

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: Das berühmte Analemma entsteht, wenn man die Sonne über ein Jahr lang zur gleichen Uhrzeit fotografiert. 46 Aufnahmen der Sonne zwischen dem 7.1.2003 und dem 20.12.2003 wurden hier jeweils um 15 Uhr Osteuropäischer Zeit über dem Parthenon-Tempel in Athen belichtet. Noch keinem mitteleuropäischen Fotografen ist die Zusammenstellung eines Analemmas gelungen. *Anthony Ayiomamitis*

Liebe Leserinnen und Leser,

möchten Sie der erste sein, der im deutschsprachigen Raum den Lauf der Sonne am Firmament fotografiert? Was zunächst als ein einfaches Projekt erscheinen mag und man deshalb kaum glauben kann, dass sich noch niemand in Mitteleuropa an dieses Vorhaben gemacht hat, erweist sich bei näherer Betrachtung als große Herausforderung. Die Aufgabe, über ein ganzes Jahr hinweg zur gleichen Uhrzeit die Position der Sonne zu fotografieren, erfordert akribische Planung, Wetterglück und enormes Durchhaltevermögen. Das Ergebnis der Mühen ist die berühmte Acht am Himmel, das Analemma. Wie es zu dieser Form kommt und was man bei einem eigenen Versuch beachten sollte, zeigt Florian Freistetter (Seite 12).

Auch im Urlaub ihrem Hobby nachgehen möchten immer mehr Sternfreunde. Doch sollen es nicht nur reine Astro-Exkursionen sein, auch der Familienurlaub kann astronomisch genutzt werden – wenn es die Ausrüstung zulässt. Neben transportablen Teleskopen liegen deshalb Reismontierungen im Trend, die nicht viel Platz verbrauchen und dennoch motorisch nachgeführte Astrofotografie mit kleinen und mittleren Brennweiten erlauben. Ullrich Dittler hat zwei dieser Montierungen mit unterschiedlichem Antriebskonzept einem Praxistest unterzogen (Seite 56).

Seinen Schatten voraus wirft ein Ereignis, das wir nächstes Jahr zum letzten Mal für sehr lange Zeit bewundern können: Einen Vorbeigang von Venus vor der Sonne. In diesem Heft finden Sie eine ausführliche Vorschau auf den Venustransit am 6.6.2012, der von Mitteleuropa nur teilweise zu sehen sein wird (Seite 34). *interstellarum* wird diesem Ereignis, aber auch klassischen Finsternissen von Sonne und Mond das Themenheft 1/2012 widmen, das ab Mitte April erhältlich sein wird.

Clear skies,

Ihr

Ronald Stoyan



Der Venustransit am 5./6. Juni 2012

34



Ringe und Wirbel im Westen

42



100 Quadratgrad Himmel

46



Blick in einen Galaxien-Jet

51

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 12 **Analemma: die Acht am Himmel**
Himmelsmechanisches Phänomen und astrofotografische Herausforderung
- 16 **Astro- Wissen: Wie genau ist die Zeit?**
- **Schlagzeilen**
- 8 **Der Crab-Nebel, eine variable Standardkerze**
- 9 Gigantische Stürme toben in Galaxien
Der kühlsche Braune Zwerg
- 10 **Raumfahrt aktuell: Gewaltiges Astro-Experiment auf der ISS angekommen**

Himmel

- **Ereignisse**
- 18 **Oppositionen und Elongation**
Günstige Vesta-Opposition am 5. August
- 19 Uranus und Neptun in Opposition
Morgensichtbarkeit von Merkur
- **Sonnensystem**
- 22 **Sonne aktuell: Schwankende Aktivität**
- 23 **Planeten aktuell: Saturn geht, Jupiter kommt**
Kometen aktuell: Komet Garradd in der Sommermilchstraße
- **Sternhimmel**
- 27 **Astronomie mit bloßem Auge: NGC 7000 – Der Nordamerikanebel**
Astronomie mit dem Fernglas: Barnard 142/143
- 28 **Objekt der Saison: NGC 6819**
- 29 **Objekt der Saison: NGC 6791**
- 31 **Deep-Sky-Herausforderung: Abell 70**

Praxis

- **Sonne**
- 34 **Der Venustransit am 5./6. Juni 2012**
Vorschau auf ein seltenes Himmelsereignis
- **Mond**
- 40 **Mondfinsternis zur Sonnenwende**
Bilder der Totalen Mondfinsternis am 15.6.2011
- 42 **Ringe und Wirbel im Westen**
Beobachtungen kurz vor Vollmond
- **Deep-Sky**
- 46 **100 Quadratgrad Himmel**
Zwischen Cygnus und Lacerta

interstellarum STERNSTUNDE

»interstellarum Sternstunde« ist die erste regelmäßige astronomische Fernsehsendung im Internet. Sie können sie kostenlos auf www.interstellarum.de ansehen.

Ausgabe Nr. 4 (14.7.2011)

Themen

- **Analemma:** Sonne in Bewegung, Interview mit Titelgeschichten-Autor Florian Freistetter
- **Kristallschleier in großer Höhe:** So entstehen beeindruckende Videos Leuchtender Nachtwolken

außerdem

- Neuigkeiten aus der Forschung in Bild und Ton
- Vorschau auf astronomische Ereignisse

Die interstellarum Einsteigerseiten:



Das große Teleskop-Portal von interstellarum:



Datenbank aus fast 1500 Produkten:

- 505 Komplettgeräte
- 298 Tuben mit Optik
- 97 Montierungen
- 537 Okulare

51 Blick in einen Galaxien-Jet

Der Blazar S5 0716+714 im polarisierten Licht

56 Praxis-Wissen: Welche physikalischen Eigenschaften Veränderlicher Sterne lassen sich aus Beobachtungen ableiten?

Technik

- **Test**
- 58 **Astrofotografie im Handgepäck**
Die beiden Reisemontierungen Fornax-10 und AstroTrac 320XAG im Praxiseinsatz
- 62 **Technik-Wissen: Wie lassen sich Serienaufnahmen programmieren?**

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 65 **Polarlicht am Teleskoptreffen**
- **First Light**
- 66 **Wie aus R, G und B ein farbiges Planetenfoto entsteht**

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

Analemma: die Acht am Himmel

Himmelsmechanisches Phänomen und astrofoto- grafische Herausforderung



- **Objekte der Saison**
- 68 M 11/M 15
- **Galerie**
- 72 **Astrofotos unserer Leser**

Service

- **Szene**
- 74 **20 Jahre Teleskope und Sternfreunde**
- 76 Termine für Sternfreunde:
August bis September 2011
- **Rezensionen**
- 75 **Barnards Atlas of the Milky Way**
Sterne beobachten in der Stadt
iPhone-App: Exoplanet
- **Astromarkt**
- 77 Kleinanzeigen

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, Äquinoxtium 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 Reisetlas (DSRA), Uranometria 1. Auflage (Uran.)

- 1 fokussiert
- 2 Inhaltsverzeichnis, Leserhinweise
- 80 Vorschau, Impressum

Test: Astrofotografie im Handgepäck

58



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



NASA, ESA, ASU, J. HESTER

Der Crab-Nebel, eine variable Standardkerze

Abb. 1: Der Crab-Nebel, der Überrest einer Supernovaexplosion, die im Jahre 1054 im Sternbild Stier aufleuchtete.

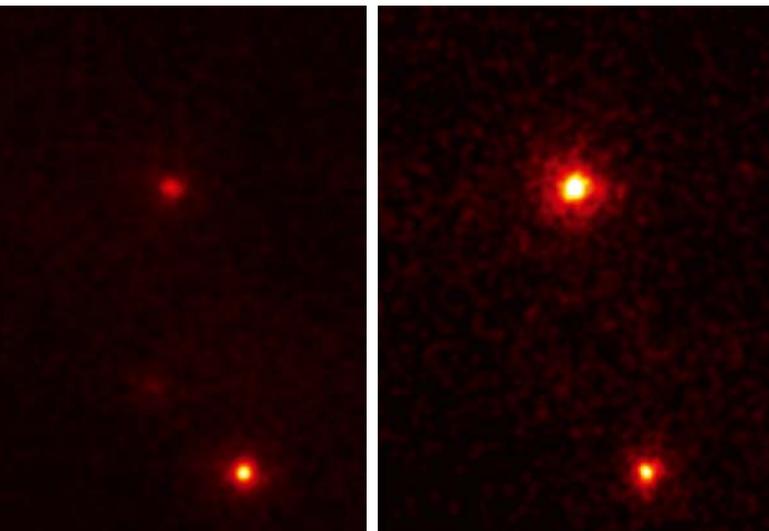
Am 12. April entdeckte das Weltraumobservatorium Fermi, das im Gammastrahlenbereich beobachtet, einen enormen Flare im Crab-Nebel, der die normale Gammastrahlenemission des Nebels um das 30-fache übertraf und fünfmal stärker als alle bis dahin beobachteten war. Vier Tage später wurde ein weiterer, noch hellerer Flare aufgezeichnet, danach flaute die Aktivität innerhalb einiger Tage ab. Im Röntgenbereich konnten dagegen überhaupt keine Änderungen der Emission entdeckt werden, die man mit den Flares hätte in Verbindung bringen können. Dafür entdeckte man jedoch kürzlich in den kombinierten Beobachtungsdaten von vier Weltraumobservatorien der NASA und ESA, dass die harte Röntgenstrahlung (15keV – 50keV) in den letzten zwei Jahren um 7% zurückge-

gangen ist und dass es Schwankungen nach oben und unten von bis zu 3,5% pro Jahr gibt. Da dieses Phänomen von verschiedenen Instrumenten gleichermaßen detektiert wurde, kann es nicht auf einem Messfehler beruhen. Auch zwischen 3keV und 15keV sowie zwischen 50keV und 100keV wurde ein ähnlicher Abfall vermessen, zwischen 100keV und 500keV scheint er sogar noch ausgeprägter zu sein.

Der Crab-Nebel im Sternbild Stier ist der Überrest eines massereichen Sterns, der am Ende seines Lebens explodierte: 1054 beobachteten die Chinesen diese Supernova-Explosion. Der Kern des ehemaligen Sterns kollabierte und bildete einen Neutronenstern, dessen Materie so dicht gepackt ist, dass ein Kubikzentimeter eine Milliarde Tonnen wiegt. Entlang seiner Rotationsachse sendet der Neutronenstern gerichtete Röntgen- und Radiostrahlung aus, die wie bei einem Leuchtturm sichtbar wird, wenn der Strahl die Erde trifft. Dies geschieht 30 Mal in der Sekunde, man spricht dann von einem Pulsar. Der Crab-

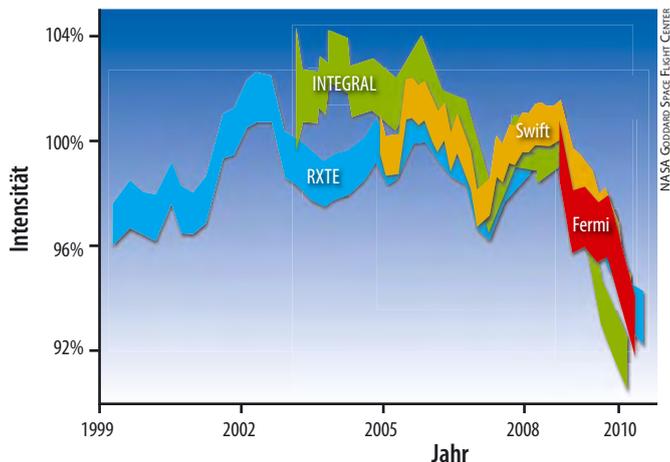
Nebel erhält seine Energie vom Pulsar; da sich die Strahlung des Pulsars jedoch nur entsprechend der Abnahme seiner Rotationsperiode geändert hat, wird die Ursache der Strahlungsabnahme im Nebel gesucht. Man vermutet, dass die Veränderungen im innersten Bereich von einem Lichtjahr Durchmesser auftreten. Vier verschiedene hochenergetische Phänomene sind hier zu finden: ein Röntgenstrahlung emittierender Jet, ein nahezu mit Lichtgeschwindigkeit ausströmender Partikelstrom, der sog. Pulsarwind, eine Scheibe, die Materie akkumuliert, wo der Wind endet, und eine Stoßfront, wo der Wind abrupt verlangsamt wird. Dominiert wird die Umgebung von dem Magnetfeld des Pulsars, das eine Stärke in der Größenordnung von 10^8 Tesla hat (Sonne: 0,0001 Tesla). Man nimmt an, dass eine Rekonfigurierung des Magnetfeldes sowohl für die Flares, bei der Elektronen auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, als auch für die langfristigen Veränderungen verantwortlich ist. Bisher hatte man abgesehen von den Flares angenommen, dass die Strahlung des Crab-Nebels nicht variabel ist und ihn deshalb als Standardkerze zur Eichung von Instrumenten im Hochenergiebereich benutzt. [NASA 11-146; Goddard 11-003; ApJ 727, L40 (2011)]

Abb. 2: Der Gammastrahlen-Flare vom 12. April 2011 im Crab-Nebel. Beide Aufnahmen wurden bei einer Energie von 100MeV gemacht und auf den Nebel zentriert. Unten ist noch der Geminga-Pulsar zu sehen, dieser ist am Himmel scheinbar 14° vom Crab-Nebel entfernt.

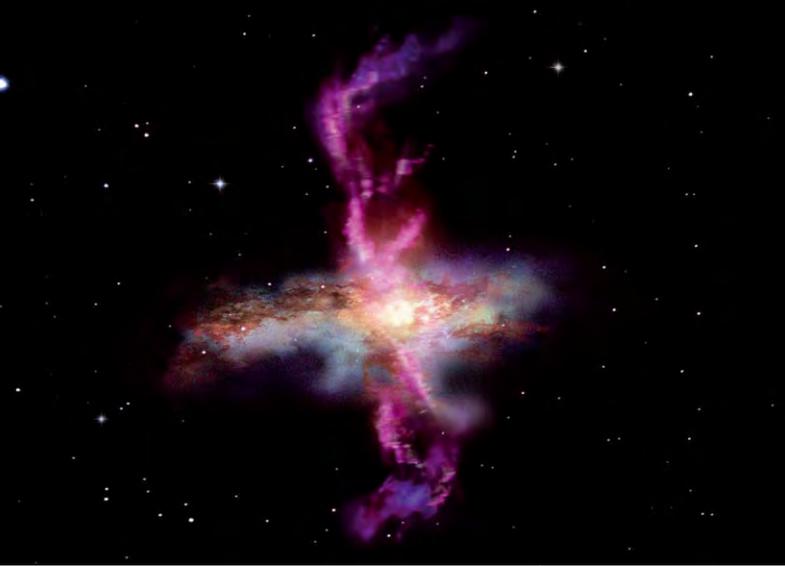


NASA, DOE, FERMI LAT, R. BIEHLER

Abb. 3: Die Beobachtungen der Weltraumobservatorien RXTE, Swift und Fermi der NASA sowie Integral der ESA belegen, dass die Strahlung von M 1 im harten Röntgenbereich in den letzten Jahren abgenommen hat.



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



ESA, AOES Mediacab

Gigantische Stürme toben in Galaxien

Winde diskutiert, die das Gas aus den Zentren der Galaxien herausblasen. Sie könnten von den Sternwinden neu gebildeter Sterne angetrieben werden, den Stoßfronten von Sternexplosionen oder vom zentralen Schwarzen Loch. Für starke Winde sprechen nun erste Hinweise aus Beobachtungen:

Mit Hilfe des PACS-Instruments an Bord des Infrarotsatelliten Herschel entdeckte man starke Winde aus kaltem, molekularem Gas. Bisherige Beobachtungen beschränkten sich weitgehend auf neutrales und ionisiertes Gas, das nicht direkt an der Sternentstehung beteiligt ist. Die Winde mit Geschwindigkeiten von teilweise mehr als 1000km/s – das ist etwa das Zwanzigtausendfache eines Wirbelsturms auf der Erde – blasen bis zu tausend Sonnenmassen pro Jahr aus den Zentren der Galaxien heraus. Dabei treten die stärksten Winde in Galaxien mit aktiven Kernen auf. Damit könnte man auch den empirischen Befund erklären, dass die Masse des Schwarzen Lochs im Zentrum einer Galaxie und die Masse der Sterne im inneren Bereich zusammenhängen. Eine solche Korrelation wäre eine natürliche Folge der galaktischen Winde, die das Gasreservoir entfernen und somit sowohl die Sternentstehung als auch das Wachstum des Schwarzen Lochs unterbinden.

Noch kann man nicht sagen, ob die Sterne oder das Schwarze Loch die treibende Kraft hinter den Winden sind. In Galaxien mit aktivem Schwarzen Loch im Zentrum werden die Winde mit Geschwindigkeiten von etwa tausend Kilometern pro Sekunde wahrscheinlich hauptsächlich durch den Strahlungsdruck des aktiven Galaxienkerns verursacht. [MPG 10.5.2011; ApJ 733, L16 (2011)]

Eine leuchtkräftige Infrarotgalaxie mit ausströmendem molekularem Gas (künstlerische Darstellung).

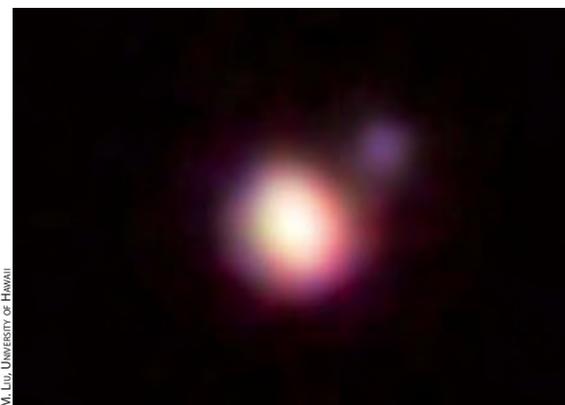
Nach der gängigen Vorstellung verschmelzen kleine Galaxien im jungen Universum miteinander, wodurch mit der Zeit große Galaxien entstehen, wie man sie heute in der Umgebung der Milchstraße beobachtet. Der Verschmelzungsprozess führt nicht nur zu erhöhter Sternentstehung – man nennt diese Galaxien dann »Starburst-Galaxien« – sondern sorgt auch dafür, dass die Schwarzen Löcher, die es wahrscheinlich in den Zentren der meisten Galaxien gibt, mit Materie gefüttert werden. Die Phase der erhöhten Sternentstehung endet plötzlich, so dass in nur wenigen Millionen Jahren die Zahl der Sterngeburten rapide sinkt. Auch das zentrale Schwarze Loch wächst dann nicht weiter. Das abrupte Ende des »Starburst« bedeutet, dass in einer für kosmische Verhältnisse kurzen Zeitspanne gewaltige Mengen molekularen Gases, etwa eine Milliarde Sonnenmassen, aus der Galaxie entfernt werden müssen. Als Ursache werden starke, massereiche

Der kühlfste Braune Zwerg

Braune Zwerge sind nicht massereich genug, als dass in ihrem Zentrum durch Kontraktion ausreichend hohe Temperaturen entstehen, um die Kernfusion von Wasserstoff zu Helium zu ermöglichen. Es können jedoch schon bei niedrigeren Temperaturen Lithium zu Beryllium und Deuterium zu ^3He fusionieren. Der neu entdeckte Braune Zwerg mit der Bezeichnung CFBDS J1458+10B ist die lichtschwächere Komponente in einem Doppelsystem zweier solcher Objekte, die in einer Entfernung von 75 Lichtjahren von der Erde umeinander kreisen. Er hat eine Oberflächentemperatur von nur etwa 100°C, wie sich aus dem Infrarotspektrum ableiten lässt. Sein Partner besitzt mit etwa 250°C eine etwas höhere Temperatur, bisher bekannte Braune Zwerge besitzen Oberflächentemperaturen von etwa 300°C bis 1100°C. Bei Temperaturen von 100°C in der Photosphäre erwartet man ganze andere Prozesse als

in Sternen. So könnten sich z.B. Wasserdampf Wolken bilden. Man vermutet deshalb, dass CFBDS J1458+10B mehr einem großen Gasplaneten ähnelt, als anderen Braunen Zwergen. Mit einer Masse von 6 – 15 Jupitermassen ist er ein Grenzobjekt zwischen kleinen und kühlen sternartigen Objekten und großen, heißen Planeten und könnte helfen die Eigenschaften solcher massearmer Objekte im Übergangsbereich zwischen Planeten und Braunen Zwergen besser zu verstehen.

CFBDS J1458+10B soll weiter beobachtet werden, um seine Eigenschaften noch genauer bestimmen und die Umlaufbahn des Doppelsystems vermessen zu können. Im Augenblick wird die Umlaufperiode auf 20 bis 35 Jahre geschätzt. In ungefähr zehn Jahren sollten genügend Daten vorhanden sein, um die Bahn und damit auch die Masse der beiden Objekte genau bestimmen zu können. [ESO1110; arXiv:1102.0014 (2011)]



M. Liu, University of Hawaii

Das Doppelsystem CFBDS J1458+10AB, in dem sich zwei Braune Zwerge in einem Abstand von nur 2,6AE (0,11") umkreisen.

Surftipps

Herschel-Mission der ESA: www.esa.int/esaMI/Herschel

Video zu den Flares im Crab-Nebel: www.nasa.gov/mission_pages/GLAST/news/crab-flare.html

privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.

Raumfahrt aktuell

Gewaltiges Astro-Experiment auf der ISS angekommen

Mit dem vorletzten Shuttle-Flug aller Zeiten hat es im Mai endlich die Internationale Raumstation erreicht: das Alpha Magnetic Spectrometer, ein rund 2 Mrd. Dollar teurer Detektor für Primärteilchen der Kosmischen Strahlung, der bis mindestens 2020 eine enorme Datenmenge einfahren soll. Ob dies allerdings den Aufwand wert ist und insbesondere neue Erkenntnisse in drei speziellen Sektoren der Teilchenphysik bringen wird, darüber wurde stets gestritten, seit das Projekt um 1994 vom Physiknobelpreisträger Samuel Ting erdacht worden war. Ohne die üblichen Begutachtungen hatte die NASA dem AMS den Weg auf die Station geebnet: Der damalige NASA-Chef wollte es unbedingt, um den wissenschaftlichen Wert der umstrittenen ISS zu betonen – und für das 8t schwere Instrument mit seinem Stromhunger und seiner üppigen Datenproduktion ist die Raumstation mit ihrer ohnehin vorhandenen Infrastruktur ideal. Zwar mussten die USA für den Transport zur ISS sorgen (viel andere Nutzlast konnte die Endeavour gar nicht mitnehmen), aber dafür wurde der Großteil der Kosten des AMS von 15 anderen Nationen getragen, die Ting zu einem Riesenkonsortium aus 56 Forschungsinstituten animieren konnte. Die RWTH Aachen vertritt dabei den deutschen Part. Herzstück des AMS ist ein 1,2t schwerer Magnet, dessen Feld 3000 Mal stärker als das der Erde ist. Er krümmt die Bahn geladener kosmischer Teilchen, die in das AMS eindringen, während es außerhalb komplett abgeschirmt ist. Acht verschiedene Systeme des Detektors finden dann etwas über die Eigenschaften der Teilchen heraus, und optische Kameras stellen fest, in welche Richtung der Detektor genau schaut.

Ohne jede Frage sollte das AMS Daten über den Fluss hunderter von Millionen Teilchen der Kosmischen Strahlung von Protonen bis Eisenkerne über einen weiten Energiebereich liefern: Das Energiespektrum von 100MeV bis 2TeV sollte mit 1% Genauigkeit zu ermitteln sein, und weil AMS mindestens ein Jahrzehnt arbeiten soll, dürften auch Variationen mit dem Sonnenzyklus bemerkbar werden. Besonderes Interesse gilt dabei eventueller Antimaterie in der Kosmischen Strahlung: Bereits der Nachweis eines einzigen natürlichen Anti-Helium-Kerns würde – was allerdings kaum jemand glaubt – beweisen, dass es im Kosmos noch größere Vorräte davon gibt; das war auch die ursprüngliche Motivation Tings gewesen. Des Weiteren könnten Kuriosa im Energiespektrum bestimmter Teilchen, v.a. von Positronen, auf Zerfallsprodukte von Dunkler Materie – namentlich Neutralinos – hinweisen. Und das AMS wird auch nach Strangelets Ausschau halten, hypothetischen Partikeln aus den drei Quarks Up, Down & Strange. Das wäre eine völlig neue Art von Materie, wie sie vielleicht in Supernovae entsteht. Kritiker schimpfen freilich, eine Reihe von drastisch preiswerteren Ballonflügen wäre ein viel besserer Weg gewesen und/oder das kleine Satelliten-Experiment PAMELA habe bereits die Creme dieser Art Forschung abgeschöpft, aber Ting ignoriert seine Widersacher komplett. Jetzt kann er es ihnen zeigen, doch hastig publizieren will er nicht: Schließlich ist das AMS – das schon am ersten Tag mit dem Datensammeln begann und offenbar die Reise in den Orbit unbeschadet überstand – als einziges Magnetspektrometer im Weltraum ohne Konkurrenz, da kann man sich Zeit lassen.

■ Daniel Fischer

Nach 17 Jahren am Ziel: Das Alpha Magnetic Spectrometer sitzt – im Bild oben – auf dem Gerüst der Internationalen Raumstation.

Surftipp

Homepage des AMS:
www.ams02.org



eschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

ANALEMMA: die ACHT am Himmel

Himmelsmechanisches Phänomen und astrofotografische Herausforderung

VON FLORIAN FREISTETTER

Die Bewegung der Erde um die Sonne und damit auch deren scheinbare Bewegung am Himmel verläuft unregelmäßig. Die Uhrzeit, die wir im Alltag verwenden, ändert sich dagegen gleichmäßig. Dieser Unterschied bietet nicht nur die Gelegenheit einige grundlegende himmelsmechanische Eigenschaften unseres Planeten zu verstehen, sie ermöglicht es engagierten Astrofotografen auch, beeindruckende Aufnahmen zu erstellen.

Abb. 1: Analemma über dem Tempel des Zeus in Athen. Diese Acht am Himmel zeigt die Position der Sonne zwischen dem 30.3.2003 und dem 24.3.2004 jeweils um 15 Uhr Ortszeit. Sie entsteht u.a., weil sich die Erde nicht gleichmäßig schnell um die Sonne bewegt.

Die mittlere Erde

Als Johannes Kepler im 17. Jahrhundert die Bewegung der Himmelskörper erforschte – eine Aufgabe, die schließlich in seinen revolutionären Keplerschen Gesetzen ihren Höhepunkt fand –, führte er auch eine »mittlere Erde« ein, um manche Aufgaben besser berechnen zu können. Im Gegensatz zu unserem realen Planeten bewegt sich diese mittlere Erde auf einer Kreisbahn und völlig gleichmäßig um die Sonne. In unserer geozentrischen Sicht des Alltags entspricht das einer sich völlig gleichmäßig bewegendem Sonne. Der Unterschied zwischen der realen »Bewegung« der Sonne und der fiktiven, gleichmäßigen mittleren Bewegung spiegelt sich in der Zeitgleichung wider.



A. AVIOMAMITIS

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Bestimmung der Ortszeit

Wenn die Sonne exakt im Süden steht, also gerade den örtlichen Meridian überquert, dann war das früher die Definition der Mittagszeit und markierte den Zeitpunkt, an dem örtliche Zeitmesser 12 Uhr anzeigten. Aber klarerweise gilt diese Zeit nicht überall. Jeder Längengrad auf der Erde hat seine eigene Mittagszeit und verschiedene Städte hatten früher auch tatsächlich verschiedene Zeiten. Diese direkt aus der Sonnenposition bestimmte Zeit nennt man »wahre Ortszeit« bzw. »wahre Sonnenzeit«. Sie ist es auch, die auf einer normalen Sonnenuhr angezeigt wird. Früher hatte die Zeit, die auf einer Uhr ablesbar war, für die meisten Menschen wenig Bedeutung. Sie richteten sich eher nach den natürlichen Rhythmen die durch Tageslicht und Sonnenstand vorgegeben wurden. Dass verschiedene Städte im selben Land verschiedene Zeiten verwendeten und die Uhren nicht synchron waren, störte die wenigsten. Erst als die Eisenbahn sich immer weiter verbreitete und immer mehr Städte und Länder miteinander verband, wurde der Wunsch nach einer gemeinsamen Zeit stärker. Anfangs gab es auf vielen Bahnhöfen noch zwei Uhren: Die eine zeigte die lokale Zeit an und die andere eine von der Eisenbahngesellschaft vorgegebene, allen Stationen gemeinsame Zeit, nach der sich auch die Fahrpläne richteten.

