die am 15.1.2010 während des Wintermonsuns, der viel Trockenheit bringt, ebenfalls in Südostasien stattfindet.

Was ist eine ringförmige Sonnenfinsternis?

Eine ringförmige Sonnenfinsternis ist wie eine totale Sonnenfinsternis oder eine ringförmig-totale (hybrid) Sonnenfinsternis eine zentrale Verfinsterung der Sonne durch den Neumond, die man nur auf einem engen Finsternispfad sehen kann. Im Gegensatz hierzu erstreckt sich eine partielle Sonnenfinsternis auf ein relativ großes Gebiet.

Während bei einer totalen Sonnenfinsternis der Schattenkegel des Mondes auf die Erdoberfläche fällt, reicht er bei einer

◀ **Abb. 1: Das wohl größte astronomische Naturschauspiel** unter den Durchgängen: eine ringförmige Sonnenfinsternis. Am 15.1.2010 werden sich wieder zahlreiche Finsternisjäger bzw. Durchgangsbeobachter auf den Weg machen.

ringförmigen Sonnenfinsternis nicht bis dorthin. Dieser Unterschied entsteht, weil erstens die Mondbahn eine Ellipse ist und zweitens die Erdbahn um die Sonne ebenso eine Ellipse ist.

Im Nordsummer ist die Erde am weitesten von der Sonne entfernt, wodurch die Sonnenscheibe einen etwas geringeren Durchmesser hat. Wenn dann der Neumond in der Nähe eines seiner Bahnknoten und in Erdnähe (Perigäum) eintritt, kommt es zu einer außergewöhnlich langen totalen Sonnenfinsternis wie am 22.7.2009.

Ereignet sich eine zentrale Sonnenfinsternis hingegen im Nordwinter, wenn die Erde der Sonne näher steht, und der Neumond sich gleichzeitig in Erdferne (Apogäum) befindet, kommt es zu einer außergewöhnlich langen, ringförmigen Sonnenfinsternis wie am 15.1.2010.

Das Besondere an ringförmigen Sonnenfinsternissen

Man sollte eine ringförmige Sonnenfinsternis niemals mit einer totalen Sonnenfinsternis bezüglich Schönheit und Einzigartigkeit vergleichen, denn eine ringförmige Sonnenfinsternis ist ein Monddurchgang oder Mondtransit vor der Sonnenscheibe und damit als das größte Himmelschauspiel unter den Durchgängen, verglichen mit dem Venus- und Merkurdurchgang (Transit), zu sehen.

Das Besondere an einer ringförmigen Sonnenfinsternis ist der fantastische Perlschnureffekt bei Beginn und am Ende des Ereignisses. Im Gegensatz zum Beginn und Ende einer totalen Verfinsterung, bei der der Diamantringeffekt stark beeindruckt, ist der Perlschnureffekt jedoch bei weitem nicht so ausgeprägt. Der Perlschnureffekt entsteht, wenn der kleinere Neumond in die größere Sonnenscheibe hinein oder heraus wandert und die Sichelspitzen sich schließen oder öffnen. Dabei fällt nur noch durch einige Mondtäler Sonnenlicht zum Beobachter und es entsteht der Eindruck einer Perlenkette. Außerdem sieht die Sonne während der Mitte der ringförmigen Verfinsterung wie ein geometrisch perfekter, gleißend heller Goldring aus. Voraussetzung dafür ist, dass man sich auf der Zentrallinie befindet. Beeindruckend



Abb. 2: Der globale Verlauf der ringförmigen Finsternis am 15.1.2010.

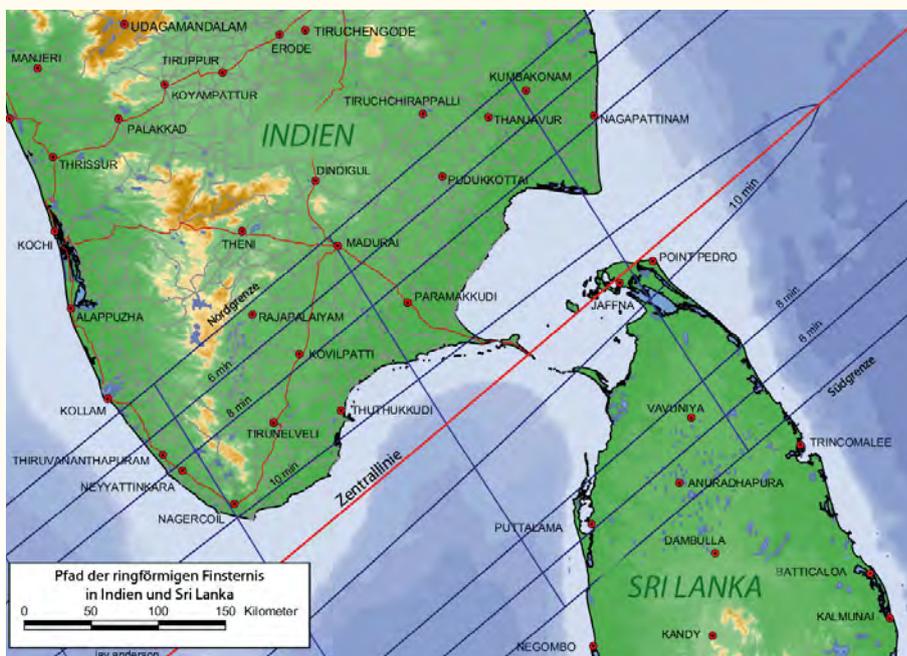


Abb. 3: Der Finsternispfad an der Südküste Indiens und der Nordküste Sri Lankas.

ist auch, mit welcher Geschwindigkeit der kleinere Neumond durch die größere Sonnenscheibe wandert.

Finsternispfad mit statistischem Bewölkungsgrad

Die ringförmige Sonnenfinsternis beginnt bei Sonnenaufgang um 5:18 UT in Zentralafrika. Der statistische Bewölkungsgrad beträgt an der afrikanischen Küste im Grenzgebiet von Somalia und Kenia geringe 20% – 30%, die Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein 80% und die Sonnenhöhe ist um 5:35 UT mit 30° niedrig. Auch die Dauer der ringförmigen Verfinsterung ist mit 8min 51s noch sehr kurz.

Kurz vor den Malediven im indischen Ozean wird das Maximum der Finsternis von 11min 8s um 7:06 UT erreicht. Anschließend werden die Malediven mit der Hauptstadt Male um 7:25 UT vom Mondschatten erfasst. Die Finsternisdauer beträgt dort 10min 45s und die Sonne steht 65° über dem Horizont. Der statistische Bewölkungsgrad beläuft sich auf 48% bei 67% Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein. Danach streicht der Mondschatten zwischen 7:44 UT und 7:56 UT über die Südküste Indiens und die Nordküste Sri Lankas. Die ringförmige Finsternis dauert in diesem Gebiet zwischen 10min 1s und 10min 20s, bei einer Sonnenhöhe um die 60°. Der statistische Bewölkungsgrad

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

bewegt sich zwischen geringen 30% und 40% und die Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein zwischen hohen 72% und 77%. Die Zentrallinie verläuft fast genau zwischen Indien und Sri Lanka hindurch, nur südlich von Ramesvaram, an der Südspitze der Insel Pamban im Golf von Mannar, die mit dem indischen Festland mit einer riesigen Brücke verbunden ist, und an der Nordspitze Sri Lankas bei Chunnakam nördlich von Jaffna berührt sie Land. Satellitenaufnahmen zeigen für den 15. Januar über dem östlichen Südindien eine Cumulusbewölkung. Um sie zu vermeiden sollte man entweder auf der Westseite von Südindien, an der Küste, wo kühle Winde, oder von der Südspitze Pambans, wo das umgebende Wasser die Wolkenbildung verhindert, beobachten. Danach überquert der Schatten den Golf von Bengalen und erreicht um 8:30 UT die Küste von Birma. Dort beträgt die Sonnenhöhe 36° und die Finsternisdauer liegt nur noch bei 8min 55s. Dafür ist die Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein mit 95% sehr hoch und der statistische Bewölkungsgrad zwischen 0% und 10% extrem gering. Nachdem der Pfad der ringförmigen Verfinsterung Birma und China durchquert hat, endet die ringförmige Finsternis über der Halbinsel Schandong am gelben Meer bei Sonnenuntergang um 9:00 UT. Im Grenzgebiet von Birma und China beträgt die Sonnenhöhe geringe 23° , der statistische Bewölkungsgrad ist mit 30% – 40% gering und die Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein mit

74% hoch. Die Dauer der Finsternis liegt bei bescheidenen 8min und 12s um 8:45 UT. Danach steigt der statistische Bewölkungsgrad drastisch an und erreicht mit über 70% das Maximum des Finsternispfades. Chongqing, das bereits Zeuge der totalen Sonnenfinsternis 2009 war, liegt fast auf der Zentrallinie, allerdings steht hier die Sonne nur noch 15° hoch und die ringförmige Phase dauert nur 7min 50s.

Zusammenfassend kann man sagen, dass bezüglich des Bewölkungsgrades für eine Reise an erster Stelle die Küste von Birma und an zweiter Stelle die afrikanische Küste in Frage kommt. Eine Reise an die Südküste Indiens oder die Nordküste Sri Lankas stellt bezüglich des Bewölkungsgrads und der ringförmigen Finsternisdauer sicher einen sehr guten Kompromiss dar. Die größte Finsternisdauer, die ohne Schifffahrt beobachtbar ist, tritt auf den Malediven ein.

Der Himmel zur Finsternis

Während der ringförmigen Finsternis wird es nicht richtig dunkel. Die Szenerie ist in ein mattes bleigraues Licht getaucht. Der Finsternishimmel ist noch fast taghell. Deshalb wird auch die Venus nicht sichtbar werden, da sie 4 Tage zuvor in oberer Konjunktion mit der Sonne stand und deshalb in der Nähe des gleißend hellen Sonnenringes steht und von diesem überstrahlt wird. Ob der zweithellste Planet Jupiter – mit $-1^m,9$ Helligkeit – für das bloße

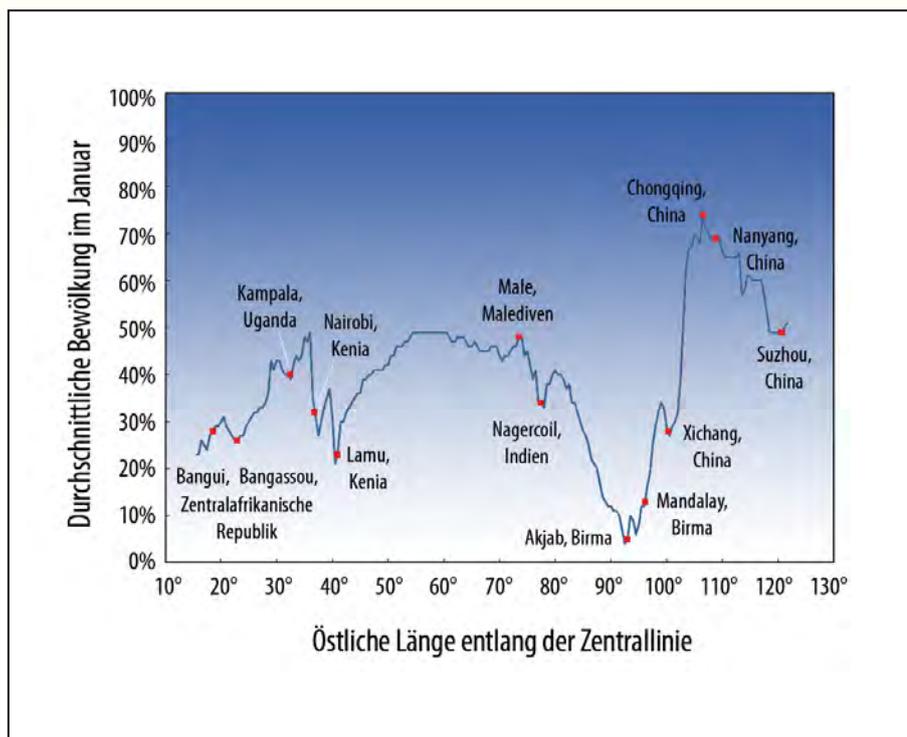
Auge sichtbar wird, ist fraglich, da er zwar mit 33° deutlich weiter vom gleißend hellen Sonnenring in östliche Richtung hoch am Himmel steht (bezogen auf die Malediven, Südindien und Sri Lanka; siehe Abb. 5), aber Jupiter deutlich lichtschwächer als die Venus ist. Bei zehn Minuten Dauer der ringförmigen Verfinsterung kann man sich eine Minute für die Suche nach Jupiter leisten. Der Planet Merkur oder gar Fixsterne können natürlich nicht gesehen werden.

Ob das matte bleigraue Licht der Szenerie ebenso stark aufgeprägt ist oder ob die Umgebung deutlich heller ist als bei der ringförmigen Sonnenfinsternis 2005 in Spanien wird sich zeigen. Da erstens die Sonnenhöhe während der ringförmigen Finsternis in Spanien unter 20° lag, sie 2010 auf den Malediven, Südindien und Nordsri Lanka jedoch zwischen 60° und 65° beträgt und zweitens der Bedeckungsgrad 2010 mit 0,92 geringer als 2005 mit 0,96 ist, spricht vieles für eine »helle Finsternis«. Das heißt, der Sonnenring ist sehr breit und hell, so dass man für die Jupiter-suche eine Sternkarte ohne Taschenlampe erkennen kann.

Außerdem sollte man sich den zeitlichen Beginn der ringförmigen Sonnenfinsternis gut einprägen, da es keine starke optische Verdunklung der Tageshelle wie bei einer totalen Sonnenfinsternis gibt. Die Tageshelle ist im Gegensatz zu einer totalen Sonnenfinsternis im und außerhalb des Finsternisgebietes fast gleich groß. Denn die während der Totalität sichtbare Sonnenkorona hat durchschnittlich nur halbe Vollmondhelligkeit, während der bei dieser Sonnenfinsternis sichtbare Sonnenring ca. 80000 Mal heller als der Vollmond sein wird. Zum Vergleich: Die unverfinsterte Sonne ist ca. 500000 Mal heller als der Vollmond. Damit wird klar, dass der Planet Jupiter mit bloßem Auge sehr schwer zu finden sein wird, zumal der Sonnenring höher als Jupiter stehen wird (auf den Malediven, Südindien und Sri Lanka). Jupiter ist ungefähr 1 Milliarde Mal lichtschwächer als der Sonnenring, deshalb ist ein lichtstarkes Fernglas wichtig, um erfolgreich sein zu können. Dies ist aber möglich, da das Helligkeitsverhältnis Sonnenring-Jupiter dem Verhältnis unverfinsterte Sonne-Venus entspricht und die Venus am hellen Tag mit dem Fernglas gefunden werden kann.

Wer den Sonnenring mit dem Fernglas sehen will, braucht spezielle Schutzfolien, die an den Objektiven gut befestigt werden müssen. Während der gesamten Sonnenfinsternis muss bei der freijügigen Son-

Abb. 4: Der Bewölkungsgrad entlang des Finsternispfades am 15.1.2010.



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

Die Sonnenfinsternis am 15.1.2010 in Österreich

Ort	Finsternisende	Sonnenaufgang
Graz	7:50 MEZ	7:40 MEZ
Linz	7:50 MEZ	7:49 MEZ
Wien	7:50 MEZ	7:40 MEZ

nenbeobachtung eine Schutzbrille («Sofibrille») getragen werden.

Die Finsternis am 15.1.2010 ist als partielle Sonnenfinsternis nur in den östlichen Teilen von Österreich bei guter Horizontsicht zu sehen. Sie endet mit Sonnenaufgang oder kurz danach (s. Tabelle). Entsprechend bescheiden ist der Bedeckungsgrad mit maximal 5%.

Kommende Sonnenfinsternisse

Am 11.7.2010 findet zwischen Neuseeland und dem südlichen Südamerika, wo die Finsternis endet, eine totale Sonnenfinsternis statt. Die Osterinsel, die sich in der Totalitätszone befindet, könnte ein interessanter Beobachtungspunkt für alle sein, die sich mit einem statistischen Bewölkungsgrad von 50%–60%, 48% Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein und einer Finsternisdauer von 4min 44s zufrieden geben sowie eine extrem lange An- und Abreisezeit in Kauf nehmen, um dafür in der Mittagszeit eine totale Finsternis an einem mystischen Ort zu sehen.

Die partielle Sonnenfinsternis am 4.1.2011 ist im gesamten deutschsprachigen Raum zu sehen und hat einen Bedeckungsgrad von 70%–80%. In Deutschland wird der Aufgang der bereits verfinsterten Sonne bei schönem Wetter sicherlich ein fotografischer Höhepunkt des zweiten Jahrzehnts

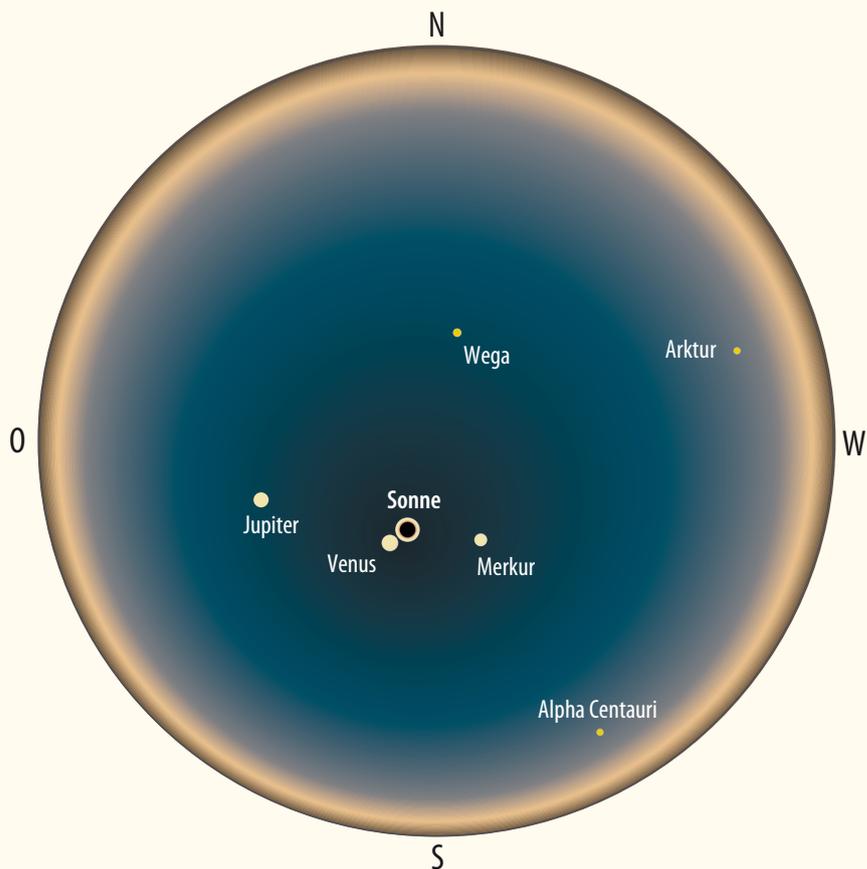


Abb. 5: Der Sternhimmel während der ringförmigen Finsternis am 15.1.2010 bei $1^{\circ} 37'$ nördlicher Breite und $69^{\circ} 13'$ östlicher Länge. Tatsächlich kann nur der Planet Jupiter mit Aussicht auf Erfolg mit einem lichtstarken Fernglas gesucht werden.

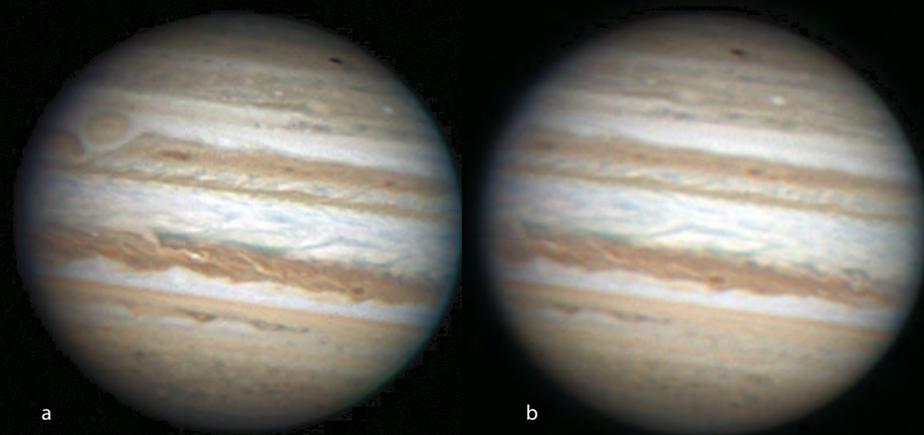
sein. Die nächste ringförmige Sonnenfinsternis in Deutschland kann erst im Jahr 2093 gesehen werden.

- [1] Friedrich, S., Friedrich, P.: Finsternisse – verstehen, beobachten und fotografieren, Oculum-Verlag, Erlangen (2005)
- [2] Friedrich, S., Friedrich, P.: Schwarze Sonne über den Weiten Asiens, interstellarum 58, 34 (2008)

- [3] Espenak, F., Anderson, J.: Annular solar eclipse of 2010 January 15, NASA, eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat/SEdecade2001.html
- [4] Anderson, J.: Eclipses, Climatology and Maps for the Eclipse Chaser, home.cc.umanitoba.ca/~jander/ase2010/ase10intro.htm
- [5] Lutz, H.: Mond- und Sonnenfinsternisse, Planetendurchgänge bis zum Jahre 2020, BLV Buchverlag, München (2005)

Glücks-Treffer

Amateurastronom entdeckt Kometeneinschlag auf Jupiter



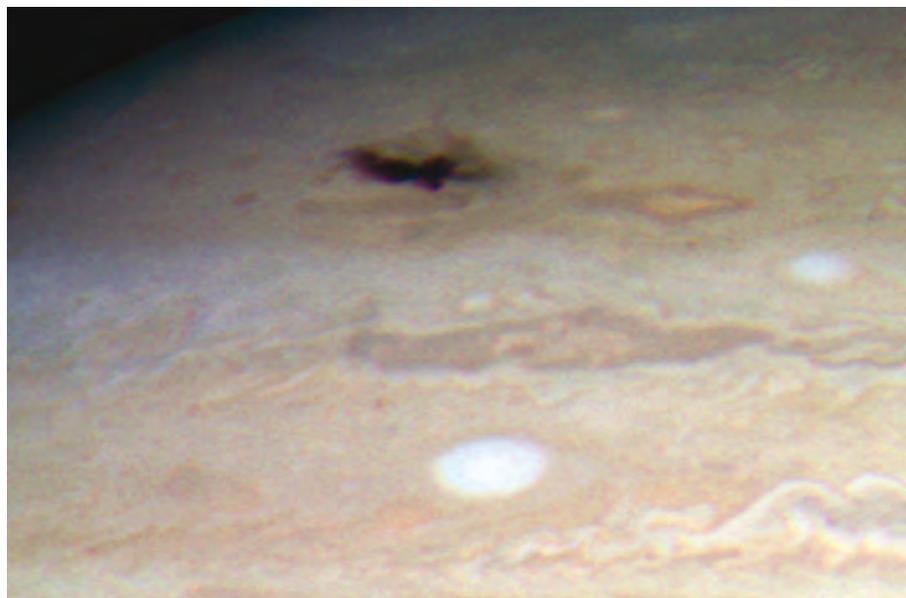
VON DANIEL FISCHER

Völlig überraschend wiederholt sich seit Mitte Juli auf dem Jupiter ein vermeintlich seltenes Schauspiel, das es genau anderthalb Jahrzehnte vorher schon einmal gegeben hatte: Im Juli 1994 waren eine Woche lang über 20 Fragmente des Kometen D/1993 F2 (Shoemaker-Levy 9, kurz SL-9) auf den Planeten gestürzt, und jedes Mal war eine auffällige dunkelbraune Wolke in der oberen Jupiteratmosphäre zurück geblieben, die rasch von der Windscherung zerzaust wurde. Damals hatten sich Profi- wie Amateurastronomen ein gutes Jahr lang auf das Spektakel vorbereiten können, waren die Kometentrümmer doch rechtzeitig entdeckt und ihre Bahnen genau verfolgt worden. 15 Jahre später jedoch kam der neue – einzelne – Einschlag ohne Vorwarnung.