Zeitzone

Heute ist die Welt in Zeitzone aufgeteilt und in jeder herrscht die gleiche »Zonenzeit«. Damit bezeichnet man eine Zeit, die zwar für eine ganze Region identisch ist, sich aber immer auf einen bestimmten Längengrad bezieht. In Deutschland beispielsweise gilt die mitteleuropäische Zeit (MEZ) und sie bezieht sich auf den 15. Längengrad. Als Bezugszeit verwendet man nun aber nicht die wahre Sonnenzeit, denn diese Zeit läuft ungleichmäßig ab: Sie basiert ja auf der realen Bewegung der Erde um die Sonne und wie Kepler zeigte, findet die eben nicht auf einer exakten Kreisbahn statt. Zur Bestimmung der alltäglichen Zeit benutzt man daher die »mittlere Sonnenzeit« bzw. »mittlere Ortszeit«. Man geht hier nicht nur davon aus, dass die Erde sich auf einer kreisförmigen Bahn um die Sonne bewegt und immer die gleiche Geschwindigkeit hat, sondern nimmt auch an, dass die Rotationsachse der Erde nicht gegenüber der Senkrechten auf die Bahnebene geneigt ist. Die gleichförmige mittlere Ortszeit lässt sich gut mit Uhren messen und man kann

mit ihr gut wissenschaftlich arbeiten. Sie stimmt aber nicht mit der wahren Sonnenzeit überein und kann bis zu 14 Minuten vor- bzw. bis zu 16 Minuten nachgehen.

Die Erdbahn ist exzentrisch

Die Differenz zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit für jeden Tag wird als »Zeitgleichung« bezeichnet. Das genaue Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Faktoren, die dafür sorgen, dass sich die Erde nicht exakt gleichmäßig um die Sonne bewegt, ist dabei allerdings komplex. Den ersten wichtigen Einfluss stellt die Exzentrizität der Erdbahn dar. Die numerische Exzentrizität ist zwar sehr gering – sie beträgt nur 0,0167 (ein Wert von 0 würde einen Kreis beschreiben) – aber trotzdem befindet sich die Erde an ihrem sonnennächsten Punkt auf der Bahn, dem Perihel, fünf Millionen Kilometer näher an der Sonne als beim sonnenfernsten Punkt (Aphel). Das zweite Keplersche Gesetz sagt, dass sich die Erde umso schneller bewegt je näher sie der Sonne ist. Befindet sich die Erde also gerade in der Umgebung ihres Perihels, dann legt sie an einem Tag eine längere Strecke zurück als sonst. Das hat Auswirkungen auf die Bestimmung der Zeit. Wenn man die Rotation der Erde um ihre Achse betrachtet, dann kann man einen »Sonnentag« definieren: Das ist die Zeitspanne, die genau zwischen zwei Meridiandurchgängen der Sonne vergeht. Dieser Zeitraum ist allerdings nicht konstant, ein Sonnentag kann verschieden lang sein. Denn er wird nicht nur durch die Rotation der Erde bestimmt sondern auch vom Umlauf der Erde um die Sonne. Beide Drehungen erfolgen in die gleiche Richtung und die Erde muss sich immer noch ein klein wenig extra weiterdrehen um ihre Bahnbewegung auszugleichen (Abb. 4). Da die Bahn der Erde um die Sonne exzentrisch ist, bewegt sich die Erde im Winter (der Nordhalbkugel), wenn sie sich in der Nähe ihres Perihels befindet, schneller, legt also während eines Tages eine größere Strecke zurück als im Mittel. Dadurch muss sie eine größere Zusatzdrehung machen, bis die Sonne wieder genau im Süden steht. In der Nähe des Aphels, also im Sommer der Nordhalbkugel, ist es genau umgekehrt. Die kleinen täglichen

Abweichungen summieren sich von Tag zu Tag auf und die Gesamtabweichung wächst bis auf 7,5 Minuten. Abbildung 5 zeigt dieses Verhalten und man erkennt, dass deswegen die Abweichungen nicht zum Perihel oder Aphel sondern in der Mitte am größten ist.

Die geneigte Erdbachse

Neben dem Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit, der durch die elliptische Erdbahn verursacht wird, sorgt auch die geneigte Erdbachse für zusätzliche Abweichungen. Die Rotationsachse der Erde, steht nicht senkrecht auf der Bahnebene, sondern ist um etwa 23,5° aus dieser Senkrechten geneigt. Dadurch ändern sich im Jahreslauf die Intensität der Sonneneinstrahlung und damit auch die Jahreszeiten. Die Neigung der Rotationsachse führt aber auch zu einer Abweichung zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit. Denn der Äquator der Erde und damit auch seine Projektion auf den Himmel, der »Himmelsäquator«, liegen nun nicht mehr parallel zur Bahnebene, der Ekliptik, in der die Erde um die Sonne läuft. Wenn die Erdbachse nicht geneigt wäre, dann würde die scheinbare Bahn der Sonne genau den Himmelsäquator entlang führen. In der Realität aber ist die Sonne je nach Jahreszeit einmal mehr und einmal weniger

Abb. 2: Ein senkrecht Analemma zur lokalen Mittagszeit über dem Parthenon in Athen. Komposit aus einer Mehrfachbelichtung und einem Vordergrundbild, immer 10:28:16 UT, 12.1. bis 21.12.2002, Canon A-1, 24mm-Weitwinkel bei Blende 11, 1/60s auf Fuji Super HQ 200, Baader ND 5 Sonnenfolie.



weit vom Himmelsäquator entfernt. Da die wahre Sonnenzeit anhand der Projektion der Sonne auf den Himmelsäquator bestimmt wird, kommt es zu unterschiedlich großen Abweichungen von der mittleren Zeit. Zur Winter- und Sommersonnenwende bewegt sich die wahre Sonne praktisch parallel zum Himmelsäquator (Bewegung nur in Rektaszension), zum Frühlings- oder Herbstanfang hingegen ist ihre Bahn gegen den Äquator geneigt und die projizierte Strecke kürzer. Da die Taglänge von der Bewegung der Sonne relativ zu den Sternen, also der Rektaszensionsänderung, abhängt, ist der Sonnentag zu den Sonnenwenden maximal lang: Die Erde muss eine größere Zusatzdrehung durchführen, bis die Sonne wieder den Meridian kreuzt. Um die Frühlings- bzw. Herbsttagundnachtgleiche hingegen fällt die zusätzliche Ausgleichsdrehung geringer aus.

Auch die Effekte, die durch die Neigung der Erdachse verursacht werden, summieren sich Tag für Tag auf. Wie man in Abb. 5 erkennen kann, wächst zwischen den Tag- und nachtgleichen bzw. Sonnenwenden, an denen die Abweichung gleich Null ist, die gesamte Abweichung auf jeweils 10 bzw. -10 Minuten an.

Die Zeitgleichung und das Analemma

Die Überlagerung dieser beiden Effekte, ausgelöst durch die elliptische Erdbahn und die Neigung der Erdachse bildet nun die Zeitgleichung und erklärt ihre charakteristische Form (Abb. 5). Es gibt im Verlauf eines Jahres vier Tage, an denen wahre und mittlere Sonnenzeit genau übereinstimmen. Das ist am 15. April, 13. Juni, 1. September und am 25. Dezember der Fall (die Daten sind allerdings leicht variabel). Um den 11. Februar und den 3. November ist der Unterschied zwischen den beiden Zeitskalen maximal, allerdings nicht genau symmetrisch. Die positive Abweichung im November (etwa +16 Minuten) ist größer als die negative Abweichung im Februar (etwa -14 Minuten), da die beiden überlagerten Kurven zeitlich etwas verschoben sind. Eine besondere Form der Zeitgleichung erhält man, wenn man die Abweichung gegenüber der Deklination der Sonne aufträgt (Abb. 6). Dann ergibt sich die charakteristische, einer Acht ähnelnde Figur, die »Analemma« ge-

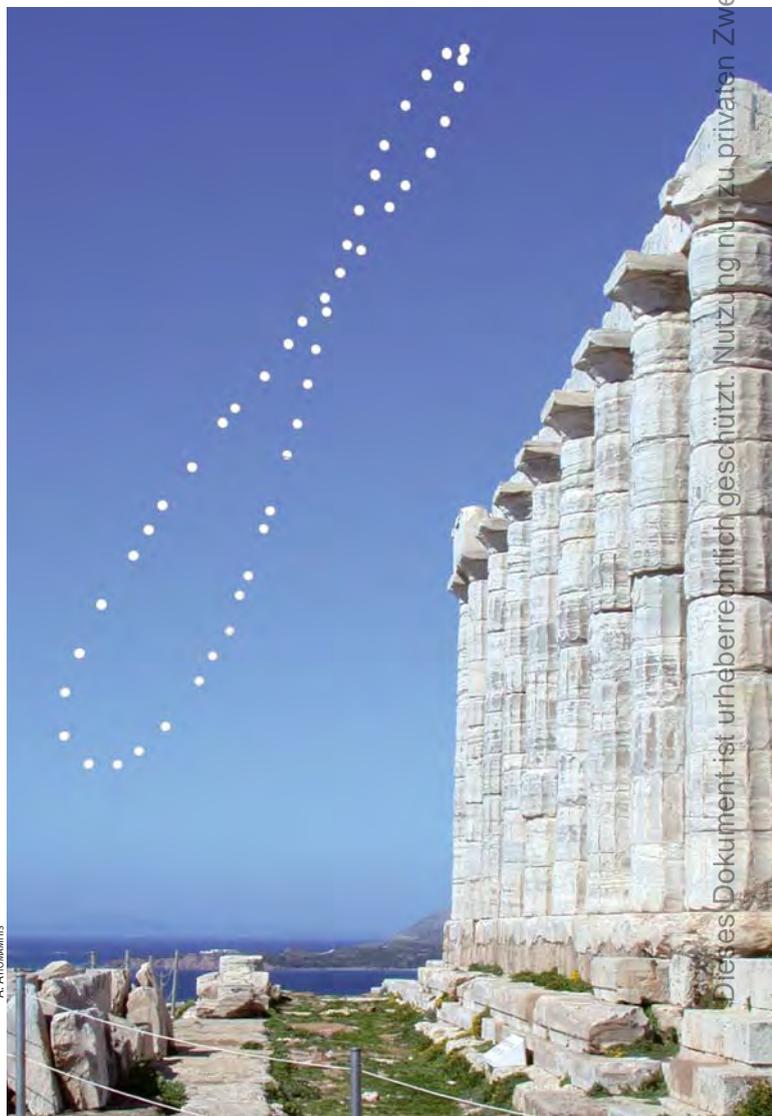
nannt wird. Die oben beschriebenen Eigenschaften der Zeitgleichung erklären auch die Form des Analemmas. Die Asymmetrie der Figur hat zwei Gründe. Im Winterhalbjahr bewegt sich die Erde schneller um die Sonne, wodurch die Abweichungen zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit und damit auch der entsprechende Bauch der Acht größer sind. Zusätzlich fallen die Solstitien (die Sonnenwendpunkte) nicht mit Perihel und Aphel zusammen. Die Linie, die die Punkte der Sommer- und Winter Sonnenwende verbindet, ist gegenüber der Linie, die Perihel und Aphel verbindet (die Apsidenlinie) geneigt. Das führt zu einer leichten Asymmetrie zwischen der linken und der rechten Seite des Analemmas.

Das Analemma fotografieren

Das Analemma ist allerdings keine rein mathematische Kurve, die man immer berechnen muss. Man kann sie auch direkt beobachten. Positioniert man eine Kamera an einem fixen Ort und macht dann im Verlauf eines Jahres jeden Tag ein Bild der Sonne am Himmel und zwar zu einer fixen Zeit (gemessen nach der mittleren Ortszeit) und überlagert all diese Bilder, dann sieht man am Ende genau das Analemma. Die Acht wird nun etwas geneigt am Himmel liegen, da die Sonne im Winter immer weiter südlich und immer tiefer steht als im Sommer, wodurch der Figur eine Nord-Süd-Orientierung aufgeprägt wird. Betrachtet man Analemmas die jeweils zu verschiedenen Uhrzeiten aufgenommen worden sind, dann ist die »Acht« vormittags Richtung Osten geneigt und nachmittags Richtung Westen. Am höchsten steht das Analemma über dem Horizont, wenn es Mittag ist und dann steht es auch aufrecht (Abb. 1-3). Ein solches Bild des Analemmas

aufzunehmen ist nicht einfach. Lange Zeit waren die Menschen daran auch nicht wirklich interessiert. Auch wenn antike Astronomen wie Geminus von Rhodos oder Ptolemäus schon über die unregelmäßige Bewegung der Sonne am Himmel wussten, war doch immer die wahre Sonnenzeit Grundlage der Zeitmessung. Eine mittlere Zeit wurde erst mit Einführung der ersten mechanischen Uhren interessant und erst dann wurde es auch relevant, sich mit dem Unterschied zur wahren Sonnenzeit zu befassen. Um die Zeit, die durch die neuen Uhren angegeben wurde, wieder in Einklang mit der vertrauten wahren Sonnenzeit zu bringen, brauchte man die entsprechenden Korrekturterme der Zeitgleichung. Die ersten Tabellen dieser Art wurden 1665 von Christiaan Huygens erstellt. Darin fanden sich die Korrekturwerte, die man zur wahren Sonnenzeit addieren musste, um die mittlere Sonnenzeit zu erhalten. Das ist auch die Korrektur, die man durchführen muss, wenn man die von einer Sonnenuhr abgelesene Zeit in die Zeit umrechnen will, die von einer mechanischen Uhr angezeigt wird. Deswegen finden sich Analemma-Schleifen auf vielen Sonnenuhren um die Umrechnung zu erleichtern (das Wort »Analemma« selbst ist eigentlich die grie-

Abb. 3: Analemma über dem Tempel des Poseidon in Sounion (Griechenland). Komposit aus einer Mehrfachbelichtung und einem Vordergrundbild, 11:00 UT, 6.1. bis 20.12.2004, Canon A-1, 24mm-Weitwinkel bei Blende 11, 1/30s auf Fuji Super HQ 100, Baader ND 5 Sonnenfolie.



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

Die Fotografie eines Analemmas

Nach der ersten geglückten Aufnahme eines Analemmas von Dennis di Cicco im Jahre 1979 gab es nur sechs weitere erfolgreiche Versuche ein Analemma auf ein einzelnes Stück Film zu bannen. Diese kleine Anzahl gibt einen Hinweis darauf, welche Herausforderung die Aufnahme eines solchen Analemmas darstellt und warum es vielleicht als das schwierigste astrofotografische Projekt betrachtet wird. Abgesehen von der Analyse und Vorbereitung, die notwendig ist, bevor mit der Aufnahme der Sonne über zwölf Monate begonnen werden kann, gehören Disziplin, Organisation und genaue Vorgehensweise dazu, um ein ansprechendes Analemma nach diesen zwölf Monaten zu erhalten.

Montierung

Für die Aufnahme benötigt man eine Montierung, die gewährleistet, dass die Kamera ein Jahr lang exakt gleich ausgerichtet bleibt. Sie besteht am besten aus zwei Teilen, einer Basis, die draußen fest montiert wird, und der eigentlichen Kamerahalterung, die sich definiert auf der Basis montieren lässt, so dass die Kamera ausgerichtet bleibt, auch wenn die Halterung abgenommen wurde. Die Halterung ist so geneigt, dass sie auf die mittlere Höhe des Analemmas zeigt. Die Basis wird auf den mittleren Azimutwinkel des Analemmas ausgerichtet.

Planung eines senkrechten Analemmas

Für ein senkrechtes Analemma muss zunächst die Uhrzeit (ohne Sommerzeit!) ermittelt werden, bei der der Azimut der Sonne zur Sommer- und Wintersonnenwende gleich ist. Dies geschieht, indem man auf einer sekundlichen Basis den Azimut der Sonne berechnet, was z.B. mit dem Programm SkyMap Pro V8 durchgeführt werden kann. Für Nürnberg ergibt sich für die Winter- und Sommersonnenwende 2011 bzw. 2012 eine Uhrzeit von 12:20 MEZ – Aufnahmen zu einer ande-

ren Uhrzeit ergeben ein entsprechend geneigtes Analemma. Die Höhe der Sonne zu diesen Zeitpunkten gibt den Höhenbereich an, in dem sich die Sonne zwischen dem 1. Januar und 31. Dezember bewegt. Daraus lässt sich dann ein Belichtungsplan für das Analemma entwickeln. So kann man die Differenz der Sonnenhöhen am 21. Juni und dem Kreuzungspunkt am 30. August z.B. durch sieben teilen. Diesen Wert zieht man dann wiederholt von der Sonnenhöhe am 21. Juni ab, um die Tage mit der entsprechenden Sonnenhöhe festzulegen, an denen die Aufnahmen erfolgen sollen. Eine ähnliche Vorgehensweise wird für die untere Schleife angewendet. Man kann hier den Höhenbereich z.B. in 14 Abschnitte zwischen dem Kreuzungspunkt (30.8.) und dem unteren Wendepunkt (21.12.) unterteilen.

Für die hier gezeigten Aufnahmen wurde ein Baader Sonnenfilter (ND 5,0), der 0,001% des sichtbaren Lichts durch lässt, vor einem 24mm-Weitwinkelobjektiv verwendet. Diese Brennweite wurde gewählt, da die Bewegung der Sonne in Azimut und Höhe etwa 60% des Gesichtsfeldes abdeckt. Dies lässt kleine Fehler bei der Orientierung der Kamera sowohl bezüglich der Höhe als auch dem Azimut zu. Außerdem wurde ein Handy über das Internet auf Atomzeit zu Beginn eines jeden Aufnahmetags eingestellt, damit der Verschluss zur gewünschten Sekunde ausgelöst werden konnte. Berechnungen mit dem Astrophotography exposure calculator (vgl. Surftipps) legten eine Belichtungszeit von 1/250s auf ISO-200-Film nahe. Diese Belichtungszeit wurde um bis zu drei Blendenstufen auf 1/30s erhöht, um Tagen mit niedrigerem Sonnenstand und entsprechend geringerer Intensität und/oder sehr dünner Bewölkung Rechnung zu tragen.

Nach Fertigstellung des Analemmas wird dieses z.B. in Photoshop mit einem passenden Vordergrundbild kombiniert. Dies geschieht zum einen, um nicht zu riskieren, das Analemma durch ein Missgeschick bei der Belichtung des Vordergrunds zu ruinieren, zum anderen, weil es nicht überall möglich oder erlaubt ist, die Kameramontierung für ein Jahr fest aufzustellen.

■ Anthony Ayiomamitis

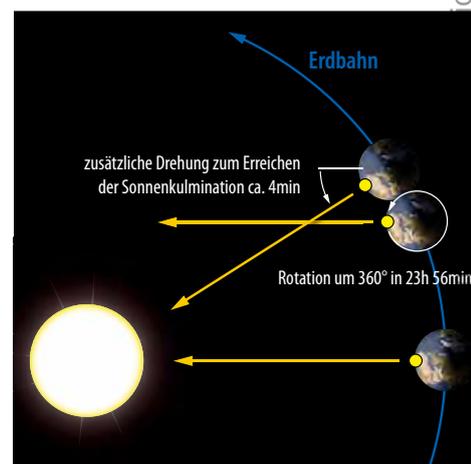
Die Kameramontierung zur Aufnahme eines Analemmas. Die Kamerahalterung kann von der Basis abgenommen und definiert wieder aufgesetzt werden, so dass die Kamera ausgerichtet bleibt.

chische Bezeichnung für den Sockel einer Sonnenuhr).

Das erste Bild

Erst als sich im 19. Jahrhundert auch in der Seefahrt überall mechanische Zeitmesser durchgesetzt hatten, begann man die mittlere Sonnenzeit als Standard anzusehen und gab in den Tabellen – so wie heute – die Korrekturwerte an, die man zur mittleren Sonnenzeit addieren muss, um die wahre Sonnenzeit zu erhalten. Aber selbst dann waren Zeitgleichung und Analemma nur mathematische Hilfsmittel und niemand kam auf die Idee, ein tatsächliches Foto des Analemmas am Himmel zu machen. Die technischen Herausforderungen hierzu wären wohl auch zu schwierig gewesen. Es dauerte bis zum Ende der 1970er Jahre, bis hier ein Fotograf erfolgreich war! Zwischen dem 27. Februar 1978 und dem 17. Februar 1979 machte der Amateurastronom und Herausgeber der Zeitschrift »Sky & Telescope« Dennis di Cicco in Neu-England 44 Aufnahmen der Sonne. Dasselbe Stück Film wurde 44 Mal immer zum gleichen Zeitpunkt mit exakt derselben Kameraausrichtung belichtet. Er hatte das erste komplette Analemma auf ein Stück Film gebannt. In den folgenden Jahren wurden noch einige weitere Aufnahmen eines Analemmas publiziert. Viele davon stammen von dem griechischen Fotografen Anthony

Abb. 4: Die Überlagerung der Drehbewegung der Erde um ihre eigene Achse und ihrer Bahnbewegung führt dazu, dass der Sonnentag, also die Zeitspanne zwischen zwei Meridiandurchgängen der Sonne, immer etwas länger ist als die Rotationsperiode der Erde (nicht maßstabsgetreu).



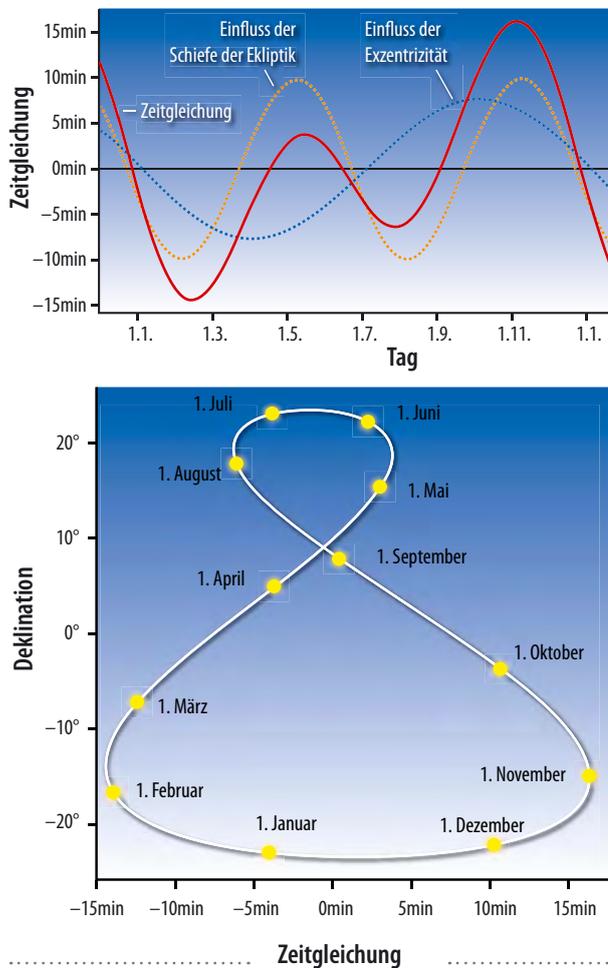


Abb. 5: Die Zeitgleichung gibt an, wie stark wahre und mittlere Sonnenzeit im Lauf des Jahres voneinander abweichen. Die blaue Kurve zeigt die Auswirkungen der exzentrischen Erdbahn an, die orange Kurve die der Neigung der Erdachse. Die rote Kurve gibt die gesamten Abweichungen an. [Daten aus 1]

Ayiomamitis, der 2003 die Schwierigkeit dieser Aufgabe treffend zusammenfasste: »Es gibt mehr Menschen, die auf dem Mond spazieren gegangen sind als Menschen, die erfolgreich ein Analemma fotografiert haben.«

Analemmas auf anderen Planeten

Dabei haben wir Menschen noch Glück, dass wir eine so beeindruckende Analemma-Figur beobachten können. Denn die »liegende Acht« ergibt sich nicht zwingend auch für jeden anderen Beobachtungspunkt im All. Wie genau die Figur des Analemmas

aussieht hängt vom Zusammenspiel zwischen Exzentrizität einer Planetenbahn und der Neigung der Planetenachse ab. Auch die Dauer der Umlaufzeit und der Rotation spielen eine Rolle. Der Mars ist beispielsweise der Erde sehr ähnlich. Ein Marsjahr dauert etwa zwei Erdenjahre (687 Tage); der Tag auf dem Mars dauert nur wenig länger als ein Tag auf der Erde: 24 Stunden und 40 Minuten (dieser Zeitraum wird auch als »Sol« bezeichnet). Die Neigung der Rotationsachse ist mit knapp 25° ebenfalls der Erde sehr ähnlich; die Exzentrizität der Marsbahn ist allerdings fast sechsmal größer als die der Erdbahn. Außerdem befind-

Abb. 6: Trägt man die Werte der Zeitgleichung und die Deklination der Sonne in einer Grafik auf, erhält man die charakteristische »8« des Analemmas. [Daten aus 1]

Wie genau ist die Zeit?

Die Rotation der Erde um ihre eigene Achse führt zu einem täglich erfahrbaren Phänomen: dem Wechsel zwischen Tag und Nacht, der (im Mittel) bekanntlich 24 Stunden dauert. Bezogen auf den Sternenhimmel dauert die Erdrotation allerdings nur 23 Stunden 56 Minuten und 4,1 Sekunden. Man nennt dies auch einen mittleren siderischen Tag. Davon unterscheidet sich der Sterntag (eigentlich bessere Bezeichnung: tropischer Tag) in einem kleinen Punkt: Hier bezieht sich die Erdrotation nicht auf die Sterne, sondern auf den Frühlingspunkt. Wegen der Präzession verschiebt sich der Frühlingspunkt gegenüber den Sternen, so dass der Sterntag um 0,0084s kürzer als der siderische Tag ist.

Im Alltag richtet man sich in der Regel nach der Sonne. Der Bezug auf die Sonne liefert jedoch aus zwei Gründen kein gleichmäßiges Zeitmaß: Erstens variiert die Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne wegen der elliptischen Bahn, so dass die Geschwindigkeit der Sonne am Himmel variabel ist. Zweitens steht die Rotationsachse der Erde nicht senkrecht auf der Erdbahn, was dazu führt, dass die scheinbare Sonnenbahn am Himmel schräg zum Himmelsäquator verläuft (vgl. Titelge-

schichte). Beide Effekte führen dazu, dass sich zur annähernd konstanten Rotation der Erde ein variabler Beitrag vom Erdumlauf um die Sonne addiert, der die Länge des Sonnentags bestimmt. Die darauf bezogene wahre Sonnenzeit oder **wahre Ortszeit WOZ** ist also ein jahreszeitabhängiges Zeitmaß, das z.B. von einer Sonnenuhr angezeigt wird. Um demgegenüber ein gleichmäßiges Zeitmaß zu erhalten, wie es z.B. von einer mechanischen oder elektronischen Uhr angezeigt wird, definiert man eine »mittlere Sonne«, die bei gleicher Umlaufzeit mit konstanter Geschwindigkeit auf dem Himmelsäquator umläuft. Man erhält so die mittlere Sonnenzeit oder **mittlere Ortszeit MOZ**. Die Differenz zwischen beiden wird »Zeitgleichung« genannt.