ANTHONY WESLEY

- ▲ **Abb. 1: Sensation auf Jupiter:** Auf der Südhalbkugel ist offenbar ein Komet eingeschlagen! Die großartige Entdeckung gelang dem australischen Amateurastronom Anthony Wesley mit dieser CCD-Aufnahme, 14,5"-Newton bei 92000mm Äquivalentbrennweite, Point Grey Research Dragonfly2 mono, ICX424a1, 60s (je RGB-Kanal).
 a) 19.7.2009, 15:06 UT, ZM (II) 180°.
 b) 19.7.2009, 15:55 UT, ZM (II) 210°.

Der erneute Einschlag wurde nach derzeitigem Wissensstand als solcher von niemand gesehen (vermutlich fand er ohnehin auf der sonnenabgewandten Seite des Planeten statt), aber wieder blieb eine ungewöhnliche dunkle Wolke zurück. Diese wurde – vermutlich innerhalb eines halben Tages nach dem Impakt – vom australischen Amateurastronomen Anthony Wesley entdeckt. In seiner Gartensternwarte in Murrumbateman war er – am 19. Juli gegen Mittag Weltzeit – gerade mit Aufnahmen des Großen Roten Flecks an seinem neuen 14,5"-Newton beschäftigt, als er zum ersten Mal einen dunklen Fleck in der Nähe des Südpols wahrnahm, zunächst aber nicht weiter darüber nachdachte. Aber irgendetwas war seltsam, und Wesley betrachtete den Fleck ungläu-



NASA, ESA, H. HAMMEL AND THE JUPITER COMET IMPACT TEAM

big, als die Jupiterrotation das Objekt nun Richtung Zentralmeridian schob.

Sternstunde der Amateurastronomie

Da traf es Anthony Wesley »wie ein Blitz«: Auch die Einschlagswolken von SL-9 hatte er damals im Teleskop betrachtet, und das war augenscheinlich dasselbe. »Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass

Abb. 2: Der Impakt-Fleck auf dem Jupiter am 23. Juli, 4 bis 5 Tage alt, gesehen vom Hubble Space Telescope: Die neue HST-Kamera WFC3 zeigt ihn hier im sichtbaren Licht und in natürlichen Farben; atmosphärische Strömungen haben die dunkle Wolke bereits deutlich zerzaust.

das wirklich real war,« so Wesley, »konnte ich kaum mehr meinen Computer bedienen. Meine Hände zitterten. Es war

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

einfach unglaublich.« Nun war Wesley aber kein Einzelkämpfer sondern voll in die internationalen Netzwerke der Amateurastronomie eingebunden – die gerade in Sachen Planetenbeobachtung auch von zahlreichen Profiastronomen konsultiert werden. Praktisch in Echtzeit erfahren so auch die JPL-Planetenforscher Glenn Orton und Leigh Fletcher von dem neuen Einschlag. Und wie es der Zufall wollte, hatten sie für die kommende Nacht Jupiter-Beobachtungszeit an der Infrared Telescope Facility (IRTF), einem 3m-Teleskop der NASA auf dem Mauna Kea, das sie von Kalifornien aus fernsteuerten. Als Computerexperte war es für Wesley kein Problem, an diesen Beobachtungen – gegen Mittag Weltzeit am 20. Juli – ebenfalls »teilzunehmen«, auf seinem Computer in Australien sah er dasselbe, das sich nun Orton und Fletcher in Kalifornien offenbarte, während das Teleskop auf Hawaii eine Wolkenlücke erwischte. Der entscheidende Test, ob es sich bei dem dunklen Gebilde wirklich um eine SL-9-gleiche Impaktwolke handelte, war ihr Anblick in nahen Infraroten: Sie musste hell sein, weil sie über dem Großteil der absorbierenden Jupiteratmosphäre schwebt und ungehindert Sonnenlicht reflektiert (während die Wolke sichtbares Licht größtenteils verschluckt).

Bestätigung im Infrarot

Und genau so war es: Der Wesley-Fleck kam just zu Beginn des Beobachtungsintervalls über den Horizont und erschien als gleißend helle Wolke auf den Monitoren. Nach gegenseitigen Gratulationen per E-Mail begann auch schon die Wissenschaft: Die IRTF-Forscher untersuchten die Wolke während ihres Durchgangs bei so vielen Wellenlängen wie möglich, entdeckten dabei erhöhtes Ammoniak-Vorkommen (wie seinerzeit nach den SL-9-Einschlägen) und auch, dass die Wolke noch warm war. Das Szenario dürfte schließlich dasselbe wie damals gewesen sein: Das Impaktor – vermutlich ein Komet, da eisige Kleinkörper in Jupiterdistanz von der Sonne bei weitem dominieren – drang in die Atmosphäre ein, explodierte, eine heiße Blase aus Jupiter- wie Impaktor-Material stieg auf und senkte sich anschließend auf die obere Jupiteratmosphäre. Der Rücksturz der Partikel führt dann zu der Wärmestrahlung, die frische Impaktflecken für Teleskope im infraroten Licht so hell macht. »Geeicht« an den Spuren von 1994 dürfte das diesmal eingeschlagene Objekt nur ein paar hundert Meter groß gewesen sein, was auch

Abb. 3: Jupiters Impaktfleck am 22. Juli im mittleren Infraroten aufgenommen mit dem Gemini-Nord-Teleskop: ein Falschfarbenbild bei einer Wellenlänge von 8,7µm bis 9,7µm. Hier erscheint die Wolke hell vor einem dunkleren Planeten, ein Indiz sowohl für ihre große Höhe wie auch eine noch erhöhte Temperatur.

Abb. 4: Ein Falschfarbenbild des Jupiter ▶ mit dem Telescopio Nazionale Galileo, einem 3,5m-Teleskop auf den Kanaren: Nah-IR-Bildern bei 2,1, 1,7 und 1,6 Mikrometern Wellenlänge vom 27. Juli wurden die Farben R, G und B zugeordnet. Der Impaktfleck erscheint als längliche »blaue« Wolke im tiefen Süden, oberhalb des polaren Dunstes.

erklärt, weshalb es vorher nicht entdeckt worden war: Vorwürfe an die astronomische Gemeinde, sie hätte wohl geschlafen, sind verfehlt, dürfte das Objekt doch schwächer als 26. Größenklasse gewesen sein! Auch SL-9 hatte sich Jahrzehnte lang unentdeckt in der Nähe des Jupiter aufgehalten und war überhaupt nur sichtbar geworden, nachdem Gezeitenkräfte den Kern zerrissen hatten und viel Staub freigesetzt wurde: Jedes Fragment war ein eigener Komet mit Staubschweif geworden.

Idealer Zeitpunkt

Auch die Tatsache, dass zuerst ein Amateur auf den Impakt aufmerksam wurde und die NASA alarmierte, ist nicht zu kritisieren – im Gegenteil: Alles lief nahezu ideal ab, mit Amateuren als zuverlässigen Überwachern der Planeten und Profis, die binnen Stunden auf wichtige Entdeckungen reagieren. Oft mussten dazu ungeliebte Alarmprotokolle umgesetzt werden, bei denen beobachtende Astronomen kurzfristig von den Teleskopen gescheucht werden, zum Teil in persönlicher Verantwortung des Sternwartendirektors, dem ein bestimmtes Zeitfenster für solche Notfälle zusteht. Eile war geboten, denn Scherwinde von rund 25m/s zogen den ursprünglich kompakten Impaktfleck rasch immer mehr in die Länge (wodurch er für Amateurteleskope zunächst sogar leichter zu erkennen war). Derartige Flecken sind auch der einzige Weg, die Dynamik der hohen Schichten des Jupiter zu studieren, wo sich normalerweise keine erkennbaren Substanzen aufhalten. Nach Beobachtungen des Very Large Telescope mit Adaptiver Optik hatte sich der Fleck am 26. Juli bereits auf 20° in Länge ausgedehnt und war auf 55° Süd zentriert, zeitweise schien er in zwei Wolken zu zerfallen. Nicht klar

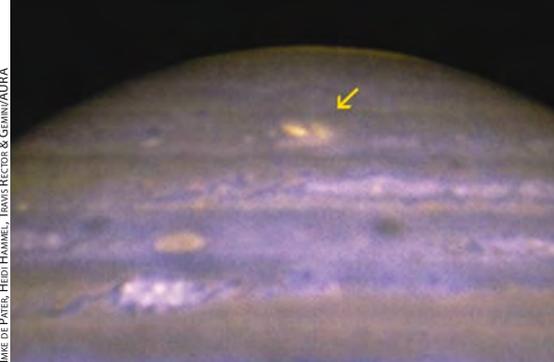


Abb. 5: Amateuraufnahme des Flecks vom 22.7.2009, 8"-Newton bei 7000mm, DBK21, 1600x1/47s, Sirius-MV1 (UV-cut)-Filter, 600 Bildler von 1600 verwendet. Robert Reitsam

ist, ob der Fleck ursprünglich punktförmig oder schon etwas länglich war: Letzteres würde für ein Auseinanderbrechen des Kometenkerns kurz vor dem Aufschlag sprechen. Der Impakt hätte zu keinem besseren Zeitpunkt kommen können, kurz vor der Opposition, und eine Flut von Amateuraufnahmen – dank videoastronomischer Techniken von einer Qualität, von der man 1994 nur träumen konnte – ergänzt die isolierten professionellen Schnappschüsse.

Surftipps

Aktuelle Amateuraufnahmen:
www.pvol.ehu.es/index.jsp?action=iopw

Professionelle Ergebnisse:
planets.ucf.edu/resources/jupiter-impact

Seite des Entdeckers: jupiter.samba.org/jupiter-impact.html



MATTHIAS MEIER

Der Dreh mit den Planeten

Schon lange bevor uns komplizierte Planetariumsprojektoren und Astronomie-Software auf Reisen durchs Sonnensystem schickten, stellten geschickte Handwerker die Himmelsmechanik mit Räderwerken aus Messing nach. Heute verstehen sich nur noch zwei Künstler auf den Bau von Orreries.

Orreries verdeutlichen die Mechanik der Planetenbewegungen

VON MATTHIAS MEIER

Abb. 1: Mechanische Kleinodien mit Seltenheitswert sind Orreries heute. Nur über ein aufwendiges Räderwerk lässt sich mit einem Orrery die komplizierte Bahn des Mondes um die Erde anschaulich darstellen.

Es gibt Dinge, die sind bekannter, als ihr Name vermuten lässt. Das Orrery gehört mit Sicherheit dazu. Diese mechanischen, Uhrwerken nicht unähnlichen Modelle des Sonnensystems funktionieren ähnlich dem so genannten Tellurium (nach lat. Tellus, die Erde) aus dem Erdkunde-Unterricht, jener Apparatur mit einer Glühbirne, die die Sonne darstellt, und einem kleinen Globus samt Mond. Per Kurbel oder Elektromotor lassen sich damit verschiedene Positionen anfahren und Jahreszeiten und Mondphasen anschaulich erklären.

Ein solches Tellurium – oder genauer Lunarium, da es auch die Mondbewegung darstellt – ist nichts anderes als die einfachste Variante eines Orreries. Aufwendigere Modelle, heute meist nur noch in Museen zu bewundern, sind mechanische Meisterwerke aus dutzenden von Messingzahnradern, die den Lauf der inneren und äußeren Planeten und, mit Extra-Räderwerken, sogar den ihrer Monde nachbilden.

Der Graf und seine Himmelsmaschine

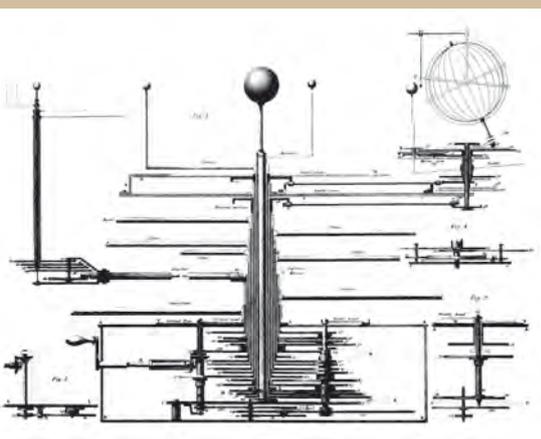
Die Bezeichnung Orrery geht zurück auf den vierten Grafen von Orrery, Charles Boyle, der 1712 ein Sonne-Erde-Mond-Modell bei John Rowley, einem Londoner Instrumentenbauer, bestellte. Der Prototyp des klassischen Orreries jedoch stammt von George Graham. Neben vielen Instrumenten für die Wissenschaftler der Aufklärung entwarf er zwischen 1704 und 1709 einen Mechanismus, dessen Räderwerk die komplizierte Bewegung des Mondes und der Erde um die Sonne nachbildete. Rowleys Auftragsarbeit für den Earl of Orrery war schlicht eine überarbeitete Version von Grahams Mechanismus.

Die Idee eines mechanischen Modells des Sonnensystems ist jedoch viel älter. Schon um 200 vor Christus soll Archimedes mit Hilfe seiner »sphaera« die Bahnen von Erde und Mond beschrieben haben. Leider ist von dieser außer einer vagen

Beschreibung nichts überliefert. Ganz im Gegensatz zum 2000 Jahre alten Antikythera-Mechanismus, dessen Überreste Fischer vor der griechischen Küste entdeckt haben. Das mysteriöse und bemerkenswert komplexe Räderwerk gilt vielen als ein antikes Orrery.

Anfangs wurden Orreries ausschließlich für Wissenschaftler, Bildungseinrichtungen oder reiche Sammler angefertigt, wobei Größe und Komplexität immer weiter zunahm. Erst später kamen einfache und billige Geräte auf den Markt, was Orreries in viktorianischer Zeit sehr populär machte. Doch mit der Einführung optischer Planetarien verschwanden deren mechanische Vorfahren fast spurlos. Ein erster Vorbote dieses Niedergangs war wohl Adam Walkers Eidouranion von 1770, eine Art transparentes Orrery mit Projektor. Das Schicksal der mechanischen Orreries besiegelte jedoch die Firma Carl Zeiss, die 1924 mit ihrem noch heute in Planetarien verwendeten Projektor die Darstellung der Himmelskörper und ihrer Bewegungen revolutionierte.

Abb. 2: Schnitt durch ein Grand Orrery des englischen Astronomen William Pearson (1767–1847), das neben den äußeren Planeten auch den Zwergplanet Ceres und die Asteroiden Vesta, Juno und Pallas zeigt. [1]



Surftipps

Orrery-Bausatz von Eaglemoss

Publications: www.modell-solar-system.de

Brian Greig: www.orrerymaker.com

Peter Grimwood: www.orreries.co.uk

Eine aussterbende Kunst

Heute gibt es nur noch wenige, die mit dem Bau von Orreries ihren Lebensunterhalt verdienen – oder es zumindest versuchen. »Zum Bau von Orreries braucht es die Geduld eines Engels, die Kraft Samsons und das Bankkonto eines Rockefellers«, fasst Brian Greig aus Australien die Voraussetzungen für seine Kunst zusammen. Greig zählt zusammen mit Peter Grimwood aus Suffolk, England, zu den letzten, aktiven Orrery-Bauern.

Greigs Werkstatt, ein kleiner, etwas düsterer Schuppen in einer Vorstadt Melbourne, vollgestellt mit Fräsmaschinen, Drehbänken und einer darbenenden Zimmerpflanze, steht in starkem Kontrast zu den Wunderwerken, die dort entstehen. Die Palette des Australiers reicht von detaillierten Kopien der klassischen englischen Modelle Rowleys und Grahams bis hin zu speziellen Orreries, wie zum Beispiel einem Mars-Orrery mit den Monden Phobos und Deimos. Dessen Besonderheit sind elliptische Zahnräder, die das zweite Keplersche Gesetz – der Radiusvektor eines Himmelskörpers überstreicht in gleicher Zeit gleiche Flächen – berücksichtigen. Dies ist eine von den meisten Orreries stillschweigend vernachlässigte Komplikation; statt astronomisch korrekten Bahnen wird in der Regel nur das Verhältnis der Umlaufzeiten wiedergegeben.

Die Komplikation des Griechen

Eine weitere Komplikation zählt dagegen zum kleinen Einmaleins der Orrery-Bauer: der Methonische Zyklus des Mondes. Der Mond und seine Bahn kann getrost als die Spezialität von Peter Grimwood bezeichnet werden. Der Erbauer zahlreicher Orreries, von denen manche sogar schon in Hollywoodfilmen zu sehen waren, ist unter anderem Autor eines Buchs über Mondmechanismen antiker Uhren. Wie seine Vorgänger und Kollegen ist auch Grimwood fest vertraut mit der von Methon von Athen 432 vor Christus entdeckten Unregelmäßigkeit der Mondphasen, die nur ungefähr alle 19 Jahre auf den selben Tag des selben Monats fallen.

Da sich der Mond nicht nur um die Erde, sondern gleichzeitig mit ihr um die Sonne bewegt, unterscheidet sich der von der Erde aus beobachtete Mondzyklus leicht von der aus dem Weltall betrachteten Dauer einer Erdumkreisung. Auch die Tatsache, dass die Bahn des Mondes nicht wie die der meisten anderen Monde in der Äquatorbene seines Planeten, sondern ungefähr 5°

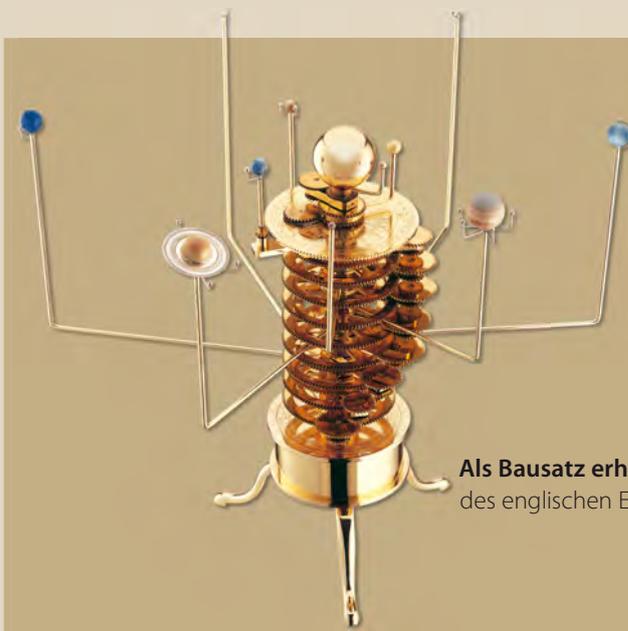
Der Orrery-Bausatz von Eglemoss Publications

Wer der Faszination eines Orrery erlegen ist und gern eine jener aufwändigen Himmelsmechaniken aus Messing sein Eigen nennen möchte, hat es nicht einfach, fündig zu werden. Es gibt nur noch wenige Orrery-Bauer und die Kosten für ihre Einzelstücke sind im wahrsten Sinn des Wortes astronomisch. Eine erschwinglichere Variante bietet jetzt Eglemoss Publications mit einem Heftbausatz. Aus den Beilagen zu 52 ab dem 26. August wöchentlich erscheinenden Heften über das Sonnensystem entsteht nach und nach ein komplettes Orrery. Der Gesamtpreis für alle 52 Ausgaben beträgt am Kiosk 607,48€, im Abonnement 595,49€.

Das Modell aus solidem Messing ist ein Grand-Orrery, angelehnt an den Stil der Werke von Jones oder Pearson aus dem 18. und 19. Jahrhundert. Es zeigt alle acht Planeten, sowie die drei Zwergplaneten Ceres, Pluto und Eris. Ein kleiner Elektromotor im Fuß treibt über die sichtbaren Zahnräder die Planeten und zusätzlich den Erdmond an.

Der Bausatz ist so gegliedert, dass nach vier bis fünf Heften die Bauteile für eine Bauphase zusammen kommen. Der Aufbau ist einfach und ausführliche Bauanleitungen im Heft und Videos auf der Webseite erlauben selbst Ungeübten den Zusammenbau. Leider kommen dabei auch Kunststoffteile zum Einsatz, die beim fertigen Orrery jedoch kaum mehr zu sehen sind. Die Bauteile sind durchweg sauber gefertigt, Nacharbeit nur selten nötig. Wer jedoch seine Schrauben gern etwas fester anzieht, sollte die Madenschrauben durch solche aus Stahl ersetzen. Die Zahnräder greifen sauber, aber mit recht großem Spiel ineinander, was später im Betrieb allerdings nicht negativ auffällt.

Zwar verliert der Bausatz durch die Kunststoffteile und das aufdringlich glänzend lackierte Messing etwas an Authentizität, dennoch wird die Wartezeit auf das letzte Bauteil mit einem schönen, funktionalen und trotz der großen Auflage exklusiven Modell des Sonnensystems belohnt.



Als Bausatz erhältlich ist das Orrery des englischen Eglemoss-Verlags.

geneigt zu der Ebene liegt, in der die Erde um die Sonne läuft – was im übrigen der Grund dafür ist, dass es nicht jeden Monat zu einer Mond- oder Sonnenfinsternis kommt – können Orreries abbilden. Schon ein paar Drehungen an der Kurbel schaffen Klarheit und machen diese komplizierten Zusammenhänge regelrecht begreifbar.

- [1] King, H. C., Millburn, J. R.: Geared to the Stars, University of Toronto Press, Toronto (1978)
- [2] Millburn, J. R.: Wheelwright of the Heavens, The life & work of James Ferguson, FRS, Vademecum Press, London (1988)

Astrospektroskopie für Einsteiger

Teil 3: Der DADOS-Spalt spektrograph

VON ULLRICH DITTLER

Während im ersten Teil dieser Serie die Grundlagen der Spektroskopie dargestellt (vgl. interstellarum 64) und im zweiten Teil der Einsatz des SBIG DSS-7 und des LHIRES-Spektrographen vorgestellt wurde (vgl. interstellarum 65), steht im Mittelpunkt dieses Beitrags der DADOS-Spalt spektrograph zur visuellen und fotografischen Auswertung von astronomischen Spektren.

Sowohl der SBIG DSS-7 als auch der LHIRES-Spektrograph sind leistungsfähige Spektrographen für engagierte Amateure. Die gleiche Zielgruppe spricht auch der DADOS-Spektrograph an, in dem die Erfahrungen von Carlos Guirao, Gerardo Avila, Jesus Rodriguez und Vadim Burwitz (siehe Interview Inof auf S.48) eingeflossen sind, die in Garching bei München beim European Southern Observatory (ESO) und am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) arbeiten. Es entstand ein leichter und handlicher Spektrograph, dessen durchdachtes Konzept und vielfältige Einsatzmöglichkeiten dazu führten, dass Baader-Planetarium die Serienproduktion und den Vertrieb übernahm.

Spektrographie mit dem DADOS

Als »Made in Mammendorf« ist so seit Mai 2008 ein nur 20,5cm × 15cm × 8cm großer und nur rund 850g schwerer Spektrograph erhältlich, der gleichermaßen für die visuelle und fotografische Nutzung geeignet ist.

Von seiner äußeren Erscheinung erinnert der DADOS an zwei miteinander verbundene Würfel – dies erklärt auch seinen Namen (»los dados« heißt im Spanischen »die Würfel«) – die über insgesamt drei Anschlussmöglichkeiten verfügen (Abb. 2):

Neben dem 2"-Anschluss zur Adaption an ein Teleskop verfügt der – vom Teleskop aus gesehen – erste Würfel über einen 1¼"-Anschluss für eine Guiding-Kamera und der zweite Würfel über einen 2"-Helical-Fokussierer zum Anschluss von Okular oder Kamera. Dieser Anschluss mündete bei unserem Testgerät in die Teile #2456313 und #2458125 des Baader-ClickLock-Programms, das die Adaption zahlreicher visueller und fotografischer Instrumente ermöglicht.

Im Inneren des DADOS arbeitet ein Reflexionsgitter mit 200 Linien/mm in Verbindung mit einem Dreifachspalt mit Breiten von 25µm, 35µm sowie 50µm. Konzipiert wurde der DADOS für die Verwendung an Teleskopen mit einem Öffnungsverhältnis von f/10 (oder größer), wie dies bei den populären SCT zu finden ist. Bei Teleskopen mit kleinerem Öffnungsverhältnis kann es zu Vignettierung kommen.

Zum Lieferumfang des DADOS gehört neben dem Grundkörper mit dem Standard-Reflexionsgitter mit 200Linien/mm auch zwei preiswerte Kellner-Okulare (mit 10mm und 20mm Brennweite) sowie ein »SlitViewer« und Inbus-Schlüssel.

Optional und ergänzend ist ein hochauflösendes Reflexionsgitter mit 900 Linien/mm erhältlich, das ebenfalls über die Mikrometerschraube des DADOS exakt im Okular oder auf dem CCD-Chip positioniert werden kann. Ebenfalls optional zu erwerben ist ein Transportkoffer und eine Neon-Kalibrierlampe, die passgenau in den Teleskop-Anschluss des DADOS passt.

Die Verwendung des DADOS als Sonnenspektroskop ist ohne Teleskop (mit Teleskop kann der DADOS nicht direkt auf die Sonne gerichtet werden) und Kamera denkbar einfach. Der Einsatz eines der mitgelieferten Okulare und eine Ausrichtung des DADOS zur Sonne hin genügt, um zahlreiche Fraunhofer-Linien des Sonnenspektrums zu erkennen. Bei Wechsel des Standard-Reflexionsgitters (mit 200 Linien/mm) gegen das 900 Linien/mm-Gitter wird dem Beobachter dessen deutlich höhere Leistungsfähigkeit eindrucksvoll – im wahrsten Sinne – vor Augen geführt. So spreizt das Standard-Gitter mit 200 Linien/mm 39,7nm auf einen Millimeter auf, das Gitter mit 900 Linie/mm zeigt jedoch 10,6nm pro Millimeter.

Der DADOS im Einsatz

Der DADOS-Spektrograph ist nicht nur für die Spektroskopie von hellen Sternen und hellen Himmelsobjekten aller Art konzipiert.

Der DADOS-Spektrograph ist nicht nur für die Spektroskopie von hellen Sternen und hellen Himmelsobjekten aller Art konzipiert.

Abb. 1: Das Sonnenspektrum, aufgenommen mit einer Canon DSLR und dem DADOS-Spektrograph mit einem Gitter von 900 Linien pro Millimeter.





Abb. 2: Der DADOS-Spektrograph mit Zubehör. Vorne sieht man von links nach rechts die Neon-Kalibrationslampe, den »SlitViewer«, das Reflexionsgitter in seiner Schnellwechselfassung und die zwei Kellner-Okulare. Gut zu erkennen sind auch die Anschlüsse für die Nachführeinrichtung am linken Würfel und ein Okular am rechten Würfel des DADOS.

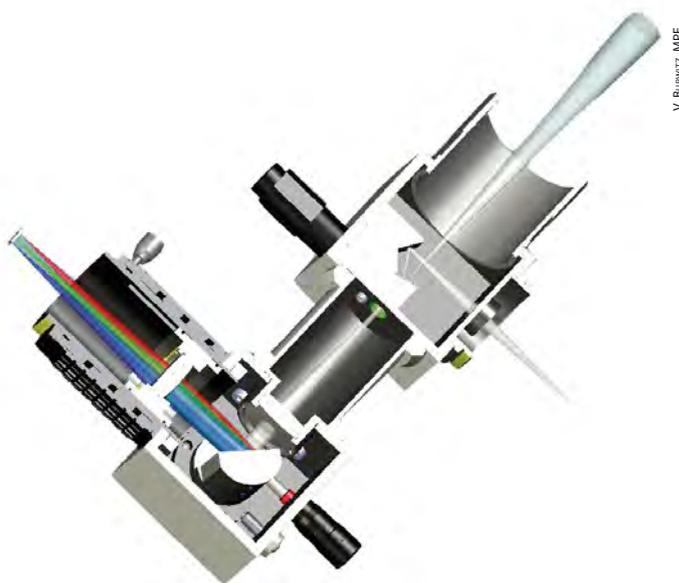
zipt, sondern auch für die hochauflösende Spektroskopie von lichtschwachen Objekten durch die Anschlussmöglichkeit einer Guiding-Kamera geeignet.

Auch der nächtliche Einsatz des DADOS zur Spektrographie von Sternenlicht gestaltet sich erfreulich unkompliziert: Die Adaption des Spektrographen an die Aufnahmeoptik kann wahlweise über den mitgelieferten 2"-Steckanschluss oder das darunter verborgene T2-Innengewinde erfolgen. Darüber hinaus steht noch ein 2"-Innengewinde zur Verfügung. Nach der Auswahl eines zu spektroskopierenden Objektes – beispielsweise ein heller Stern, ein Planetarischer Nebel oder ein Nebelgebiet – und der Ausrichtung des Teleskops ist die Ausrichtung des zu spektroskopierenden Objektes hinter dem Spalt recht einfach: Der »SlitViewer«, der an das verwendete Okular angeschraubt wird, erlaubt eine Übersicht über den gewählten Himmelsausschnitt. Die Fokussierung erfolgt durch Veränderung der Okularposition so lange, bis die drei nebeneinander liegenden Spalte scharf zu erkennen sind. Im Bildausschnitt des Okulars werden die drei Spalte als Spiegelung sichtbar gemacht, so dass die Ausrichtung des Objektes hinter dem Spalt einfach ist, da stets der Überblick über den Himmel erhalten bleibt. Auch vor dem dunklen Himmelshintergrund sind die Spalte gut sichtbar, da eine integrierte Spaltbeleuchtung, die drei Spalte von hinten dimmbar beleuchtet und diese so sichtbar macht, ohne den Beobachter blenden zu können. Die Scharfstellung des Objektes selbst erfolgt über die Telekopfokussierung.

Um die exakte Positionierung des Objektes – beispielsweise bei längeren Belichtungszeiten – hinter dem Spalt sicherzustellen, kann zur Nachführung am DADOS wahlweise ein Fadenkreuzokular oder eine Nachführkamera am Guiding-Port eingesetzt werden. Hierzu wird der mitgelieferte »SlitViewer« an das verwendete Nachführoktular (oder die verwendete Nachführkamera) geschraubt. Die Tatsache, dass zusammen mit dem Spektrographen ein Stopping ausgeliefert wird, der es ermöglicht die Nachführoktularoptik genau am Punkt des schärfsten Bildes zu arretieren, zeigt mit welcher Liebe zum Detail der DADOS entwickelt wurde.

Die zur Spektroskopie und Spektrographie notwendigen Handgriffe spielen sich im nächtlichen Einsatz schnell ein und erlauben so ein konzentriertes und zielführendes Arbeiten mit dem DADOS. Einzig der Wechsel der empfindlichen Gitter sollte tagsüber erfolgen, um eine versehentliche Beschädigung oder den Verlust der Schrauben zu vermeiden; auch ist es zur Ausrichtung der Gitter an den Mar-

Abb. 3: Der Strahlengang im DADOS. Das Licht tritt vom Teleskop kommend ein und wird teilweise an dem wie ein Spiegel wirkenden Spaltplättchen zu einem Umlenkspiegel und durch eine Projektionsoptik zum Anschluss der Guiding-Kamera gelenkt. Der nicht abgelenkte Teil des Lichtes tritt durch die Spalte und wird durch eine Kollimatorlinse vor dem Auftreffen auf das Reflexionsgitter parallel ausgerichtet. Ein hinter dem Gitter angebrachtes weiteres optisches Element innerhalb des Helical-Fokussierers bündelt das entstandene Spektrum auf dem CCD-Chip der angeschlossenen Kamera. Deutlich sind auch die Mikrometerschraube zur Ausrichtung des Spektrums und die Spaltbeleuchtung zu erkennen.



V. Burwitz/MPE

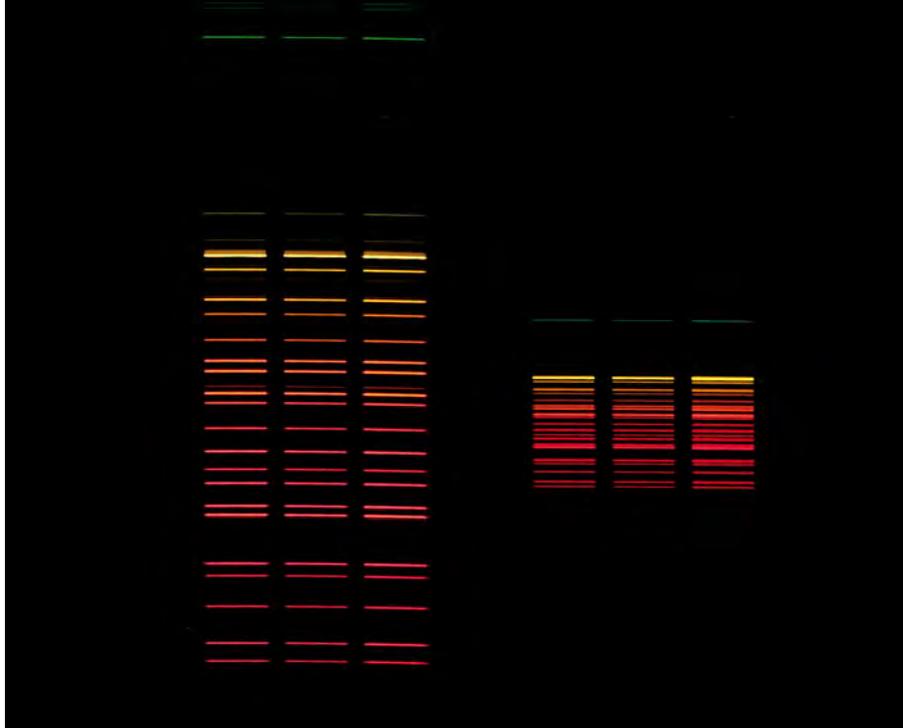
**INTERVIEW mit DADOS-
Entwickler Dr. Vadim Burwitz**

Lesen Sie, wie es zur Entwicklung
des Spektrographen kam:
www.interstellarum.de/dados.pdf

kierungen des DADOS notwendig, diese
gut unterscheiden zu können.

Fazit

Der DADOS-Spektrograph ist ein durch-
dachtes Instrument, das auch durch sei-
ne sorgfältige und qualitativ hochwertige
Verarbeitung auffällt. Ursprünglich entwi-
ckelt für Astronomie-Praktika an der Uni-
versität, bietet das Gerät zahlreiche Ein-
satzmöglichkeiten auch für Amateure, die
sich der Spektroskopie verschrieben haben:
Die visuelle Nutzung ist so einfach und
erfolgversprechend wie der fotografische
Einsatz als Spektrograph. Durch die Mög-
lichkeit des Anschlusses eines Nachführ-
okulars oder einer Nachführkamera stehen
für den engagierten Amateurastronomen
zahllose zu spektroskopierende Objekte am



**Abb. 4: Das Spektrum der Neon-Kalibra-
tionslampe mit dem 900 Linien/mm- (links)
und dem 200 Linien/mm-Gitter (rechts).**

Nachthimmel zur Auswahl: Neben Ster-
nen (und Sternklassenbestimmung) warten
auch Planetarische Nebel und ausgedehnte
Nebelregionen sowie Kometen darauf, in
ihre leuchtenden Bestandteile zerlegt zu
werden.

Surftipps

DADOS-Spektrograph: www.baader-planetarium.de/dados/dados.htm
**Forum zur Spektroskopie auf
astronomie.de:** forum.astronomie.de/phpapps/ubbthreads/ubbthreads.php/forums/73/1/Spektroskopie_Meeting_Point
Homepage des Autors: www.sternenstaub-observatorium.de

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

Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Entdeckungen im Fuhrmann

VON KARL-PETER JULIUS

Das Sternbild Fuhrmann (Auriga), das uns die nächsten Monate hindurch begleitet, gehört zu Recht zu den beliebtesten Sternbildern des Winterhalbjahres und hat gerade für Großstadt-
astronomen einiges zu bieten. Neben den vielen prachtvollen Sternhaufen, allen voran die drei
Messier-Haufen M 36, M 37 und M 38, wartet der Fuhrmann in diesem Jahr mit einem besonde-
ren Beobachtungserlebnis auf: ϵ Aurigae tritt in eine zweijährige Dunkelphase ein, in der sich
die visuelle Helligkeit von 3^m0 auf 3^m8 reduziert – ein Ereignis, das nur alle 27 Jahre auftritt und
daher von Fachastronomen mit großer Spannung erwartet wird (vgl. interstellarum 61).

Epsilon Aurigae: »vorweihnachtliche Verdunkelung«

Ausgangstern der Tour ist Kapella (α Aurigae), ein Stern, der mit einer scheinbaren Helligkeit von 0^m1 unübersehbar den nördlichen Eckpunkt des charakteristischen Auriga-Fünfecks bildet, wobei allerdings der südlichste Stern bereits zum Stier gehört. Südwestlich von Kapella zeichnet ϵ Aurigae mit den Sternen η Aurigae im Südosten und ζ Aurigae im Südwesten ein auffälliges spitzes Dreieck, das bei einigermaßen guten Sichtbedingungen auch am Großstadthimmel mit bloßem Auge erkennbar ist. Ein Blick durch den Sucher zeigt, dass ϵ Aurigae und η Aurigae normalerweise eine annähernd gleiche visuelle Helligkeit aufweisen (3^m0 bzw. 3^m1), während ζ Aurigae mit 3^m8 eine Spur dunkler erscheint. Auf genau diesen Magnitudenwert soll sich nun ϵ Aurigae Ende dieses Jahres verdunkeln und damit eine Helligkeitsreduzierung vollziehen, die absolut immerhin rund 50% der Gesamthelligkeit ausmacht. Wer die Verdunkelung von ϵ Aurigae am Teleskop verfolgen möchte, hat daher mit η Aurigae und ζ Aurigae zwei exzellente Vergleichssterne vor Augen. Die Frage ist allerdings, wann genau die Verdunkelung einsetzt und am Großstadthimmel beobachtet werden kann. Allgemein

wird der Eintritt in die sog. Totalitätsphase zu Winteranfang am 21. Dezember 2009 erwartet, so dass man hier von einer Art »vorweihnachtlichen Verdunkelung« sprechen kann. Über die astrophysikalischen Begebenheiten der Verdunkelung ist in dieser Zeitschrift bereits ausführlich berichtet worden, vor allem über die verschiedenen Theorien, mit der das seltene Helligkeitsveränderung erklärt werden kann [1]. Allgemein wird ein Modell favorisiert, nach dem sich eine gigantische Gas- und Staubscheibe vor ϵ Aurigae schiebt, in deren staubfreier Mitte sich ein Einzel- oder Doppelstern mit einer Gesamtmasse von etwa 15 Sonnenmassen befindet.

Aurigas Offene Sternhaufen: vier »City-Objekte« im Vergleich

Neben diesem aktuellen Großereignis ziehen vor allem Aurigas Offene Sternhaufen das Interesse auf sich. Hier kann man vier bemerkenswerte Exemplare dieser Gattung vergleichen und es lässt sich aufzeigen, zu welchen Beobachtungsergebnissen die Verwendung unterschiedlicher Öffnungen führt. Zum Einsatz kamen dieses Mal ein einfaches 60mm-Linsenteleskop, Refraktoren mit 80mm bzw. 100mm Öffnung, ein 120mm-Apochromat sowie ein 8"-Spiegelteleskop.

NGC 1664

Nur $2,5^\circ$ westlich von ϵ Aurigae versteckt sich ein Offener Sternhaufen, der häufig übersehen wird und daher in der deutschsprachigen Beobachtungsliteratur trotz seiner interessanten Morphologie kaum Erwähnung findet. NGC 1664 ist allerdings mit 7^m6 für Stadtverhältnisse relativ lichtschwach und gehört damit zu den anspruchsvolleren Deep-Sky-Objekten am Großstadthimmel, die etwas Geduld erfordern und eher für Teleskope ab 4" Öffnung geeignet sind. Da sich das Objekt nicht im Sucherfernrohr zu erkennen gibt, sollte man zunächst mit einem gering vergrößernden Okular von ϵ Aurigae aus westwärts schwenken, und zwar zwischen zwei 7^m bzw. 8^m hellen Sternen »hindurch« bis zu einem einzeln stehenden Stern 7. Größenklasse. NGC 1664 liegt nordwestlich dieses Sterns, ist als Haufen allerdings erst bei hohen Vergrößerungen erkennbar und darf daher nicht mit Sterngruppen verwechselt werden, die sich ebenfalls in diesem Gebiet befinden und schon bei geringer Vergrößerung zu erkennen sind. Von NGC 1664 zeigen sich im 120mm-Apochromaten erst bei Vergrößerungen von $50\times$ drei bis fünf, sodann bei $110\times$ bis zu zwölf allerfeinste und nur mit Mühe fokussierbare Nadelpunktchen. Einige Beobachter versuchen, die helleren Lichtpunkte des Haufens als geometrische Figuren zu interpretieren und sehen ein

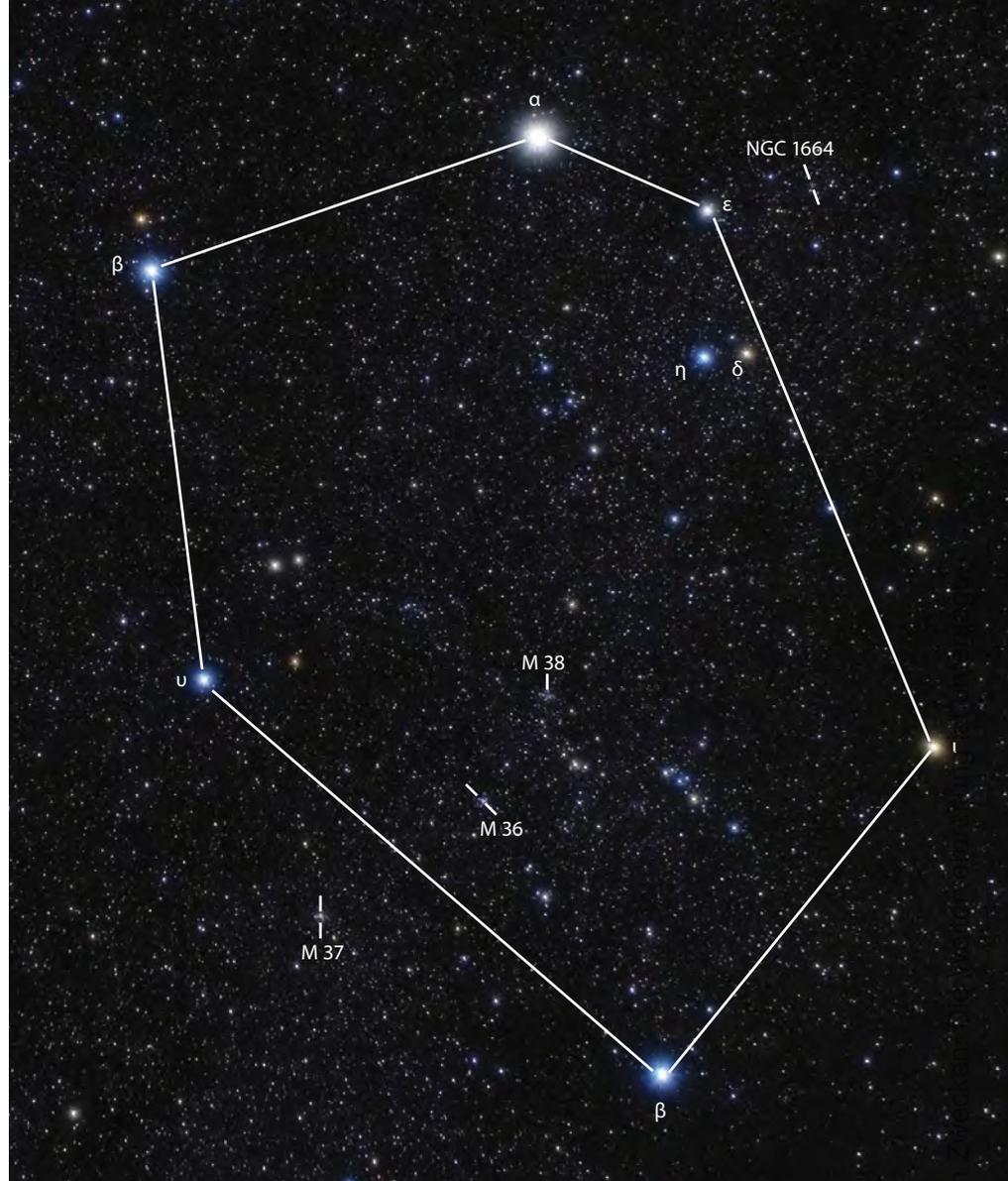
rauten- oder herzförmiges Gebilde, das mit einer gewundenen Sternenkette verbunden ist. Daher wird NGC 1664 vor allem im amerikanischen Sprachraum als »Kite-(Drachen) Cluster« oder als »Heart-shaped Balloon« (herzförmiger Ballon) bezeichnet. Und in der Tat: Mit viel Geduld und bei indirektem Sehen lassen sich sowohl die Raute als auch eine gewundene Kette von vier gleich hellen Lichtpunkten erkennen, an der das Viereck zu hängen scheint.

M 38

M 38 ist der nördlichste und mit einer visuellen Helligkeit von $6^m,4$ zugleich der lichtschwächste der berühmten drei Messier-Haufen im Sternbild Auriga. Wegen seiner geringen Helligkeit lässt sich der Haufen vor allem mit kleinen Teleskopen nicht ohne weiteres auffinden und auflösen. Orientieren sollte man sich an den Sternen 16, 17, 18 und 19 Aurigae, die ein pfeilartiges Muster bilden, wobei M 38 in der Verlängerung des Pfeilkopfes nach Nordosten steht [2]. Der Blick durch den 60mm- bzw. 80mm-Refraktor offenbart bei Vergrößerungen von $25\times$ bis $30\times$ lediglich ein blasses Nebelfleckchen. Allenfalls mit indirektem Sehen blitzen einige schwache Lichtpünktchen auf, die darauf hindeuten, dass es sich hier um einen Offenen Sternhaufen handeln könnte. Erst bei ca. 85-facher Vergrößerung wandelt sich der Nebel in eine deutlich granulierte Ansammlung von 40 bis 50 gleich hellen Sternen. Viele Beobachter erkennen in der Formation dieser Sterne das π des griechischen Alphabetes. Auffälliger ist aber eher eine x-förmige Anordnung der Lichtpunkte. Vor allem bei Verwendung von Teleskopen mit Öffnungen ab $4''$ erscheint M 38 als Sternkreuz, das bei rund 100-facher Vergrößerung das gesamte Okularfeld ausfüllt. Man blickt auf einen 150 bis 250 Millionen Jahre alten Sternhaufen mit einem realen Durchmesser von rund 15 Lichtjahren. Neuere Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, dass M 38 nur rund 3500 Lichtjahre entfernt ist [3] und uns damit sehr viel näher liegt als der 4300 Lichtjahre entfernte M 36, das nächste Ziel der Herbsttour.