Sowohl die wahre als auch die mittlere Ortszeit sind immer auf einen bestimmten Ort – genauer: eine bestimmte geographische Länge – bezogen. Damit nicht auf jeder geographischen Länge die Uhren anders gehen müssen, hat man Zeitzonen definiert, die typischerweise 15 Längengrade umspannen, sich aber auch an geographischen und politischen Grenzen orientieren. Eine einheitliche Zeit für den ganzen Planeten ist die **Weltzeit UT**, definiert als die mittlere Ortszeit des nullten

Längengrades. Sie wird u.a. zur Festlegung astronomischer Ereignisse herangezogen. Weil auch sie auf die Erdrotation bezogen ist, unterliegt sie deren unregelmäßigen, periodischen und säkularen Änderungen. Die Änderungen der Erdrotation sind zwar sehr klein, so dass sie nur durch hochgenaue Uhren gemessen werden können, aber sie können sich auf die Dauer akkumulieren und spielen deshalb in geschichtlichen Zeiträumen, z.B. bei der Einordnung historischer Sonnenfinsternisse, tatsächlich eine Rolle. Die unregelmäßigen Änderungen der Erdrotation, die sowohl Bremsung als auch Beschleunigung umfassen, werden durch Massenverlagerungen im Erdinneren verursacht. Bei den periodischen Schwankungen muss man zwischen meteorologischen Ursachen mit einer Periode von einem Jahr, den Gezeitenkräften der Sonne mit einer Periode von einem halben Jahr und den Gezeitenkräften des Mondes, die mit Perioden von 13,8 und 27,6 Tagen auftreten, unterscheiden. Säkulare Änderungen schließlich umfassen die Verlangsamung durch Gezeitenreibung und die damit verbundene Beschleunigung des Mondes auf seiner Umlaufbahn. Alle Effekte zusammengenommen bewirken gegenwärtig eine mittlere Abnahme der Ta-

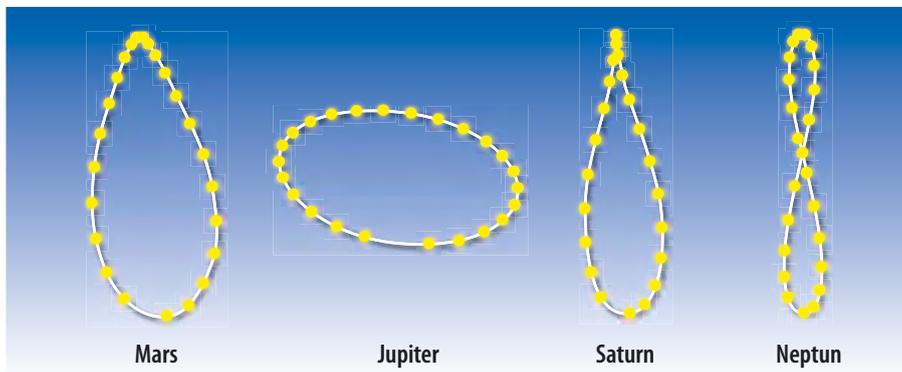


Abb. 7: Analemmas auf Mars, Jupiter, Saturn und Neptun sehen wegen der unterschiedlichen Bahnexzentrizität und Schiefe der Ekliptik anders aus als das auf der Erde.

zu bannen. »Viele Leute sind der Meinung, man müsse verrückt sein, um zu probieren eine ein Jahr lang dauernde Aufnahme der Sonne zu machen.«, schrieb Dennis di Cicco einmal. Er fügte hinzu: »Die, die dabei erfolgreich waren, würden dem wahrscheinlich zustimmen.«

[1] Ahnert, P.: Kalender für Sternfreunde 1979, J. A. Barth, Leipzig (1978)

den sich Perihel und Aphel des Mars in der Nähe der Punkte der Tagundnachtgleiche im Frühling und Herbst und nicht in der Nähe der Sonnenwenden in Sommer und Winter so wie bei der Erde. Deswegen sieht auch das Analemma anders aus. Anstatt der asymmetrischen »Acht« hat das Analemma auf dem Mars gar keine unterschiedlichen »Bäuche« mehr sondern eher die Form einer Träne. Das Analemma das man von Jupiter aus beobachten könnte, sieht wie eine Ellipse aus, während man von Saturn, Uranus und Neptun so wie auf der Erde eine »Acht« sehen würde. Bei Venus und Merkur ist es nicht möglich, ein klassisches Analem-

ma zu beobachten, da hier die Tageslänge fast so groß bzw. bei der Venus sogar größer ist als die jeweilige Jahresdauer. Entsprechende Anwendungen bei denen man selbst die verschiedenen Parameter ändern und deren Auswirkung auf die Form des Analemmas sehen kann, findet man im Internet (vgl. Surftipps).

Dank der digitalen Bildbearbeitung und Fototechnik ist es heute nicht mehr ganz so kompliziert, ein Analemma aufzunehmen wie zurzeit von Dennis di Cicco. Trotzdem braucht es immer noch ausreichend Planung, viel Glück und Durchhaltevermögen um die Acht am Himmel auf ein Foto

Surftipps

Homepage von Anthony Ayiomamitis: www.perseus.gr
 Analemmas der Planeten (Programmcode): demonstrations.wolfram.com/Analemmas
 Free Astrophotography Software von Michael Covington: www.covingtoninnovations.com/astro/astrosoft.html

von Peter und Susanne Friedrich

ASTROWISSEN

geslänge um $4,8 \cdot 10^{-8}$ s pro Tag oder 0,0016s in 100 Jahren. Um ein gleichförmiges, von der Erdrotation unabhängiges Zeitmaß zu erhalten, führte 1952 die International Astronomical Union (IAU) die **Ephemeridenzeit ET** ein, die auf dem Umlauf der Erde um die Sonne beruht. Eine Sekunde der Ephemeridenzeit wurde als der 31556925,9747te Teil des tropischen Jahres 1900 festgelegt.

1976 wurde von der IAU die Länge der Sekunde auf die **Internationale Atomzeit** (Temps Atomique International, kurz **TAI**) bezogen, bei der die Länge der Sekunde als das 9192631770-fache der Periode der Strahlung, die bei einem Übergang zwischen zwei Hyperfeinstrukturniveaus des Cäsium 133-Atoms im Grundzustand frei wird, definiert ist. Sie ersetzt inzwischen die Ephemeridenzeit. Atomuhren nutzen die Resonanz solcher atomarer Übergänge um, gekoppelt mit einer Quarzuhr, einen hochgenauen Takt aufrecht zu erhalten. Dieses atomphysikalisch definierte Zeitnormal erlaubt mit einer inzwischen erreichten Genauigkeit von 10^{-17} sogar die präzise Messung der Rotationsperiodenänderungen von Pulsaren. Eine der weltweit führenden Institutionen auf dem Gebiet der Präzisions-Zeitmessung ist die Physikalisch Technische Bun-

desanstalt (PTB). Sie stellt auch in Deutschland das über Funk zu empfangende Zeitsignal zur Verfügung.

Da einerseits die Zeitmessung unserer Zivilisation heute auf der Atomzeit beruht, andererseits aber der Bezug zu dem durch die Sonne gegebenen Tagesrhythmus beibehalten werden soll, wurde die **Coordinated Universal Time UTC** eingeführt, bei der die Länge einer Sekunde auf der Internationalen Atomzeit beruht. Man passt die UTC aber ständig der astronomisch definierten Weltzeit UT an: Damit die Differenz zwischen UT und UTC immer kleiner als eine Sekunde bleibt, wird gelegentlich zum 31. Dezember und wenn nötig auch zum 30. Juni eine Schaltsekunde eingefügt. Bisher wurden immer Sekunden eingefügt, nie jedoch der Tag um eine Sekunde verkürzt, denn die langfristige Entwicklung ist von der durch Gezeitenreibung verursachten Verlangsamung der Erdrotation geprägt.

Für die astronomische Zeitmessung ergeben sich andere Anforderungen. So ist zu berücksichtigen, dass auch die hochpräzisen Atomuhren den Gesetzen der Allgemeinen Relativitätstheorie unterworfen sind. Ihr Gang wird also durch Beschleunigung (z.B. Rotation der Erde) und Schwerfelder beeinflusst. Die-

se Effekte werden berücksichtigt, wenn der Zeitablauf in ein anderes Bezugssystem transformiert werden muss (Temps Terrestrique TT, Temps Coordonné Géocentrique TCG, Temps Coordonné Barycentrique TCB).

- [1] Bennet, J., Donahue, M., Schneider, N., Voit, M.: *Astronomie – Die kosmische Perspektive*, 5. Auflage, Pearson Studium, München (2010)
- [2] Broda, W.: *Astronomischer Berechnungs Cocktail – ein ABC der Himmelsmechanik*, Oculum-Verlag, Erlangen (2007)
- [3] Voigt, H. H.: *Abriss der Astronomie*, 4. Auflage, B.I. Wissenschaftsverlag, Mannheim, Wien, Zürich (1988)



Eine Sonnenuhr zeigt die Wahre Ortszeit an.

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

Himmelsereignisse im August/September 2011

Oppositionen und Elongation

Günstige Vesta-Opposition am 5. August



PETER WÄNGBROTHER

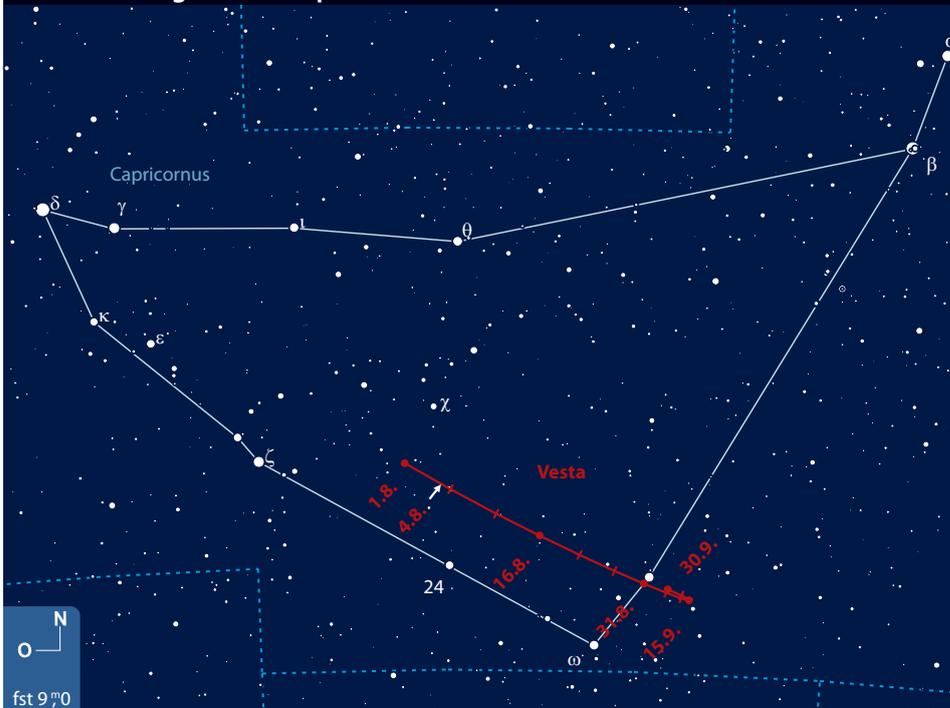
(4) Vesta, mit einem mittleren Durchmesser von etwa 516km nach Ceres und Pallas der drittgrößte Himmelskörper im Asteroiden-Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter, gelangt Anfang August im Sternbild Steinbock (Capricornus) in Op-

Kleinplanet Vesta mit typischer Oppositionsschleife. Digitalfoto mit übergeblendeter Simulation. (Opposition 2008/2009, Feld ca. 20° breit)

positionsstellung. Die Helligkeit des Kleinplaneten, der 1807 von Wilhelm Olbers in Bremen entdeckt wurde, beträgt um den

Oppositionszeitpunkt 5^m6 und wäre damit theoretisch auch mit bloßem Auge sichtbar – übrigens als einziger der großen Asteroiden. Ein Versuch der Sichtung ohne Hilfsmittel, sehr gute Beobachtungsbedingungen vorausgesetzt, könnte in der Nacht vom 4. auf den 5.8. durchgeführt werden. Vesta steht dann leicht nördlich der Mitte der Verbindungslinie zwischen den Sternen χ Cap (5^m3) und 24 Cap (4^m5). In dieser Gegend sind keine Sterne heller 7^m0 vorhanden, so dass Vesta zu identifizieren sein sollte. Schon kleinere Teleskope oder Ferngläser erleichtern das Auffinden des Asteroiden, der etwa zeitgleich von der amerikanischen Raumsonde »Dawn« besucht wird, die in den folgenden Monaten diesen interessanten Himmelskörper intensiv untersucht. Markanteste Oberflächenstruktur ist ein Impaktkrater mit 450km Durchmesser, der damit fast so groß ist, wie Vestas Durchmesser. Bereits in der dritten Augustdekade wird Vesta wieder schwächer als 6^m0 und erreicht Ende September eine Helligkeit von 6^m9.

Vesta im August und September 2011



■ André Knöfel

Uranus und Neptun in Opposition

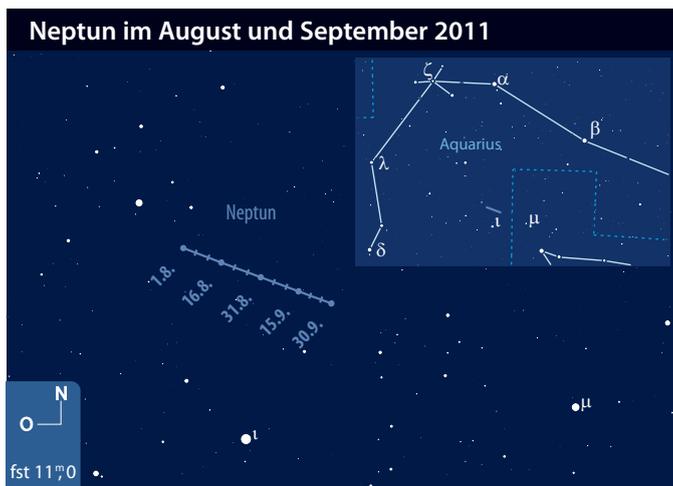
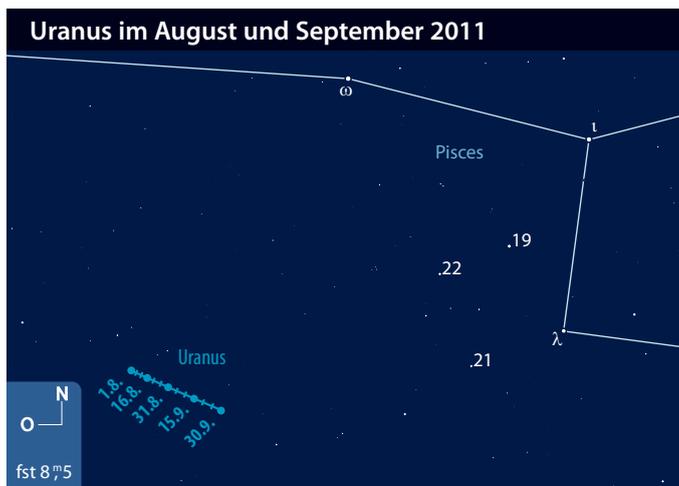
Die beiden äußeren Planeten Uranus und Neptun kommen im August und September jeweils in ihre Opposition. In der Nacht 22./23.8. erreicht Neptun im Sternbild Wassermann, 1,7° nördlich des Sternes ι Aqr (4^m3) stehend, seine diesjährige Opposition. Die Helligkeit des am weitesten entfernten und lichtschwächsten Planeten unseres

Sonnensystems beträgt dann 7^m8. Selbst in großen Teleskopen erscheint der Planet mit einer Ausdehnung von 2,4" nur als bläuliches Scheibchen ohne weitere Details.

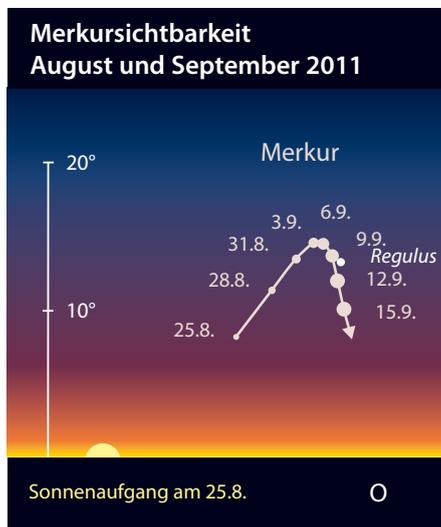
Etwa einen Monat später, am 25.9., gelangt Uranus im südlichen Teil des Sternbildes Fische in Opposition. Er ist deutlich heller als Neptun und sollte, mit einer ähn-

lichen Oppositionshelligkeit wie Vesta von 5^m7 theoretisch auch mit bloßem Auge sichtbar sein. Im Fernrohr erscheint Uranus als leicht grünliches Scheibchen von 3,6" Ausdehnung. Details sind, wie bei Neptun, nicht sichtbar.

■ André Knöfel



Morgensichtbarkeit von Merkur



Helligkeit des kleinsten, schnellsten und sonnennächsten Planeten nimmt von 1^m8 am 26.8. schnell auf 0^m1 am 1.9. zu und erreicht zur Monatsmitte eine Helligkeit von -1^m2. Anfang September geht Merkur etwa 1,5 Stunden vor der Sonne auf und erreicht mit dem Beginn der bürgerlichen Dämmerung (Sonne 6° unter dem Horizont) etwa eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang eine Höhe von 10° über dem Osthorizont. Zur Monatsmitte hin verschlechtern sich die Sichtbarkeitsbedingungen wieder dramatisch, da er sich dann mit großer scheinbarer Geschwindigkeit auf die Sonne zu bewegt und trotz seiner Helligkeit schnell in der Dämmerung überstrahlt wird.

Zum Monatswechsel August-September wird Merkur wieder freizügig am Morgenhimmel sichtbar. Nachdem Merkur am 17.8. in unterer Konjunktion mit der Sonne steht und damit unsichtbar ist, wandert er schnell in westliche Richtung. Am 26. August wird Merkur stationär und beginnt seine Bahn wieder in östliche Richtung zu ziehen. Dabei erreicht er am 3. September mit 18° 7' seine größte westliche Elongation. Die

Am 9.9. zieht Merkur nur 0,7° nördlich von Regulus (1^m4) im Löwen vorbei – da aber bereits die Dämmerung bei gleichzeitig niedriger Höhe über dem Horizont weit fortgeschritten ist, wird man Regulus (Position in der Grafik für den 9.9.) visuell nur noch sehr schwer entdecken können. In kleineren Instrumenten mit entsprechendem Gesichtsfeld sollten aber beide Objekte leicht aufzufinden sein.

■ André Knöfel

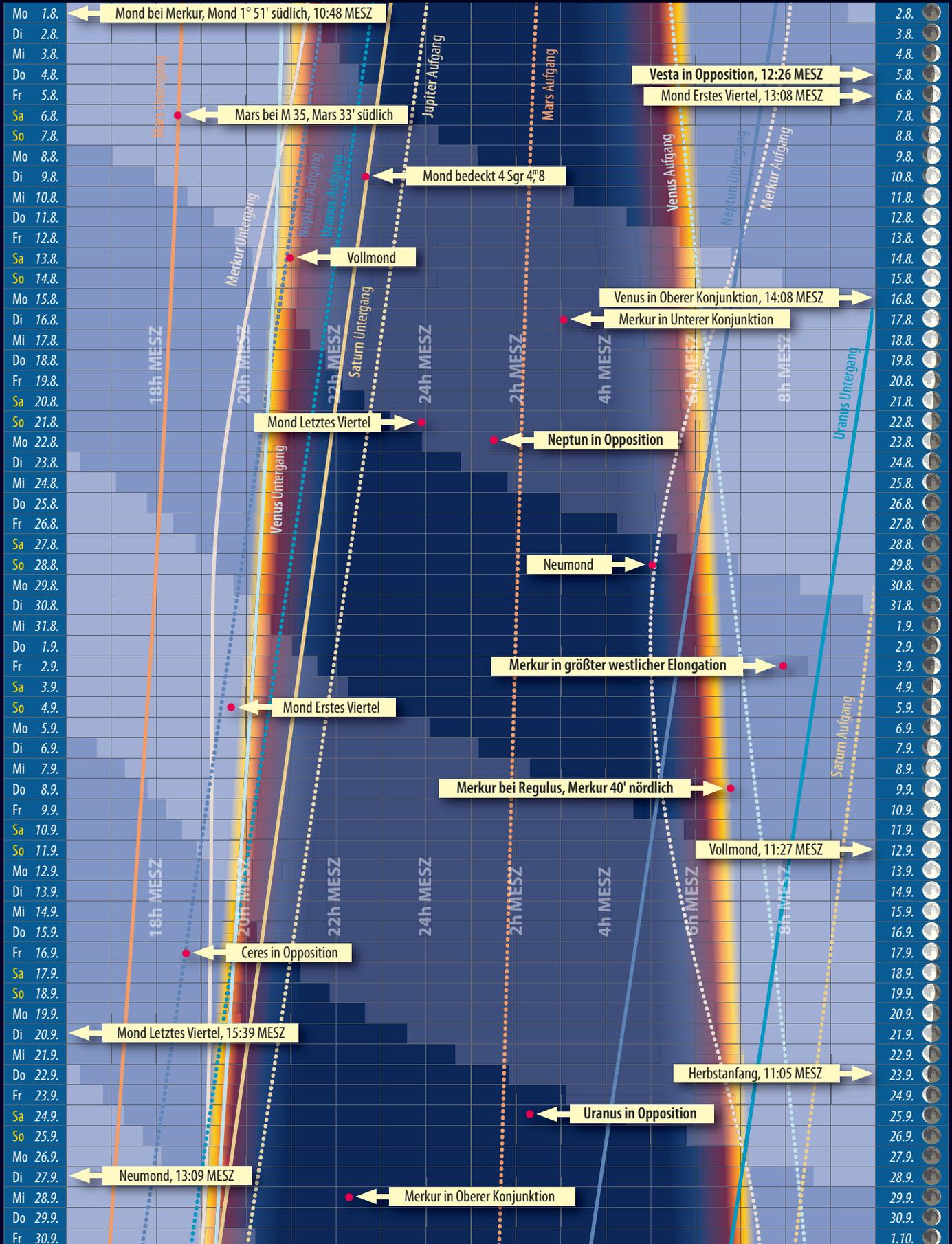
Astronomische Ereignisse im August/September 2011		
1.8.	10:48 MESZ	Mond bei Merkur, Mond 1° 51' südlich
5.8.	12:26 MESZ	Vesta in Opposition
6.8.	13:08 MESZ	Mond Erstes Viertel
6.8.	18:24 MESZ	Mars bei M 35, Mars 33' südlich
9.8.	22:39 MESZ	Mond bedeckt 4 Sgr 4 ^m 8
13.8.	20:58 MESZ	Vollmond
16.8.	14:08 MESZ	Venus in Oberer Konjunktion
17.8.	3:04 MESZ	Merkur in Unterer Konjunktion
21.8.	23:55 MESZ	Mond Letztes Viertel
23.8.	1:26 MESZ	Neptun in Opposition
29.8.	5:04 MESZ	Neumond
3.9.	7:56 MESZ	Merkur in größter westlicher Elongation
4.9.	19:39 MESZ	Mond Erstes Viertel
9.9.	6:48 MESZ	Merkur bei Regulus, Merkur 40' nördlich
12.9.	11:27 MESZ	Vollmond
16.9.	18:38 MESZ	Ceres in Opposition
20.9.	15:39 MESZ	Mond Letztes Viertel
23.9.	11:05 MESZ	Herbstanfang
25.9.	2:15 MESZ	Uranus in Opposition
27.9.	13:09 MESZ	Neumond
28.9.	22:16 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion

Zeiten bezogen auf die Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

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

Das Sonnensystem im August/September 2011

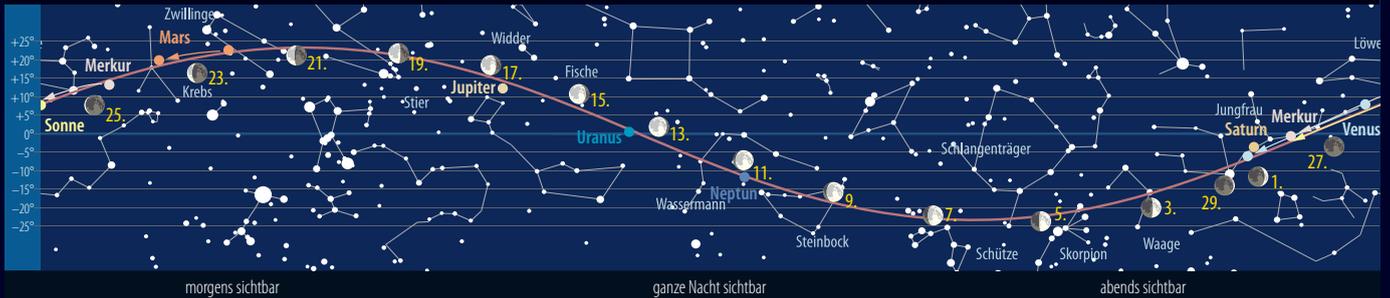
Dämmerungsdiagramm im August/September 2011



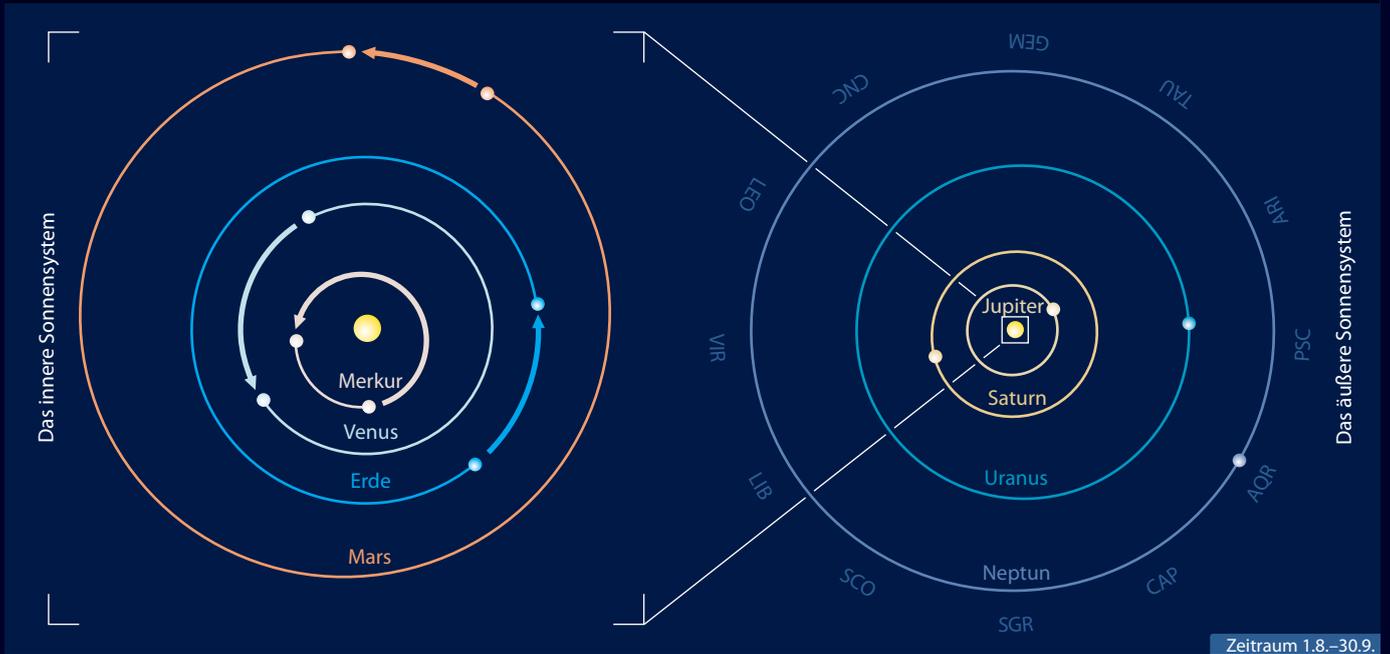
Der Lauf der Planeten im August 2011



Der Lauf der Planeten im September 2011



Die Planeten auf ihren Bahnen im August/September 2011



Die Planeten im Fernrohr im August/September 2011

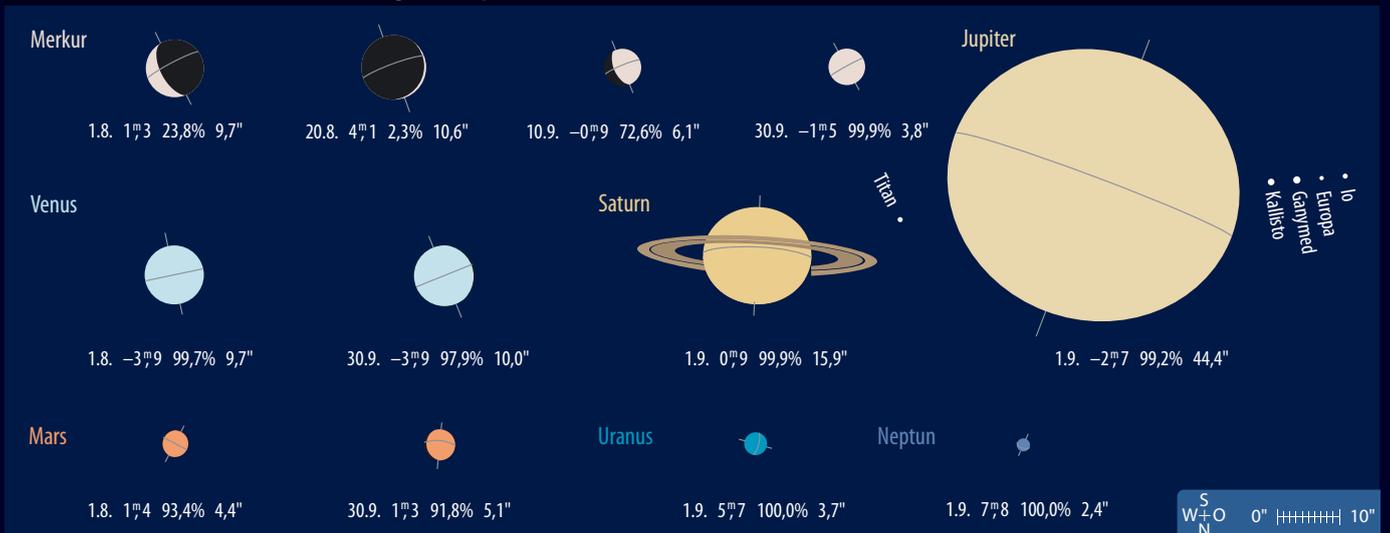




Abb. 2: Bipolare Fleckengruppe der Waldmeierklasse E (AR 11193) am 17.4.2011, 11:42 MESZ. 4"-Refraktor bei 5000mm Brennweite, 1/250s, Solar Continuum Filter. Erich Kopowski

Abb. 1: Filamente und Flares am Sonnenrand am 20.4.2011, 17:50 MESZ. 4"-Refraktor bei 2800mm, 0,5s, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. Erich Kopowski

Sonne aktuell **Schwankende Aktivität**

Das die Sonnenaktivität nicht nur zyklisch verläuft, sondern Schwankungen innerhalb weniger Wochen aufweist, ist bekannt, im April und März war dies besonders gut zu beobachten. Zunächst stieg die gemittelte Monatsrelativzahl von Februar bis März sprunghaft an, fiel aber schon im April wieder zurück. Auch unterschieden sich die beiden Monate dadurch, dass man im März vorwiegend große Fleckengruppen der höchsten Waldmeierklassen E und F beobachten konnte, während im April eher kleinere Fleckengruppen vorherrschten. Diese waren zahlreicher und bildeten so die Grundlage für eine annähernd gleiche Monatsrelativzahl. Im März wurden 17, im April 20 neue Fleckengruppen registriert.