M 36

Trotz der erheblich größeren Entfernung ist der mit $6^m,0$ nur geringfügig hellere M 36 gerade am aufgehellten Himmel sehr viel leichter aufzufinden als M 38. Es genügt daher, das mit einem gering vergrößernden Okular (z.B. $15\times$) bestückte Teleskop von M 38 aus rund 2° in südöstliche Richtung zu bewegen. Bereits im 60mm- und 80mm-



PETER WIENERROITHER

Abb. 1: Das Sternbild Fuhrmann wird durch ein markantes Fünfeck gebildet. Zu den interessantesten Sternen gehört ϵ Aur, ein Veränderlicher Stern, der kurz vor Weihnachten einen Helligkeitseinbruch erleiden wird.

Refraktor offenbart sich M 36 dann als eine kleine Ansammlung von fünf bis sieben nadelfeinen Punkten, deren kompakte Form sich deutlich als Sternansammlung mit Haufencharakter definieren lässt. Dabei ist es durchaus lohnend, auch mit einem kleinen Teleskop hoch zu vergrößern und zu versuchen, in die Tiefen des Haufens einzudringen. So können dann z.B. die beiden $9^m,0$ hellen und in einem Abstand von $11''$ stehenden Komponenten des Doppelsterns Struve 737 im Haufenzentrum aufgelöst werden, die sich mit dem 80mm-Refraktor bei $120\times$ mit einem deutlich erkennbaren Steg trennen lassen. Wer M 36 mit einem größeren Teleskop betrachtet, wird allerdings erkennen, dass es sich um ein vergleichsweise sternarmes Objekt handelt. Lediglich 60 Mitgliedssterne werden für den Haufen genannt [4], der mit einem realen Durchmesser von 15 Lichtjahren ähnlich Ausmaße hat wie M 38, mit 20 bis 40 Millionen Jahren aber sehr viel jünger ist [5]. Im 4-Zöller geben sich bei 110-facher

Vergrößerung lediglich 30 Sterne zu erkennen, eine Zahl, die sich auch bei Verwendung des 120mm-Apochromaten und des 200mm-Spiegelteleskops nicht wesentlich erhöht. M 36 ist damit – kurz gefasst – heller und kompakter als M 38, dafür erscheint M 38 aber sternreicher und in seiner Kreuzform deutlich markanter als M 36.

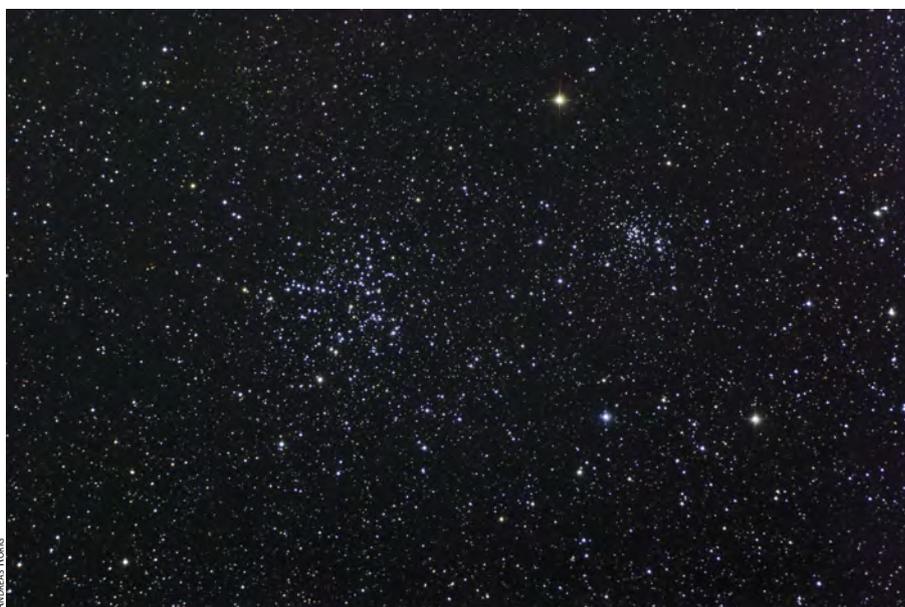
M 37

M 37, das letzte Ziel, liegt rund 4° südöstlich von M 36 und ist mit 4500 Lichtjahren der am weitesten entfernte und mit 500 Millionen Jahren älteste Haufen des Messier-Trios. Die Beobachtung von M 37 ist – gleich, welches Teleskop verwendet wird – stets ein beeindruckendes Erlebnis, das so manchen Sternfreund zu phantasievollen Beschreibungen angeregt hat. So soll etwa der Anblick von M 37 »an das Licht am Hang stehender Häuser einer Hafenstadt, die vom dunklen Meer umgeben ist«, erinnern [6], ein Eindruck, der sicherlich auch darauf beruht, dass M 37 die Sternzahl

Abb. 2: Die drei Auriga-Sternhaufen aus dem Messier-Katalog bieten auch für Großstadtbeobachter einen interessanten Vergleich.

der beiden anderen Messier-Haufen mit rund 1800 Mitgliedern um ein Vielfaches übertrifft und daher mit einer scheinbaren Helligkeit von $5^m,6$ der hellste Sternhaufen des Trios ist. Die sichtbaren Mitgliedssterne weisen allerdings alle eine ähnliche Leuchtkraft auf, was dazu führt, dass M 37 sehr viel nebelhafter und strukturloser wirkt als M 36 und M 38. Unabhängig von der Teleskopgröße bleibt der Haufen somit vor allem bei niedrigen Vergrößerungen relativ blass und lässt sich erst bei Vergrößerungen ab $70\times$ in feinste Nadelpunkte auflösen. Wenn man hoch vergrößert, sind allerdings bei derart schwacher Granulation große Öffnungen im Vorteil. So zeigen sich etwa im 120mm-Apochromaten bei $110\times$ rund 40–50 hellere Lichtpunkte, im 200mm-Spiegelteleskop wird diese Zahl bereits bei 85-fach erreicht. Mit diesem Instrument bietet M 37 dann auch ein besonders beeindruckendes Beobachtungserlebnis: Bei maximaler Vergrößerung von $250\times$ hat man den Eindruck, mitten im Sternhaufen zu »stehen«, gleichsam umringt von einem Meer funkelder Diamanten. Der südlichste Haufen des Messier-Trios in Auriga verführt also in der Tat zu schwärmerischen Beschreibungen und trägt nicht zu Unrecht das Prädikat, einer der schönsten Sternhaufen des nördlichen Sternhimmels zu sein.

- [1] Schmidt, N.: Exotische Sterne, interstellarum 61, 46 (2009)
- [2] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum-Verlag, Erlangen (2004)
- [3] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [4] Archinal, B. A., Hynes, S. J: Star Clusters, Willmann-Bell, Richmond, Virginia (2003)
- [5] Flay, W. H.: Concise Catalog of Deep-Sky Objects, Springer, London (2003)
- [6] Ferris, T.: Fasziniert von den Sternen, Kosmos Verlag, Stuttgart (2004)



ANDREAS RÖRIG

Deep-Sky-Objekte im Fuhrmann						
Name	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	DSRA/Uran
ϵ Aur	Vr	05 ^h 01,58 ^{min}	+43° 49'	3 ^m 0–3 ^m 8	–	9/65
NGC 1664	OC	04 ^h 51,06 ^{min}	+43° 40'	7 ^m 6	18'	–/65
M 38	OC	05 ^h 28,43 ^{min}	+35° 51'	6 ^m 4	15'	9/97
M 36	OC	05 ^h 36,18 ^{min}	+34° 08'	6 ^m 0	10'	9/97
Struve 737	DS	05 ^h 36,4 ^{min}	+34° 33'	9 ^m 1/9 ^m 2	11"	–/–
M 37	OC	05 ^h 52,19 ^{min}	+32° 33'	5 ^m 6	15'	9/98

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

Wie orientiere ich mich am Herbsthimmel?

Der Herbsthimmel ist voller lohnender Beobachtungsziele. Wenn die hellen Sommernächte vorüber sind, treibt es wohl die meisten Astronomen unter den dunklen Himmel. Dieser Artikel soll Anfängern als Wegweiser durch den Herbsthimmel dienen. Die drehbare Sternkarte und eine rote Taschenlampe muss wieder im Gepäck sein.

Der Herbsthimmel ist geprägt vom großen Sternenviereck des Pegasus. Der Pegasus ist das geflügelte Pferd der Mythologie. Diese schöne bildhafte Figur entsteht, wenn man die Sterne des Sternbildes Andromeda hinzunimmt. Allerdings steht das Sternbild für uns auf dem Kopf: Viele unserer Sternbilder haben ihre Wurzeln im Arabischen, und dort geht der Pegasus fast durch den Zenit.

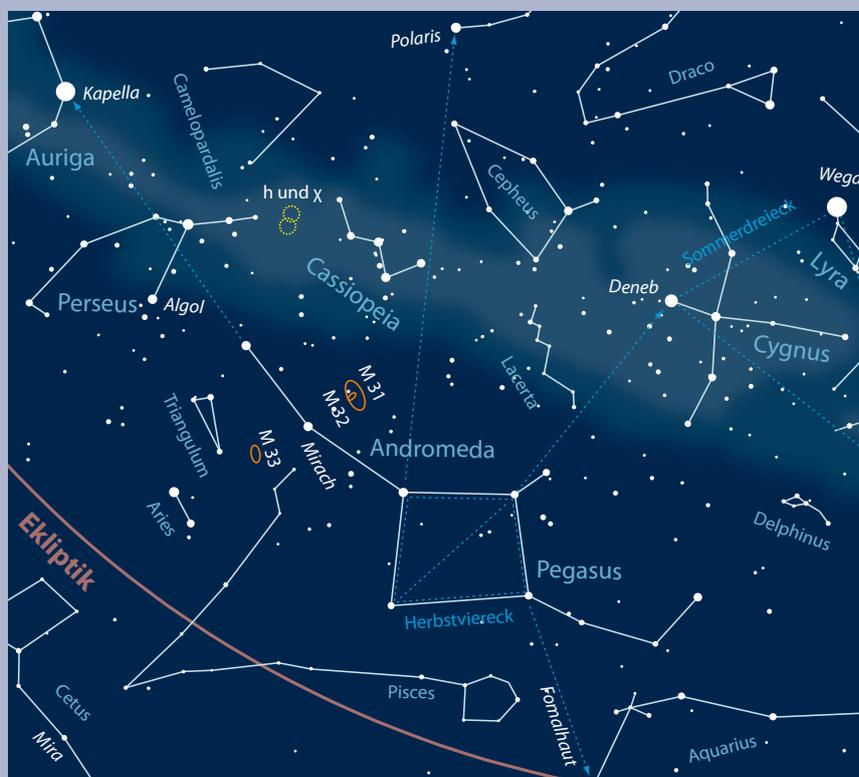
In unserem Zenit hingegen befindet sich die Kassiopeia. Ein sehr markantes Sternbild, dessen fünf Hauptsterne ein »W« formen, das dem Sternbild auch den Namen Himmels-W eintrug. Verlängert man die östlichen Kastensterne des Pegasus bis zur Kassiopeia und noch einmal so weit, so gelangt man zum Polars Stern, der die Nordrichtung anzeigt. Eine weitere Verlängerung um denselben Betrag führt zum Großen Wagen, der zu dieser Jahreszeit tief am Nordhimmel steht. Ausgehend vom nordöstlichen Stern des Pegasus erstreckt sich in Richtung Osten die Sternenkette

der Andromeda, die auf den gut erkennbaren Perseus zeigt. Wenn man diese einprägsamen Konstellationen einmal sicher erkennt, ist es nicht schwer, die nur aus wenigen Sternen bestehenden Bilder Widder (Aries) und Dreieck (Triangulum) zu finden. Weit westlich des Pegasus steht der helle Deneb, welcher zum Schwan gehört und die Verbindung zum Sommerhimmel herstellt. Man findet ihn, wenn man in etwa die Diagonale durch den südöstlichen und nordwestlichen Stern des Pegasus nach Westen verlängert. Im Osten, jenseits des Perseus, findet man Kapella im Fuhrmann (Auriga), einem Wintersternbild; und knapp über dem Südhorizont funkelt in der Verlängerung der westlichen Kastensterne der Stern Fomalhaut im Südlichen Fisch.

Unterhalb des Pegasus zieht sich das ausgedehnte Sternbild Fische (Pisces) hin. Von städtischen Beobachtungsorten aus ist es schwer zu erkennen, weil seine Sterne schwach sind. Weiter östlich liegt der ebenfalls unscheinbare Walfisch. Einzig dessen Hauptstern Mira ist mitunter, aber nicht immer, auffallend hell. Es handelt sich um einen Veränderlichen Stern mit einer besonders großen, unregelmäßigen Helligkeitsschwankung im Verlauf von meist knapp einem Jahr. Im Helligkeitsmaximum ist Mira auffallend hell, im Minimum hingegen benötigt man ein kleines Fernrohr, um den Stern überhaupt zu sehen.

Auch der Stern Algol im Perseus zeigt Helligkeitsschwankungen um eine Größenklasse: Das ist deutlich erkennbar, aber nicht sehr auffällig. Diese Änderungen vollziehen sich regelmäßig alle 2 Tage und 20 Stunden.

Der Herbsthimmel birgt zwei leicht mit dem bloßen Auge sichtbare Nebel ganz unterschiedlicher physikalischer Beschaffenheit. Die Andromedagalaxie M 31 ist ein benachbartes Sternensystem ähnlich unserer Milchstraße. Unter einem dunklen, mondlosen Himmel abseits der Städte ist das kleine Wölkchen leicht zu finden. Zwischen Perseus und Himmels-W liegt eine andere neblige Wolke: ein Sternhaufenpaar, welches den Namen h und χ



Orientierung am Herbsthimmel: Die markanten Sternbilder Pegasus und Kassiopeia dienen als Wegweiser zu den Sternen am abendlichen Herbsthimmel.

(gesprochen h und chi) Persei trägt. Diese Offenen Sternhaufen bestehen jeweils aus einigen 100 gemeinsam entstandenen Sternen, die sich auf ein Gebiet von einigen 10 Lichtjahren Durchmesser verteilen. Ein Fernglas oder ein kleines Fernrohr zeigt den Unterschied der beiden Objekte auf den ersten Blick: Die Andromedagalaxie bleibt nebelhaft, während h und χ in viele einzelne Sterne zerfallen.

Die Dreiecksgalaxie M 33 hat eine besondere Bedeutung für die Sterngucker. Sie ist ein Anzeiger guten Himmels. Unter sehr guten Verhältnissen lässt sie sich mit dem bloßen Auge erkennen, während sie in der Lichterflut der Städte unsichtbar für Instrumente jeder Größe bleibt. An passablen ländlichen Standorten ist sie ein schönes Fernglasobjekt.

Filter für die violette Sonne

Die Lunt Kalzium-Module in der Praxis

VON ULLRICH DITTLER

Die nun wieder zunehmenden Aktivitäten unseres Tagesgestirns laden verstärkt zur Sonnenbeobachtung ein. Neben der klassischen Beobachtung im Weißlicht und der immer populärer werdenden H α -Beobachtung bietet die Sonne auch im Licht der violetten Kalzium-Linien einen interessanten Anblick – der allerdings nur fotografisch genutzt werden kann. Nachdem Coronado die Produktion von Kalzium-Sonnenfiltern (vgl. interstellarum 51) aufgegeben hat, sind nur die Produkte von Lunt Solar Systems am Markt verblieben.

Für die klassische Beobachtung der Sonne im Weißlicht steht mit Glassonnenfiltern unterschiedlicher Dichte, Herschelkeil und Folienfilter seit vielen Jahren ein umfangreiches und bewährtes Zubehörsortiment zur Sonnenbeobachtung zur Verfügung. Neben der Beobachtung der Sonnenflecken im Weißlicht erfreut sich seit der Markteinführung des Coronado PST (vgl. interstellarum 36, 43) im Jahre 2004 auch die Beobachtung der Sonnenflecken, Filamente und Protuberanzen im roten Licht der H α -Linie zunehmender Beliebtheit unter den Amateurbeschafern. Da für viele Amateure die Beobachtung mit dem kleinen PST den Einstieg in die regelmäßige und ambitionierte Beobachtung der Sonne mit Schmalbandfiltern darstellt, entwickelten zahlreiche Firmen wie Coronado, DayStar, SolarSpectrum, Baader Planetarium und Lunt in den vergangenen Jahren ein umfangreiches Angebot an Spezialinstrumenten zur Beobachtung und Fotografie unseres Tagesgestirns.

Die Sonne im blauen Licht des Kalziums

Neben der Beobachtung der Chromosphäre im roten Licht der H α -Linie (bei

656,28 Nanometer) bietet sich die Beobachtung der Sonne auch im violetten Licht der Kalzium-Linien an. Im Licht der Kalziumlinien – entweder der K-Linie bei 393,37nm oder der H-Linie bei 396,85nm – können chromosphärische Fackeln, das chromosphärische Netzwerk und vereinzelt sogar Protuberanzen beobachtet werden.

Bis vor wenigen Jahren war der Bereich der Sonnenbeobachtung im Licht der Kalziumlinien für Amateure praktisch unzugänglich, da erste kommerzielle Kalzium-Filter von DayStar fast fünfstelligen Beträge kosteten.

Nach dem großen Erfolg des im Jahre 2004 eingeführten PST brachte Coronado nur ein Jahr später auch erste Kalzium-Teleskope für Amateurastronomen auf den Markt: Neben dem PST CaK (mit 40mm Öffnung, einer Brennweite von 400mm, ausgelegt für 393,4nm und einer Bandbreite von 0,22nm) wurde von Coronado auch das MaxScope CaK 70 (70/400mm, 393,4nm, 0,22nm) für interessierte Amateurastronomen entwickelt. Im Sommer 2006 wurde zudem das MaxScope CaK 90 (90/800mm, 393,4nm, 0,22nm) und ein separates Filterset SolarMax CaK 60 (wie CaK90, aber 60mm Öffnung) auf den Markt gebracht. 2007 begann Coronado mit der Einstellung der Produktion aller genannten Kalzium-

Abb. 1: Die faszinierende Sonne im violetten Licht der Kalziumlinie lässt sich mit den Filtermodulen von Lunt Solar Systems fotografieren. Das Bild zeigt die Sonnenscheibe mit der aktiven Region 11019, aufgenommen mit dem Sonnenfernrohr LS60TCaK bei 500mm Brennweite.

Teleskope, so dass diese derzeit nur noch gebraucht oder als Restbestände zu erwerben sind.

Die 2008 gegründete Firma Lunt Solar Systems greift die Tradition der Kalzium-Teleskope für Amateure wieder auf und brachte 2008 verschiedene Instrumente zur Sonnenbeobachtung in den Kalzium-Linien auf den Markt: Neben kompletten Kalzium-Teleskopen (die wahlweise mit Crayford- oder FeatherTouch-Okularauszügen ausgestattet sind) werden auch verschiedene Kalzium CaK-Module (mit 6mm-, 12mm-, 18mm- oder 34mm-Blockfiltern) für 2"-Auszüge angeboten. Für diesen Bericht stand uns ein komplettes Kalzium-Sonnenteleskop vom Typ LS60TCaK/B600 sowie ein Kalzium-Modul B1800 zur Verfügung.

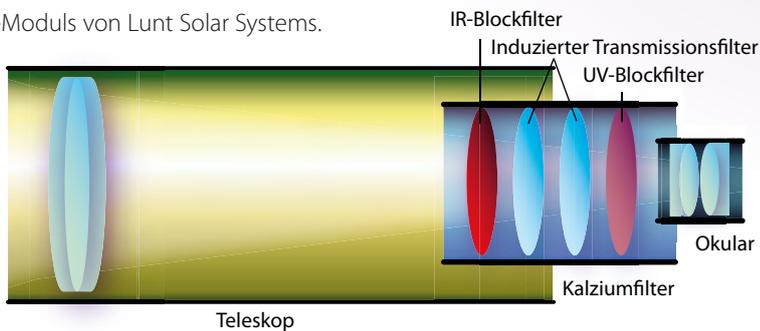
Das Lunt CaK-Modul

Das wichtigste Zubehör von Lunt bei der Sonnenbeobachtung im Licht der Kalziumlinien sind die verschiedenen verfügbaren Kalzium-Module. Äußerlich sind sie weitgehend identisch: Es handelt sich dabei um rund 15cm \times 10cm \times 5cm große und 458g wiegende Einheiten mit Zenitprisma, die rund 9cm tief in den 2"-Anschluss des Teleskops geschoben werden können und okularseitig über einen 1/4"-Steckanschluss mit

Abb. 2: Lunt bietet neben kompletten Kalzium-Sonnenteleskopen auch Einzelmodule für vorhandene Instrumente an. Ein zusätzlicher Vorfilter ist nicht erforderlich – das Modul wird einfach in den Okularauszug gesteckt.



Abb. 3: Der schematische Aufbau des CaK-Moduls von Lunt Solar Systems.



T2-Gewinde verfügen. Im Inneren dieser CaK-Module ist die Filtereinheit bestehend aus IR-Blockfilter, Induziertem Transmissions Filter (ITF) und UV-Blockfilter zu finden. Die CaK-Module sind komplett aus Metall gefertigt und machen einen massiven und sauber verarbeiteten Eindruck.

Insgesamt werden derzeit CaK-Filter in vier verschiedenen Größen angeboten: Der B600-Blockfilter kann mit einem freien Durchlass von rund 6mm an Teleskopen mit einer Brennweite von bis zu 600mm verwendet werden. Der Blockfilter B1200 verfügt über einen entsprechend größeren freien Durchlass und eignet sich für Teleskope mit bis zu 1200mm Brennweite, während der B1800 an Optiken mit bis zu 1800mm Brennweite Verwendung finden kann. Darüber hinaus ist auch ein Modul für Brennweiten bis zu 3400mm angekündigt.

Das Lunt CaK-Sonnenteleskop

Das Lunt LS60TCaK/B600 ist ein komplettes Sonnenteleskop mit einer Öffnung von 60mm und einer Brennweite von 500mm. Das LS60TCaK besteht aus einem zweilinsigen Achromat, der ein CaK-Modul B600 im Auszug aufnimmt. Alternativ ist das Gerät auch mit einem CaK-Modul B1200 zu einem Aufpreis von rund 300€ erhältlich.

Geliefert wird das Sonnenteleskop in einem Aluminiumkoffer mit Hartschaum-einsatz, der auch noch Platz für optionales Zubehör bietet. Neben dem Teleskop und dem CaK-Modul gehört eine massive Rohrschelle zum Lieferumfang. Ein (Sonnen-) Sucher fehlt leider ebenso wie Okulare oder eine Gebrauchsanweisung.

Der Tubus, der über eine weiße, leicht glitzernde Lackierung verfügt, wird entweder mit einem 10:1-untersetzenden Crayford-Auszug – mit einem Einstellweg von rund 35mm – geliefert oder (bei einem Aufpreis von rund 400€) auch wahlweise mit einem FeatherTouch-Auszug.

Gehalten werden Teleskop und das zweizöllige CaK-Modul in einer massiven schwarzen Rohrschelle, die auf einer optionalen Adapterplatte befestigt werden kann. Zu beachten ist, dass die Schraube des Crayford-Auszugs nach unten weit über die Rohrschelle hinausragt, so dass bei Verwendung langer Montierungsschienen das Teleskop in der Rohrschelle so gedreht werden muss, dass der Fokussierer über und nicht unter dem Teleskop sitzt. Das Lunt LS60TCaK wird ohne Sonnensucher geliefert; der optional zum Preis von 38€ von Lunt vertriebene SolSearcher von TeleVue kann direkt auf der Rohrschelle des Sonnenteleskops befestigt werden.

Ein mit einer Schraube gesicherter Messingring im Auszug hält das – komplett herausziehbare – CaK-Modul, das leider

Surftipps

Homepage des Autors mit weiteren Informationen: www.sonnenwind-observatorium.de

Lunt Solar Systems:
luntsolarsystems-europe.com

interstellarum-Tests

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

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

Mehr über unsere Test-Grundsätze und bereits erschienene Berichte können Sie auf www.interstellarum.de nachlesen.



Abb. 4: Die B600- und B1800-CaK-Module im Vergleich. Deutlich ist der Unterschied des Filterdurchmessers zu erkennen.

Beobachter können noch Details im Licht dieser Linien erkennen, für andere ist nur ein diffuser dunkler Fleck sichtbar. Im Vergleich zu einem parallel betriebenen Coronado PST zeigte das Lunt LS60TCaK/B600 ein vergleichsweise deutlich helleres Bild der Sonne, was sowohl durch die um 50% größere Teleskopöffnung, als auch durch die weniger enge Bandbreite des CaK-Filters bedingt ist. Der erwartete große Einfluss der Teleskopöffnung auf die Bildhelligkeit zeigte sich noch deutlicher, als das CaK-Modul B1800 an einem 102mm-Apo-Refraktor verwendet wurde. Hier wurden für den Autor auch visuell zunehmend mehr Details auf der Sonnenoberfläche sichtbar.

ohne Sicherungsnut für den Messingring auskommt.

Der Gesamteindruck des zur Verfügung gestellten Lunt LS60TCaK/B600 wird durch die Verarbeitung des Teleskops getrübt: Kleinere Fehler in der Lackierung des Tubus sind hier ebenso unschön wie fehlerhafte Lackstellen an der Linsenfassung. Das die Untersetzung des Crayford-Auszugs des zur Verfügung gestellten Teleskops beim Fokussieren nicht so funktionierte, wie sie soll, ist hoffentlich ein Einzelfall.

Visueller Einsatz

Beim visuellen Einsatz von Kalzium-Sonnenteleskopen ist zu beachten, dass der Bereich der violetten Kalziumlinien bereits am kurzwelligen Ende des für Menschen sichtbaren Spektrums liegt: Einige

Da das vom Lunt LS60TCaK erzeugte Sonnenbild einen Durchmesser von 4,5mm hat, füllt die Sonnenscheibe bei Verwendung des B600-Blockfilters fast den gesamten Bereich des 6mm großen Durchlasses aus. Komfortabler sind das Aufsuchen der Sonne und deren Beobachtung bei Verwendung des B1200-, B1800- oder gar des B3400-CaK-Moduls.

Fotografischer Einsatz

Der bei der parallelen visuellen Beobachtung mit PST CaK und Lunt LS60TCaK/B600 gewonnene unterschiedliche Bildeindruck sollte zunächst auch fotografisch überprüft werden: Die im Juni 2009 sichtbaren ersten größeren Sonnenflecken des

neuen Zyklus boten sich als fotografische Objekte an und es zeigte sich sehr schnell bei der Auswertung der gewonnenen Daten, dass das Lunt LS60TCaK dem (nur etwa halb so teuren PST CaK) deutlich bezüglich Schärfe und Detailreichtum überlegen ist (vgl. Abb. 5): Während die PST-Aufnahme verwaschen wirkt, ist die Zeichnung in der Aufnahme mit dem LS60TCaK/B600 deutlich detaillierter und feiner strukturiert.

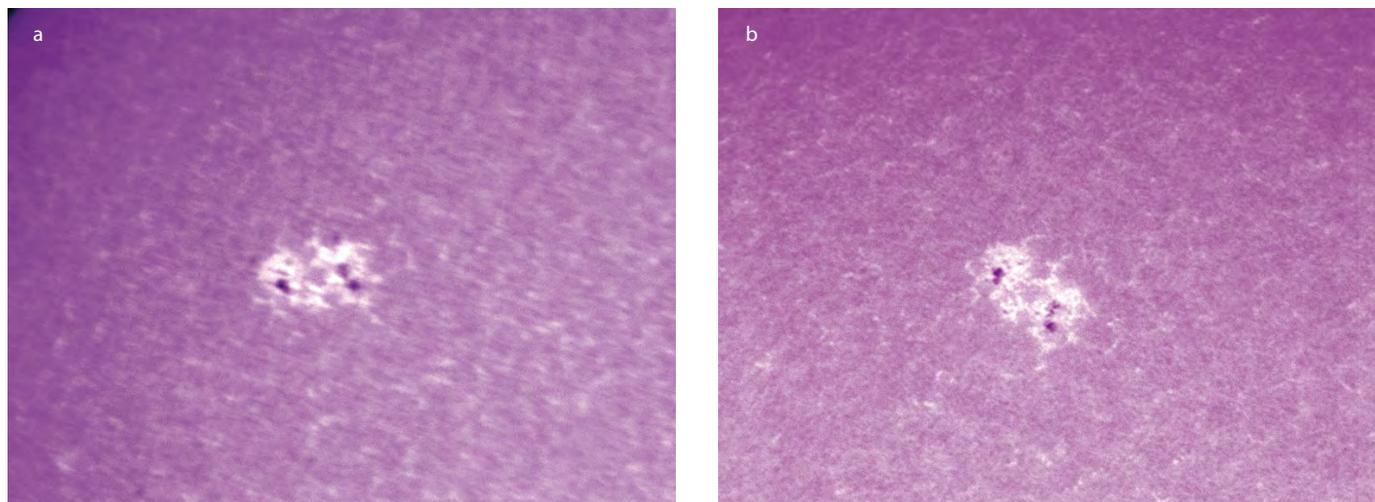
Auch der Blockfilter B1800 konnte beim fotografischen Einsatz überzeugen: Während er seine Stärken gegenüber dem B600 am relativ kurzbrennweitigen LS60TCaK noch nicht deutlich ausspielen kann, überzeugte er fotografisch sowohl an einem 60mm-Apochromat als auch an einem 102mm-Refraktor durch kontrastreiche Bilder und scharfe Abbildungen der Strukturen.

Fazit

Es ist erfreulich, dass Lunt als neuer Anbieter den Amateuren wieder Produkte für die Sonnenbeobachtung in den Kalziumlinien zur Verfügung stellt. Im praktischen Einsatz konnte sowohl das B600- als auch das B1800-CaK-Modul überzeugen. Beide Module liefern – in Abhängigkeit vom Teleskop an dem sie verwendet werden – scharfe und detailreiche Bilder.

Ob der Erwerb des kompletten Sonnenteleskops LS60TCaK oder nur eines einzelnen Blockfilters (zur Verwendung an einem bereits vorhandenen Teleskop) die richtige Entscheidung ist, muss jeder Sonnenfotograf mit Blick auf seine vorhandene Ausrüstung selbst entscheiden.

Abb. 5: Vergleich der fotografischen Leistungsfähigkeit zwischen PST CaK (a) und LS60TCaK (b).



Teleskop und Filtermodul wurden von Lunt Solar Systems Europe zur Verfügung gestellt.

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

Eine runde Sache

Ein Kugeldobson im Selbstbau

VON THOMAS STELZMANN

Fast fünf Jahre lang dauerte es, bis aus einem unförmigen Standarddobson ein HighTech-Kugeldobson wurde. Vor kurzem fand das Projekt, welches im Sommer 2004 begann, seinen Abschluss. Das Ergebnis, eine innovative Konstruktion aus modernsten Werkstoffen, kann sich sehen lassen: Der Kugeldobson ist eine wirklich runde Sache geworden.

Nach dem Kauf eines 12,5"-Dobson mit einem beeindruckend großen Tubus und einer noch sperrigeren Spanplatten-Rockerbox begannen Überlegungen zu einem Umbau, damit das Gerät einfacher vom Wohnort in Düsseldorf zum Beobachtungsort in der Eifel transportiert werden konnte. Schnell stand fest, dass die Rockerbox verschwinden und der Tubus als demontierbare Gitterrohrkonstruktion ausgeführt werden sollte. Als grobes, äußeres Vorbild diente der »PortaBall« von Mag1 Instruments, ein Newtonteleskop in Gitterrohrbauweise, dessen »Spiegelkasten« aus einer Kugel besteht, welche auf einem Basisring gleitend gelagert ist, so dass sich die Kugel und damit das ganze Teleskop in alle Richtungen schwenken und auch um sich selbst drehen lässt. Nach reiflicher Überlegung war klar, dass die Kugel und große Teile des Teleskopes aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) hergestellt werden sollten. Das nötige Know-how war vorhanden, dennoch war dieses Vorhaben eine Herausforderung.

Abb. 1: Ästhetisch, ergonomisch und technisch anspruchsvoll: Ein Dobson-Teleskop in Kugelbauweise bietet zahlreiche Vorteile gegenüber der herkömmlichen Rockerbox-Konstruktion, ist jedoch auch eine besondere Herausforderung für Teleskop-Selbstbauer.

Der erste Schritt

Zunächst galt es, eine passende Kugelgröße zu finden. Der Spiegel hat 12,5" Durchmesser (Öffnungsverhältnis $f/4,8$), also musste die Kugel etwa 50cm Durchmesser besitzen. Diese 50cm-Kugel sollte später aus Glasfasermatten und Epoxidharz laminiert werden, was aber das Vorhandensein einer entsprechenden, qualitativ hochwertigen Form voraussetzte, die als erstes gebaut werden musste. Als Urform diente eine 50cm-Acrylglasshalbkugel aus dem Dekorationsbereich. Wäre diese Halbkugel nicht so dünn und instabil ge-



wesen, hätten zwei Stück von ihnen den Kugelkörper bilden können. Diese Halbkugel wurde auf einer glatten Unterlage befestigt und mit Knete an der unteren Kante mit der Unterlage verrundet.

Nach einer Behandlung von Kugel und Unterlage mit unterschiedlichen Trennmitteln zwecks späterem Herauslösen des Urkörpers aus der Form wurde zunächst eine Deckschicht aus eingedicktem Harz aufgebracht. Diese Deckschicht verhindert, dass sich das Webmuster der Glasfasermatten in das Innere der späteren Form durchdrücken und die Erzeugung einer glatten Oberfläche verhindern würde. Nach kurzer Andickzeit wurde die erste Glasfasermatte aufgelegt, händisch angedrückt und per Pinsel mit dünnflüssigem Harz luftblasenfrei getränkt. Es folgten drei weitere Matten, jeweils um 45° gedreht. Um die Matten in eine Halbkugelform zu bringen, ohne dass sie eingeschnitten werden müssen oder Falten werfen, sind neben einer bestimmten Webart der Matten (sog. Köpergewebe) auch mindestens zwei Personen erforderlich. Das Harz braucht für die vollständige Aushärtung bei 30°C etwa 24 Stunden Zeit. Am nächsten Tag konnte der Formkern (die Acrylglasshalbkugel) entfernt werden. Wie vorausgesehen, wurde die 50€ teure Kugel dabei völlig zerstört.

Das Ergebnis war jedoch eine Form mit einer perfekt glatten Innenseite, die Deckschicht hatte ihre Aufgabe wie geplant erfüllt. In dieser Form, die noch von überstehenden Glasfaserrändern befreit werden musste, entstanden mit dem gleichen Verfahren nun zwei Halbkugeln, aus denen der Körper des Kugeldobson bestehen sollte, nur wurde nun in die Form hineinlaminiert (Abb. 2).

Bau der Spiegelzelle

Die Spiegelzelle sollte wie eine Art flacher Topf aussehen, mit einem dicken

Rand, der später die drei Verstellerschrauben für die Hauptspiegelverstellung aufnehmen sollte. Die Spiegelzelle wurde ähnlich der Form für die beiden Kugelhälften hergestellt. Als Kern zum Überlaminieren diente ein Körper aus Styrodur (ein Styropor mit größerer Dichte), der mit Heißkleber auf eine glatte Unterlage geklebt wurde. Darüber kamen nun nebst Deckschicht sechs Lagen Glasfasermatten, der Rand bekam zusätzlich vier weitere Lagen. Nach dem Aushärten wurde der Kern mühsam entfernt, das Ergebnis war eine Spiegelzelle, die gleichermaßen leicht und stabil war (Abb. 4).

Eine Verformung der Zelle war selbst unter großer Kraftanstrengung nicht möglich, die Zelle würde mit dem 12,5"-Spiegel spielend fertig werden. Gelagert werden sollte der Spiegel auf Styrodurstreifen, die in die Zelle eingeklebt wurden. Das Gegenstück zur Spiegelzelle, also das Widerlager für die Verstellung, besteht aus einem Holzring aus 22mm starkem Multiplex. In diesen Ring wurden drei Teflonlager eingepresst, in welche wiederum drei Zapfen eingesetzt wurden. Diese hohlgebohrten Zapfen besitzen oben ein Außengewinde und eine eingelötete Innensechskantschraube, mit der später die Spiegelzelle vom Kugellinneren aus per Inbusschlüssel verstellt werden kann (Abb. 6).

Dieser Ring wurde anschließend so präzise wie möglich in die untere Kugelhälfte eingeklebt und eingeharzt. Dieser Arbeitsschritt musste jetzt erfolgen, weil der Innenring, genau wie die Spiegelzelle, zu groß ist, um später durch die obere Öffnung des Kugeldobsons zu passen. Aus diesem Grund wurde sogar überlegt, eine teilbare Spiegelzelle zu konstruieren, weil man flexibler auf Konstruktionsfehler hätte reagieren können. Diese Idee wurde aus Stabilitätsgründen verworfen. Die Spiegelzelle bekam nun in der Mitte ein Lüftungsloch und einen 12cm-PC-Lüfter,

um die Absenkung der Spiegeltemperatur auf Umgebungsniveau zu beschleunigen. Entsprechende Kabel und Buchsen wurden ebenfalls montiert, sowie die untere Kugelhälfte mit sechs vergitterten Lüftungslöchern versehen. In den verstärkten Rand der Spiegelzelle wurden nun die Gewindeeinsätze passend zu den Gewindezapfen eingepasst. Diese Gewindeeinsätze besitzen Innengewinde für die Gewindezapfen und Außengewinde für die Verschraubung in der Spiegelzelle. Um die Gewindeeinsätze im Rand der Zelle zu verschrauben, wurden passende Muttern durch Sägen in der Dicke halbiert, damit die Zelle einen möglichst großen Verstellbereich hat. Die Spiegelzelle wurde nun auf den Innenring aufgesetzt und durch Andrehen der Gewindezapfen langsam in ihre Position gebracht. Damit war die untere Kugelhälfte als funktionale Einheit im Prinzip fertig.

Der große vertikale Verstellbereich der Spiegelzelle von fast 20mm ist einer von drei Fehlerkorrekturmöglichkeiten, die in die Teleskopkonstruktion eingeflossen sind. Sollte man durch Rechenfehler mit einem Okular so gerade eben nicht in den Brennpunkt kommen, weil man Längen falsch gemessen und/oder übertragen hat, kann die Spiegelzelle diesen Fehler zum Teil ausgleichen.

Der erste Bearbeitungsschritt an der oberen Kugelhälfte war das Abtrennen der oberen Kugelkappe, damit Licht ins Teleskop fallen kann. Die Abtrennung erfolgte mittels einer Diamanttrennscheibe, da ins Innere der blauen Halbkugeln Glasfasermatten eingebettet sind, und Glas ist, in welcher Form auch immer, härter als jeder Stahl. Beim Entfernen überstehender Ränder an der Schnittkante benötigt man zwei Metall-Stichsägeblätter für einen Kugelumfang, der glasfaserverstärkte Kunststoff zieht den Sägeblättern quasi innerhalb von Minuten die Zähne.

Abb. 2: Die Urform für die spätere Herstellung der Kugelhälften wurde aus Glasfasermatten laminiert.



Abb. 3: Die beiden fertigen Kugelhälften. Sie sind bereits grob bearbeitet.



Die obere Kugelhälfte soll später die Gitterrohrbauteile tragen und wurde zu diesem Zweck mit einem Buchenholzring versehen, der bei einem Schreiner angefertigt wurde. Er ist das einzige Bauteil am Kugeldobson, welches als Auftrag fremdfertigt wurde. Der Holzring besitzt auf der Unterseite eine umlaufende Nut, deren Durchmesser exakt auf den Durchmesser der Kugelöffnung abgestimmt ist. Um den Holzring mit der oberen Kugelhälfte zu verbinden, hatten wir verschiedene Verfahren diskutiert und uns schließlich für eine Vergusstechnik entschieden. Hierzu wurden zunächst der obere Rand der oberen Kugelhälfte und die Nut des Holzringes mit Tausenden kleinen 2mm-Bohrungen versehen und alle Teile zusätzlich mit einem kleinen Fräser aufgeraut. Anschließend wurde der Ring mit der Nut nach oben auf eine Unterlage gelegt, die Kugelhälfte mit dem durchlöchernten Rand in die Nut gesetzt und die Nut anschließend mit Zwei-Komponenten-Flüssigkunststoff (Resin) aufgefüllt. Bereits nach zwei Minuten härtet der Kunststoff aus und ist nach 10 Minuten fest: Kugelhälfte und Ring sind nun über das Resin, welches in jede noch so kleine Bohrung fließt, absolut untrennbar miteinander verbunden.

Konstruktion des Gitterrohres

Als nächstes musste ein Gitterrohr gebaut werden, welches hinreichend stabil ist, um den zu diesem Zeitpunkt noch nicht existierenden Topring zu tragen. Auch hier galt die selbstgesetzte Vorgabe, nicht etwas zu bauen, was es schon gab. Schnellspanner und Flügelmuttern als Verbindungselemente fielen also aus. Das System musste unkompliziert und im Dunkeln auf und abbaubar sein. Nach Möglichkeit sollte also auf Teile wie Muttern, Flügelmuttern etc. vollständig verzichtet werden. Die Lösung lieferte ein »8x4«-Deo-Roller. Hier fand sich eine Ku-

Abb. 4: Die halbfertige Spiegelzelle, von der Spiegelseite gesehen, ist ebenfalls aus glasfaserverstärktem Kunststoff hergestellt.



Kosten	
Ursprüngliches Dobsonoteleskop	800€
Acrylglasshalbkugel	50€
Harz	100€
Glasfasermatten	100€
Buchenholzring (beim Schreiner gefertigt)	22€
Zwei-Komponenten-Flüssigkunststoff (Resin)	25€
GfK-Rohre	130€
CfK-Platte	30€
Aluminiumrundmaterial	5€
Okularauszug	120€
Multiplex	20€
Lackierung	70€
Kleinteile (Schrauben, Bolzen etc.)	50€
Gesamtkosten	ca. 1500€

gel, die in einer passenden Fassung steckte; das Ganze erinnerte entfernt an ein Hüftgelenk. Die Kugeln schnappen nicht nur spürbar in die Kunststofffassung und sitzen dort stabil, sondern werden auch von unten durch ein Kunststoffkreuz gestützt. Jeder der sechs Gitterrohrstangen bekam nun an beiden Enden eine solche Deo-Kugel. Passend dazu gibt es am unteren Ring der Kugel und an der Unterseite des Top-Rings entsprechende Aufnahmen. Selbstverständlich reicht das nicht, um dem Teleskop die nötige Stabilität zu verleihen, nur der Zusammenbau würde enorm erleichtert. Deshalb werden zusätzlich zwischen jeweils zwei Stangen Edelstahlseile gespannt, welche die Kugeln über die Stangen in die Fassung pressen und eine mechanisch stabile und gut zu montierende Verbindung herstellen. Wir nennen dieses Prinzip »Kugeldruckverspannung« (Abb. 7).

Die Kugelaufnahmen der Deoroller sind ohne das passende Gläschen allerdings zu instabil und auch nicht sinnvoll zu befestigen. Wir kamen also nicht umhin, eine Halterung zu konstruieren, welche diese Kugelaufnahmen adaptierten. Dazu stell-

Abb. 5: Kugeln auch im Detail: Deo-Roller bilden ein wesentliches Element der Gitterrohrstangen.



ten wir zunächst auf der Drehmaschine den Prototypen einer solchen Halterung her, welche die später Kugelaufnahmen fixieren sollte. Um nicht händisch zwölf dieser Halterungen herstellen zu müssen, wurde eine Silikonform vom Prototypen angefertigt und alle Halterungen aus Resin gegossen. Bis auf das Entgraten des unteren Randes und Hinzufügen einer Mittenbohrung zum Verschrauben am Teleskop musste nichts weiter getan werden. Durch dieses Verfahren wurde sichergestellt, dass die Halterungen alle identisch sind.

Um an die benötigten Deokugeln und Halter zu kommen, mussten übrigens keine zwölf Deoroller gekauft werden: Eine Anfrage beim »8x4«-Hersteller Beiersdorf, die ein gewisses Erstaunen hervorrief, genügte, und wir bekamen kostenlos 20 Kugel/Halter-Paare zugeschickt. Deoroller anderer Hersteller waren übrigens nicht zu gebrauchen, da die Kugeln entweder zu groß, zu klein, oder zu weich waren.

Die Stangen des Gitterrohres sind gezogene GfK-Rohre höchster Qualität mit 20mm Durchmesser und nur 1mm Wand-



Abb. 6: Die fertigen Lagerzapfen: hinten die fertig montierte Version, im Vordergrund die Einzelteile zerlegt.

stärke. Diese mussten nun an beiden Enden mit den Deokugeln verbunden werden. In die Kugeln wurde dazu ein Loch gebohrt und diese anschließend zur Hälfte mit Resin gefüllt. Nun wurde innerhalb von zwei Minuten eine ca. 60mm lange Gewindestange per Bohrstander präzise in die Kugel hinabgefahren. Nach dem Aushärten waren Kugel, Resin und Gewindestange eine Einheit. Zwölf Mal wurde dieser Vorgang wiederholt, und ebenfalls zwölf Mal wurden nun auf der Drehmaschine Hülsen angefertigt, die mit einem Innengewinde versehen, die Gewindestangen der Kugeln aufnehmen sollten. Die Hülsen wurden mit Epoxidharz in die GfK-Rohre geklebt. Die Stangen konnten nun durch die Hülsen in ihrer Länge millimetergenau justiert werden. Eine Kontermutter und Sekundenkleber verhindern unbeabsichtigtes Verstellen der Länge bei Transport, Auf- und Abbau. Die längenverstellbaren Stangen sind der zweite Teil der Fehlerkorrekturmöglichkeiten im Kugeldobson. Sie erlauben eine Längenänderung des Gitterrohres um ca. 50mm.

Aller guten Dinge sind drei...

Der Topring des Teleskops sollte ursprünglich einfach aus dem alten Tubus herausgesägt werden. Ein eklatanter Mangel an Stabilität führte aber zur sofortigen Entsorgung und zum Neubau eines Topringes in GfK-Ausführung. Als Maß und Form diente hier der alte Tubus.