Die größten Gruppen erreichten dabei beachtliche Ausmaße und wiesen komplexe Penumbrastrukturen auf, was auf eine hohe Aktivität der lokalen Magnetfelder in diesen Regionen schließen lässt. Beiden Monaten gemeinsam war der Fleckenüberschuss auf der Nordhalbkugel der Sonne, während der Süden kaum aktiv war. Das ist nicht ungewöhnlich, denn meist ist es zu Beginn eines Fleckenzklus eine der beiden Hemisphären, die den Anfang macht, während die andere im weiteren Verlauf des Zyklus nachzieht und dann meist am Ende dominiert.

Im Berichtszeitraum war außerdem schön die Anordnung der Fleckengruppen beiderseits des Sonnenäquators und deren klare Abgrenzungen gegeneinander zu sehen. Diese Übersichtlichkeit macht es für den astronomischen Einsteiger sinnvoll, jetzt mit der Sonnenbeobachtung zu beginnen – selbstverständlich unter Berücksichtigung entsprechender Filterungen, damit man sein Augenlicht nicht verliert.

Besonders bis Mitte März war zu sehen, wie die großen Fleckengruppen wie an einer Perlschnur aufgereiht hintereinander auf der Nordhalbkugel angeordnet waren. Danach bildeten sie sich rasch zurück und es kamen erst einmal – auch das ist bezeichnend für den gegenwärtigen Zeitpunkt im ansteigenden 24. Sonnenfleckenzyklus – nur kleinere Gruppen nach. Das änderte sich erst ab dem 20. März, als auf der Nordhemisphäre wieder eine E-Gruppe am Ostrand der Sonne erschien und

sich binnen weniger Tage zu einer auffälligen F-Gruppe entwickelte. Ende März waren dann bis zu sieben Gruppen der unterschiedlichsten Klassen ziemlich gleichmäßig auf beide Hemisphären verteilt. Auch diese Gruppen bildeten sich rasch zurück und so gab es Anfang April maximal zwei bis drei Gruppen gleichzeitig. Mitte des Monats konnte wieder eine E-Gruppe gesichtet werden, eine weitere folgte am 21. auf der Südhalbkugel. Letztere entwickelte sich bald zu einer Fleckengruppe, in der man über 40 Einzelflecken erspähen konnte. Kurz vor Ende des Monats verlor sie erst ihre Penumbren und brach dann innerhalb von zwei Tagen völlig zusammen, so dass nur noch Fragmente der ehemals großen Gruppe zu finden waren.

Gleichauf zur ansteigenden Fleckentätigkeit gestaltete sich auch die Aktivität im H α -Bereich. Mit entsprechenden Fernrohren und Filtern ausgerüstet konnte man im März und April eine Vielzahl von Flares und aufsteigenden Protuberanzen sowie Bogenstrukturen ausbildende Filamenten beobachten. Gerade die Zahl der Flares hat spürbar zugenommen, wenn auch die beiden höchsten Klassen M und X nur selten vertreten waren. Deshalb kam es in Deutschland nur im hohen Norden zu einigen schwächeren, fotografischen und einigen wenigen visuellen Polarlichtern. Ein solches wurde den Teilneh-

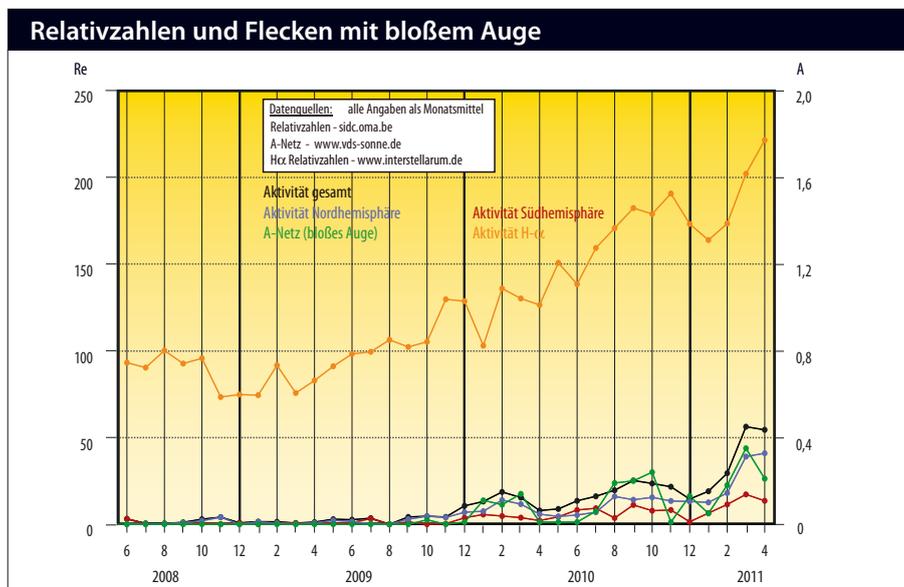
mern des Aschberg Frühjahrs-Teleskoptreffens am Abend des 29. April 2011 präsentiert (vgl. Rückblick S. 67). Die Ursache war allerdings keine Eruption auf der Sonne, sondern der von einem koronalen Loch ausgehende Teilchenstrom.

Die Prognosen des Marshall Space Flight Center der NASA zum weiteren Verlauf des 24. Sonnenfleckenzyklus wurden Anfang Mai – trotz der inzwischen wieder angestiegenen Häufigkeit der Sonnenflecken – deutlich nach unten korrigiert. Man geht dort nur noch von einer Maximumhöhe (mittlere Fleckenrelativzahl) von 69 im Juni 2013 aus, vor Wochen lag dieser Wert noch bei 100 \pm 20. Keine guten Aussichten, aber auch nicht Besorgnis erregend, schließlich ist ein niedriges Maximum kein Manko der Sonne, sondern ein durchaus normales Verhalten und in der Vergangenheit schon öfter beobachtet worden.

■ Manfred Holl

Surftipps

Neuigkeiten rund um die Sonne
(engl.): www.solardaily.com
Tabelle der Polarlichter des 24. Zyklus:
www.polarlichter.info/zyklus24.htm



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

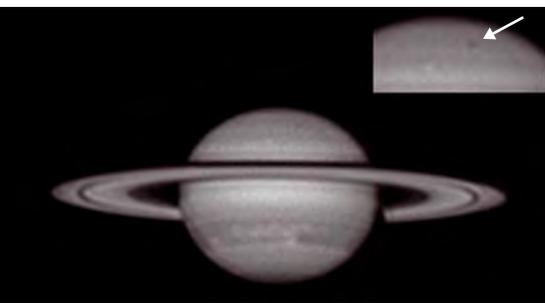


Abb. 1: Saturn mit Sturm und Tethys-Schatten (Ausschnitt) am 18.5.2011.
Torsten Edelmann



Abb. 2: Jupiter am 1.6.2011 mit GRF.
Christopher Go

Planeten aktuell Saturn geht, Jupiter kommt

Eine aufregende Saturnsaison geht zu Ende. Auch im April und Mai war die Region des Nördlichen Äquatorbands auf Saturn in wildem Aufruhr. Das Sturmzentrum bewegte sich von 210° Anfang April bis 330° Mitte Mai (Rotationsystem III). Auf hochauflösenden Fotos waren nahezu täglich Veränderungen auszumachen, vor allem in der dem Sturm kern folgenden Wolkenschleife, die mittlerweile um den gesamten Planeten reicht. Die letzten Bilder vom Mai zeigten einen wieder deutlicher und kleiner werdenden hellen Sturm kern. Für kleine Teleskope ist die visuelle Detektion dennoch eine Herausforderung – nach eigener Erfahrung sind mindestens 8" Öffnung notwendig, um den Sturm zu sehen.

Im Mai tauchte er am Morgenhimmel wieder auf, zum Erscheinungstermin dieses Heftes beherrscht er schon die erste Nachthälfte: Jupiter ist wieder da. Nach der spektakulären letzten Sichtbarkeit mit SEB-Revival (interstellarum berichtete mehrfach) kehrt in der Atmosphäre des Riesenplanets nun wieder Normalität ein. Die ersten Beobachtungen zeigten wieder den gewohnten Anblick mit zwei dunk-

len Äquatorbändern. Das nördliche Band (NEB) ist schmal und an der Nordseite von weißen ovalen Flecken eingebuchtet (sog. »Portholes«). Das SEB ist deutlich in zwei Komponenten aufgespalten. Es umgibt den Großen Roten Fleck völlig, der nun nicht mehr so schön sichtbar ist wie vor einem halben Jahr, als er allein im Weiß des verschwundenen SEB stand. Seine Länge in System II beträgt etwa 165°.

Visuelle und fotografische Planetenbeobachter sind aufgerufen, aktuelle Bilder über die Upload-Sektion auf interstellarum.de einzusenden. Wir zeigen die Ergebnisse laufend auf www.planetenaktuell.de.

■ Ronald Stoyan

Surftipps

Internationale Saturnfotos:

alpo-j.asahikawa-med.ac.jp/Latest/Saturn.htm

Internationale Jupiterfotos:

alpo-j.asahikawa-med.ac.jp/Latest/Jupiter.htm

Planetenbilder der interstellarum-Leser: www.planetenaktuell.de

Kometen aktuell Komet Garradd in der Sommermilchstraße

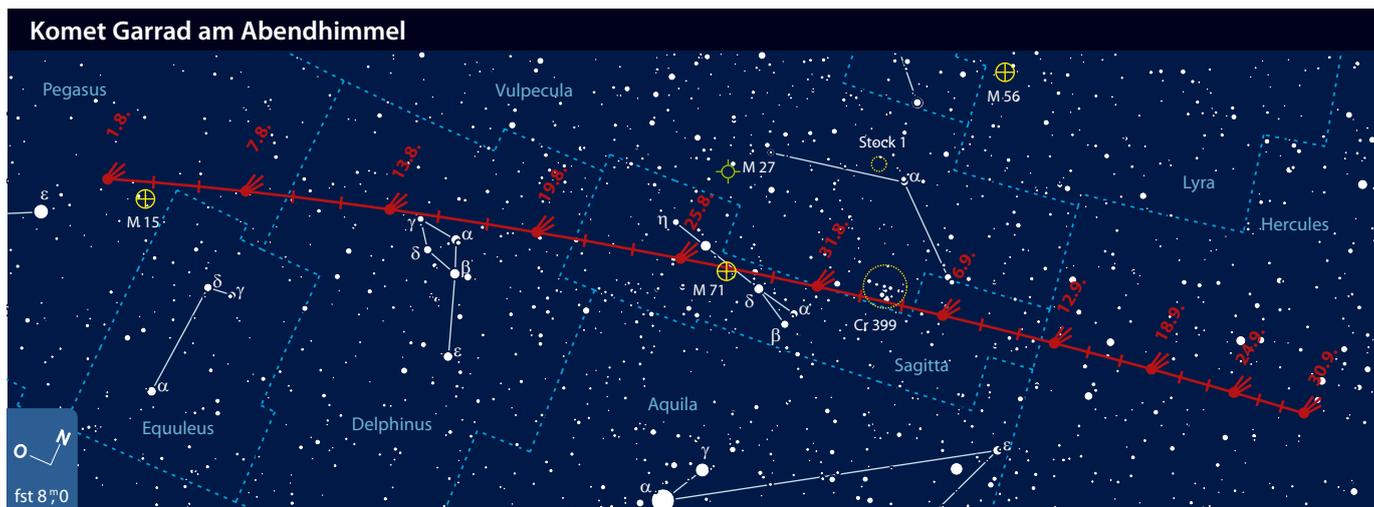
Der Monat August bringt gleich zu Beginn eine interessante Begegnung am Himmel: C/2009 P1 (Garradd) wird in

der Nacht vom 2. auf den 3. in knapp 1° Abstand nördlich an M 15 vorbeiziehen. Der zu diesem Zeitpunkt etwa 8^m helle Komet

und der Kugelsternhaufen sollten schon in einem guten Fernglas gemeinsam zu sehen sein. In der ersten Augustwoche kann

Kometen im August/September 2011

Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2009 P1 (Garradd)	13.8.2009	23.12.2011 (1,55AE)	5.3.2012 (1,27AE)	April 2011 bis Juni 2012	8 ^m bis 7 ^m



Surftipps

Aktuelle Kometenfotos:

www.kometenaktuell.de

Bahnelemente und Ephemeriden:

www.minorplanetcenter.org/iau/Ephemerides/Comets/index.html

Aufsuchkarten: www.kometarium.com

Echtzeit-Bilder von SOHO:

sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html

interstellarum-Newsletter:

www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

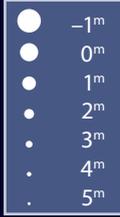
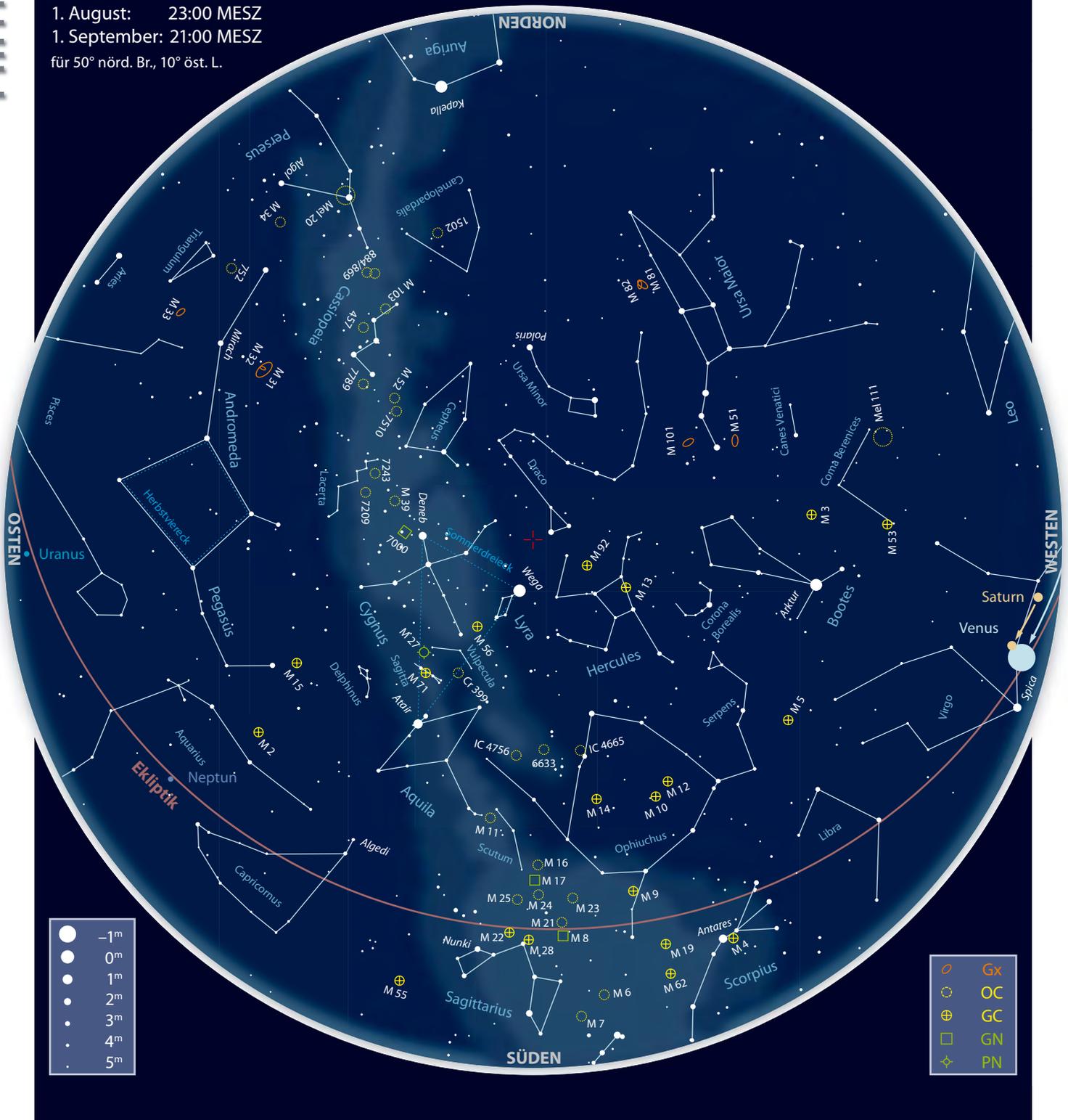
C/2009 P1 ideal ohne störendes Mondlicht beobachtet werden. Am 8. wechselt er vom Sternbild Pegasus in den Delphin – die markante Raute des kleinen Sternbildes kann gut als Aufsuchhilfe verwendet werden. Der Vollmond am 13. schränkt die Beobachtungsmöglichkeit um die Monatsmitte allerdings stark ein. Der Schweifstern wandert jetzt in westlicher Richtung durch die Sommermilchstraße und erreicht am 20. das Sternbild Pfeil. Am 23. August gibt es eine erste Annäherung an die Erde in 1,39AE Abstand. Anschließend wird die Entfernung von unserem Planeten bis Ende November wieder zunehmen – eine zweite Erdnähe wird der Komet dann Anfang März 2012 in 1,27AE Distanz erreichen. In der Nacht vom 26. auf den 27. August ereignet sich erneut ein Rendezvous mit einem Kugelsternhaufen: diesmal mit dem 8^m3 hellen M 71. Der Abstand wird nur etwa 10' betragen, so dass Koma und Schweif des Kometen das Deep-Sky-Objekt sogar bedecken könnten. Anfang September folgt die nächste interessante Begegnung mit einem Sternhaufen: Collinder 399, der »Kleiderbügel«, liegt ebenfalls auf der scheinbaren Bahn des Schweifsterns am Sommerhimmel. Am 11. September erreicht C/2009 P1 das Sternbild Herkules und verlässt am 17. wieder das Band der Milchstraße. Die Helligkeit sollte den September über weiter langsam zunehmen und auf etwa 7^m ansteigen.

C/2010 X1 (Elenin) bleibt im August und September wohl von Mitteleuropa aus unbeobachtbar. Anfang August erreicht der Komet das Sternbild Jungfrau, die Elongation beträgt nur noch 40°. Von südlichen Breiten aus könnte der Komet allerdings bis zur Sonnennähe am 10. September sichtbar bleiben, da die Ekliptik hier steiler zum Horizont steht. Am 26. erfolgt die Konjunktion mit der Sonne in nur etwa 2° Abstand, rund um diesen Termin wird er ins Bildfeld der Sonnensonde SOHO (Solar & Heliospheric Observatory) geraten. Dabei wird man die Nach-Perihel-Entwicklung dieses interessanten Kometen gut verfolgen können. Je nach erreichter Helligkeit wird man den Schweifstern bei uns dann spätestens Anfang Oktober am Morgenhimmel auffinden können. Die Prognosen zur Maximalhelligkeit liegen zwischen 6^m und 4^m – eine größere Helligkeit ist aber nicht ganz auszuschließen. Die besondere Bahngeometrie und die damit verbundene Vorwärtsstreuung von Sonnenlicht könnten Elenin auch um einige Größenklassen heller werden lassen. Aktuelle Informationen zur Entwicklung des Kometen finden Sie im interstellarum-Newsletter.

■ Burkhard Leitner

Der Sternhimmel im August/September 2011

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



Beobachtungsempfehlungen für August/September								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	Entfernung	DSRA/Uran.
NGC 7000	bloßes Auge	GN	20 ^h 59,5 ^{min}	+44° 20'	–	90'×176'	1700–2000Lj	7(14)/85
B 142/143	Fernglas	GN	19 ^h 41,0 ^{min} /19 ^h 41,4 ^{min}	+10° 31'/+11° 01'	–	40'/40'×60'	2000Lj	22/207
NGC 6819	Teleskop	OC	19 ^h 41,3 ^{min}	+40° 11'	7 ^m 3	5'	7650Lj	–/84
NGC 6791	Teleskop	OC	19 ^h 20,9 ^{min}	+37° 46'	9 ^m 5	16'	13670Lj	–/118
Abell 70	Teleskop	PN	20 ^h 31,6 ^{min}	–7° 5'	14 ^m 3	42"	10000Lj	–/298

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

Entlang der Sommer-Milchstraße

Astronomie mit bloßem Auge NGC 7000 – Der Nordamerikanebel

Eines der Highlights am Sommerhimmel ist der Nordamerikanebel mit der leicht einzuprägenden Katalogbezeichnung *ata-logbezeichnung NGC 7000*. Seine faszinierende Form wird vielleicht nur noch vom Pferdekopfnebel B 33 übertroffen, dessen Formen jedoch visuell nur sehr schwer fassbar sind. Doch auch wenn NGC 7000 ein viel leichter zu sehendes Objekt darstellt, so zeigt schon seine Entdeckungsgeschichte, dass dies nur unter Beachtung bestimmter Voraussetzungen der Fall ist.

Wilhelm Herschel sah einen sehr schwachen und sehr großen Nebel, gab seine Position allerdings 1° südlich von NGC 7000 an, so dass selbst sein eigener Sohn John Herschel zweifelte, ob beide Objekte identisch sind. Aus heutiger Sicht ist durchaus nachvollziehbar, wie schwierig es gewesen sein muss, mit den großen und relativ langbrennweitigen Newtonteleskopen sowie den kleinen Gesichtsfeldern der damals verwendeten Okulare die riesigen Ausmaße und schwachen Kontraste des Nordamerikanebels zu überschauen. Das gelang so richtig erst auf fotografischem Wege, als Max Wolf 1890 seinen 6-Zoll-Doppelastrografen auf das Objekt richtete. Denn erst hier konnte der Nebel in seiner ganzen Größe abgebildet und in seiner markanten Form sichtbar werden. Übrigens hat die Astrofotografie etliche weitere Objekte entdeckt bzw. popularisiert, die später auch mit bloßem Auge beobachtet werden konnten, wie z.B. IC 4756 oder den allerdings viel schwierigeren Nebelbogen Barnard's Loop, die in den meist kleinen Gesichtsfeldern der damals visuell beobachtenden Astronomen übersehen wurden. Hinzu kommt, dass die Verwendung von Nebelfiltern die Beobachtung von



Der Nordamerikanebel NGC 7000 fällt durch seine charakteristische Form fotografisch sofort auf, ist allerdings ein schwieriges Objekt für das bloße Auge. Nebelfilter erleichtern die Beobachtung sehr.

Gasnebeln wesentlich vereinfacht bzw. bei letztgenanntem Objekt freizügig überhaupt erst möglich macht. Beim Nordamerikanebel hilft ein UHC- bzw. [OIII]-Filter vor dem bloßen Auge ungemein, wobei 2"-Filter am besten geeignet sind. Allerdings sollte man von hinten einfallendes Streulicht, das sich dann im Filter spiegelt, unbedingt vermeiden, z.B. durch Verwendung eines schwarzen Tuchs über dem Kopf. Weiterhin ist es notwendig, das oder die Filter möglichst gerade vor dem Auge zu positionieren, da sich deren Durchlässigkeit bei Schrägstellung erheblich verändert. Einige Amateurastronomen haben sich zu diesem Zweck sogar eine »Filterbrille« gebastelt, um genannte

Probleme zu umgehen und in den bequemen Genuss der beidäugigen Beobachtung zu kommen.

Der ca. 1,5° × 2° große Nordamerikanebel sollte sich mit Filterhilfe schon bei einer Grenzgröße von etwa 6^m0 ca. 3° – 4° östlich von Deneb und knapp westlich des Sterns ξ (Xi) Cyg zeigen. Hilfreich ist hierbei ein »Filterblink«, also die abwechselnde Beobachtung mit und ohne Filter. So kann der Nebel auch besser von den Sternmassen der Milchstraße unterschieden werden. Ohne Filter zeigt sich NGC 7000 erst ab einer Grenzgröße von etwa 6^m5 dem erfahrenen Beobachter.

■ Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas **Barnard 142/143**

Im langsam ausklingenden Sommer werden die Nächte länger – jetzt lohnt sich wieder eine weite Anfahrt zu einem dunklen Beobachtungsplatz. Zu einer Entdeckungstour lädt vor allem die Sommermilchstraße ein, die

jetzt um Mitternacht im Zenit steht. Vor dem leuchtenden Hintergrund der Milchstraße hebt sich eine Objektklasse ganz besonders ab: die Dunkelnebel, Gas- und Staubregionen im interstellaren Raum, die das Licht dahin-

ter liegender Sterne abschwächen. Damit sie vor den dichten Sternfeldern als sternleere Bereiche sichtbar werden, braucht es für den nötigen Kontrast allerdings einen dunklen Standort mit einer Grenzgröße von minde-



Lambert Spix

B 142/143 an einem dunklen Standort im 15x70-Fernglas, Sehfeld ca. 4,5°.

stens etwa 6^m0. Eine auffallend geformte Dunkelwolke für die Beobachtung mit dem Fernglas steht nicht weit von Atair – dem Hauptstern des Sternbilds Adler – entfernt: B 142/143. Diesen Dunkelnebel entdeckte vor genau 120 Jahren der deutsche Astronom Max Wolf auf Himmelsaufnahmen, die in seiner Heidelberger Privatsternwarte entstanden. Wolf nannte diese Struktur »dreiteilige Höhle« oder »Adlerhöhlen«. Einen Katalogeintrag erhielt der Dunkelnebel aber erst Anfang des 20. Jahrhunderts vom amerikanischen Astronomen Edward Emerson Barnard. Barnard entdeckte auch die wahre Natur dieser Deep-Sky-Objekte. Vor dieser Zeit nahm man an, dass in diesen

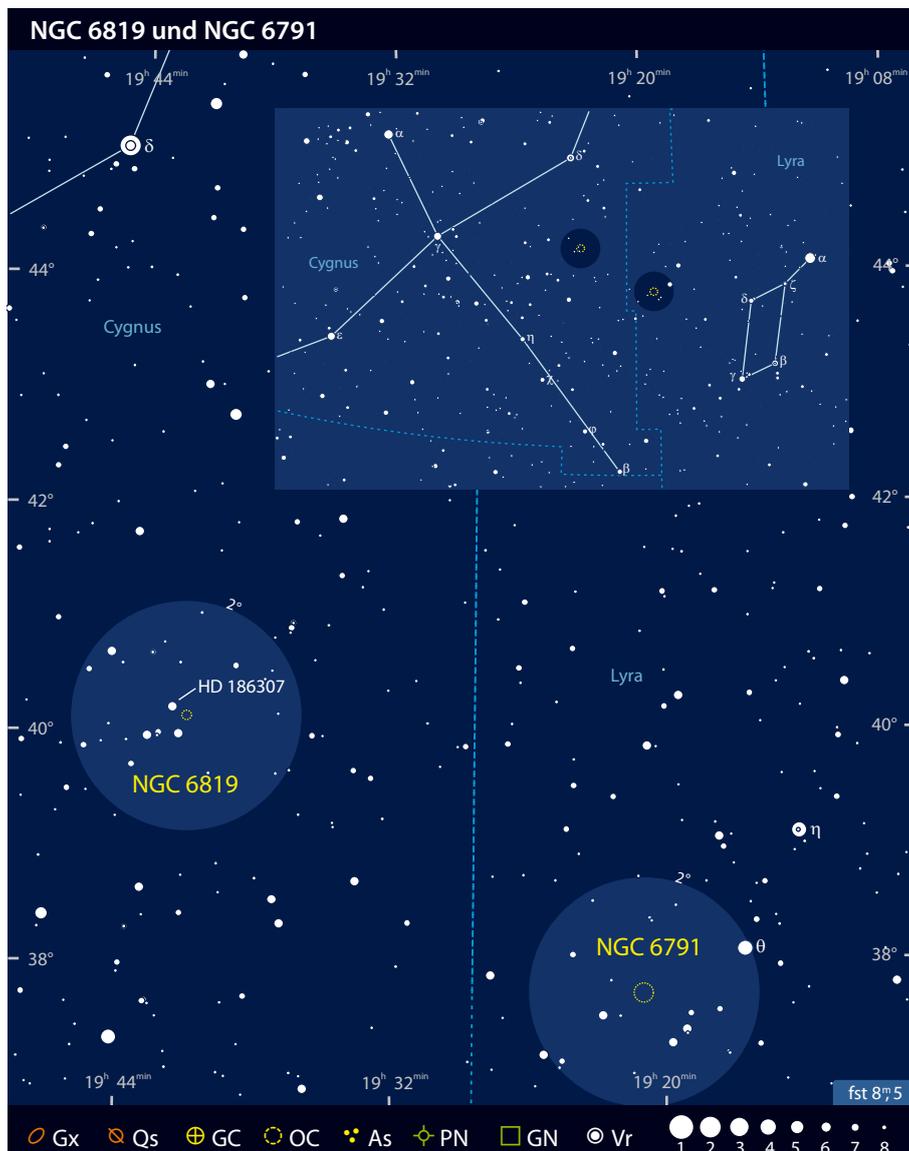
Bereichen tatsächlich keine Sterne vorhanden wären. Heute ist das Doppelobjekt als B 142/143 geläufig. Das Auffinden ist denkbar einfach: Es genügt mit dem Fernglas γ Aql, den hellen Stern nordwestlich von Atair (α Aql), anzupeilen. Jetzt steht der gesuchte Dunkelnebel nur 1,5° – also gut drei Vollmonddurchmesser – westlich davon. An einem dunklen Standort ist von den »Adlerhöhlen« hauptsächlich der nördliche Teil als C-förmiges Muster (B 143) erkennbar; ein geübter Beobachter wird aber auch den südlichen rund 0,5° langen Dunkelstreifen (B 142), der sich weniger gut vom Hintergrund abhebt, ausmachen können. Aufgrund dieser Form wird dieser Dunkelkomplex auch als »Barnard's E« bezeichnet.

■ Lambert Spix

Objekt der Saison NGC 6819

Das Weltraumteleskop Kepler überwacht seit Mai 2009 ohne Unterbrechung die Helligkeiten von knapp 145000 Sternen im Grenzgebiet der Sternbilder Schwan, Leier und Drache. Im Vordergrund der Mission steht dabei in erster Linie die Suche nach extrasolaren Planeten mittels der Transitmethode; die hochpräzise Fotometrie erlaubt jedoch auch das Studium anderer stellarphysikalischer Vorgänge, die sich durch subtile Variationen der Sternhelligkeit bemerkbar machen. Zu den wichtigsten dieser Phänomene gehören dabei neben verschiedenen radialen Pulsationsmoden auch oberflächennahe konvektive Schwingungen von Sternoberflächen, welche sich durch einen geringfügigen Lichtwechsel im Promillebereich bemerkbar machen und zur Bestimmung von Sternmasse und -radius eingesetzt werden können. Da aber der Entwicklungsweg der Sterne und deren mittlere Helligkeit aus Sternmodellen gut bekannt sind, lassen sich daraus wiederum sehr präzise Aussagen bezüglich des Alters und der Entfernung des untersuchten Sterns treffen.

Ein exzellentes Beispiel für die Anwendung dieser Methode zur Charakterisierung unseres galaktischen Umfelds liefert der offene Sternhaufen NGC 6819. Er ist neben dem zweiten Objekt der Saison NGC 6791 (s. S. 29) eines von vier Objekten seiner Art im etwa 12° großen Zielgebiet der Kepler-Mission. Der Haufen ist kompakt und sehr sternreich: Auf Aufnahmen präsentiert sich das Objekt als etwas kleinere



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

und schwächere Ausgabe von M 37 im Fuhrmann. Mit letzterem verbindet den Haufen auch ein für seine Objektklasse überdurchschnittlich hohes Alter, wobei NGC 6819 jenes von M 37 allerdings noch um ein Mehrfaches übertrifft. Der hellste Stern des im Mai 1784 von Karoline Herschel entdeckten Objekts ist ein Roter Riese mit einer visuellen Helligkeit von knapp 11^m . Etwa 50 weitere Mitglieder von NGC 6819 sind heller als 14^m .

Die astrophysikalischen Parameter des Haufens waren zwar grundsätzlich bereits vor Start der Kepler-Mission recht gut bekannt, dennoch konnte mit Hilfe von Kepler die Datenlage noch einmal entscheidend verbessert werden. Die Grundlage dafür lieferte der Nachweis der eingangs erwähnten asteroseismologischen Schwingungen in Mitgliedern des Sternhaufens: So konnten Basu et al. [1] das gemessene Frequenzspektrum dazu nutzen, um die mittlere Masse von insgesamt 21 Roten Riesen zu $1,68 \pm 0,03$ Sonnenmassen zu bestimmen, was einem Haufenalter von 2 bis 2,4 Mrd. Jahren entspricht. Daraus konnte wiederum die Entfernung des Haufens zu $7650Lj \pm 150Lj$ bestimmt werden, was etwa 15% niedriger ist, als der bis dato akzeptierte, allerdings rein auf fotometrischen Studien beruhende Literaturwert [2]. Der geringe Fehler der Entfernungsbestimmung von nur etwa 2% verdeutlicht dabei die außerordentlich hohe Präzision, die mit Hilfe dieser Methode erreicht werden kann.

NGC 6819 ist aufgrund seines Sternreichtums und seiner Kompaktheit das wohl interessanteste Objekt seiner Klasse für mittlere Öffnungen im Schwan, wird aber aufgrund seiner Lage etwas abseits der reichen Milchstraßenfelder der Cygnuswolke oftmals übersehen. Der Haufen steht nahe der Grenze zum Sternbild Leier und kann anhand der Sterne δ Cyg und η bzw. θ Lyr, mit denen er ein flaches gleichschenkliges Dreieck bildet, recht leicht lokalisiert werden. Beim Auffinden des Haufens orientiert man sich am besten am 6^m -Stern HD 186307, der knapp 8,5' vom Haufen-



NGC 6819 erscheint als kompakter, aber sternreicher Offener Sternhaufen.

zentrum entfernt steht und sich gemeinsam mit vier 7^m bis 8^m hellen Sternen zu einem kleinen, aber markanten Sternmuster gruppiert. Eine freiäugige Sichtung von NGC 6819 liegt angesichts einer Gesamthelligkeit von $7^m,3$ und der Nähe zu HD 186307 wohl außer Reichweite, es reicht jedoch bereits ein kleines Fernglas, um das Objekt als kleinen, kompakten Nebelfleck südwestlich des Sterns ausmachen zu können. Die hellsten Haufensterne sind unter guten Bedingungen bereits mit 2,5" erreichbar, das dichte, etwa 3' bis 4' große Zentrum bleibt jedoch auch mit einem vierzölligen Teleskop nur ansatzweise aufgelöst. Ab $6''$ Öffnung steigt die Anzahl an sichtbaren Sternen rapide an, und der Haufen gewinnt mit jedem Zoll an freier Öffnung an Brillanz. Im Zehnzöller präsentiert sich NGC 6819 bei mittleren Vergrößerungen als sehr reicher, stark

zur Mitte hin konzentrierter Sternenschwarm aus insgesamt knapp 70 bis 80 Sternen im gesamten, knapp 10' durchmessenden Haufengebiet. Auffällig ist dabei die unregelmäßige Anordnung der helleren Sterne im Zentrum, die wahlweise an einen Kelch oder den Buchstaben W erinnert. Mit 15" Öffnung schließlich erscheint der Haufen bis ins Zentrum voll aufgelöst und die hellsten Riesensterne zeigen ein teils intensives rötliches Glimmen.

■ Matthias Kronberger

- [1] Basu, S. et al.: Sounding open clusters: Asteroseismic constraints from Kepler on the properties of NGC 6791 and NGC 6819, *Astrophys. J.* 729, L10 (2011)
- [2] Hole, K. T. et al.: WIYN open cluster study. XXIV. Stellar radial-velocity measurements in NGC 6819, *Astron. J.* 138, 159 (2009)

Objekt der Saison NGC 6791

Das Sternbild Leier (lat.: Lyra) ist eine kleine, aber markante Konstellation am nördlichen Sommerhimmel. Der Hauptstern Wega ist gleichzeitig der fünfthellste Stern des gesamten Nachthimmels. Aufgrund der Nähe zum Band der Sommermilchstraße finden sich trotz der geringen Größe des Sternbilds fast alle Arten von Deep-Sky Objekten. Das Bekannteste ist sicherlich der Planetarische Nebel M 57. Doch auch abseits dieser Prominenz finden sich

verborgene Schätze – so der Offene Sternhaufen NGC 6791.

Obwohl seine markante Lage und die visuelle Helligkeit von immerhin $9^m,5$ anderes erwarten lassen, entging der Sternhaufen so bekannten Entdeckern wie William oder John Herschel. Wahrscheinlich war der ausgedehnte Haufen schwacher Sterne in den lichtstarken Teleskopen der Herschels kaum vom reichen Milchstraßenfeld zu unterscheiden. So gelang die Entdeckung im Dezember

1853 dem damals gerade 18-jährigen Friedrich August Theodor Winnecke [1]. Er hatte kurz zuvor sein Astronomie-Studium in Göttingen begonnen. Für die Entdeckung verwendete Winnecke einen kleinen Kometensucher mit 3" Öffnung. Dieser zeigte das Objekt zwar nur als schwaches Wölkchen, das Winnecke mit einem Miniaturabbild von M 74 verglich, jedoch bot er ein ausreichend großes Gesichtsfeld. Dass NGC 6791 ein durchaus auffälliges Objekt für kleine Öffnungen ist, beweist auch



RADEK CHROMIK

NGC 6791, ein sternreicher und sehr alter Offener Sternhaufen.

die unabhängige Wiederentdeckung des Haufens durch Tuttle vom 17.7.1859. Auch er beobachtete mit einem Kometensucher mit 4" Öffnung.

NGC 6791 war in den letzten Jahren Untersuchungsobjekt in einer Vielzahl von Publikationen, was auf einige astrophysikalische Besonderheiten zurückzuführen ist. Grundahl et al. [2] bestimmten die Entfernung mit Hilfe eines Bedeckungsveränderlichen auf $13000Lj \pm 650Lj$. Dies wird von Basu et al. [3] bestätigt: Sie ermittelten auf der Grundlage präziserer fotometrischer Daten des Kepler-Satelliten (s. S. 28) eine Entfernung von $13670Lj \pm 380Lj$. Damit ist der Sternhaufen noch nahe genug, um detaillierte Analysen zu erlauben. NGC 6791 zählt zu den ältesten bekannten Sternhaufen unserer Milchstraße. Frühe Untersuchungen schätzen sein Alter auf 10 bis 12 Milliarden Jahre. Ein Wert der üblicherweise nur von Kugelsternhaufen bekannt ist. In aktuellen Publikationen gilt mittlerweile ein Wert von etwa acht Milliarden Jahren als akzeptiert [3, 4]. Bedin et al. [5] stellten 2005 eine ungewöhnliche Diskrepanz im Farbhelligkeits-Diagramm des Haufens fest. Die Werte der Weißen Zwerge in NGC 6791 schienen im Vergleich zur Hauptreihenpopulation ein wesentlich jüngeres Alter aufzuweisen. Die Erklärungsversuche für diese

Besonderheit sind vielfältig und reichen vom verfälschenden Einfluss im Haufen enthaltener Doppelsternsysteme auf die Fotometrie [6] bis hin zu Prozessen, die die stetige Abkühlung eines Weißen Zwergs verzögern.

NGC 6791 befindet sich in einem reichen Milchstraßenfeld unweit der Grenze zum Sternbild Schwan. Aufgrund der vielen, sehr lichtschwachen Sterne bleibt das Objekt in einem einfachen Fernglas noch verborgen. Wie die historischen Entdeckungsnotizen veranschaulichen, sind zumindest 3"- bis 4"-Teleskope erforderlich. Bei niedriger Vergrößerung ist dann eine große Nebelwolke im Sternfeld erkennbar. Um die ersten Haufensterne aufzulösen sind etwa 8" Öffnung anzusetzen. Dank des enormen Sternreichtums ist NGC 6791 ein sehr lohnendes Objekt für größere Teleskope. Geringe Vergrößerungen bieten auch hier den besten Gesamtanblick des 16' großen Haufens. 10' nordwestlich des Haufens befindet sich ein Dreieck aus 10^m bis 11^m hellen Sternen. Der in Richtung Sternhaufen zeigende Stern trägt die Bezeichnung U Lyrae und zählt zur Gruppe der Kohlenstoffsterne. Seine Helligkeit variiert mit einer durchschnittlichen Periode von 452 Tagen zwischen $8^m.3$ und $13^m.5$ [7]. Er zeigt mit entsprechender Öffnung deutlich seine rötlich-orange Fä-

rbung und verleiht dem Sternhaufen einen zusätzlichen Akzent.

■ Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Nebel und Sternhaufen: Geschichte ihrer Entdeckung, Beobachtung und Katalogisierung – von Herschel bis Dreyers »New General Catalogue«, Book on Demand, Norderstedt (2009)
- [2] Grundahl, F. et al.: A new standard: age and distance for the open cluster NGC 6791 from the eclipsing binary member V20, *Astron. Astrophys.* 492, 171 (2008)
- [3] Basu, S. et al.: Sounding open clusters: Asteroseismic constraints from Kepler on the properties of NGC 6791 and NGC 6819, *Astrophys. J.* 729, L10 (2011)
- [4] García-Berro, E. et al.: A white dwarf cooling age of 8 Gyr for NGC 6791 from physical separation processes, *Nature* 465, 194 (2010)
- [5] Bedin, L. R. et al.: The White Dwarf Cooling Sequence in NGC 6791, *Astrophys. J.* 624, L45 (2005)
- [6] Bedin, L. R. et al.: The Puzzling White Dwarf Cooling Sequence in NGC 6791: A Simple Solution, *Astrophys. J.* 679, L29 (2008)
- [7] Samus, N. N. et al.: General catalogue of variable stars, vizier.cfa.harvard.edu/viz-bin/VizieR?-source=B/gcvs (2007–2011)



Abb. 1: Der Planetarische Nebel Abell 70 erscheint vor einer schwachen Hintergrundgalaxie.

Deep-Sky-Herausforderung Abell 70

Wie bei so vielen Deep-Sky-Objekten außerhalb des NGC/IC begann die Geschichte von Abell 70 mit der Beendigung der fotografischen Himmelsdurchmusterung mit dem 48" großen Schmidteleskop auf dem Mount Palomar [1]. Der Astronom Georg Odgen Abell begann noch während der öffentlichen Freigabe der Fotoplatten mit der Suche nach Objekten und stellte bereits 1955 eine Liste von 73 neu entdeckten Planetarischen Nebeln vor, in der das beschriebene Objekt unter der Nummer 57 auftaucht [2]. Seine endgültige Katalognummer 70 bekam das Objekt mit der Veröffentlichung des kompletten Kataloges [3], welcher insgesamt 86 Objekte listet [4]. Schließlich fand das Objekt auch Eintrag in den offiziellen Katalog aller als galaktische Pla-

netarische Nebel anerkannten Objekte – dem Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae (SEC) [5].

So interessant das Objekt zunächst auch scheinen mag, so wenig ist es bisher in der Wissenschaft untersucht worden. Der Planetarische Nebel (PN) selbst scheint eine typische Ringstruktur aufzuweisen und zeigt auf Fotografien einen schwachen Zentralstern 19. Größenklasse. Aktuelle Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass es sich um einen Doppelstern handelt [6]. In der Arbeit wird auch ein detailliertes Falschfarbenkomposit des Rings präsentiert, welches auf starke [OIII]-Emissionen hindeutet. Der visuelle Anschein einer den Ring des PN durchscheinenden Hintergrundgalaxie wurde 1995 das erste Mal messtechnisch bestätigt, in dem bei einer Durchmusterung im Radiobereich ein signifikantes Signal bestätigt und katalogisiert wurde [7]. Leider existieren weder für den Planetarischen Nebel mit etwa 10000 Lichtjahren, noch für die Galaxie zuverlässige Entfernungsangaben, so dass das Entfernungsverhältnis des Paares schwer abzuschätzen ist.

Visuell zählt Abell 70 zu den einfacheren Objekten des Kataloges und kann bei guten Himmelsbedingungen bereits mit 8"- bis 10"-Teleskopen unter Einsatz eines [OIII]-Filters gesehen werden. Die Ringstruktur ist mit Öffnungen ab 14" bis 16" erreichbar. Die eigentliche Herausforderung besteht jedoch darin, die Hintergrundgalaxie vom Ring des Pla-

netarischen Nebels zu trennen. Dafür muss allerdings ohne Filter beobachtet werden, um das Licht der Galaxie nicht zu blockieren. Mit 16" Öffnung ist die Galaxie dann als besser

definierte Nordkante des Rings zu erkennen. Steigert man die Öffnung auf 20" bis 24", wird die Unterscheidung von Galaxie und Planetarischem Nebel immer einfacher und sogar die Elongation der Galaxie selbst rückt in Reichweite. In sehr großen Teleskopen mit mehr als 24" sind dann Ring und eingebettete Galaxie mit einem Achsverhältnis von 1:3 in Südost-Nordwest-Richtung einfach wahrzunehmen.

■ Uwe Glahn

- [1] Glahn, U.: Der Palomar Observatory Sky Survey (POSS), interstellarum Thema Planetarische Nebel, 44 (2009)
- [2] Abell, G.O.: Globular Clusters and Planetary Nebula Discovered on the National Geographic Society-Palomar Observatory Sky Survey, PASP 67, 258 (1955)
- [3] Abell, G.O.: Properties of Some Old Planetary Nebula, Astrophys. J. 144, 259 (1966)
- [4] Glahn, U.: Planetarische Nebel des Abell-Kataloges, interstellarum Thema Planetarische Nebel, 44 (2009)
- [5] Acker, A. et al: Strasbourg-ESO Catalogue of Galactic Planetary Nebulae, ESO, Garching (1992)
- [6] Miszalski, B. et al: Dense circumstellar nebulae in wide binary central stars, star.herts.ac.uk/~brent/58_Miszalski.pdf (2011)
- [7] Griffith, M. R. et al: The Parkes-MIT-NRAO (PMN) surveys. 6: Source catalog for the equatorial survey (-9.5 deg less than δ less than $+10.0$ deg), Astrophys. J. Suppl. 97, 347 (1995)

Surftipps

Die Planetarischen Nebel von Abell:
www.schoenball.de/astronomie/projekte/abellpn.htm
www.reinervogel.net/pdf/Abell_PN.pdf
www.stathis-firstlight.de/deepsky/abell.htm
www.deepsky-visuell.de/Projekte/AbellPN.htm



UWE GLAHN

Abb. 2: Visuell ist die Galaxie hinter Abell 70 eine besondere Herausforderung für große Teleskope. Zeichnung, 16"-Newton, 360x, fst 7"0.

Der **VENUS**Stransit am 5./6. Juni 2012

Vorschau auf ein seltenes Himmelsereignis

Abb. 1: Der Vorübergang der Venus vor der Sonne ist ein seltenes Ereignis, das zum letzten Mal 2004 stattfand. Wer dieses Ereignis verpasst hat, bekommt in diesem Jahrhundert nur 2012 noch eine weitere Chance zur Beobachtung.

JOHANNES SCHEDLER

VON SUSANNE UND PETER FRIEDRICH

Venustransite sind seltene Ereignisse – es hat Generationen von Astronomen gegeben, die nicht die Chance hatten, die Venus vor der Sonnenscheibe zu beobachten. Die meisten von uns, die den Venustransit von 2004 beobachtet haben, bekommen 2012 jedoch eine zweite Gelegenheit, bevor wieder über hundert Jahre vergehen bis die Venus erneut als kleiner schwarzer Fleck vor der Sonnenscheibe zu sehen ist. Allerdings kann in Europa nur im Bereich der Mitternachtssonne der gesamte Transit beobachtet werden, in den übrigen Teilen des Kontinents nur das Ende.

Die ersten Beobachtungen

Am 4.12.1639 beobachteten und dokumentierten der britische Astronom Jeremiah Horrocks und sein Freund William Crabtree gemeinsam vermutlich als erste Menschen einen Venustransit. Nachdem im Jahr 1677 Edmond Halley zu dem Schluss gekommen war, dass mit Hilfe von Merkur- und insbesondere Venustransiten die Entfernung Erde-Sonne bestimmt werden kann, standen die nächsten Venustransite ganz im Zeichen dieser Entfernungsmessung: Beobachter an verschiedenen Orten auf der Erde sehen die Venus unter einem geringfügig anderen Blickwinkel und damit in etwas anderer

Position vor der Sonne. Zusammen mit den bekannten Beobachtungsorten kann daraus die Entfernung zur Sonne berechnet werden. Kurze Zusammenfassungen der Expeditionen von 1761 und 1769 und ihrer Ergebnisse sind in [1, 2] zu finden.

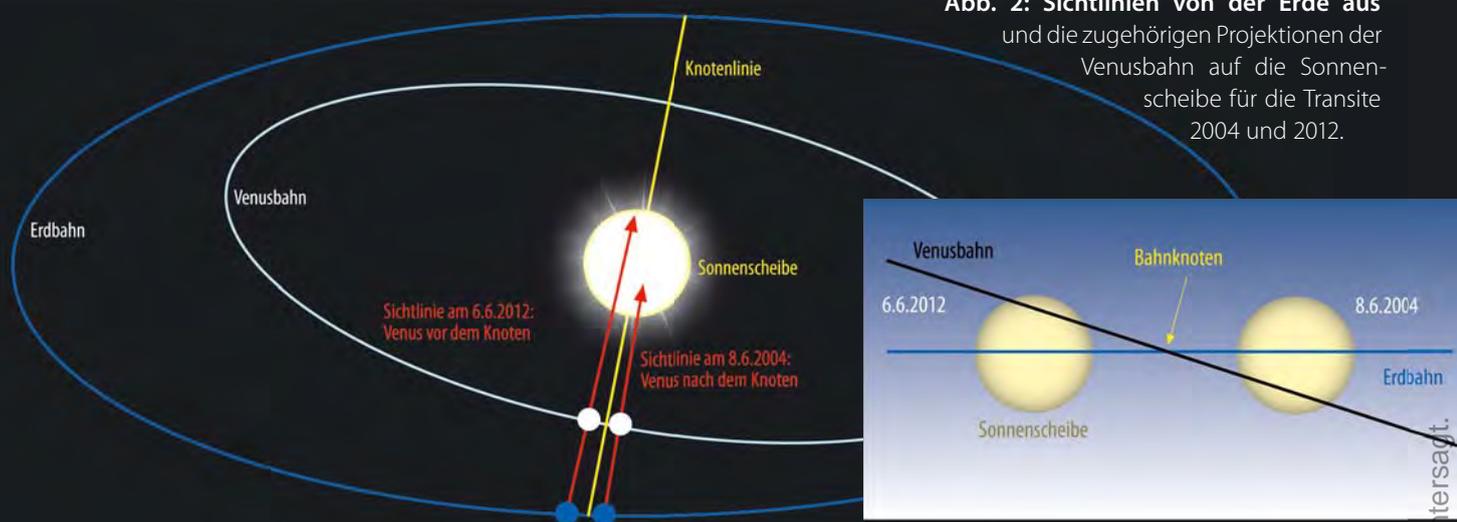
Beim Venustransit vom 8. Juni 2004, übrigens erst der sechste, der überhaupt beobachtet wurde, rief die Europäische Südsternwarte (ESO) alle interessierten Beobachter auf, die Kontaktzeiten (s.u.) zu bestimmen und zu melden. Die Auswertung aller 4550 eingegangenen Kontaktzeiten von 1510 Beobachtern ergab für die Astronomische Einheit, also die Entfernung Erde-Sonne, einen Wert von $149608708\text{km} \pm 11835\text{km}$ und wich damit

nur um $10837,4\text{km}$ von dem von der Internationalen Union festgelegten Wert von $149597870,691\text{km} \pm 0,03\text{km}$ ab.

Geometrische Bedingungen für einen Transit

Die Venus zählt zu den Inneren Planeten, so dass sie sich gelegentlich zwischen Sonne und Erde befindet. Zu dieser Konstellation, die Untere Konjunktion genannt wird, kommt es alle 583,9 Tage. Wegen der Neigungen der Venusbahn von $3,4^\circ$ gegen die Ekliptik zieht der Planet in den meisten Fällen nördlich oder südlich der Sonnenscheibe vorüber. Dies geschieht bereits, wenn sie zur Konjunktion mehr als

Abb. 2: Sichtlinien von der Erde aus und die zugehörigen Projektionen der Venusbahn auf die Sonnenscheibe für die Transite 2004 und 2012.



0,25° ober- oder unterhalb der Erdbahnebene steht. Nur dann, wenn sich Venus während der unteren Konjunktion sehr nahe bei einem ihrer Bahnknoten, also den Schnittpunkten der Venusbahn mit der Erdbahnebene, aufhält, ereignet sich ein Vorübergang vor der Sonnenscheibe. Diese Vorübergänge werden als Transit, Passage oder Durchgang bezeichnet. Findet eine untere Konjunktion exakt im Bahnknoten statt, bewegt sich die Venus während des Transits durch das Zentrum der Sonnenscheibe; findet sie jedoch etwas entfernt vom Bahnknoten statt, wandert sie ober- oder unterhalb der Sonnenmitte über die Scheibe. Abb. 2 zeigt die Sichtlinien und die Projektionen der Venusbahn auf die Sonnenscheibe für die Transite 2004 und 2012 (vgl. interstellarum 33).