Die Fangspiegelspinne sollte sich, zusammen mit der Fangspiegelverstellung, als vorletzte Herausforderung entpuppen. Unter der Prämisse des Leichtbaues und der Stabilität kam als Material für die Streben nur Carbonfaser verstärkter Kunststoff, also CfK, in Frage. Dieser wurde in Form einer Platte von etwa DIN-A4-Größe erworben und die Streben mit einer Mini-Diamant-Trennscheibe herausgetrennt. Um sie absolut identisch zu gestalten, wurden die drei Streben miteinander zu einem Paket verschraubt (die Schraublöcher sind auf Abb. 8 zu sehen) und später auf Maß geschliffen. Die Streben werden in der Mitte der Fangspiegelspinne an einem sogenannten »Zentralstück« zusammengeführt. Zunächst wurde dafür ein Aluminiumrundmaterial passend durchbohrt, um die spätere Fangspiegelfassung samt -verstellung aufzunehmen. Nun mussten aus dem Zentralstück drei »Flügel« herausgefräst werden, an denen jeweils eine Strebe verschraubt werden konnte. Da die Streben zum Zentralstück exakt radial verlaufen, mussten die Flügel um etwa die andert-halb-fache Dicke der Streben aus der Mitte verschoben werden. Zum Schluss bekam jeder Flügel jeweils drei M2-Gewinde zur Befestigung der Streben. In der Mittelbohrung des Zentralstücks steckt übrigens eine Aluminiumhülse, welche die Fangspiegelhalterung exakt aufnimmt. Entfernt man diese Hülse, ließe sich ohne Probleme ein Fangspiegeloffset bis ca. 3mm realisieren, falls man dies möchte (Abb. 8).

Hochzeit Nummer 1

Nach der Fertigstellung der Spinne erfolgte die »Hochzeit« von Topring und Spinne. Die Spinne sollte perfekt ausgerichtet und mit dem Topring verklebt werden. Es war klar, dass ein Fehler an dieser Stelle nur durch eine gewaltsame Entfernung und damit durch einen Neubau der Spinnenstreben korrigiert werden konnte. Um nichts dem Zufall zu überlassen, wurde eine einfache Helling konstruiert, eine Art Ablassvorrichtung, auf der die Spinne an einer Gewindestange durch die Bohrung im Zentralstück per Mutter langsam auf den Topring (an der Helling festgeschraubt) herabgelassen wurde. Der Topring wurde zunächst mit der Helling verschraubt und an drei Stellen geschlitzt. Die Streben der Spinne glitten in diese Schlitze und wurden mit Epoxidharz eingeklebt. Erst nach dem Aushärten wurde der Topring, der mit der Fangspiegelspinne nun eine Einheit bildet, von der Helling losgeschraubt. Der Fangspiegel ist im Originalzustand seitens Meade mit einer Art Klebeband auf einen 45° schräg abgeschnittenen Aluminiumklotz aufgeklebt, der uns zum einen viel zu schwer und zum anderen viel zu groß war. Der Fangspiegel wurde also mit einem Draht vom Klotz getrennt und gereinigt. Die neue Konstruktion der Fangspiegelverstellung sollte möglichst kompakt sein, da sie unter die schräg nach oben ansteigenden Streben der Spinne passen musste. Auch die Lagerung ist neu. Der ursprüngliche Drehpunkt der Fangspiegelverstellung war sehr weit entfernt von der Spiegeloberfläche. Der Spiegel wurde also weniger gekippt, sondern mehr geschwenkt. Das war nicht optimal, denn der Drehpunkt sollte so dicht an der Spiegeloberfläche liegen wie nur möglich. Die neue Lagerung des Fangspiegels erfolgt über einen Kugelabschnitt, der auf einer Gewindestange sitzt, welche wiederum in der Bohrung des Zentralstücks fixiert ist. Über diesen Kugelabschnitt ist eine Art flacher »Becher« gestülpt, an dessen schräg abgeschnittener Unterseite der Spiegel mit Silikon aufgeklebt ist. Die Verstellung des Bechers und damit des Fangspiegels erfolgt über Nylonschrauben. Diese haben gegenüber Metallschrauben den Vorteil, dass sie sich vorspannen lassen und sich nicht so einfach verstellen. Die Konstruktion ist also sehr justierstabil. Des Weiteren graben sich Nylonschrauben nicht in den Kunststoffbecher der Fangspiegelhalterung.

Die Fangspiegelfassung und -verstellung ist der dritte Teil des Fehlerkorrektursys-



Abb.7: Die Kugeldruckverspannung, die die Gitterrohrkonstruktion stabilisiert, am fertigen Teleskop. Kugeln an den Enden der Gitterrohrstangen schnappen in passende Fassungen und werden durch gespannte Edelstahlseile hineingepresst.

tems. Die Platte, in der die Nylonschrauben sitzen, ist an drei Stellen geschlitzt: Wäre das Gitterrohr zu kurz gewesen, hätte man die Fangspiegelfassung zum Teil in die Spinne hineinfahren können, die Streben wären in die Schlitze geglitten und hätten kostbare Zentimeter Verschiebung ermöglicht. Glücklicherweise musste dieses System nicht benutzt werden.

Als Okularauszug dient ein sehr leichter Helikalauszug vom Typ »Kineoptics HC-2« mit einer speziell an den Durchmesser des Toprings angepassten Kunststoffbasis.

Die Basis

Der Kugeldobson braucht eine solide Basis, auf der er im Feld stehen und bewegt werden kann. Diese besteht aus einem 22mm dicken Multiplexring, welcher oben drei Lagerböcke besitzt. Auf diesen Lagerböcken befindet sich jeweils eine kleine Kugel aus Polyethylen, welche das eigentliche Lagerelement trägt, ein pfannenförmiges Stück aus reinem Teflon. Eine dünne Gewindestange dient als Verliersicherung für alle Teile. Diese Teflonscheiben berühren den Kugeldobson mit insgesamt drei Ringlinien. Das Gleitverhalten ist gut und kann bei Bedarf durch das Einsprühen der Kugel mit Teflonspray verbessert werden (Abb. 10).

Es gibt kein übermäßiges Losrucken, und auch langsame Bewegungen lassen sich gut führen, so dass der Spagat zwischen Leichtgängigkeit und sicherem Halten auch bei südlichen Deklinationen gelungen ist.



Abb. 8: Detailaufnahme des Zentralstückes zur Aufnahme der Fangspiegelhalterung und der Streben am fertigen Teleskop.

Gewichtsprobleme

Bedingt durch die Vorgabe, dass die Justage des Hauptspiegels durch die Kugelöffnung erfolgen sollte und damit die Verstellelemente an die Seiten der Spiegelzelle verschoben werden mussten, liegt der Hauptspiegel nicht so tief in der Kugel wie eigentlich hinsichtlich Schwerpunktoptimierung gewünscht. Aus diesem Grund war der Kugeldobson zunächst kopflastig und fiel bei zu großer Schräglage um. Es musste also ein Gegengewicht angefertigt werden, welches exakt unten in die Kugel und vor allem noch unter die Spiegelzelle passen musste. Hierfür kam nur Blei in Frage. Die benötigte Masse von ca. 6kg wurde abgeschätzt. Das Blei stammt von alten Wasserleitungen, die in einer Konservendose unter Zuhilfenahme eines Dachdeckerbrenners eingeschmolzen wurden. Gesund war das sicherlich nicht, Alternativen gab es aber ebenso wenig. Die Gussform bestand aus nassem Rollsplit, in den mit großer Kraft die abgetrennte Kugelkappe hineingedrückt wurde. Als Trennung zwischen Rollsplit und Blei dienten zwei Lagen Glasfasermatten. Das funktioniert, weil das flüssige Blei wegen seiner großen Oberflächenspannung nicht in die Matten eindringt. Anschließend wurde das Blei bis zur benötigten »Füllhöhe«, die zuvor berechnet wurde, in die Form gegossen. Nach dem Erstarren wurde das Gewicht in einem Eimer Wasser abgekühlt, mit einer Bohrung versehen und in die untere Kugel eingeschraubt. Nun stimmte das Gewichtsverhältnis endlich.

Make-up

Nachdem nun alle wichtigen Einzelkomponenten und Baugruppen fertig waren, wurde der Kugeldobson getestet. Zu diesem Zweck wurden die beiden Kugelhälften außen mit starkem Gewebeklebeband verbunden und ein unspektakuläres »first light« durchgeführt. Schließlich erfolgte jedoch die »Hochzeit« der beiden Kugelhälften. Die Schnittkanten wurden plan geschliffen und an den Innenseiten angeraut. Die Vorfizierung der Kugelhälften erfolgte mit Sekundenkleber, anschließend wurde die Nut zunächst mit eingedicktem Harz verschlossen und danach durch ein Kohlefaserband von innen zusammenlaminiert. Nun waren die Kugelhälften zu einer einzigen Kugel geworden. Es folgte das Spachteln und Nassschleifen der umlaufenden Nahtstelle von außen bis zu einem perfekten Übergang in mehr als zehn Durchgängen, weil bei jedem Schleifdurchgang erneut Luftblasen und Hohlräume in der Spachtelmasse zum Vorschein kamen. Danach erfolgte der finale Schritt: Der Kugeldobson wurde noch ein letztes Mal in seine Bestandteile zerlegt und von einem erfahrenen Lackierer am Niederrhein in den Originalfarben des US-amerikanischen Landmaschinenherstellers »John Deere« lackiert.

Auf- und Abbau

Durch die werkzeuglose Kugeldruckverspannung ist der Auf- und Abbau des »John Deereson« ein Kinderspiel. Hat die

Mein Dank gilt insbesondere Kathrin und Richard Bündler sowie allen anderen Beteiligten.



Abb. 9: Blick auf den oberen Tubusring mit Okularauszug und Peilsucher.

Kugel samt Basis ihren Standort gefunden, hat man innerhalb von 30 Sekunden die Stangen von unten in den Topring schnappen lassen. Topring und Stangen können nun auf die Kugel aufgesetzt, die Drahtseile eingehängt und gespannt werden. Das geschieht wie bei einer Gitarrensaiten nach Gehör. Offenbar durch die präzise Fertigung der Einzelteile ist der Kugeldobson derart justagestabil, dass er nach dem Aufbau nur wenig justiert werden muss. Das erstaunte selbst uns. Der Abbau geht noch schneller vonstatten als der Aufbau. Sind die Seile gelöst, zieht man einfach kräftig am Topring und hat alle sechs Stangen fein säuberlich darunter hängen, womit man sie einfach abziehen kann. Das ist möglich, weil die unteren Kugelaufnahmen an der Kugelöffnung mit einem Teppichmesser geschwächt wurden und daher früher nachgeben. Nach drei Minuten befinden sich alle Teile des 24kg schweren Teleskops wieder im Auto.

Abb. 10: Die Basis des Kugeldobsons mit Entlüftungsöffnungen ist aufgesetzt auf einem stabilen Dreibein mit großen Teflonstücken.



Fazit

Sicher kann man einfacher, leichter und vor allem billiger an ein Teleskop der 12"-Klasse kommen. Hier wurde viel Neuland betreten und die ausgetretenen Pfade des Teleskopbaues bewusst links liegen gelassen, was ein wichtiges Ziel des Projektes darstellte. Ich benutze das Teleskop gerne, und zwar nicht nur, weil es eine hervorragende Abbildungsleistung hat. Ich denke auch jedes Mal an die Schwierigkeiten und gelösten Probleme im Zusammenhang mit diesem Projekt, und an die vielen Stunden, die man damit gemeinsam verbracht hat. Es gibt jedoch auch Dinge, die noch nicht optimal sind. Am Gleitverhalten muss sicherlich noch gearbeitet werden, was aufgrund der Kugelform schwieriger ist als bei Standardbauweisen. Der Transport des Kugeldobson auf seiner Basis im Autokofferraum hätte beinahe zur Zerstörung des Toprings geführt, als die Kugel in einer Kurve von der Basis rutschte und auf den Topring fiel, was glücklicherweise ohne große Schäden abging und nur darauf zurückzuführen ist, dass erstklassiges Material auch kompromisslos verarbeitet wurde. Eine Transportvorrichtung muss also noch konstruiert werden.

Wie reduziert man das Rauschen von Digitalkameras?

Wer mit einer Digitalkamera arbeitet, hat schon Bekanntschaft gemacht mit dem »Schreckgespenst« der Digitalfotografie, dem Rauschen. Gut zu erkennen ist es, wenn eine gleichmäßig helle, einfarbige Fläche abgelichtet wird und eigentlich alle Pixel in diesem Bereich den gleichen Helligkeits- und Farbwert aufweisen sollten. Durch auftretendes Rauschen jedoch zeigen sich in der Praxis sowohl in der Helligkeit (Luminanzrauschen) als auch bei der Farbwiedergabe (Farbrauschen) Unterschiede. In der Alltagsfotografie bei Tageslicht sollte man dieses Phänomen nicht überbewerten. In der Astrofotografie, wo oftmals lichtschwache Objekte mit hohen ISO-Werten und langen Belichtungszeiten abzubilden sind, kann massiv auftretendes Bildrauschen aber zum Problem eskalieren. Dann ist es gut zu wissen, welche Methoden zur Verfügung stehen, um das Rauschen zu mindern.

Rauschen der Kamera

Einige kameraspezifische Faktoren beeinflussen den Grad des Rauschens nicht unwesentlich. Auf sie hat der Fotograf jedoch keinen Einfluss, es sei denn, er wechselt das Kameramodell:

Sensorgröße: Je kleiner der in einer Digitalkamera befindliche Bildsensor ist, desto kleiner sind folglich auch die einzelnen Pixel, wenn eine größenordnungsmäßig gleiche Anzahl an »Megapixeln« vorausgesetzt wird. Kleine Pixel, wie sie in digitalen Kompaktkameras zu finden sind, können weniger Licht erfassen, was letztlich zu stärkerem Rauschen führt. Modelle mit größeren Sensoren und Pixeln, etwa digitale Spiegelreflexkameras, sind im Vorteil (siehe Abb. 2).

Ausleseerauschen: Der Teil des Rauschens, den die Ausleseelektronik verursacht, die die (analogen) Signale eines Sensors digitalisiert.

Spezifisches Rauschverhalten des Sensors: Eine Eigenschaft, die einem bestimmten Sensor als elektronisches Bauteil zugeschrieben wird. Deren technische Entwicklung schreitet stets fort, so dass aktuelle Sensoren meist besser abschneiden als solche, die vor vielen Jahren aktuell waren.

Rauschunterdrückung durch die Firmware der Kamera: Teilweise werden die Bilddaten bereits in der Kamera »entrauscht«.



Abb. 1: Die »pixelige« Struktur des linken Bildes ist die Folge von starkem Bildrauschen, insbesondere einem hohen Maß an Farbrauschen, in dem lichtschwache Details des Nebels sogar »untergehen«. Das rechte Bild ist rauschärmer, wirkt »glatter« und detailreicher.



Abb. 2: Zwei Ausschnitte von Testaufnahmen, die mit unterschiedlichen Kameras bei gleicher ISO-Einstellung aufgenommen wurden, die linke mit einer Leica D-LUX 3 (Sensorgröße 8,6mm × 4,8mm), die rechte mit einer Canon EOS 5D (Sensorgröße 35,8mm × 23,9mm).

Wenn diese Funktion nicht abschaltbar ist, kann dies für die Astrofotografie ein Nachteil sein, weil sehr klein abgebildete Sterne fälschlicherweise als Rauschen identifiziert und dann »weggerechnet« werden.

Rauscharm fotografieren

Der Fotograf entscheidet mithilfe der folgenden Parameter das Ausmaß des Rauschens mit:

Belichtungszeit: Mit der Dauer der Belichtungszeit steigt auch der absolute Anteil des Rauschens in einem Digitalfoto an. Gleichzeitig steigt aber auch das vom fotografierten Himmelsobjekt empfangene »Signal« an. Tatsächlich muss der Betrag des Rauschens mit der Signalstärke verglichen werden, dafür wurde der Begriff »Signal/Rausch-Verhältnis« geprägt. Damit sich das Signal deutlich vom Rauschen absetzt, sind mitunter lange Belichtungszeiten erforderlich. Die optimale Belichtungszeit ist er-

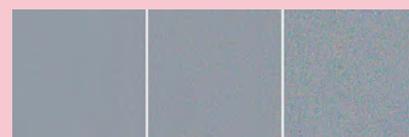


Abb. 3: Drei Ausschnitte von Testaufnahmen bei unterschiedlichem ISO-Wert, gewonnen mit einer Canon EOS 450D (links ISO 100, Mitte ISO 400, rechts ISO 1600).

reicht, wenn so lange wie möglich belichtet wurde, ohne dass helle Motivbereiche die Vollsättigung erreichen.

ISO-Wert: Er bestimmt die »Lichtempfindlichkeit« des Sensors. Da diese in Wirklichkeit aber nicht veränderbar ist, wird mit der Einstellung des ISO-Werts nur der Grad der Signalverstärkung festgelegt. Ein hoher ISO-Wert bedeutet also ein Anwachsen der Verstärkung und damit auch einen Anstieg des Rauschens (siehe Abb. 3). In der Praxis kann der ISO-Wert jedoch nicht immer auf den niedrigsten Wert gestellt werden, weil zum Ausgleich dafür natürlich länger belichtet werden muss.

Sensortemperatur: Nur eine Astro-CCD-Kamera bietet die Möglichkeit, durch Kühlung des Sensors das Rauschen zu verringern. Benutzer einer digitalen Spiegelreflexkamera können allenfalls Pausen zwischen den Langzeitbelichtungen einer Aufnahmeserie einlegen, um dem erwärmten Sensor die Möglichkeit zu geben, wieder etwas abzukühlen.

Leuchtende Nachtwolken über Deutschland

Nur in den Zeiten um die Sommersonnwende sind sie zu sehen: Leuchtende Nachtwolken, bläulich schimmernde Gebilde in 80km bis 100km Höhe. Nur wenn die Sonne 6° bis 16° unter dem Horizont steht, sind sie in Richtung Norden zu erkennen. In den hellen Nächten im Juni konnten interstellarum-Leser auch dieses Jahr wieder schöne Fotos gewinnen.

Abb. 2: Eine relativ kompakte Leuchtende Nachtwolke erschien am 23.6. über dem Nordhorizont

a) Digitalfoto, 23:24: MESZ, 18mm-Objektiv bei f/3,5, Canon EOS 1000D, ISO 400, 5s. *Andreas Schnabel*

b) Digitalfoto, 21:28 MESZ, 55mm-Objektiv bei f/4, Nikon D2x, ISO 200, 4s. *Jörg Mosch* ▶

Abb. 3: Für die Autofahrer auf der A7 bei Neumünster ergab sich am 14.7. ein seltener Anblick. Digitalfoto, 18mm-Objektiv bei f/6,3, Canon EOS 40D, ISO 200, 30s. *Marco Ludwig*



Abb. 1: Zarte bläuliche Schleier standen am 16.6. am Himmel. Digitalfoto, 45mm-Objektiv bei f/3,5, Canon 300D, ISO 100, 4s. *Carsten Debbe*





Abb. 4: Beeindruckendes Detail zeigt diese Nahaufnahme vom 14.7. Digitalfoto, 55mm-Objektiv bei f/4, ISO 200, 5s. *Jörg Mosch*



Abb. 5: Das zweiteilige Komposit zeigt den Anblick des Nordhimmels am 15.7. bedeckt von Leuchtenden Nachtwolken. Digitalfoto, 55mm-Objektiv bei f/4, ISO 200, 4s. *Jörg Mosch*



Abb. 6: Feines Detail zeigt sich bei längerer Belichtung am 15.7. Digitalfoto, 55mm-Objektiv bei f/4, ISO 200, 15s. *Jörg Mosch*

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

First Light

Den Sonnenuntergang digital fotografieren

VON STEFAN SEIP

Klaus Woyczehowski »liebt das dunkle Rot der untergehenden Sonne«, so schreibt er in seiner E-Mail, und beklagt gleichzeitig, dass sich sein visuell empfundener Eindruck auf den Digitalfotos nicht wiederfindet.

Betrachtet man die Szenerie eines Sonnenuntergangs, stellt man fest, dass es sich um ein für eine Digitalkamera hinsichtlich des Kontrastumfangs extrem kritisches Motiv handelt. Die immer noch helle Sonne steht sehr dunklen Motivbereichen gegenüber. Während der Himmel noch zu den helleren Regionen gehört, ist die Landschaft mitunter schon stark abgedunkelt, von den Vordergrundobjekten im Gegenlicht zu schweigen, die sich auf den Fotos in der Regel nur noch als rabenschwarze Silhouetten abzeichnen. Eine entsprechend reichliche Belichtung könnte diese Vordergrundobjekte durchaus noch mit erkennbaren Strukturen und Farben wiedergeben, allerdings würden dann große Teile des Himmels und natürlich die Sonne hoffnungslos überbelichtet sein. Wenn man sich für eine eher knappe Belichtung entscheidet und damit dem Vorschlag der Belichtungsautomatik folgt, wird zwar der Himmel stimmungsvoll eingefangen, allerdings zu Lasten der dunklen Zonen, die dann unterbelichtet werden und auf dem Foto sogar dunkler erscheinen, als man sie mit dem bloßen Auge empfunden hat.

Der limitierende Faktor ist der so genannte »Dynamikumfang«, den die Kamera bewältigen kann. Er wird in Blenden-

Abb. 1: Ein nicht ganz perfekter Sonnenuntergang am Meer. Die Sonne ist über-, der Vordergrund unterbelichtet.

Abb. 2: Beim Öffnen der RAW-Datei mit Adobe Photoshop zeigt sich das Ausmaß der Dynamiküberschreitung: Überbelichtete Flächen werden rot, unterbelichtete blau dargestellt, wenn die beiden Dreiecke oberhalb des Histogramms (siehe Pfeile) angeklickt werden.

besser in Belichtungsstufen (EV für »Exposure Value«) gemessen, wobei jede Stufe einer Verdoppelung bzw. Halbierung der Lichtmenge entspricht. Während dem menschlichen Auge die Fähigkeit bescheinigt wird, bis zu 14EV zu erfassen, erreichen aktuelle Digitalkameras gerade einmal eine »Dynamik« von 8EV bis 9EV. Eine Ausnahme bilden Modelle mit Sensoren, die über unterschiedlich große Pixel verfügen und dann bis zu 12EV abdecken können, sowie manche digitale Mittelformatkameras und -rückteile, die es auf mehr als 10EV bringen. Zum Vergleich dazu sei erwähnt, dass ein klassischer Diafilm etwa 6,5EV bis 8EV, ein Farbnegativfilm etwa 9,5EV und ein Schwarzweiß-Negativfilm – je nach Verarbeitung – bis zu 19EV schafft! Erschwerend kommt hinzu, dass sowohl extrem dunkle, als auch extrem helle Bereiche, die an der Grenze oder knapp außerhalb des darstellbaren Kontrastumfangs liegen, auf digitalen Aufnahmen wenig gefällig aussehen, ja teils zur Bildung von Artefakten führen können. In den dunklen Be-

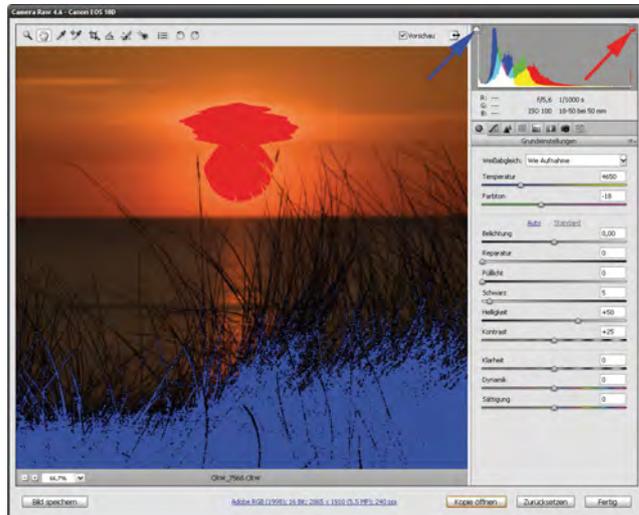


Abb. 3: Die geöffnete Datei kann analysiert werden, indem das »Pipette-Werkzeug« (Tastenschlüssel »I«) ausgewählt und die »Info-Palette« angezeigt wird (Taste »F8«). Die Sonne zum Beispiel ist in reinem Weiß wiedergegeben (siehe Pfeil: Farbwerte 255, 255, 255 in den drei Farbkanälen).