Venus erscheint während eines Transits als schwarzer runder Fleck mit einem Durchmesser von knapp einer Bogenminute vor der etwa ein halbes Grad großen Sonnenscheibe. Da sie sich von der Erde aus betrachtet auf dem retrograden Teil ihrer Bahn befindet, bewegt sie sich von Ost nach West über die Sonnenscheibe – im Gegensatz zu Sonnenfinsternissen, bei denen sich der Mond von West nach Ost über die Sonnenscheibe schiebt. Üblicherweise werden für einen Transit vier Kontaktzeiten und die »Mitte« des Transits angegeben (Abb. 3). Als ersten Kon-

takt bezeichnet man den Zeitpunkt, ab dem das Planetenscheibchen den äußeren Sonnenrand berührt. Dieser Zeitpunkt ist bei der visuellen Beobachtung schwer zu bestimmen, da man erfahrungsgemäß den genauen Berührungspunkt nicht exakt festlegen kann. Als zweiten Kontakt bezeichnet man den Zeitpunkt, wenn das Planetenscheibchen komplett vor der Sonne steht und sich vom inneren Sonnenrand ablöst. Entsprechend gibt der dritte Kontakt den Zeitpunkt an, bei dem erneut der innere Rand auf der gegenüberliegenden Seite der Sonnenscheibe berührt wird. Diese beiden Kontaktzeiten sind deswegen visuell schwierig zu bestimmen, weil Venusscheibchen und Sonnenrand mit einer dunklen Brücke verbunden zu sein scheinen, obwohl dies geometrisch nicht mehr bzw. noch nicht möglich ist. Als vierter Kontakt schließlich wird der Zeitpunkt bezeichnet, bei dem das Planetenscheibchen sich vom äußeren Sonnenrand ablöst.

Zyklus der Venustransite

Wie bereits erwähnt, müssen für einen Transit zwei Bedingungen erfüllt sein: Die Venus muss in unterer Konjunktion und in der Nähe eines ihrer Bahnknoten stehen. Zurzeit befindet sich der aufsteigende Knoten von der Erde aus gesehen am 8.

Dezember vor der Sonne und der absteigende Knoten am 7. Juni. Man spricht vom aufsteigenden Knoten, wenn die Venus von der Süd- auf die Nordseite der Ekliptik wechselt und vom absteigenden Knoten, wenn sich der Wechsel in der umgekehrten Richtung vollzieht. Die Berechnungen, wann obige Bedingungen erfüllt sind, führen bei der Venus zu einer Periodizität von 243 Jahren, in denen vier Transite stattfinden können, von denen sich jeweils zwei in einem Abstand von etwa acht Jahren ereignen. Dazu sind folgende Zusammenhänge von Bedeutung: Fünf synodischen Umläufen der Venus ($5 \times 583,917 = 2919,585$ Tage) entsprechen fast genau acht Erdumläufen ($8 \times 365,256 = 2922,048$ Tage); der Unterschied beträgt lediglich knapp zweieinhalb Tage. Nach acht Jahren haben Venus, Erde und Sonne also fast wieder dieselbe Stellung zueinander. Auf den Transit 2004 folgt am 5./6. Juni 2012 der nächste Transit. Allerdings ändert sich die Lage des Durchgangs auf der Sonnenscheibe, da die Venus gegenüber ihrer Position beim ersten Transit knapp eineinhalb Tage auf ihrer Bahn zurück ist (13 siderische Venusumläufe: $13 \times 224,701 = 2921,113$ Tage) und ihren Bahnknoten noch nicht passiert hat. Nach weiteren acht Jahren verfehlt die Venus die Sonnenscheibe, da sie zur unteren Konjunktion bereits zu weit vom Bahnknoten entfernt ist.

Tab. 1: Kontaktzeiten für einige Städte im deutschsprachigen Raum am 6. Juni¹

Ereignis	Berlin	Höhe	Hamburg	Höhe	Stuttgart	Höhe	Wien	Höhe	Bern	Höhe
Sonnenaufgang	4:51 MESZ	–	4:58 MESZ	–	5:26 MESZ	–	5:00 MESZ	–	5:41 MESZ	–
3. Kontakt	6:37:13 MESZ	14°	6:37:09 MESZ	12°	6:37:26 MESZ	10°	6:37:27 MESZ	14°	6:37:3 MESZ	8°
4. Kontakt	6:54:50 MESZ	16°	6:54:46 MESZ	15°	6:55:4 MESZ	13°	6:55:4 MESZ	17°	6:55:1 MESZ	11°

¹Fred Espenak, NASA, GSFC

Nicht immer kommt es allerdings zu zwei Transiten im Abstand von acht Jahren. Findet z.B. der erste Transit statt, wenn sich die Venus genau im Bahnknoten aufhält, so steht sie acht Jahre später zur unteren Konjunktion von der Erde aus betrachtet bereits 22' jenseits der Ekliptik und verfehlt die Sonnenscheibe, deren scheinbarer Radius nur 16' beträgt. Man spricht dann von einem isolierten Transit, der letztmals 1396 stattfand; der nächste ereignet sich 3089. Damit es also zu zwei Transiten innerhalb von acht Jahren kommt, muss der erste eine gewisse Zeit nach dem Passieren des Bahnknotens stattfinden.

Danach dauert es 105,5 Jahre, bis sich die Position, in der die Venus ihre untere Konjunktion erreicht, vom absteigenden zum aufsteigenden Knoten verlagert hat und wieder ein Transit-Paar möglich wird. Nach 2012 ereignen sich die nächsten bei-

den Transite also am 10./11.12.2117 und 8.12.2125. Anschließend vergehen allerdings 121,5 Jahre, bis sich Transite wieder im Juni ereignen. Die größere Zeitspanne resultiert daraus, dass sich Erde und Venus auf Ellipsenbahnen um die Sonne bewegen und ihre Bahngeschwindigkeit entsprechend dem 2. Keplerschen Gesetz in Sonnenferne kleiner ist als in Sonnennähe. Streng genommen muss berücksichtigt werden, dass sich die Lage der Knoten im Raum langfristig verändert und sich durch die Präzession der Erdachse der Frühlingspunkt verschiebt. Beide Bewegungen erfolgen retrograd, wodurch die ekliptikale Länge der Venusknoten um knapp 30" pro Jahr zunimmt und sich die Venustransite um zwei Tage verspäten. Insgesamt ergibt sich eine Periode der Venustransite von $(2 \times 8 + 105,5 + 121,5)$ Jahren = 243 Jahren. 243 Jahre $(243 \times 365,256 = 88757,2$ Tage) entsprechen übrigens fast genau

152 synodischen Umläufen der Venus $(152 \times 583,917 = 88755,4$ Tage) sowie 395 Venus-Bahnumläufen $(395 \times 224,701 = 88756,9$ Tage).

Der Transit 2012

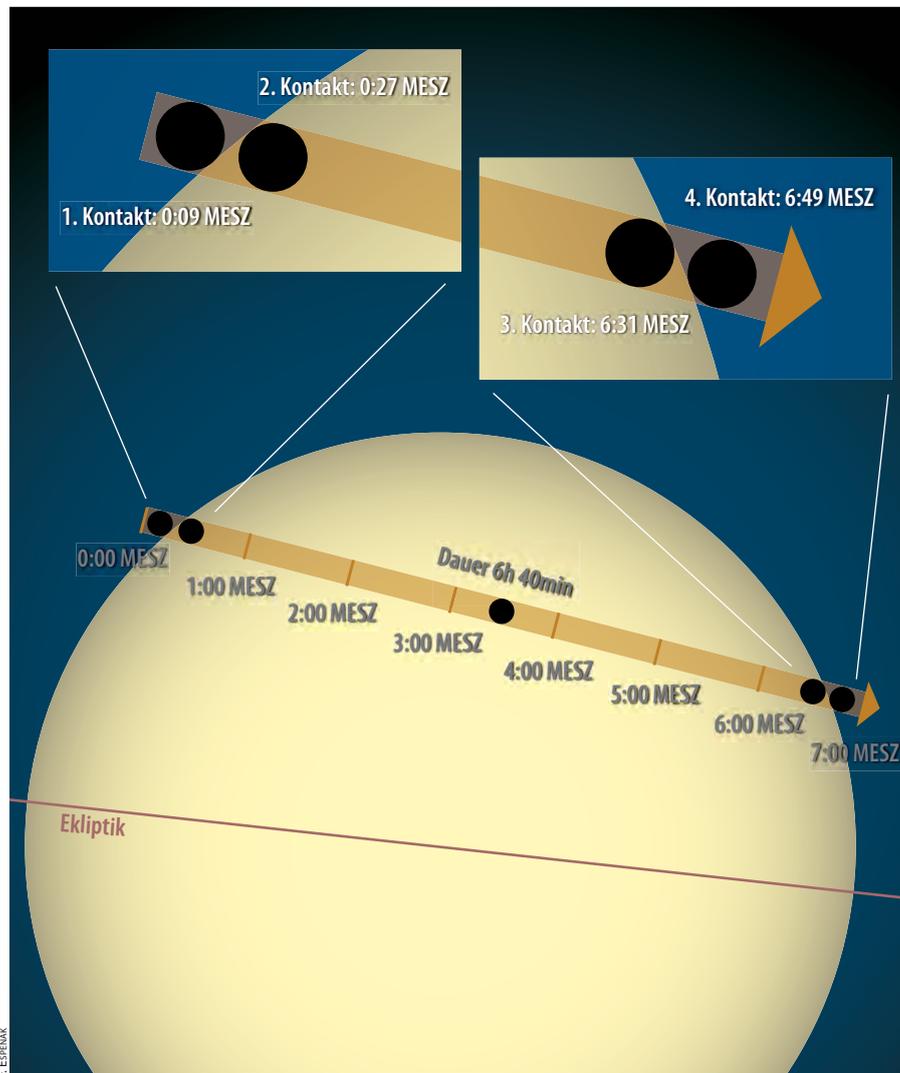
Der Transit dauert insgesamt fast sieben Stunden und beginnt am 6. Juni gegen Mitternacht mitteleuropäischer Sommerzeit, wenn im deutschsprachigen Raum die Sonne unter dem Horizont steht. Nur etwa die letzten anderthalb Stunden des Transits können nach Sonnenaufgang beobachtet werden. Nördlich des 68. Breitengrades ist er jedoch komplett zu sehen, da dort die Sonne am 5. Juni nicht mehr untergeht. Das Nordkap auf 71° nördlicher Breite dürfte eine eindrucksvolle Kulisse für den Venustransit bieten – sofern das Wetter mitspielt.

In Nordamerika kann mit Ausnahme Alaskas und der westlichen Provinzen Kanadas auch dieses Mal nicht der gesamte Transit beobachtet werden. 2004 war der Transit bei Sonnenaufgang bereits weit fortgeschritten oder gar schon beendet, 2012 hat die Venus bei Sonnenuntergang die Sonnenscheibe noch nicht durchquert. In einem Großteil Südamerikas ist der Transit 2012 bei Sonnenaufgang bereits beendet. In Peru, Ecuador, Kolumbien, Venezuela und im nordwestlichen Brasilien beginnt das Ereignis noch vor Sonnenuntergang.

Westlich etwa einer Linie von Hawaii zur Ostküste Neuseelands ist der Transit komplett zu sehen. In weiten Teilen Russlands und Chinas, der Mongolei, Japan, den Philippinen, einem großen Teil Australiens (außer Western Australia) sowie Teilen Indonesiens und Malaysias kann man den Transit ebenfalls vollständig verfolgen. Abb. 4 zeigt, wo der Venustransit auf der Welt ganz oder teilweise sichtbar ist.

Weil die Venus zur unteren Konjunktion nur 43,2 Millionen Kilometer von der Erde entfernt ist, zeigt sie eine relativ große Parallaxe, d.h. die Trajektorie, die die Venus über die Sonnenscheibe zieht, fällt für verschiedene Beobachtungsorte unterschiedlich aus. Einige Kontaktzeiten für Städte im deutschsprachigen Raum sind in Tab. 1 gegeben. Tab. 2 gibt Kontaktzeiten für einige Städte, in denen der Transit komplett gesehen werden kann, wobei Reykjavik auf Island eine Ausnahme darstellt, da dort zur Mitte des Transits die Sonne für kurze Zeit unter den Horizont sinkt.

Abb. 3: Der Verlauf der Venusbahn vor der Sonnenscheibe. Die Zeiten gelten für den Punkt auf der Erde, wo die Mitte des Transits im Zenit stattfindet. Er liegt im Pazifik östlich von Japan. Zeiten an anderen Orten können davon um bis zu sieben Minuten abweichen.



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

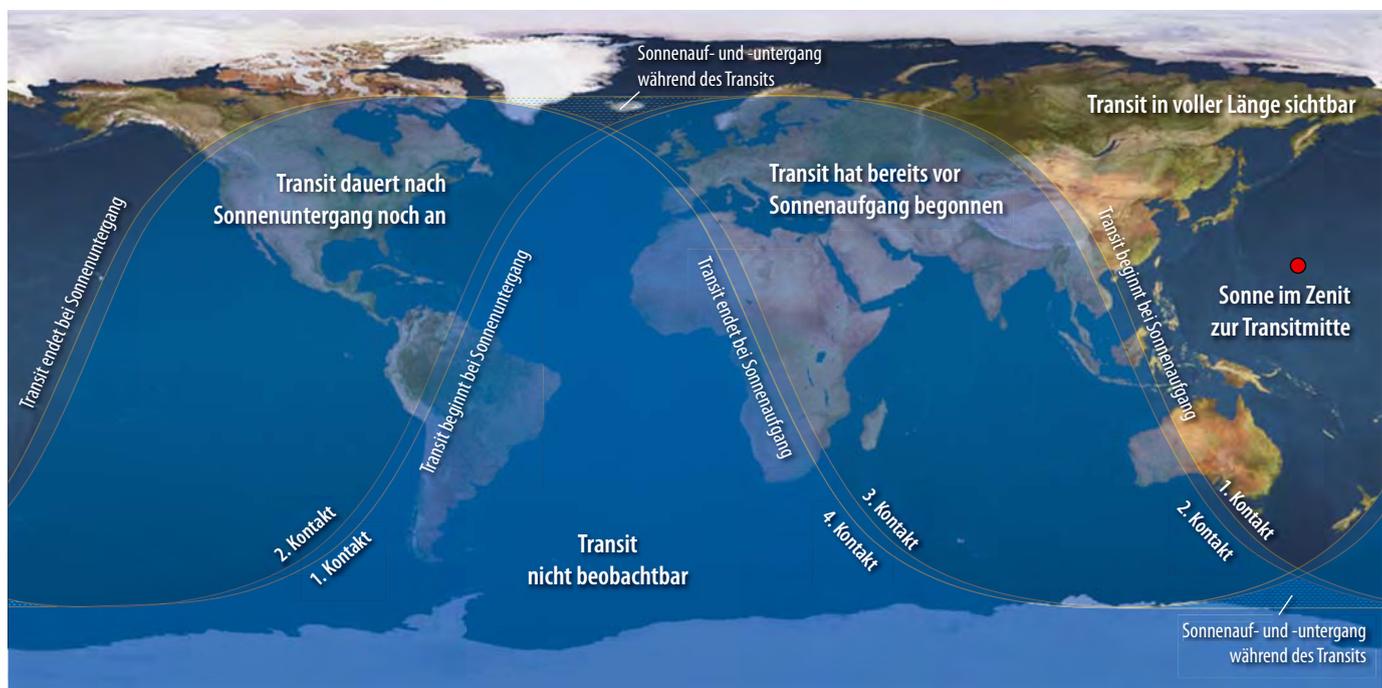


Abb. 4: Die Sichtbarkeit des Venustransits am 5./6. Juni 2012. Diesmal ist der pazifische Raum bevorzugt, in Mitteleuropa ist nur das Ende des Transits sichtbar.

Wetteraussichten

Die besten Wetteraussichten, wenn man den gesamten Transit beobachten möchte, ergeben sich für den Norden Australiens. Dort werden Spitzenwerte von 90% für die Chance auf Sonnenschein erreicht. Abgesehen von Melbourne mit 38% Chance auf Sonnenschein und Adelaide mit 48% liegen alle anderen Werte über 50%. Auch Honolulu eignet sich als Reiseziel mit einer Chance von 70% auf Sonnenschein!

Leider können die europäischen Gebiete der Mitternachtssonne nicht mit solchen Werten mithalten: Tromsø besitzt eine Chance von 31% auf Sonnenschein, während die berechnete durchschnittliche Wolkenbedeckung zur Mitte der Finsternis bei 64% liegt. In Honningsvåg, nahe dem Nordkap, ist die Wolkenbedeckung mit 68% geringfügig höher. Die Werte für andere Städte in Norwegen nördlich des 68. Breitengrades sehen ähnlich aus.

In Deutschland ergibt sich, zumindest wenn man die Klimawerte der großen Städte betrachtet, ein zweigeteiltes Bild: Während am 6. Juni in Süddeutschland im Mittel über die letzten zwanzig Jahre die Sonnenscheindauer fünf bis sechs Stunden (von 16 möglichen Stunden) beträgt, liegt sie weiter nördlich bis zu zwei Stunden höher. Hamburg weist dabei mit fast acht Stunden Sonnenschein den größten Wert auf. Die Wolkenbedeckung bewegt sich zwischen 6/8 im Süden und 5/8 im Norden. Auch mit Regen muss man rechnen.

Für Genf gibt MeteoSchweiz für Juni als langjähriges Mittel (Normwert 1961 bis 1990) 212 Stunden Sonnenschein, für Bern 198 Stunden an, das sind 48% bzw. 45% der möglichen Sonnenstunden. Im Juni muss man in Genf mit zehn Regentagen, in Bern mit zwölf Regentagen rechnen. Die durchschnittliche Gesamtbewölkung liegt in der Schweiz im Juni etwa bei 60%. In Österreich sind wettermäßig eindeutig die östlichen Landesteile bevorzugt, wie Mittelwerte für Sonnenschein und Niederschlag für den Zeitraum 1971 bis 2000 zeigen.

Beobachtung des Transits

Instrumente

Für die Beobachtung des Venustransits wird dieselbe instrumentelle Ausrüstung wie für die Beobachtung der Sonne benötigt. Als einfaches Hilfsmittel ist eine Sonnenfinsternisbrille nützlich, damit man die Venus mit fast einer Bogenminute Durchmesser als schwarzes Pünktchen vor der Sonnenscheibe mit bloßem Auge beobachten kann.

Beobachtet man mit dem Fernrohr, richtet sich die Wahl der Beobachtungsmethode nach den Bedürfnissen des oder der Beobachter. So bietet sich die Projektion auf einen weißen Schirm an, wenn das Ereignis mehreren Personen, vor allem Kindern, gleichzeitig gezeigt werden soll. (Vorsicht, dass niemand versucht, insbesondere bei Beobachtung mit Zenitprisma dennoch direkt durchs Okular zu blicken!)

Zur Projektion sind nur einfache unverkittete Okulare mit Linsen aus Glas geeignet. Nicht geeignet zur Projektion sind katadioptrische Fernrohre mit Plastikteilen im Strahlengang, wie man sie häufig in Schmidt-Cassegrain-Teleskopen findet.

Mehr Details zeigt der direkte Blick durch ein Fernrohr, vor dessen Öffnung ein geeigneter Sonnenfilter (Glasfilter oder spezielle Sonnenfilterfolie) angebracht ist. Auf keinen Fall sollten Okularfilter verwendet werden, da sie in der Hitze des gebündelten Sonnenlichts nahe des Brennpunktes des Fernrohrs zerspringen können. Auch Rettungs- bzw. Sanitätsfolie ist als Objektivfilter nicht geeignet, da sie schädliche Infrarotstrahlung durchlassen kann. Auf jeden Fall sind die Sicherheitsregeln zur Sonnenbeobachtung zu beachten (vgl. Kasten), denn ein Fehler kann zur Erblindung führen!

Phänomene

Wie bereits erwähnt, ist das Venus-scheibchen mit einem Durchmesser von etwa 60" während eines Transits vor der Sonne mit **bloßem Auge** allein mit einer Sonnenfinsternisbrille zu sehen, da das menschliche Auge einen dunklen Fleck vor hellem Hintergrund theoretisch ab einem Durchmesser von 10" erkennen kann. Die Form des Flecks ist bei dieser geringen Größe allerdings nicht zu erkennen. Da sich die Augenpupille bei Sonnenschein verkleinert und damit das Auflösungsvermögen des Auges abnimmt, kann eine

Tab. 2: Kontaktzeiten für ausgewählte Städte weltweit am 5./6. Juni¹

Ort	1. Kontakt	Höhe	2. Kontakt	Höhe	Mitte	Höhe	3. Kontakt	Höhe	4. Kontakt	Höhe
Adelaide	22:16:01 UT	4°	22:34:08 UT	7°	1:30:59 UT	30°	4:27:00 UT	27°	4:44:58 UT	26°
Auckland	22:15:25 UT	24°	22:33:27 UT	25°	1:29:01 UT	28°	4:25:08 UT	7°	4:43:17 UT	4°
Peking	22:09:53 UT	14°	22:27:40 UT	17°	1:30:32 UT	52°	4:31:51 UT	72°	4:49:20 UT	71°
Brisbane	22:15:43 UT	19°	22:33:45 UT	22°	1:30:02 UT	40°	4:26:00 UT	27°	4:43:59 UT	24°
Honolulu	22:09:59 UT	85°	22:27:38 UT	89°	1:26:12 UT	49°	4:26:30 UT	9°	4:44:29 UT	5°
Manila	22:12:39 UT	10°	22:30:33 UT	14°	1:31:14 UT	55°	4:30:10 UT	78°	4:47:44 UT	75°
Melbourne	22:16:03 UT	7°	22:34:10 UT	10°	1:30:39 UT	28°	4:26:35 UT	22°	4:44:35 UT	20°
Nowosibirsk	22:07:12 UT	1°	22:24:59 UT	3°	1:30:39 UT	27°	4:34:37 UT	51°	4:52:05 UT	53°
Osaka	22:10:47 UT	27°	22:28:32 UT	31°	1:29:47 UT	68°	4:30:02 UT	66°	4:47:36 UT	63°
Reykjavik	22:03:25 UT	5°	22:21:07 UT	4°	–	–	4:35:54 UT	4°	4:53:36 UT	6°
Shanghai	22:10:57 UT	15°	22:28:46 UT	19°	1:30:39 UT	57°	4:30:58 UT	78°	4:48:30 UT	75°
Sydney	22:15:56 UT	13°	22:34:00 UT	16°	1:30:15 UT	33°	4:26:09 UT	23°	4:44:09 UT	20°
Taipei	22:11:37 UT	13°	22:29:27 UT	17°	1:30:52 UT	58°	4:30:39 UT	81°	4:48:11 UT	77°
Tokio	22:10:41 UT	31°	22:28:25 UT	35°	1:29:31 UT	70°	4:29:47 UT	63°	4:47:22 UT	59°
Ulanbator	22:08:45 UT	10°	22:26:31 UT	13°	1:30:31 UT	43°	4:32:54 UT	65°	4:50:23 UT	65°
Victoria	22:11:41 UT	6°	22:29:34 UT	10°	1:31:21 UT	51°	4:31:13 UT	88°	4:48:44 UT	84°
Xi'an	22:10:15 UT	6°	22:28:05 UT	10°	1:31:06 UT	47°	4:32:14 UT	78°	4:49:43 UT	78°

¹ Fred Espenak, NASA, GSFC

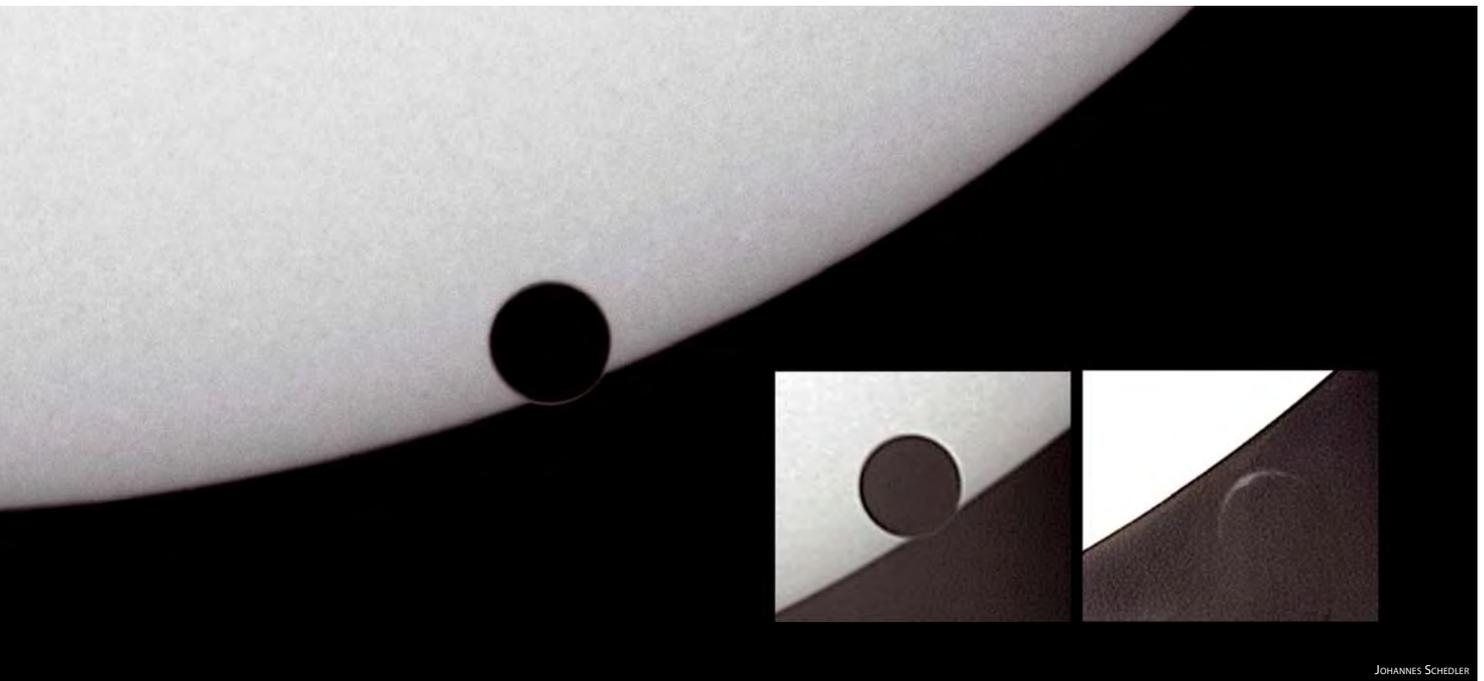
gute Abschirmung der Augen gegen das helle Tageslicht hilfreich sein.

Der Lichtring, nach seinem Entdecker auch **Lomonossow-Ring** genannt, war beim Venustransit 2004 während des Ein- und Austritts im Fernrohr eindeutig zu erkennen (Abb. 5) [4]. Er entsteht durch Brechung von Lichtstrahlen in der dichten Venusatmosphäre. Bei einem Merkurtransit tritt dieses Phänomen nicht auf, weil Merkur keine Atmosphäre besitzt. Aufgrund der unterschiedlich starken

Brechung in verschiedenen Höhen der Venusatmosphäre und entlang des Lichtweges tragen Lichtstrahlen von verschiedenen Regionen der Sonne zum Lichtring bei. Bei geringer Refraktion bilden sich nach dem 1. Kontakt von der Sonne ausgehende Lichtsäume, die sich vor dem 2. Kontakt zu einem geschlossenen Lichtring formen; nach dem 3. Kontakt tritt der Lichtring abermals auf, um sich vor dem 4. Kontakt zur Sonne hin wiederum zu teilen. Bei starker Refraktion hingegen

bildet sich nach dem 1. Kontakt ein polarer Lichtfleck, der sich zum Lichtring entwickelt. Der nach dem 3. Kontakt geschlossene Lichtring verkleinert sich und zieht sich bis vor dem 4. Kontakt wieder zum Pol zurück. Die verschiedenen Phänomene

Abb. 5: Der Lomonossow-Ring, ein auf der sonnenabgewandten Seite der Venus erkennbarer Licht-Saum. Er kommt durch Brechung in der Venusatmosphäre zu stande.



JOHANNES SCHEDLER

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

können bei variierender Refraktion auch kombiniert auftreten.

Nicht mit dem Lomonossow-Ring wechseln sollte man helle Säume um das Venusscheibchen, sog. **Aureolen**, die auf manchen Fotos nach exzessiver Bildbearbeitung auftreten können. Im Gegensatz zum Lomonossow-Ring treten diese Aureolen nur auf, wenn sich die Venus vollständig vor der Sonnenscheibe befindet.

Der **Tropfeneffekt** oder »Schwarze Tropfen«, eine dunkle Brücke zwischen Planetenscheibchen und Sonnenrand kurz nach dem zweiten Kontakt bzw. kurz vor dem dritten Kontakt, wird durch schlechte Optiken verursacht. So berichteten Besitzer einwandfreier Optiken nach dem Venustransit 2004 übereinstimmend, dass kein Tropfenphänomen zu erkennen war, und auch hochwertige Fotos zeigen den Tropfen nicht. Eine Untersuchung der Beobachtung des Merkurtransits am 15. November 1999 mit dem Satelliten TRACE, bei dem ein schwacher Tropfeneffekt beobachtet wurde, bestätigt dies ebenfalls. Da hierbei Effekte der Erdatmosphäre ausgeschlossen werden können und Merkur keine eigene Atmosphäre besitzt, verblieben nach sorgfältiger Reduktion der Beobachtungsdaten und Berücksichtigung aller systematischen Effekte, als Ursache nur das Zusammenspiel von Punktbildfunktion des Instruments und Beleuch-

tung des Merkurscheibchens durch das Licht der Sonne, dessen Intensität zum Sonnenrand hin abfällt (Randverdunklung) [3].

Zieht die Venus vor der Sonne nahe einem Sonnenfleck vorbei, ergibt sich ein aufschlussreicher Vergleich: Man erkennt im Vergleich zum schwarzen Planetenscheibchen die **Färbung der Sonnenflecken!** Die Umbra erscheint im direkten Vergleich graubraun.

Die nächsten Transite

Der nächste Transit ereignet sich bereits in fünf Jahren: Merkur, der innerste Planet, zeigt sich am 9.5.2016 nach 2003 wieder vor der Sonne. Sein Scheibchen wird allerdings nur gut 10" groß sein. Der Venustransit 2012 ist für die heute lebende Generation jedoch der letzte, denn erst am 11.12.2117 schiebt sich das knapp eine Bogenminute große Venusscheibchen wieder vor die Sonnenscheibe, gefolgt vom zweiten Transit am 8.12.2125. Wer das kommende Ereignis 2012 also gebührend genießen möchte, der stimmt sich am 20. Mai in Nordkalifornien mit der Beobachtung der ringförmigen Sonnenfinsternis ein, fliegt dann nach Hawaii zur partiellen Mondfinsternis am 4. Juni, gefolgt vom Höhepunkt, dem Venustransit am 5. Juni in den Mittagsstunden.

- [1] Bersinger, W.: Für Venus um die halbe Welt – Über die Venustransit-Expeditionen 1761 und 1769, interstellarum 34, 50 (2004)
- [2] Bersinger, W.: James Cook und die Vermessung des Sonnensystems, eclipse.astronomie.info/transit/venus/projekt2004/pub/Bersinger-JamesCookVermessungSonnensystem-200312.pdf (2003)
- [3] Schneider, G., Pasachoff, J. M., Golub, L.: TRACE observations of the 15 November 1999 transit of Mercury and the Black Drop effect: considerations for the 2004 transit of Venus, Icarus 168, 249 (2004)
- [4] Gährken, B., Stoyan, R.: Venustransit 2004 – die Auswertung. Teil 2: Lichterscheinungen: Phänomene und Phantome, interstellarum 37, 32 (2005)
- [5] Friedrich, S., Friedrich, P.: Finsternisse – verstehen, beobachten und fotografieren, Oculum-Verlag, Erlangen (2005)

Surftipps

Venustransit 2004 (ESO): www.eso.org/public/outreach/eduoff/vt-2004

Venustransit 2004 von F. Espenak: eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/TV2004.html

Vorhersage Venustransite 2004 und 2012 von F. Espenak: eclipse.gsfc.nasa.gov/transit/venus0412.html

Wetterprognose von Jay Anderson: home.cc.umanitoba.ca/~jander/tov2012/tovintro.htm

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie: www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter.html



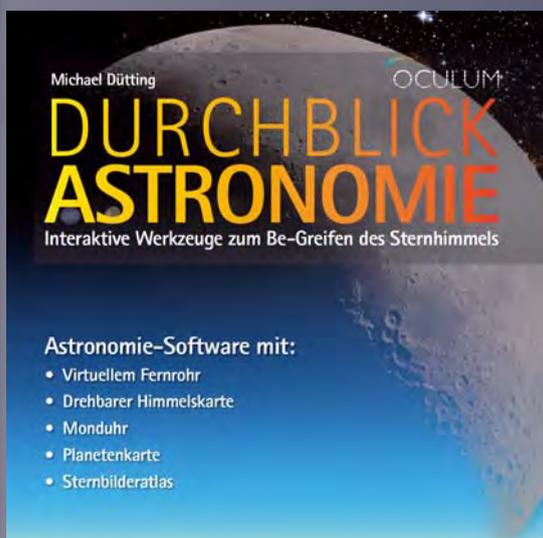
DURCHBLICK ASTRONOMIE

Michael Dütting
CD-ROM, Software für Windows
(1. Auflage) September 2011
ISBN: 978-3-938469-51-4

nur
9,90 €

»Das interaktive Lern-Werkzeug für Einsteiger, Sternwarten & Vereine.«

Oculum-Verlag GmbH • Spardorfer Straße 67, 91054 Erlangen • Tel.: 09131/970694 • Fax: 09131/978596



Michael Dütting

DURCHBLICK ASTRONOMIE

Interaktive Werkzeuge zum Be-Greifen des Sternhimmels

Astronomie-Software mit:

- Virtuellem Fernrohr
- Drehbarer Himmelskarte
- Monduhr
- Planetenkarte
- Sternbilderatlas

AB SEPTEMBER
im Buch- und
Astrohandel

online bestellen: www.oculum.de/onlineshop.asp

MONDfinsternis zur Sonnenwende

Bilder der Totalen Mondfinsternis am 15.6.2011

Wenn die Sonne in ihrer jährlichen Bahn am höchsten steht, erreicht der Vollmond seinen geringsten Abstand vom Horizont. Sehr nahe der maximal möglichen Extremwerte fand am 15. Juni eine Totale Mondfinsternis statt. Der Erdtrabant ging bereits verfinstert auf, und hielt sich auch danach nur knapp über dem Südhorizont auf. Trotz verbreitet schlechten Wetters gelangen interstellarum-Lesern einige schöne Impressionen.

Abb. 1: Der total verfinsterte Mond hinterließ zur Mitte der Totalität einen »ringförmigen« Eindruck, mit hellem Rand und dunkler innerer Zone. 22:22 MESZ, 300mm-Teleobjektiv bei f/5,6, Nikon D700, ISO 1600, 5s. *Thomas Rattei*



ung ist untersagt.



a



b

Abb. 2: Das satte Rot der Finsternis wurde durch die niedrige Horizonthöhe noch unterstrichen.

- a) 8"-Newton bei 1200mm, Canon EOS 40D. *Thomas und Claudia Winterer*
 b) 22:59 MESZ, 4"-Refraktor bei 700mm, Canon EOS 5D, ISO 250, 15s. *Andreas Eisele*
 c) 22:53 MESZ, 7,1"-Refraktor bei 1200mm, Canon EOS 40D, ISO 800, 6s. *Rudolf Plohberger*

Abb. 3: Eintritt (oben) und Austritt (unten) des Mondes aus dem Erdschatten.

- a) 8"-Newton bei 1200mm, Canon EOS 40D. *Thomas und Claudia Winterer*
 b) 300mm-Teleobjektiv bei f/5,6, Nikon D700, ISO 1600, 0,4s, sowie 1/250s und 1/800s, bei ISO 400. *Thomas Rattei*



a



b



Abb. 4: In der Nähe von Wien konnte die letzte Phase des Eintritts in der Dämmerung noch verfolgt werden. 21:47 MESZ, 100mm-Teleobjektiv f/5, Olympus E420, ISO 400, 5s. *Wolfgang Vollmann*

Abb. 5: Total verfinsterter Mond in der südlichen Milchstraße. Die markante Aufhellung unterhalb des Mondes entsteht durch horizontnahe Wolken, die durch die Städte im Müritz angeleuchtet werden., 23:02 MESZ, 35mm-Objektiv bei f/4, Nikon D700, ISO 1600, 15s. *Thomas Rattei*

Ringe und Wirbel im Westen

Beobachtungen kurz vor Vollmond

VON WILFRIED TOST

Im Westen des Mondes fällt die Wallebene Grimaldi schon mit dem bloßen Auge als dunkler Fleck auf. In dessen Nähe befinden sich ein Wirbel, ein Tal, eine Rille sowie ein Becken, welches sich zum größten Teil auf der Mondrückseite verbirgt. Alle Objekte lassen sich am besten in den beiden Tagen vor Vollmond beobachten, wobei eine günstige Libration ungemein hilfreich ist.

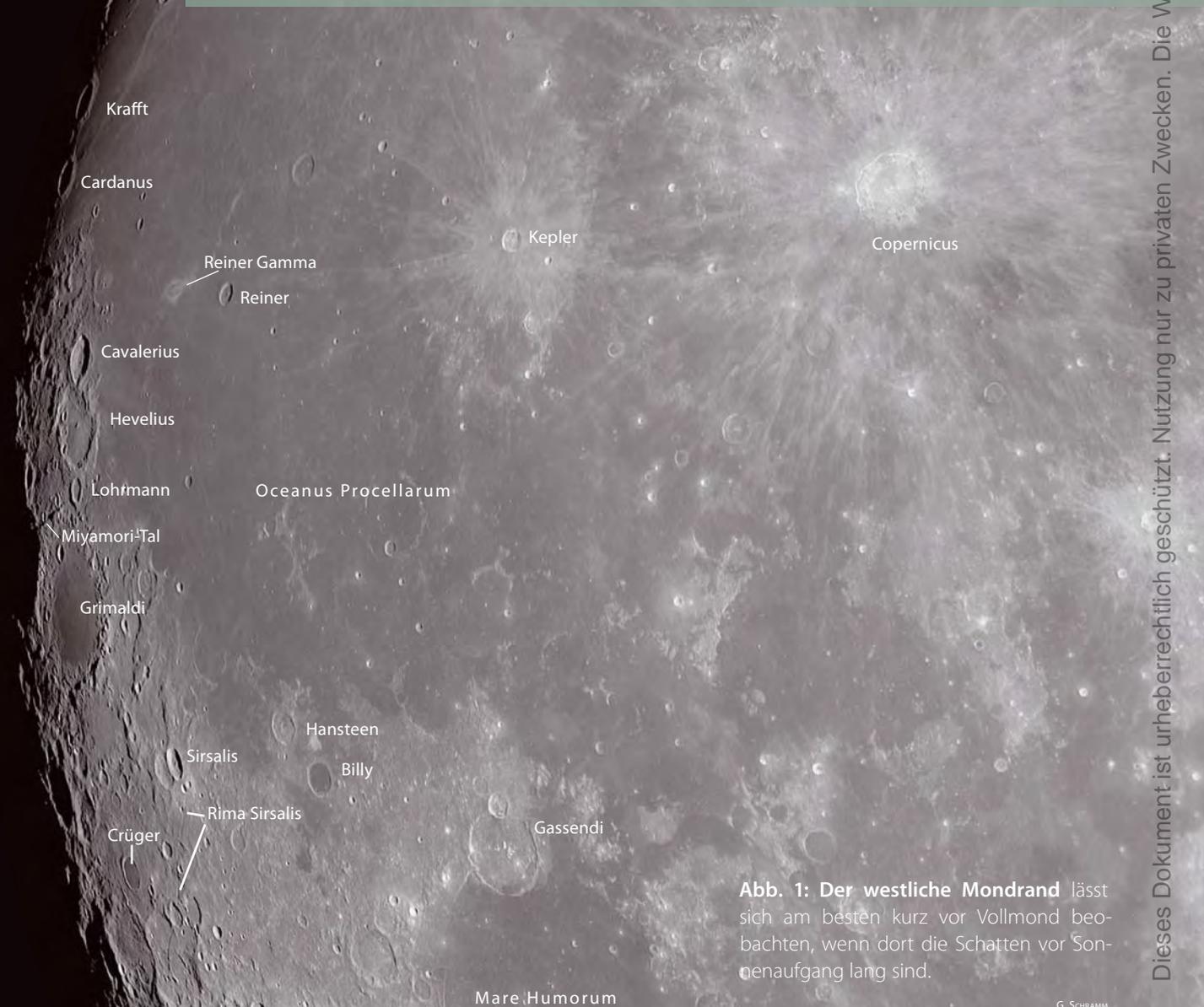


Abb. 1: Der westliche Mondrand lässt sich am besten kurz vor Vollmond beobachten, wenn dort die Schatten vor Sonnenaufgang lang sind.

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

Reiner Gamma

Das auffälligste Objekt des 20. Mondspazierganges liegt knapp oberhalb des Mondäquators am westlichen Rand des Oceanus Procellarum. Hier ist ein heller Fleck auf dem dunklen Lavaboden zu sehen, der den Namen **Reiner Gamma** trägt – abgeleitet vom 30km durchmessenden Krater **Reiner**, der etwa zwei Durchmesser entfernt im Osten liegt. Der Fleck wird als »Swirl« bezeichnet, was man am besten mit »Wirbel« übersetzt. Das Aussehen erinnert an einen Tropfen Milch, der in eine Tasse Kaffee getropft ist. Bei diesem Objekt handelt es sich um reine Helligkeitsunterschiede auf der Oberfläche, d.h. es gibt keine Hügel oder Senken, die den Wirbel formen. Topografisch gesehen ist es eine flache Ebene mit ein paar Farbtupfern darin.

Über Reiner Gamma wird vor allem geschrieben, dass hier eine besonders starke magnetische Anomalie auf dem Mond

vorliegt. Für visuelle Beobachter ist dieses magnetische Merkmal natürlich nicht zu erfassen und deshalb sind deren wesentlichen Eigenschaften im Kasten zusammengefasst. Es gibt jedoch auch einige Herausforderungen an die optischen Beobachter und ihre Teleskope: Obwohl Reiner Gamma häufig beobachtet und fotografiert wird, wird immer wieder versäumt, den Blick vom zentralen Fleck zu lösen, der eine Ausdehnung von etwa 35km besitzt. Hier sollte man versuchen, den dünnen weißen Ausläufern zu folgen, die sich wie schmale Pinselstriche sowohl in nordöstlicher als auch in südlicher Richtung dahin ziehen. Nach Norden reicht der Ausläufer etwa 235km weit, nach Süden etwa 200km, wobei die getupfte Linie hier häufiger unterbrochen und schwieriger auszumachen ist: Eine Herausforderung für jede Teleskopklasse.

Während Dome und Krater in der Nähe des Terminators durch ihren Schattenwurf an Sichtbarkeit gewinnen, so gilt dies nicht

für Reiner Gamma. Dieser macht sich ja nur dadurch bemerkbar, dass seine Oberfläche das Sonnenlicht unterschiedlich stark zurückstrahlt. Diese Eigenschaft hat für einen Beobachter jedoch den Vorteil, dass der Fleck zu allen Mondphasen sichtbar bleibt, während Krater schwer zu finden sind, wenn sie keinen Schatten mehr werfen.

Grimaldi

Noch bekannter als Reiner Gamma ist am westlichen Mondrand die Wallebene **Grimaldi**. Sie erscheint als eigenständiger kleiner runder dunkler Fleck auf hellem Hintergrund und ist schon mit dem bloßen Auge zu erkennen. Grimaldis nördliches Ende fällt fast genau mit dem Äquator des Mondes

Abb. 2: Der nördliche Westrand mit Reiner Gamma und den beiden Kratertripeln Cavalerius, Hevelius, Lohrmann und, direkt am Terminator, Olbers, Hedin und Riccioli.

Der Westrand des Mondes						
Objekt	Typ	Breite	Länge	Colongitude	Größe	Rükl/FMA ¹
Mare Orientale	Meer	-19,9°	-94,7°	80° – 90°	294km	50/68
Reiner	Krater	+6,9°	-55,0°	55°	28,6km	29/61,67
Reiner Gamma	Wirbel	+7,4°	-59,0°	ab 60°	73,4km	28/61,67
Grimaldi	Wallebene	-5,4°	-68,4°	66° – 70°	173km	39/66,67
Cavalerius	Krater	+5,1°	-66,9°	66° – 68°	59,4km	28/67
Hevelius	Wallebene	+2,1°	-67,5°	66° – 70°	117km	28/67
Lohrmann	Krater	-0,4°	-67,4°	67°	31km	39/67
Olbers	Krater	+7,3°	-76,1°	75° – 77°	73km	28/67
Hedin	Wallebene	+2,9°	-76,5°	75° – 80°	157km	28/67
Riccioli	Wallebene	-2,9°	-74,4°	74°	156km	39/67
Miyamori-Tal	–	-1,1°	-69,0°	68° – 73°	100km	39/66,67
Sirsalis	Krater	-12,5°	-60,5°	60°	40,2km	39/66
Rimae Sirsalis	Rille	-15,4°	-61,2°	58° – 66°	405km	39,50/66
Kopff	Krater	-17,4°	-89,7°	90°	40,5km	50/68

¹⁾ Fotografischer Mondatlas



interstellarium GRUNDLAGEN

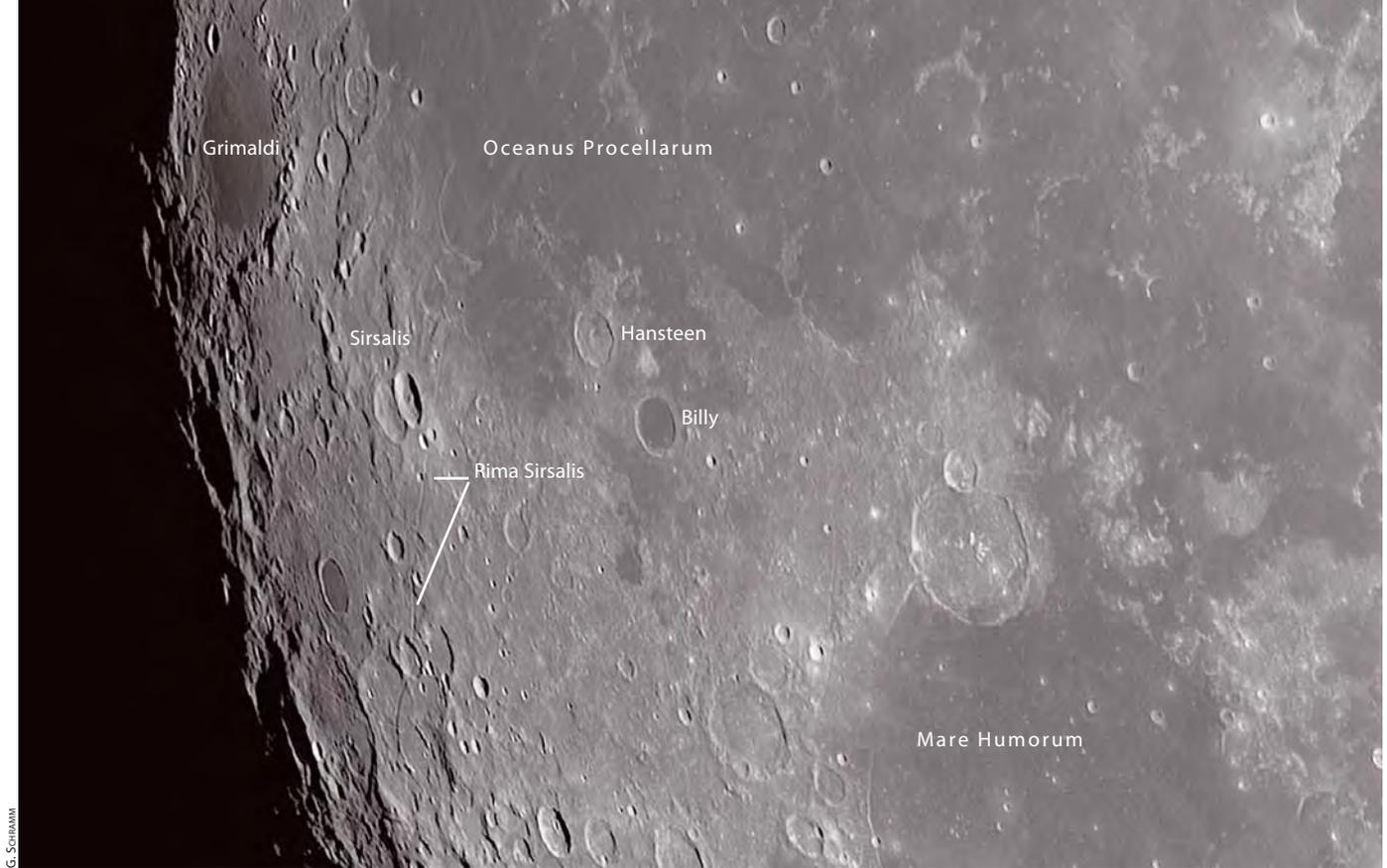
Lunar Swirls

Swirls sind Flächen auf dem Mond, die ein typisches »verwirbeltes« Muster aus hellen und dunklen Anteilen aufweisen. Die wenigen bekannten Exemplare treten sowohl in Lava-Ebenen als auch im lunaren Hochland auf und sind häufig mit magnetischen Anomalien verbunden. Der bekannteste Swirl ist Reiner Gamma am Westrand des Oceanus Procellarum. Das Kerngebiet hat eine Ausdehnung von ca. 35km und zeigt viele Details im Teleskop. Gleichzeitig befindet sich hier eines der stärksten lokalen Magnetfelder auf dem Mond.

Es gibt drei wesentliche Theorien zur Entstehung von Swirls:

- Durch das lokale Magnetfeld werden Teile der Oberfläche hinreichend gegen geladene Teilchen des Sonnenwindes geschützt, die andernfalls den Boden über große Zeiträume hinweg dunkel werden lassen.
- Der Einschlag eines zusammenhängenden Schwarms von Mikrometeoriten, der den Regolith lokal aufgewühlt und unverwitterten hellen Boden an die Oberfläche befördert hat.
- Umverteilung und Anlagerung von schwebenden Staubteilchen durch elektrostatische Felder, die sich lokal bei jedem Durchgang des Terminators bilden.

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



G. SCHUBERT

Abb. 3: Der südliche Westrand des Mondes mit Sirsalis und Rimae Sirsalis.

zusammen, wodurch man ihn gut zur generellen Orientierung (West, Ost, Nord, Süd) benutzen kann. Auf dieser Seite des Mondes verschwinden bei Sternbedeckungen Sterne und Planeten, die etwa eine Stunde später auf der anderen Seite wieder auftauchen.

Obwohl Grimaldi wie ein Mare erscheint, gilt er nur als große Wallebene mit zwei konzentrischen Ringwällen von 200 bzw. 400km Durchmesser. Der äußere Wall ist besonders im Norden stark verwittert und kaum noch zu erkennen. In der Mitte der Wallebene befindet sich das dunkle Kerngebiet mit einer Ausdehnung von 150km. Mit diesem Wert kann man gut die Entfernungen und Kratergrößen in der Nähe abschätzen. Grimaldis Lavadecke reflektiert nur 6% des einfallenden Sonnenlichtes und besteht damit aus einem der dunkelsten Böden, die man auf dem Mond kennt.

Zwei Krater-Triplets

Auf halbem Wege zwischen Reiner Gamma und Grimaldi stößt man unmittelbar am Rand des Oceanus Procellarum auf drei Krater, die direkt aneinander angrenzen und in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind. Im Norden beginnt es mit dem 59km großen **Cavalerius**, darunter liegt die 117km breite Wallebene **Hevelius** und an deren südlichem Rand schließt sich mit dem 31km durchmessenden **Lohrmann** der kleinste der drei Krater an.

Cavalerius ist der markanteste Krater des Trios. Er besitzt ausgeprägte Terrassen, ist 3,6km tief und erscheint deshalb im Fernrohr als deutliches »Loch« mit definiertem Rand. Dies deutet auf einen vergleichsweise jungen Krater hin. Der südlich gelegene Hevelius ist zwar doppelt so groß und besitzt dadurch die vierfache Fläche gegenüber Cavalerius, aber die gesamte Wallebene ist deutlich flacher ausgeprägt. Die Wälle sind bereits verfallen und weisen hier auf ein hohes Alter hin. Auf dem flachen Boden sind mehrere sich kreuzende Rillen auszumachen, deren deutlichste von Norden kommend abknickt und in gerader Linie über den Krater Rand hinweg in den Oceanus Procellarum hinein läuft. Die Querung des Walles zeigt an, dass die Rille einen tektonischen Ursprung besitzt, bei dem der Bruch durch Zugkräfte entstanden ist und nicht durch (abwärts) fließende Lava. Wenn die Sonne flach über dieses Gebiet scheint, dann ist in der Mitte der Wallebene ein nur noch kleiner, aber deutlich sichtbarer Zentralberg zu erkennen. Eine günstige Zeit für diese Beobachtung ist bei einem Mondalter von etwa 13 Tagen, wenn der Terminator sich nähert. In den nachfolgenden Tagen wird die Sichtbarkeit der Krater auf dem hellen Hochlandboden deutlich schwieriger. Reiner Gamma ist hingegen immer als heller Wegweiser zu erkennen und hilft zusammen mit Grimaldi beim Auffinden der Krater.