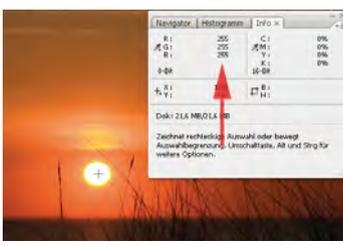


Abb. 4: Die Info-Palette kann auch die Farbwerte einer 16-Bit-Datei anzeigen, wenn man auf die Pipette links neben den Farbkanälen klickt und aus dem erscheinenden Kontextmenü den Eintrag »16 Bit (0–32768)« auswählt. Dann wird reines Weiß durch die Wertekombination dreimal 32768 repräsentiert.



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

Abb. 5: Da nur eine einzige Aufnahme vorlag, wurde diese mit dem RAW-Konverter so entwickelt, dass alle darin enthaltenen Tonwerte erhalten bleiben. Beim Weißabgleich wurde nicht der von der Automatik gewählte Wert, sondern »Tageslicht« eingestellt.

reichen wirkt das elektronische Bildrauschen störend, in den hellen Regionen entstehen zuweilen seltsam scharf abgegrenzte Flächen im Übergangsbereich von sehr hellen Tonwerten zu reinem Weiß.

Aufnahmen von Sonnenauf- oder untergängen gehören zu den Motiven, bei denen der Motivkontrast regelmäßig die Fähigkeiten einer Digitalkamera überschreitet. Hier muss ein Fotograf ein gewisses Maß an »Kontrastmanagement« betreiben, um die gestellte Aufgabe zu bewältigen. Dazu gehört:

1. Exakte Belichtung: Je mehr Kontrast ein Motiv aufweist, desto wichtiger ist eine sorgfältige Belichtung, die am besten durch die Kontrolle des Histogramms (vgl. interstellarum 63 und 64) nach der Aufnahme erfolgt: Ein kontrastreiches Motiv erzeugt einen breiten »Datenberg«, der durch knappere Belichtung nach links, durch reichlichere Belichtung nach rechts verschoben werden kann. Ist er so breit wie die horizontale Werteachse des Histogramms, gibt es keinen »Belichtungsspielraum« mehr, d.h. die Belichtung muss exakt stimmen. Ist der Datenberg gar breiter, wird der darstellbare Bereich überschritten. Dann muss der Fotograf eine bewusste Entscheidung herbeiführen: Entweder fällt die Wahl auf eine knappe Belichtung, um wenigstens die hellsten Motivbereiche, oder auf eine reichliche, um die dunklen Bereiche darzustellen. Die Automatik würde sich im Zweifelsfall für einen Mittelwert entscheiden, der die hellsten Bereiche überbelichtet und die dunkelsten unterbelichtet, was unbedingt zu vermeiden ist.

2. Im RAW-Format fotografieren: Das RAW-Format bietet gegenüber dem JPG-Format einen erheblich höheren Dynamikumfang, der durch sorgsame Weiterverarbeitung zu sichtbar besseren Ergebnissen führt.

3. Manueller Weißabgleich: Motive, bei denen eine Farbe vorherrscht, können den automatischen Weißabgleich der Kamera in die Bredouille bringen. Für einen



Sonnenuntergang ist der Weißabgleich daher manuell auf »Tageslicht« zu stellen. Bei Aufnahmen im RAW-Format kann der Weißabgleich auch nachträglich eingestellt werden.

4. Aufhellung von Vordergrundobjekten: Sind im nahen Vordergrund Objekte im Bild, die als schwarze Silhouetten dargestellt werden, können diese zum Beispiel mit einem Blitzgerät leicht aufgehellt werden, wenn Einzelheiten dieser Objekte sichtbar sein sollen. Drosseln Sie die Leistung des Blitzgerätes jedoch, um eine Beeinträchtigung der »Sonnenuntergangs-Stimmung« zu vermeiden. Eine orangefarbene Folie vor dem Reflektor des Blitzgerätes trägt zusätzlich zum Erhalt der Lichtstimmung bei.

5. High Dynamic Range Image (HDRI): Unter diesem Begriff wird eine Technik verstanden, aus mehreren, unterschiedlich belichteten Aufnahmen ein Resultat mit erweitertem Dynamikumfang zu gewinnen. Die Kamera muss dazu auf einem Stativ montiert werden und die Einzelaufnahmen müssen möglichst rasch hintereinander entstehen. Übertreibt man es, geht die romantische Stimmung eines Sonnenuntergangs aber erst recht verloren.

Eine besondere Aufmerksamkeit ist der Sonnenscheibe zu widmen. Geht sie an



Abb. 6: Bildung von Artefakten durch partielle Überbelichtung einzelner Farbkanäle eines Digitalfotos, erkennbar an den farbigen Rändern der Sonne.

einem Tag mit guter Fernsicht gleißend hell unter, gibt es kaum eine Chance, eine Überbelichtung der Sonne zu vermeiden. Nähert sie sich als glutroter Ball dem Horizont, der auch einen direkten Blick mit dem bloßen Auge gestattet, ohne geblendet zu werden, hat der Fotograf bessere Karten. Dann ist der kritische Faktor das Histogramm des Rotkanals, welches im Bereich der Sonne schnell in die Vollsättigung laufen kann, während der Grün- und Blaukanal nur wenige Daten liefert. Doch auch die (partielle) Sättigung eines einzelnen Farbkanals bedeutet, dass ein Foto die »wahre« Farbe nicht mehr wiedergeben kann.

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	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 67, Dez./Jan. 2010	M 37	Aur	05 ^h 52,5 ^{min}	+32° 33'	20.9.2009
	NGC 1907	Aur	05 ^h 28,1 ^{min}	+35° 20'	
Nr. 68, Feb./Mär. 2010	NGC 3628	Leo	11 ^h 20,3 ^{min}	+13° 36'	20.11.2009
	NGC 3184	UMa	10 ^h 18,3 ^{min}	+41° 25'	
Nr. 69, Apr./Mai 2010	M 87	Vir	12 ^h 30,8 ^{min}	+12° 23'	20.1.2010
	NGC 4435/8	Vir	12 ^h 27,8 ^{min}	+13° 01'	
Nr. 70, Jun./Jul. 2010	M 16	Ser	18 ^h 18,8 ^{min}	-13° 47'	20.3.2010
	M 17	Sgr	18 ^h 20,8 ^{min}	-16° 11'	
Nr. 71, Aug./Sep. 2010	NGC 6940	Vul	20 ^h 34,6 ^{min}	+28° 18'	20.5.2010
	NGC 6992-5	Cyg	20 ^h 57,0 ^{min}	+31° 30'	
Nr. 72, Okt./Nov. 2010	NGC 869	Per	02 ^h 19,0 ^{min}	+57° 09'	20.7.2010
	NGC 884	Per	02 ^h 22,4 ^{min}	+57° 07'	

M 33



CCD-Aufnahme, 4,5"-Newton bei 440mm, SBIG ST-2000XM, 48x5min (L), 6x5min (je RGB), SBIG LRGB-Filter. Michael Deger

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



Digitalfoto, 10"-Newton bei 1279mm, Canon EOS 20Da, ISO 1600, 15x300s. *Thomas Tuchan* ▲

Digitalfoto, 14"-Cassegrain bei 3500mm, Canon EOS 350D (modifiziert), ISO 1600, 3x15min, Infrarot-Sperrfilter. *Rolf Leibel* ▼



M 33

bloßes Auge: Bortle 2; mit indirektem Sehen deutlich als ovale Fläche wahrnehmbar. *Uwe Pilz*

8x24-Fernglas: Bortle 4; mit direktem Sehen deutlich erkennbarer ovaler, sehr großer Fleck. Liegt innerhalb dreier Sterne im Norden, Süden und Osten, Ausdehnung 40'. Helligkeitszunahme zur Mitte nur sehr schwach. *Uwe Pilz*

10x50-Fernglas: Bortle 4; auffälliger, großer ovaler Fleck, leicht körnig. Die Ostseite ist etwas heller. *Uwe Pilz*

150/750-Newton: schwacher Kern. Ziemlich groß. Die Form der Galaxie ist rund. In den sehr schwachen Spiralarmen kann ich dunkle Stellen sehen. 42x. *Gerd Kohler*

200/800-Newton: sehr schwach. Heller Kern. Um den Kern sind schwache Nebel unterschiedlicher Helligkeit. Etwas länglich und ausgedehnt. 57x. *Gerd Kohler*

250/1250-Newton: fst 5^m5; die Galaxie steht unmittelbar neben dem sehr hellen Stern Mirach, welcher bei der Beobachtung sehr stört, aber dadurch extrem einfach aufzufinden ist. Sie ist klein, oval und gleichmäßig hell, ohne auffälliges Zentrum. 187x. *Frank Lange*

304/1540-Newton: fst 6^m3; Bortle 4; mit bloßem Auge nicht sichtbar. Im Teleskop erkenne ich das etwas hellere Zentralgebiet. Der Spiralarm zu NGC 604 ist am deutlichsten erkennbar. Außer NGC 604 ist auch links unterhalb des Zentralgebietes NGC 595 zu sehen. Mit UHC-Filter war dann noch oberhalb eine HII-Region direkt erkennbar. 49x–113x. *Hans-Jürgen Merk*

Digitalfoto, 8"-Newton bei 1000mm, Canon EOS 350D, ISO 800, 25x3min. *Torben Simm*



NGC 404

10x50-Fernglas: Bortle 4; die Galaxie bildet laut Karte mit Mirach und dem nahe gelegenen SAO 54477 (9^m5) ein fast gleichseitiges Dreieck. Der Stern war gerade eben wahrnehmbar, die Sichtung der Galaxie selbst ist aussichtslos. *Uwe Pilz*

150/750-Newton: schwacher ovaler Fleck. Gerade noch zu sehen. Der Stern β And stört sehr bei der Beobachtung. 112x. *Gerd Kohler*

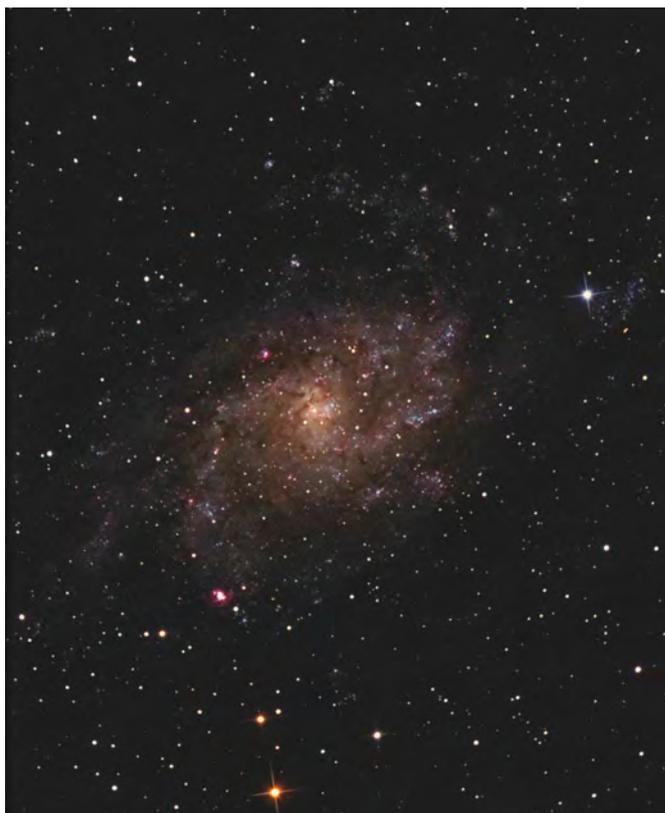
200/800-Newton: die Galaxie wird vom Stern β And fast überstrahlt. Schwach und etwas oval. Indirekt etwas heller. 170x. *Gerd Kohler*

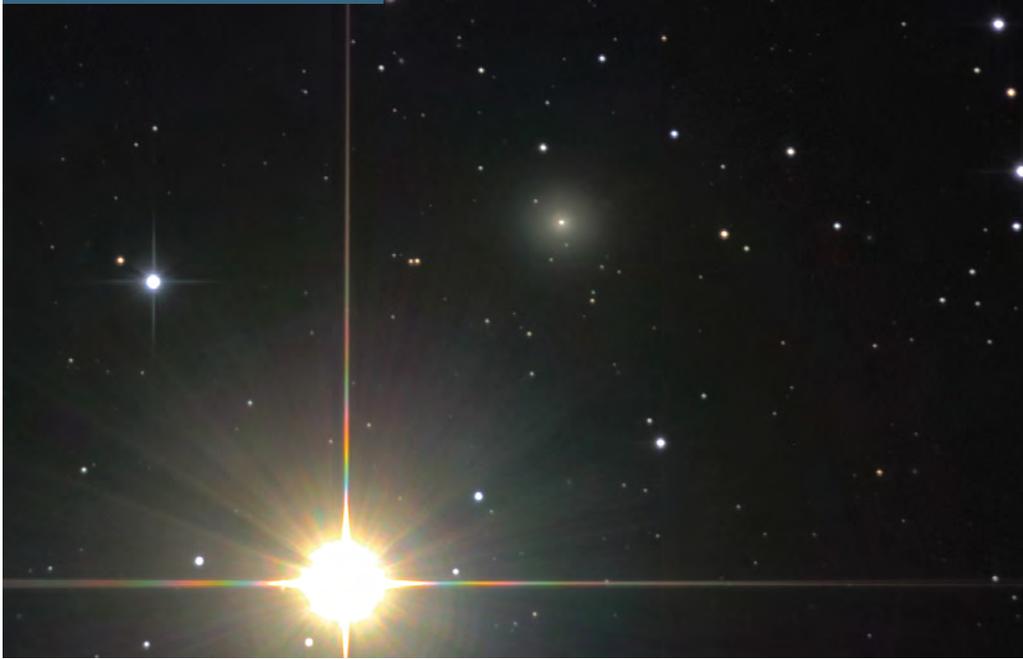
304/1540-Newton: Bortle 5; SQM: 21^m00; trotz der Helligkeit von Mirach ist die rundlich anmutende Galaxie gut sichtbar. Zur Mitte hin leichte Aufhellung ohne weitere Details. 113x und 205x. *Hans-Jürgen Merk*

317/1500-Newton: fst 5^m8; direkt sichtbar, völlig rund, diffus, mit deutlich hellerer Zentralregion. Unmittelbar nordöstlich, jedoch außerhalb des diffusen Halos, befindet sich ein schwacher Vordergrundstern. Westlich schließt sich ein markantes Dreieck aus schwachen Feldsternen an. Bei 214-facher Vergrößerung, ist Mirach außerhalb des Gesichtsfeldes, es blitzen jedoch immer wieder helle Strahlen ins Bild, die der Beobachtung einen besonderen Reiz verleihen. 170x. *Klaus Wenzel*

320/1440-Newton: Bortle 4; direkt sichtbar. Leichte Helligkeitszunahme zur Mitte, stellarer Kern. 144x. *Uwe Pilz*

Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon 40D (modifiziert), ISO 800, 13x5min, 21x6min. *Siegfried Kohlert*





CCD-Aufnahme, 12"-Newton bei 1800mm, SXV-H9, 60min (L), 18min (R), 19min (G), 20min (B), Astronomik-Filter. *Wolfgang Ries, Stefan Heutz*

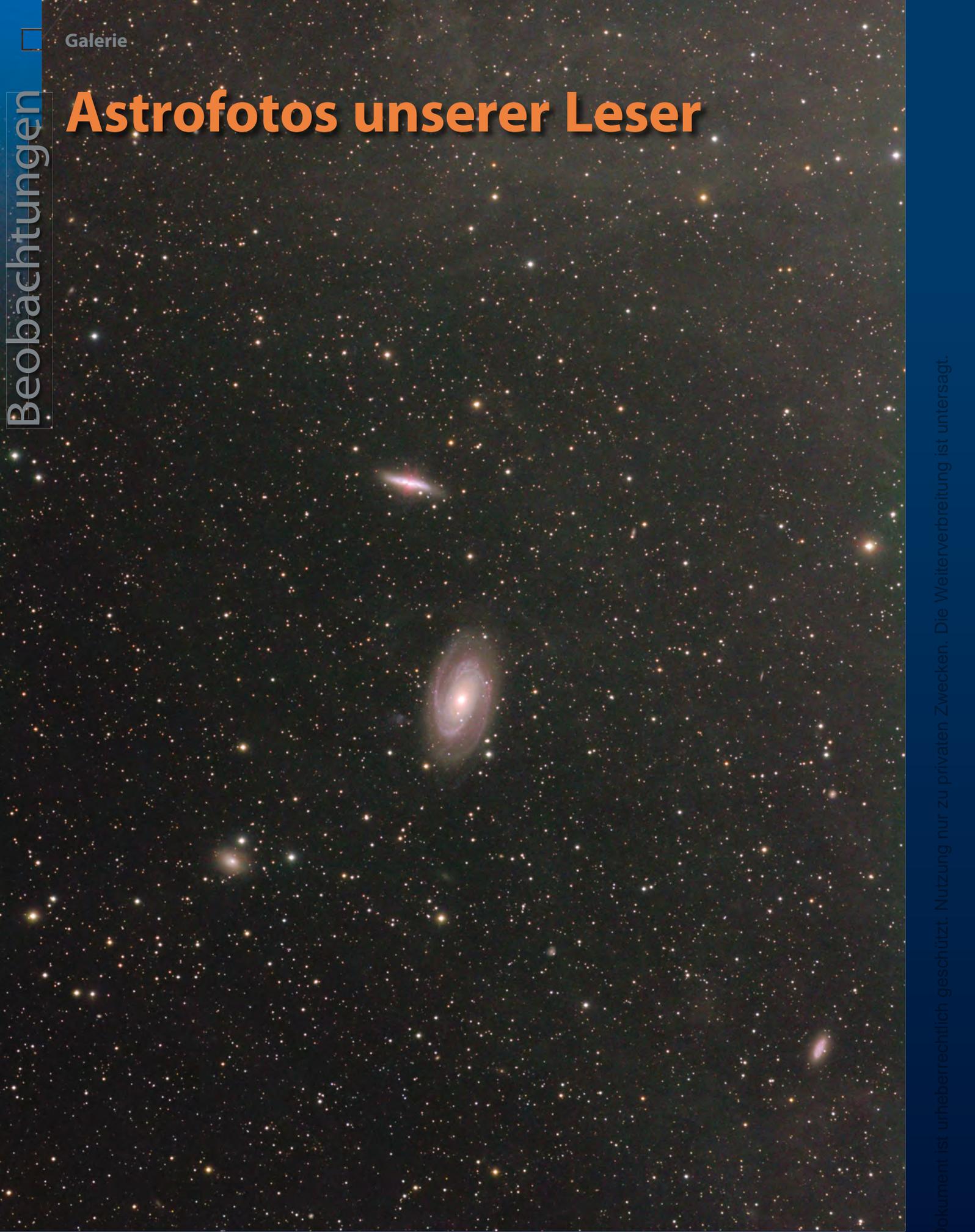


CCD-Aufnahme, 9"-Dall-Kirkham bei 1762mm, ST-2000, 30min. *Siegfried Bergthal*



CCD-Aufnahme, 16"-Newton bei 1800mm, Artemis 4021, 12x5min (L), 5x5min (je RGB). Rechts Ausschnitt aus dem Luminanzkanal, Staubband nahe Zentrum sichtbar. *Burkhard Kowatsch*

Astrofotos unserer Leser



Das Galaxienpaar M 81/M 82 mit zahlreichen Begleit- und Hintergrundgalaxien sowie den Schleiern der Hagenschen Wolken, vom Gesamtlicht der Milchstraße angeleuchteten Reflexionsnebeln. CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 530mm, STL-11000, 1×15min (je RGB), 1×30min (Ha), 1×30min (L), Astronomik-Filter. *Matthias Garzaroli*

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

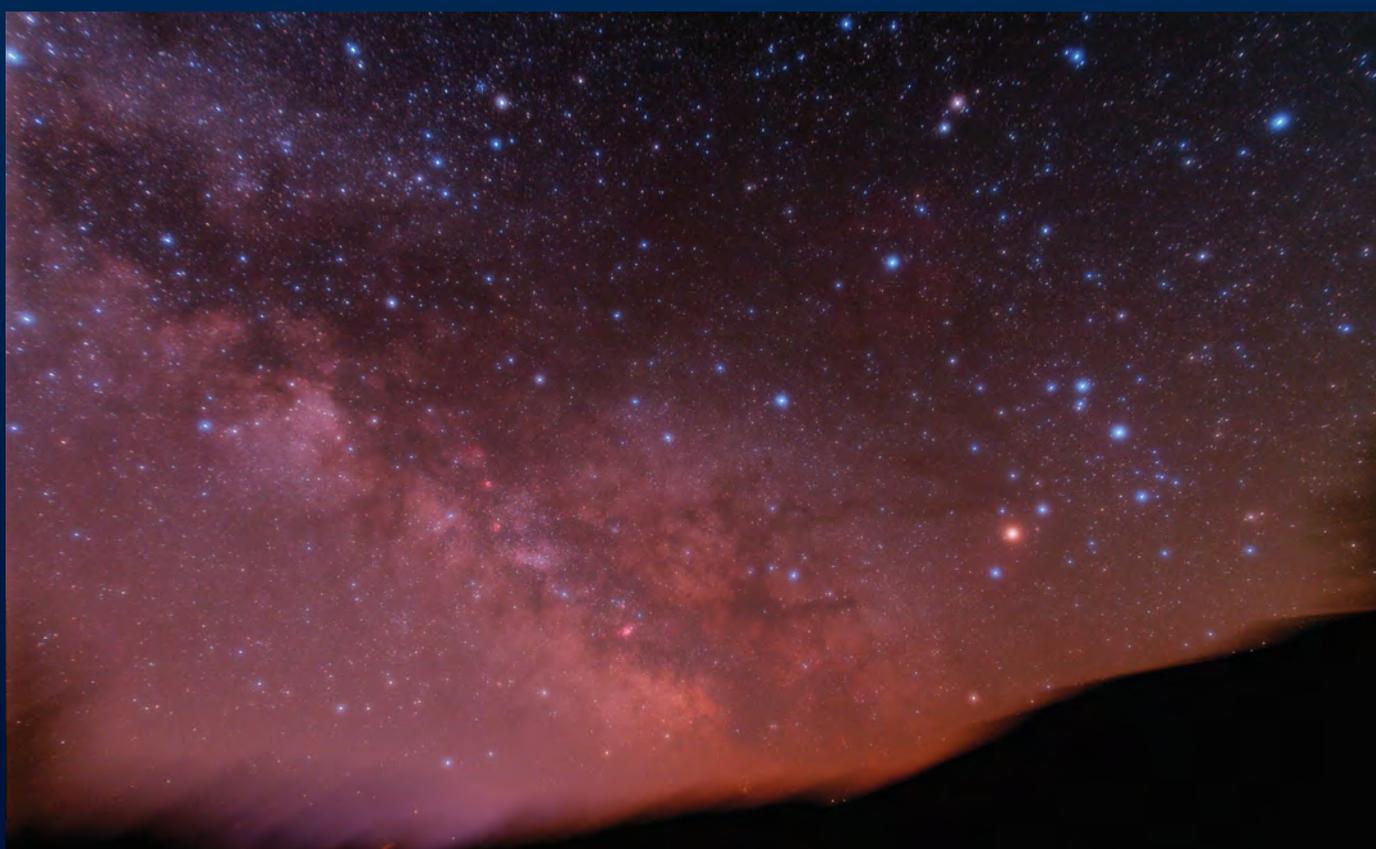


◀ **IC 5146**, der Kokonnebel am Westende der Dunkelzigarre B 168. Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon 40D (modifiziert), ISO 800, 21×10min. *Siegfried Kohlert*



Der Katzenaugennebel NGC 6543. CCD-Aufnahme, 10"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, ST-10XME AO8, 15×20min (L), 6×10min (je RGB). *Wolfgang Kloehr*

Sommermilchstraße im Skorpion und Schütze. Digitalfoto, 17mm-Teleobjektiv, Hutech EOS 40D, ISO 800, 4×8min, Cokin Weichzeichner-Filter. *Georg Zeitler* ▼



Globale Starparty im Oktober

Halbzeit beim Astronomiejahr

VON DANIEL FISCHER

Manche Details waren bei Redaktionsschluss noch offen, aber die internationale Arbeitsgruppe steht, und das Projekt ist nachträglich zum weltweiten »Cornerstone« des Internationalen Jahres der Astronomie aufgewertet worden: In den »Galilean Nights« vom 22. bis 24. Oktober sollen noch einmal auf der ganzen Welt gleichzeitig Starparties für eine möglichst breite Öffentlichkeit abgehalten werden, so wie schon Anfang April bei den »100 Stunden Astronomie«. Diesmal geht es ganz konkret darum, mit modernen Amateurteleskopen jene Himmelsobjekte vorzuführen, an denen Galileo Galilei vor genau 400 Jahren, im Winter 1609/10, die systematische Himmelsbeobachtung mit dem Teleskop begann: den Jupiter, den Mond und die hellsten Deep-Sky-Objekte. Die flache Herbststellung der Ekliptik benachteiligt Europa allerdings erheblich, weil es Probleme macht, den nur 20° hoch stehenden Jupiter und Mond mitten aus den Städten zu zeigen. Koordiniert werden die Aktivitäten diesmal von Catherine Moloney in England; ob es auch diesmal wieder ein buntes Rahmenprogramm mit Webcasts geben soll, ist noch nicht klar. Vielleicht gelingt es ja im Oktober, die Massenmedien zu mobilisieren, die die 100 Stunden durchweg verschlafen hatten.

Woche der Schulastronomie

Mit den länger werdenden Nächten soll natürlich nicht nur an diesem einen Wochenende zu Beobachtungen eingeladen werden: Viele, die noch nie ihr Teleskop der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt haben, freuen sich nun angesichts des großen Zuspruchs auf neue – auch spontane – Möglichkeiten. Diese werden hoffentlich auch zahlreiche Schulen ergreifen, wenn Anfang November die Woche der Schulastronomie mit gezielten Angeboten lockt. Und bereits Anfang Oktober öffnet mit den »Bonner Durchmusterungen – Argelander und sein astronomisches Erbe« eine weitere Sonderausstellung zum IYA in Deutschland, diesmal im Deutschen Museum in Bonn. Die historischen Teleskope der dortigen alten Sternwarte (die im Gasometer in Oberhausen inzwischen über 250000 Besucher se-

hen konnten) kehren zurück und werden in den Kontext moderner Sky Surveys gestellt. Auch geplant, aber noch ohne Datum, ist eine Präsentation wertvoller historischer astronomischer Bücher in der Bonner Universitätsbibliothek, während die Ausstellung »Himmliches in Büchern« in der Uni-Bibliothek Heidelberg am 13. November ihre Pforten öffnet. Und ebenfalls ab November dürfte ein IYA-Projekt gar in bestimmten Kinos in Deutschland auftauchen, nämlich jenen, die über moderne 3D-Projektoren verfügen: Die Dreharbeiten für die Astro-Doku »Das Auge« im Very Large Telescope in Chile gingen im Juni zu Ende.

First Light für Millionen

Mit der Sommersonnenwende – diesmal stiehlt von mehreren hundert Besuchern auf dem Horizontobservatorium im Ruhrgebiet gefeiert – war die Halbzeit des Astronomiejahres erreicht worden. Die internationale Zentrale in Garching ist sich sicher, dass weltweit über eine Million Menschen zu ihrem ersten Blick durch ein Fernrohr geführt worden sind – und betont vor allem erstaunliche Erfolge in bestimmten Ländern; so nahmen in Brasilien über eine Dreiviertelmillion Schüler an einer »Astronomie-Olympiade« teil. Bei den IYA-Veranstaltungen an nur einem Ort und für einen kurzen Zeitraum steht aber auch Deutschland ganz gut da: An drei Tagen Ende Juni strömten geschätzte 20000 Besucher in ein »SternenZelt« auf dem Bonner Münsterplatz, das astronomische Organisationen aller Art mit Exponaten und erklärfreudigem Personal bestückt hatten, oder schauten sich das achtstündige Bühnenprogramm des »SternenFests« direkt daneben an. Geboten wurde eine bunte Mischung aus Talk zum Astronomiejahr, Musik- und Comedy-Einlagen, und mehrmals kam auch die ARD-Maus

Astronomiejahr-Veranstaltungen im Oktober/November 2009

Datum	Veranstaltung	Ort
ab 7.10.	Ausstellung »Bonner Durchmusterungen – Argelander und sein astronomisches Erbe«	Deutsches Museum, Bonn
22.–24.10.	Galilean Nights	weltweit
24.10.	Lange Nacht der Wissenschaften	Nürnberg, Fürth, Erlangen
9.–15.11.	Woche der Schulastronomie	deutschlandweit
ab 13.11.	Ausstellung »Himmliches in Büchern«	Universitätsbibliothek Heidelberg

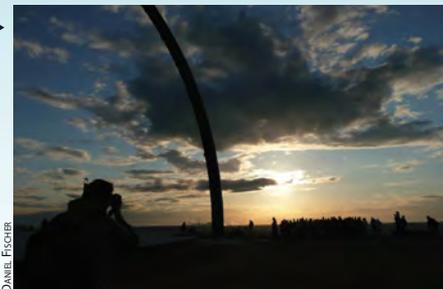


Abb. 1: Das Horizont-Observatorium auf der Halde Hoheward am Abend des 21. Juni – Schauplatz der zentralen IYA-Sonnwendfeier. Hunderte versammeln sich neben dem Horizontobservatorium, um zum ersten Mal seit dessen Fertigstellung Ende 2008 den nördlichsten Sonnenuntergang zu verfolgen.



Abb. 2: Auf dem IYA-SternenFest in Bonn war die »Maus-Show« einer der größten Magneten für das – junge – Publikum, das etwas über das Sonnensystem und Raumfahrt lernen konnte.



Surftipps
 Homepage der Galilean Nights:
www.galileannights.org
 Deutsches Museum:
www.deutsches-museum-bonn.de

zum Auftritt, die seit dem Mitflug eines Exemplars beim ersten deutschen Mir-Besuch 1992 das Maskottchen der deutschen Raumfahrt schlechthin ist.

Termine für Sternfreunde Oktober–November 2009

Teleskoptreffen

- 2 **16.–18.10.: Herbst Teleskoptreffen Vogelsberg (TTV)**, Sternenwelt Vogelsberg e.V., 36325 Feldatal
Christina Marx, 06402/809573,
info@sternenwelt-vogelsberg.de,
www.sternenwelt-vogelsberg.de
- 4 **22.–25.10.: 4. Astronomietage Ostfriesland (ATO)**. Dorfgemeinschaftshaus Wiesmoor/Zwischenbergen
Astronomie Club Ostfriesland e.V., Arthur Weber, Moorweg 3, D-26639 Wiesmoor, sternwartezwischenbergen@googlemail.com,
www.astronomie-club-ostfriesland.de
- 6 **24.10.: Astronomie-Live**, Breitenstein bei Kirchheim/Teck
B.Augustin@t-online.de,
tecksky.de/beob.htm

Fachtagung

- 1 **2.–4.10.: 29. VdS-Tagung**, Jena
Vereinigung der Sternfreunde e. V., Postfach 1169, D-64629 Heppenheim, service@vds-astro.de, www.vds-astro.de
- 3 **17.–18.10.: Fachtagung Astrospektroskopie**, Sternwarte Recklinghausen
www.spektralklasse.de

- 5 **23.–25.10.: 7. Stuttgarter CCD-Workshop 2009**, Schwäbische Sternwarte e. V. und Carl-Zeiss-Planetarium Stuttgart
Geschäftsstelle Schwäbische Sternwarte e.V., Seestr. 59 A, D-70174 Stuttgart, 0711/2260893,
ccd2009@sternwarte.de,
www.sternwarte.de/verein/ccd-ws
- 7 **31.10.–1.11.: 6. Tagung der VdS-Fachgruppe Geschichte der Astronomie**, Argelander-Institut für Astronomie, Bonn
Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstr. 18, D-79224 Umkirch, 07665/51863, steinicke@klima-luft.de, geschichte.fg-vds.de
- 8 **5.–8.11.: Praxis-Workshop Spektroskopie**, Starkenburg-Sternwarte Heppenheim
Ernst Pollmann, ernst-pollmann@t-online.de
- 10 **7.11.: 27. Bochumer Herbsttagung (BoHeTa)**, Hörsaal HMA 10, Ruhr-Universität Bochum
Peter Riepe, Lortzingstr. 5, D-44789 Bochum, fg-astrofotografie@vds-astro.de,
www.boheta.de

Messe

- 12 **28.11.: 13. Hattinger astronomischer Trödeltag (HATT)**, Realschule Hattingen Grünstraße
Ingo B. Schmidt, Schonfeldstr. 23, D-45326 Essen, 0201-8336082, ingo.schmidt@cneweb.de, www.sternwarte-hattingen.de

Sternwartenfest

- 9 **5.–12.11.: Riesaer Astronomiewoche**, Sternwarte Riesa, Sachsen
Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, 0173/8076841, SternwarteRiesa@web.de,
www.sternwarte-riesa.de/termine.html

Ausstellung

- 11 **14.–15.11.: Einblicke in das Hobby Astronomie**, LWL Museum für Naturkunde Münster
LWL Museum für Naturkunde, Sentruper Straße 285, 48161 Münster
Sternfreunde Münster, www.sternfreunde-muenster.de, www.lwl.org

Franz Kimberger (1926–2009)

Am 2. Mai verstarb Dr. Franz Kimberger, einer der aktivsten Planetenbeobachter des 20. Jahrhunderts, im Alter von 82 Jahren. Seit 1951 beobachtete Kimberger insbesondere den Mars, anfangs angeleitet durch Werner Sandner, der schon in den dreißiger Jahren Planetenbeobachtung auf der Nürnberger Sternwarte betrieben hatte. Seine Mars-Gesamtkarte von 1956, erstellt mit dem 10-Zöller der eigenen Sternwarte in Fürth-Unterfürberg, galt jahrzehntelang als eine der herausragenden Leistungen deutscher Amateure. Kimberger schloss sich dem Arbeitskreis Planetenbeobachter der VdS an, organisierte eine Tagung der Planetenbeobachter 1960 auf der Nürnberger Sternwarte, und wurde später Sektionsleiter der Marsbeobachter, bevor er diesen Posten in den 1970er Jahren aus beruflichen Gründen aufgab. Kontrovers diskutiert wurden seine Uranusbeobachtungen des Jahres 1962, aus denen er eine Mercator-Karte des Planeten zusammenstellte – allerdings unter der irrigen Annahme einer Rotations-

zeit von 10h 49min (der heutige Wert ist 15h 36min).

In den fünfziger Jahren kam der damals 30-Jährige in Berührung mit der Nürnberger Sternwarte, aus der mehrere gemeinsam durchgeführte Projekte hervorgingen (u.a. Aufnahmen des Kometen Arend-Roland 1957 und eine Exkursion zur totalen Sonnenfinsternis 1961 nach Italien). Kimbergers Autorität wurde so hoch eingeschätzt, dass man ihn in die Suche nach dem neuen Sternwartenleiter mit einbezog; nachdem der zunächst erwähnte Otto Nögel absagte, empfahl Kimberger Eckhard Pohl von der BAV. Mit Pohls Antritt 1959 änderte sich jedoch das Verhältnis zur Sternwarte. Kimberger hatte zwar noch maßgeblichen Anteil an der Gründung der Nürnberger Astronomischen Arbeitsgemeinschaft (NAA) 1960 und gehörte auch deren erstem Vorstand an, aber ein ihm durch Pohl nicht erlaubter Vortrag war letztlich Auslöser für die Vereinsspaltung 1965, bei der Kimberger mit dem Großteil der damals Aktiven die Arbeitsgemeinschaft verließ. Erst fast 40 Jahre

später, anlässlich seiner Ernennung zum Ehrenmitglied der NAA, betrat Kimberger die Sternwarte wieder.

Bundesweit Bedeutung erlangte Dr. Kimbergers Einsatz als praktizierender Arzt für die Notfallmedizin. In den 1960er Jahren war in Deutschland ein einheitlicher Rettungsdienst unbekannt, nachts und am Wochenende gab es oft gar keinen Notfalldienst. Kimberger begann 1973 ein Pilotprojekt und besetzte eine am Fürther Klinikum stationierte Notrufstelle auch in der Nacht und am Wochenende. Der Einsatzwagen wurde in Eigenregie von den im Roten Kreuz zusammengeschlossenen Ärzten beschafft und mit freiwilligen Fahrern und Ärzten besetzt, zu denen Kimberger selbst zählte. Kimbergers Modell setzte sich bundesweit durch – auch seinem Engagement verdanken wir die heute als selbstverständlich wahrgenommene 24-Stunden-Bereitschaft der Notärzte in Deutschland und die Einrichtung von Rettungszentralen auf Kreisebene.

■ Ronald Stoyan

Der Zyklop

Der ungewöhnliche Titel lässt an einen Roman denken, und tatsächlich erinnert das Buch stellenweise daran. Anekdotenreich erzählt der bekannte Buchautor, Astronomiehistoriker und langjährige Leiter des (Ost-)Berliner Zeiss-Planetariums Dieter B. Herrmann die Geschichte des Teleskops. Der Schwerpunkt liegt jedoch dabei nicht auf den Instrumenten an sich, sondern den damit ermöglichten astronomischen Entdeckungen – Herrmann sieht das Fernrohr nicht aus der Sicht eines Optikers, sondern immer im Kontext der astronomischen Forschung. Das Teleskop ist mithin nur das Vehikel für das Verständnis der Astronomie- und Wissenschaftsgeschichte – das eigentliche Thema des Buches.

Facettenreich werden die Stufen der wissenschaftlichen Irrwege und Erkenntnisse

nacherzählt, gekonnt Zusammenhänge klargemacht. Beinahe plaudernd berichtet Herrmann von den Experimenten Galileis, den Beobachtungen Herschels und den Meisterleistungen Fraunhofers. Bis in die Gegenwart führt das Buch und spart auch Spektralbereiche jenseits des Visuellen nicht aus: Infrarot- und Radioastronomie und ihre Instrumente werden ebenso behandelt wie die Empfänger im kurzwelligen Bereich für die Ultraviolett- und Röntgenstrahlung.

Freunde der astronomischen Optik finden insgesamt kaum neues. Der niedrige Preis zielt auf ein zum Internationalen Astronomiejahr sensibilisiertes Laienpublikum ab, allerdings hat man sich mit dem



Dieter B. Herrmann: Der Zyklop, Eine Kulturgeschichte des Fernrohrs. Westermann Braunschweig 2009, ISBN 3-978-3141008609, 272 S., 8,95€

Taschenbuchformat und der äußerst spärlichen Bebilderung keinen Gefallen getan. Diese spartanische Aufmachung trägt dem durchaus hochwertigen Inhalt nicht Rechnung – denn dieses Buch hätte mehr Aufmerksamkeit verdient.

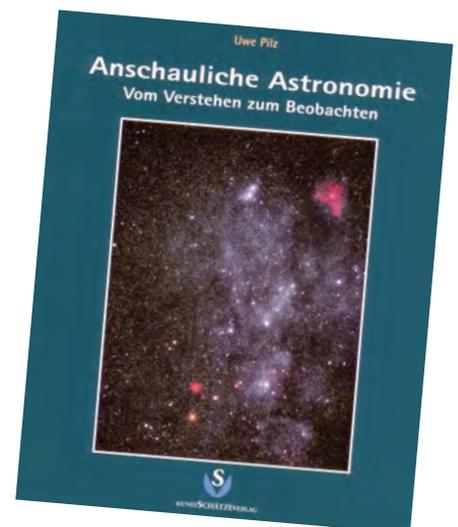
■ Ronald Stoyan

Anschauliche Astronomie

Dieses Buch des interstellarum-Kolumnisten Uwe Pilz bereichert die Literatur für Astro-Einsteiger um einen Titel, der sich durch seinen persönlichen Stil abhebt. Basierend auf seiner eigenen Begeisterung für den Sternenhimmel führt der Autor die Leser zunächst in die Grundzüge der Astronomie ein. Die Entstehung des Universums, unser Sonnensystem und ferne Galaxien stehen dabei im Mittelpunkt. Danach geht das Buch auf den Anblick des Sternhimmels im Jahreslauf und auf die Sichtbarkeit von Planeten, Finsternissen oder Meteoren ein. Die Vorstellung der zur astronomischen Beobachtung

verwendeten Technik und Optik bildet die Grundlage des letzten Buchabschnittes. Darin erläutert der Autor die astronomische Beobachtungspraxis und gibt Hinweise zum Einstieg in die Astrofotografie. Zahlreiche Grafiken, Zeichnungen und Astrofotos von Uwe Pilz und anderen Amateuren illustrieren das Buch und motivieren den Leser zu eigenen Schritten in die praktische Astronomie

■ Thomas Rattei



Uwe Pilz: Anschauliche Astronomie. Kunstschätze-Verlag Gerchsheim 2009, ISBN 978-3-934223-32-5, 120 S., 19,80€

Redshift 7

Die neue Version dieser bekannten Planetariumssoftware wartet mit zahlreichen Neuerungen auf. Dazu zählen eine überarbeitete Himmelsdarstellung und ein verbessertes Design, 3D-animierte Flüge durch das Sonnensystem oder unsere Milchstraße und ein integrierter Zugang zum Digital Sky Survey. Die deutlich erweiterte Datenbank mit über 100 Millionen Sternen und einer Million Deep-Sky-Objekten sowie die Möglichkeit, ein Teleskop direkt aus der Software heraus anzusteuern, machen das neue Redshift auch geeignet für die Vorbereitung und Durchführung astronomischer Beobachtungen. Im neuen Astronomie-Portal Redshift-Live.com können Redshift 7-Nutzer selbst erstellte Himmelsführungen und Workspaces untereinander austauschen.

■ Thomas Rattei



Redshift 7 Premium für Windows 2000/XP/Vista, DVD, United Soft Media Verlag GmbH München 2008, ISBN 978-3-8032-1776-9, 79,90€

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.)

Kleinanzeigen

Verkaufe Zeitschrift "Sterne und Weltraum"

Biete 25 komplette Jahrgänge (1977-2001) in sehr gutem Zustand. Preis nach Gebot. • E-Mail: stardust14@gmx.de

Verkaufe ein neuwertiges Meade LX 200 ACF 8", kaum genutzt, 8 Monate alt, Zusatzgarantie, wenn gewünscht mit Alu- Transportbox, 2500€ • Ingolf Radschitzky, Tel.: 0355 7293130, E-Mail: ingolf.radschitzky@t-online.de

Verkaufe Celestron NexStar-SE6, inkl. Goto-Computersteuerung, Zenit- spiegel, StarPointer (Leuchtpunkt) und Stativ. Neuwertig, ca. 1 1/2 Jahre alt, kaum benutzt. Zubehör: Celestron elektr. 12V-Schaltnetzteil, Superplö- sel-Okulare 4mm-12mm-20mm-25mm, Mond & SkyGlow-Filter 1,25", Nebelfilter/Stadtluchfilter 1,25". Preis: 1000€ • Thomas Eichhorn, Tel.: 05222 977588, E-Mail: th.eichhorn@unitybox.de

Demnächst in interstellarum

Themenheft Teleskope 2009

Okulare im Fokus

»Das Okular ist genauso wichtig wie das Teleskop!« interstellarum hat deshalb zwei große Produktvergleiche aufgelegt: Getestet wurden insgesamt 12 Modelle mit Brennweiten von 8/9mm. Außerdem verraten unsere Leser, welche Okulartypen und -marken sie mögen, und welche nicht – mit überraschenden Ergebnissen!



Preiswerte Goto-Montierungen

Auf Knopfdruck zu den Sehenswürdigkeiten des Sternhimmels – davon träumen besonders viele Einsteiger. Ob man sich mit drei preiswerten Goto-Montierungen tatsächlich die Mühe des Aufsuchens sparen kann, haben wir für Sie getestet.



50 Neuheiten auf dem Teleskopmarkt

Von AOK bis Vixen – wir stellen Ihnen alle aktuellen Neuheiten zu Teleskopen, Montierungen, Okularen und Zubehör vor. Dazu gibt es die komplette Übersicht über den Teleskopmarkt – auf dem neusten Stand.

interstellarum THEMA Teleskope ist ab 16.10.2009 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

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

Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	7,48	Farm Tivoli	77	Oculum-Verlag	79
AstroInfo	33	Fujinon Europe	6	Teleskop-Service	7
Astrocom	U3	Gerd Neumann jr.	18	Vixen Europe	80
Astrolumina	41	Intercon Spacetec	4/5	William Optics	18
Astronomie.de	12	Jiri Drbohlov	62	Wissenschaft Online	13
Astro-Shop	U2	Kiripotib Astrofarm	77	Wittmann Travel	27
Astrotreff	18	Kosmos-Verlag	27	Wolfgang Lille	77
Berlebach Stativtechnik	77	Meade Instruments	U4		
Beyersdörfer GmbH	49	nimax GmbH	8/9		

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

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

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

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

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2009 inkl. Zustellung frei Haus: 54,90 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez., zusätzlich 2 Hefte interstellarum »Thema«



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

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

Grafik und Layout: Frank Haller, Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

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

Mitarbeit: Peter Friedrich (Schlagzeilen), Kay Hempel (Astronomie mit bloßem Auge), Manfred Holl (Sonne aktuell), Matthias Juchert (Objekte der Saison), André Knöfel (Himmelsereignisse), Matthias Kronberger (Objekte der Saison), Burkhard Leitner (Kometen aktuell), Uwe Pilz (Praxis-Wissen), Thomas Rattei (Rezensionen), Martin Schoenball (Deep-Sky-Herausforderung), Stefan Seip (First Light, Technik-Wissen), Lambert Spix (Astronomie mit dem Fernglas), Wolfgang Vollmann (Veränderlicher aktuell)

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

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

Copyright/Einsendungen: Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlassen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck im Heft und auf der Archiv-CD. Weitere Nutzungen in Büchern 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 sinnenstehend verändert bzw. gekürzt ohne Einverständnis des Autors. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandtes Material.

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

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 10 vom 1.11.2008

Britta Friedsam, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596, E-Mail: werbung@interstellarum.de

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