Über Lohrmann, den verbliebenen dritten Krater im Bunde, gibt es nicht besonders viel zu sagen. Er ist vergleichsweise klein, hat aber recht hohe Kraterwälle, die ihm jedoch nur bei flach einfallendem Sonnenlicht eine

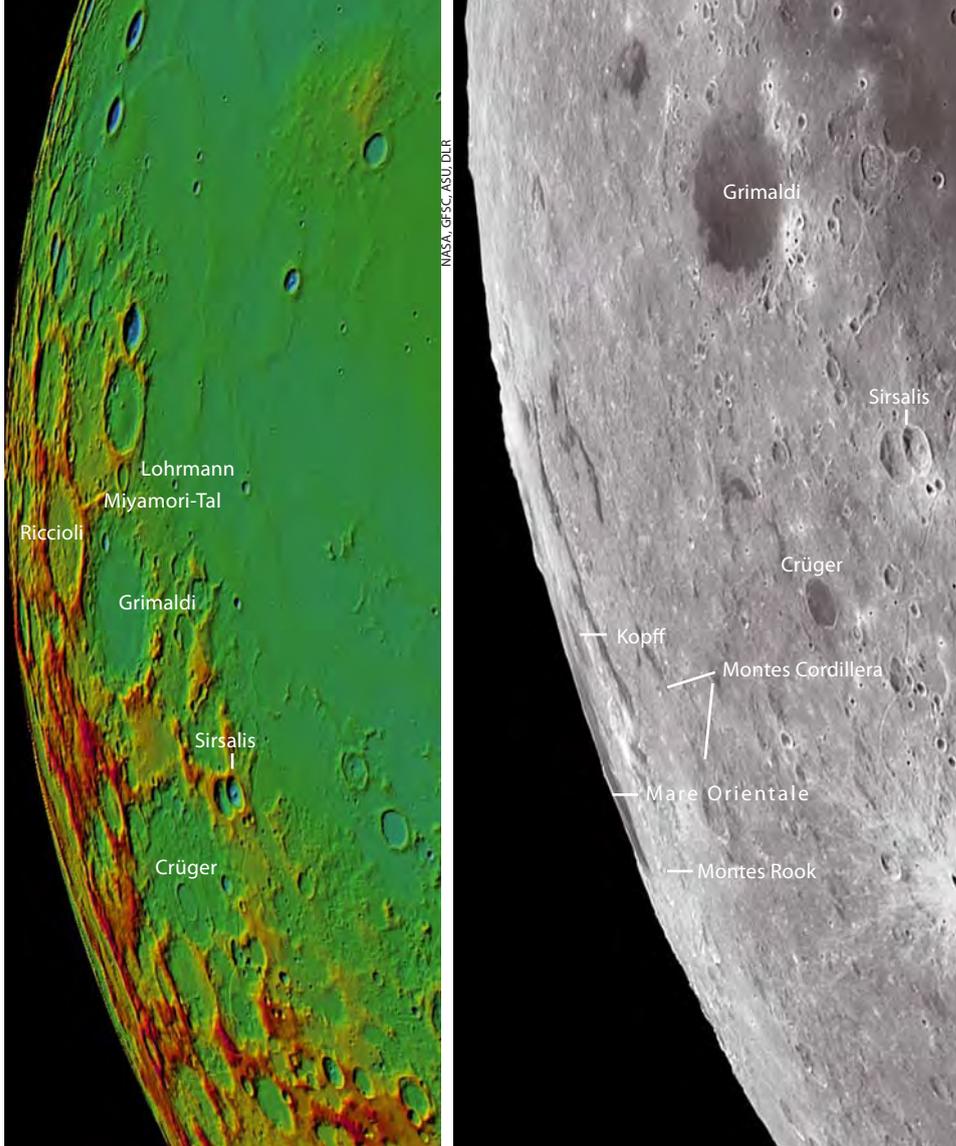
dunkle Umrahmung verleihen. Ebenso wie seine beiden Brüder liegt auch sein Mittelpunkt bei etwa 68° westlicher Länge und die eigentlich kreisförmigen Krater sind wegen der perspektivischen Verzerrung bereits zu deutlichen Ellipsen verzerrt. Die Nord-Südausdehnung ist etwa doppelt so groß wie die in West-Ost-Richtung.

Noch dichter am Mondrand liegen westlich und parallel zum Tripel Cavalerius, Hevelius und Lohrmann drei weitere Krater, die wie deren vergrößerte Schatten erscheinen. Von Norden nach Süden sind dies **Olbbers**, **Hedin** und **Riccioli**; sie sind allesamt schwierig zu beobachten. Dies gilt besonders für die gewaltige Wallebene Hedin mit 157km Durchmesser. Diese erscheint ausgesprochen »flach«, weil sie stark verwittert und von Schutt aufgefüllt ist. Nur wenn der Terminator kurz vor Vollmond diese Region überquert, zeigt sich ein wenig von der Geländestruktur. Als Abwechslung bietet zumindest die gleich große Wallebene Riccioli einen größeren Flecken dunkler Lava in ihrer nördlichen Hälfte.

Das Miyamori-Tal

Von Lohrmann ausgehend verläuft in Richtung auf den Krater Riccioli das sog. **Miyamori-Tal**. Dieser inoffizielle Name bezeichnet eine in gerader Linie verlaufende Grenze zwischen höherem und tieferem Terrain, die sich besonders bei einem Mondalter zwischen 13 und 14 Tagen nur durch ihren Schattenverlauf verrät, der wie ein Tal wirkt. Es findet sich auf vielen Bildern, die den Westrand des Mondes zeigen. Auf al-

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



▲ **Abb. 4: Digitales Oberflächenmodell des Westrandes des Mondes.** Deutlich tritt zwischen den beiden Kratern Lohrmann und Riccioli das Miyamori-Tal hervor.

len Aufnahmen, die Grimaldi zeigen, sollte man einmal gezielt darauf achten, ob das Tal zu erkennen ist; man wird sehr häufig fündig werden. Da das Tal nicht in offiziellen Mondkarten verzeichnet ist, ist es nicht jedem Beobachter geläufig. Die Sichtbarkeit des Schattentales wird dadurch erschwert, dass es ebenso wie Lohrmann und Riccioli dicht am Mondrand liegt und die Libration hier eine wesentliche Rolle spielt. Namensgeber für das Tal ist der Japaner Sakuzo Miyamori (1891–1976), der es am 5. April 1936 »entdeckt« und beschrieben hat. Ein Blick in alte Mondkarten zeigt, dass das Tal schon in Schroeters »Selenotopographischen Fragmenten« von 1791 enthalten ist, aber es wurde nie besonders kommentiert. So ist zumindest dieser japanische Amateurastronom mit einem inoffiziellen Namen auf dem Mond vertreten.

Rimae Sirsalis

Einen Kraterdurchmesser östlich von Grimaldi beginnt bzw. endet die längste be-

kannte Rille auf dem Mond. Benannt ist sie nach dem 40km großen Krater Sirsalis, an dessen Ostseite entlang sie auf den Oceanus Procellarum trifft. Sirsalis ist ein Doppelkrater, der seinen westlich gelegenen älteren Bruder Sirsalis A zum Teil überdeckt. Sirsalis ist deutlich jünger, weniger verwittert und besitzt einen Zentralberg. Die **Sirsalis-Rille** erstreckt sich von hier auf einer Länge von 405km nach Süden. Die durchschnittliche Tiefe von 230m lässt sich schwer am Teleskop bestimmen, wohl aber die Breite der Rille, die an manchen Stellen bis zu 3,7km erreicht. Es handelt sich hier um eine lineare Rille, die durch Tektonik entstanden ist, auch wenn sie im südlichen Teil einige »Bögen« macht. In der Nachbarschaft der gesamten Rille gibt es deshalb auch keinerlei Anzeichen von ehemaliger vulkanischer Aktivität, wie z.B. Dome. Die Kontrastverhältnisse im hellen Hochland machen die Beobachtung der Rimae Sirsalis zwar schwierig, aber nicht unmöglich. Leider erreicht der Abendterminator diese Gegend erst bei einem etwa 26 Tage alten Mond, wodurch sie nur in den frühen Morgenstunden kurz vor Sonnenaufgang zu beobachten ist. Dies wird aber ausgeglichen durch die Bedingungen am Morgenterminator kurz vor Vollmond. Dann hat man die ganze Nacht

Abb. 5: Das Mare Orientale mit den Kordilleren, die den äußeren Ring bilden. Der Krater Kopff, durch den der offizielle Mondrand verläuft, kann bei günstiger Libration ausgemacht werden.

hindurch die Gelegenheit, die riesige Rille aufzuspüren.

Mare Orientale

Das Orientale-Becken mit dem darin liegenden **Mare Orientale** hat bis zum äußeren Ringwall eine Ausdehnung von etwa 900km, aber es liegt zum größten Teil auf der Mondrückseite. Nur bei günstiger Libration können unmittelbar am westlichen Mondrand einige Teile eingesehen werden und diese nur mit starker perspektivischer Verzerrung. Die Beobachtung kann aufgrund der Lage erst mit der Vollmondphase beginnen. Die Ringstruktur des Orientale Beckens wird erkennbar, wenn man ein Bild in einem Bildverarbeitungsprogramm auf eine Kugeloberfläche projiziert. Anders als die Maria auf der Mondvorderseite wurde dieses Becken nicht vollständig mit Lava geflutet, sondern nur der innere Kernbereich von etwa 300km Durchmesser. Die nur zum Teil bedeckten Anteile zwischen dem inneren (Montes Rook) und dem äußeren Ring (Kordilleren) zeichnen sich auf Aufnahmen als dünne dunkle Segmente ab. Anhand der abwechselnd hellen und dunklen Streifen kann man die Ringstruktur des Mare Orientale bereits ahnen. Das Becken entstand durch den letzten großen Einschlag auf dem Mond; danach begann der Mare-Vulkanismus, der fast alle großen Narben auf der Oberfläche im Laufe der Zeit auffüllte. Die Auswurfdecke des Ereignisses reicht bis zu 500km weit über den äußeren Ring hinaus bis an den Rand des Oceanus Procellarum. Für den Beobachter am Teleskop besteht einer der Höhepunkte darin, die Bergketten auf der Mondrückseite auszumachen, die über den Horizont hinweg von der Erde aus sichtbar sind. Der offizielle Mondrand verläuft durch den Krater **Kopff**, den man bei günstiger Libration ausmachen kann.

[1] Longshaw, N.: Miyamori's valley, in myth and reality, Journal of the British Astronomical Association 118, 335 (2008)

Surftipps

Bild des Miyamori-Tales (LPD vom 31.1.2011): lpod.wikispaces.com/December+8%2C+2008
 Interaktive Karte LRO-Quickmap: target.lroc.asu.edu/da/qmap.html

100 Quadratgrad Himmel

Zwischen Cygnus und Lacerta

VON FRANK GASPARINI

Mit Herbstbeginn, wenn die Nächte bereits wieder merklich länger werden, stehen die Sternbilder Schwan und Eidechse am frühen Abend in optimaler Beobachtungshöhe im Zenit: beste Zeit im reichen Gewimmel dieses Milchstraßenabschnitts auf teleskopische Erkundungstour zu gehen.



Abb. 1: M 39 ist der hellste Sternhaufen zwischen den Sternbildern Schwan und Eidechse und bereits im kleinen Fernglas zu sehen.

M 39 und seine Nachbarn NGC 7082 und 7062

Die Beobachtungsrunde beginnt mit »leichter Kost« am nördlichen Ende der Cygnus-Milchstraße, ca. 9° von Deneb entfernt. Unter dunklem Himmel ist die 4^m6 helle Sternansammlung des Offenen Sternhaufens M 39 bereits mit bloßem Auge zu erkennen. Er ist daher auch für Großstadtbeobachter ein dankbares Objekt, denn selbst unter aufgehelltem Himmel fällt der 30' große Sternhaufen bereits im Sucherteleskop oder kleinen Fernglas auf [1]. Zum Auffinden können auch die Sterne ρ und π^2 Cygni als Anhaltspunkte dienen, mit denen M 39 ein beinahe gleichschenkliges Dreieck bildet. Im kleinen Teleskop entfaltet sich bei möglichst geringer Vergrößerung die ganze Pracht des Haufens: 10–15 helle Sterne 7. bis 8. Größenklasse werden von weiteren Sternen geringerer Helligkeit begleitet, die Gesamtform ist dreieckig. Trotz der geringen Konzentration hebt sich der Haufen aufgrund seiner Helligkeit sehr gut von der Umgebung ab. Mit Steigerung der Vergrößerung wirkt M 39 rasch unspektakulär, da der Hau-

Deep-Sky-Objekte zwischen Cygnus und Lacerta							
Name	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Bemerkung	DSRA/Uran.
M 39	OC	21 ^h 31,7 ^{min}	48° 26,0'	4 ^m 6	32'	Stadtobjekt	7/86
NGC 7082	OC	21 ^h 29,3 ^{min}	47° 7,6'	7 ^m 2	25'	–	–/86
NGC 7062	OC	21 ^h 23,5 ^{min}	46° 22,7'	8 ^m 3	7'	klein	–/86
NGC 7048	PN	21 ^h 14,3 ^{min}	46° 17,3'	12 ^m 0	1'	Ringstruktur	–/86(85)
Barnard 361	GN	21 ^h 12,8 ^{min}	47° 22,2'	–	21'	Dunkelnebel	–/86(85)
IC 1369	OC	21 ^h 12,1 ^{min}	47° 44,0'	8 ^m 8	5'	wenige Sterne	–/86(85)
NGC 7026	PN	21 ^h 6,3 ^{min}	47° 51,1'	10 ^m 7	0,3'	bipolar	–/85
NGC 7027	PN	21 ^h 7,0 ^{min}	42° 14,2'	12 ^m 4	0,2'	klein, hell	15/85
NGC 7044	OC	21 ^h 13,2 ^{min}	42° 29,8'	12 ^m 0	6'	–	–/85(86)
IC 5117	PN	21 ^h 32,5 ^{min}	44° 35,8'	12 ^m 6	1,5"	stellar	–/86

fencharakter und seine Einbettung in den Himmelshintergrund verloren gehen.

Knapp 1,5° südsüdwestlich von M 39 befindet sich ein weiterer Offener Sternhaufen, der aber aufgrund seines prominenten Nachbarn häufig vernachlässigt und eher selten bei einer Beobachtungstour besucht wird. Im 16×70 Fernglas erscheint NGC 7082 unter dunklem Landhimmel als recht schwacher aber großer, leicht ovaler Lichtfleck. Mit drei bis vier Zoll Öffnung ist bei Vergrößerungen bis 50× eine Ansammlung zahlreicher schwacher Sterne zu erkennen, davon ein halbes Dutzend mit etwa 9. Größenklasse. Man sollte nicht weiter vergrößern, da der

Haufen sonst visuell rasch im dichten Sternengewimmel der Milchstraße verloren geht.

Von gänzlich anderer Charakteristik zeigt sich der Offene Sternhaufen NGC 7062, der 1,2° südwestlich von NGC 7082 zu finden ist. Die Ansammlung schwacher Sterne misst 5' im Durchmesser und erfordert daher eine Mindestvergrößerung von 100×. Der schönste Anblick wird bei ca. 150× erreicht. Im 10"-Newton hebt sich der mäßig konzentrierte Haufen sehr schön von der Umgebung ab und kann in ca. 25 Einzelsterne vor körnigem Hintergrund aufgelöst werden. Seine Form ist leicht länglich oval. In der Haufenmitte fällt ein

Abb. 2: In der Übersichtsaufnahme zeigen sich die Offenen Sternhaufen NGC 7082 und NGC 7062 südlich von M 39. ▼



Bereich mit geringerer Sterndichte auf, die dadurch dunkler erscheint. Dieses Bild kann auch bereits mit vier Zoll Öffnung bei entsprechender Vergrößerung nachvollzogen werden. Wird im 16"-Teleskop die Vergrößerung auf über 200× erhöht, wirkt der Sternhaufen von den vier hellsten Sternen am äußeren Rand eingerahmt. NGC 7062 ist somit ein Objekt, das auch einen Besuch mit mittlerer und großer Öffnung lohnt.

NGC 7048: Ringnebel für Fortgeschrittene

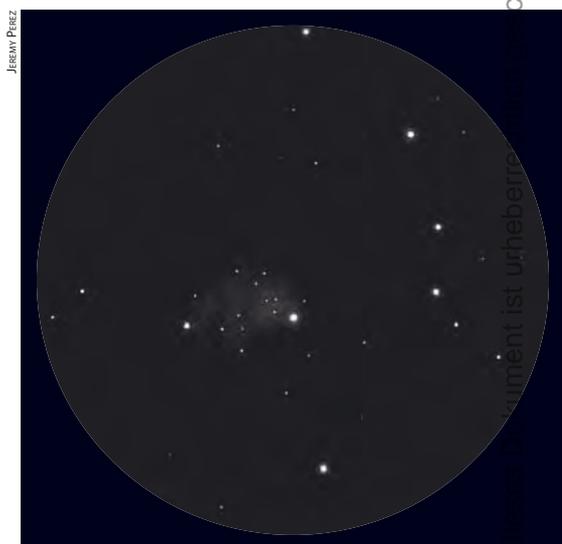
Durch einen Schwenk des Teleskops von 1,5° fast exakt in westlicher Richtung stößt man auf den Planetarischen Nebel NGC 7048. Bleibt der Nebel im Vierzöller noch ein kleines, diffus rundes Glimmen im Okular, lohnt sich ab 10" Öffnung der Einsatz von Filtern. Der Nebel reagiert gut auf UHC- und sehr gut auf [OIII]-Filter, ohne Filter ist nur

ein schwaches Leuchten neben einem südlich stehenden Stern ca. 10. Größenklasse zu erkennen. Unter gutem Himmel erscheint der Nebel bei 150× mit [OIII]-Filter und direktem Sehen als auffällige, gleichmäßig diffuse Scheibe. Mit indirektem Sehen werden andeutungsweise zarte Strukturen im Randbereich erkennbar, die aber nicht näher zu erfassen sind. Mit weiterer Erhöhung der Öffnung auf 16" und mindestens 200× können diese als ungleichmäßige Helligkeitsverteilung im Nebel weiter herausgearbeitet werden. Insbesondere erscheint eine zarte Ringstruktur mit klarer Begrenzung nach außen, die nur im Norden aufgebrochen ist. Der Nebel verbleibt hier lichtschwach und sehr diffus. Ein Zentralstern ist nicht erkennbar.

Visuelle Gegensätze innerhalb der Milchstraße

Setzt man die Tour 1° in nördlicher Richtung fort, gelangt man zu einer deutlich sternleeren Zone innerhalb des reichen Milchstraßenfeldes. Es handelt sich hierbei um den Dunkelnebel Barnard 361. Zur Beobachtung benötigt man einen dunklen Himmel ohne störendes Mondlicht oder städtisches Streulicht. Sind diese Bedingungen erfüllt, ist das fast 30' große Gebiet scharf gegenüber der Milchstraße abgegrenzt und von elliptischer Form mit einem Ausläufer nach Westen. Im Nebel stehen nur wenige schwache Sterne. Den schönsten Anblick bietet ein kurzbrennweitiger Refraktor bei geringer Vergrößerung und etwa 2° großem Gesichtsfeld. Dabei fällt 30° nördlich des Dunkelnebels der Offene Sternhaufen IC 1369 als kleiner,

Abb. 3: Der Offene Sternhaufen NGC 7062 erfordert mittlere Vergrößerungen für eine erfolgreiche Beobachtung. Zeichnung, 6"-Newton-Teleskop bei 1200mm, 120×. ▼





RUBIK CHROMIK

Abb. 4: In der lang belichteten Aufnahme wird die Ringstruktur von NGC 7048 besonders deutlich.

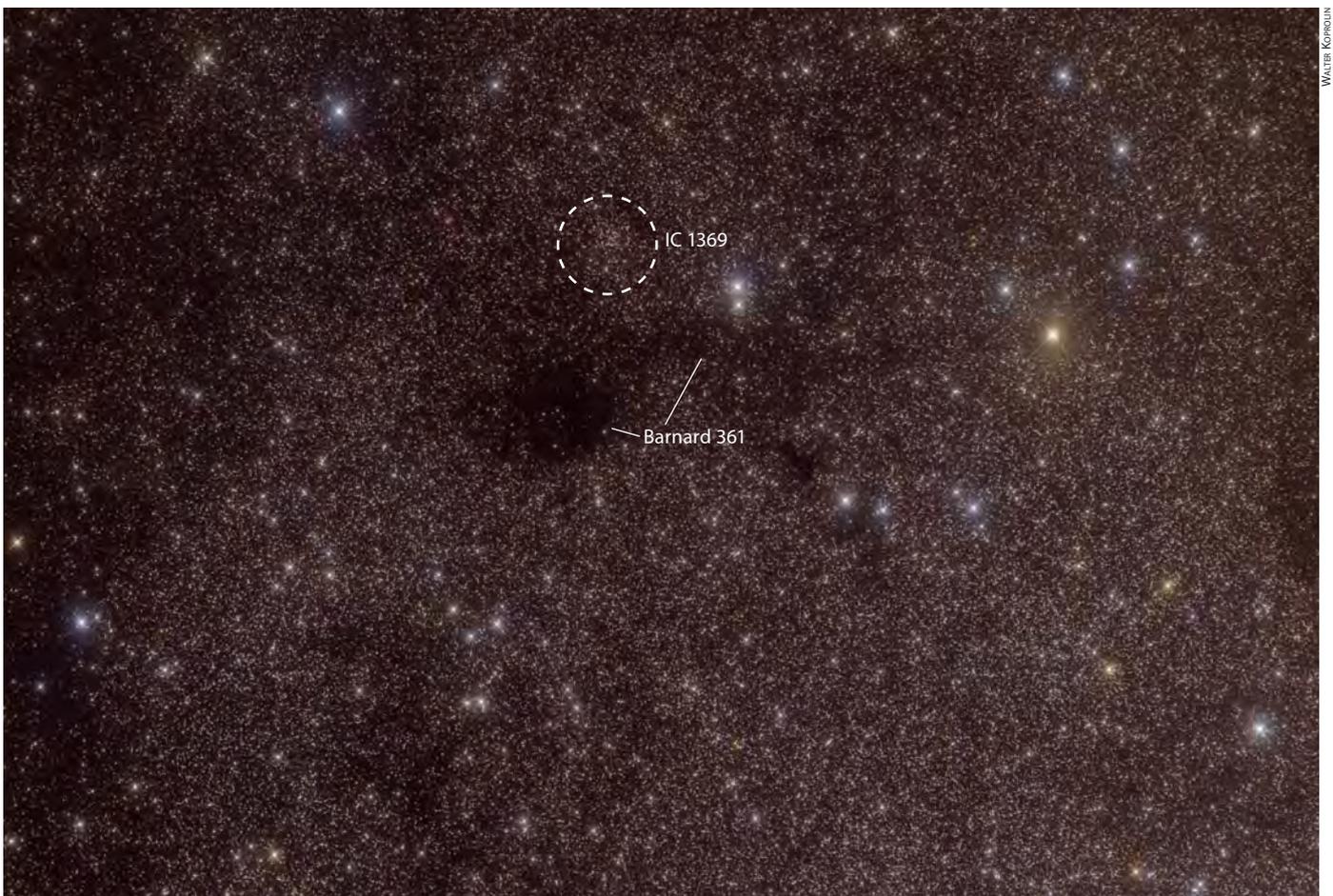
matter Lichtfleck auf. Bei geringer Vergrößerung nicht über 50× erinnert er fast an einen Kugelsternhaufen. Mit Öffnungen ab 8" und Vergrößerungen um 150× werden ca. zehn Einzelsterne herausgelöst, der Hintergrund bleibt jedoch weiter körnig. Dennoch hebt sich der Haufen sehr gut von der

Milchstraße ab. Höhere Vergrößerungen und mehr Öffnung können zwar weitere Einzelsterne aus dem Verbund herauslösen, jedoch geht der fantastische Anblick aus dem Kontrast des zarten Glimmens des Sternhaufens gegenüber dem Dunkelnebel dann gänzlich verloren.

Kleine Nebelschönheiten nördlich und südlich des Nordamerikanebels

Die nächsten beiden Objekte, beides Planetarische Nebel, werden in direkter Nachbarschaft des bekannten Nordame-

Abb. 5: Der Offene Sternhaufen IC 1369 steht in wunderbarem Kontrast zum Dunkelnebel Barnard 361.



WALTER KOPROUN

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



UWE GLAHN

Abb. 6: Der Planetarische Nebel NGC 7026 ist auch als »Cheeseburger-Nebel« bekannt. Zeichnung, 16"-Newton-Teleskop bei 1800mm, 450x, [OIII].



MICHAEL DICER

Abb. 7: Das Foto verdeutlicht neben der bipolaren Struktur weitere Details in NGC 7026.



UWE GLAHN

Abb. 8: Planetarischer Nebel NGC 7027. Zeichnung, 16"-Newton-Teleskop bei 1800mm, 450x, UHC.



BERNHARD HILBE

Abb. 9: NGC 7044 wird erst mit mittleren bis großen Teleskopen aufgelöst.



UWE GLAHN

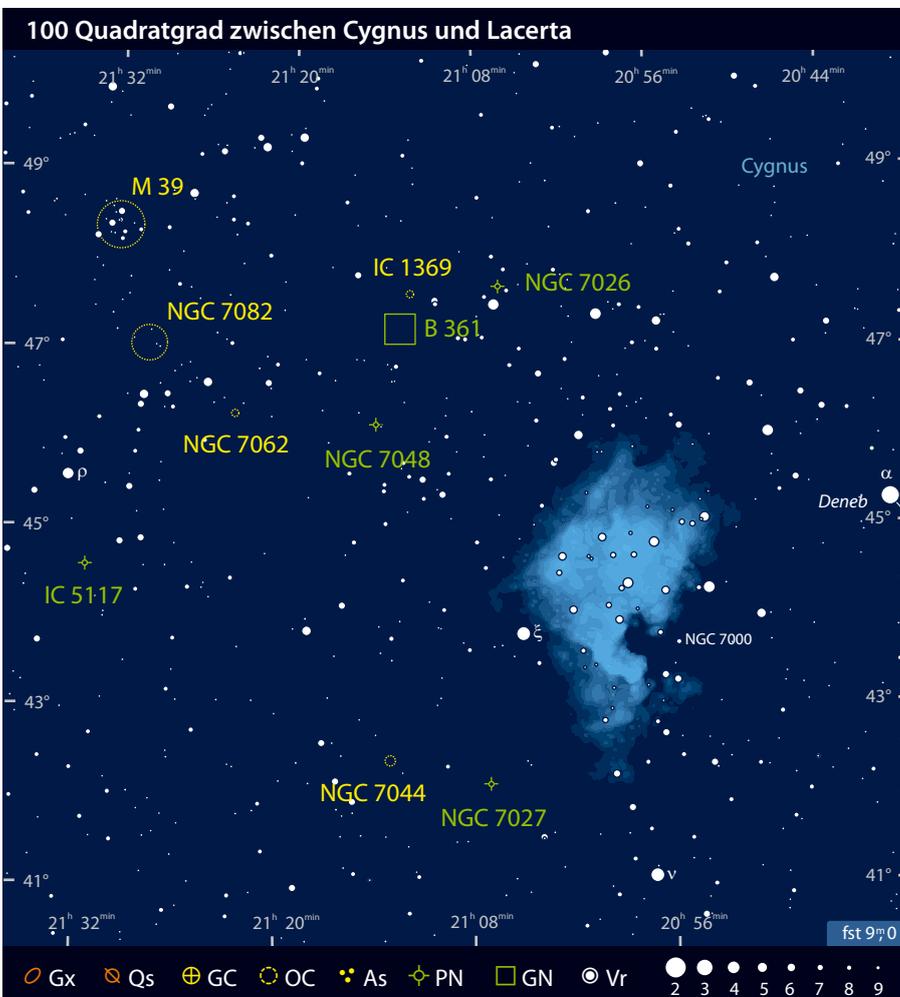
Abb. 10: Der Planetarische Nebel IC 5117 bleibt selbst bei sehr hohen Vergrößerungen stellar. Zeichnung, 16"-Newton-Teleskop, 515x.



RADEK CHROCIK

Abb. 11: Auch das Foto zeigt bis auf die typische Farbe des Planetarischen Nebels keine weiteren Details in IC 5117.

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



rikanebels (NGC 7000) gerne übersehen, sind jedoch lohnende Ziele mit Teleskopen mittlerer Öffnung. Ein knappes Grad in westlicher Richtung von der vorherigen Position entfernt findet man den Planetarischen Nebel NGC 7026. Mit 10" Öffnung und geringer Vergrößerung um 50× wirkt der 0,4'×0,2' kleine Nebel stellar. Mit dem nur 30" östlich stehenden, 9^m6 hellen Stern TYC 3592 2787 wirkt er beinahe wie ein Doppelstern. Mit 150-facher Vergrößerung ist die Natur des Objekts eindeutig zu erkennen: Der Nebel erscheint als kleine ovale Scheibe, elongiert in Nord-Süd-Richtung und mit hoher Flächenhelligkeit. Er reagiert deutlich auf UHC-Filter und erscheint dann heller als der benachbarte Stern. Ab 200-facher Vergrößerung sind indirekt blickweise Aufhellungen an den Randzonen der Längsachse zu erhaschen, die aber nicht eindeutig zu erfassen sind. Seine Natur als bipolarer Nebel lässt sich dem Objekt erst mit Öffnungen von mehr als 16" und hohen Vergrößerungen von über 400× entlocken. Jetzt zeigen sich zwei parallele, in Nord-Süd-Richtung orientierte Balken mit einem dunklen Gebiet dazwischen. Diese Charakteristik hat dem Nebel im angelsächsischen Sprachraum den Spitznamen »Cheeseburger-Nebel« beschert. Die Ver-

wendung eines UHC- oder [OIII]-Filters arbeitet die Trennlinie deutlicher heraus und lässt einen schwachen, die Balken umgebenden Halo erkennen. Zudem zeigen beide Balken deutliche Aufhellungen. Wissenschaftliche Untersuchungen von NGC 7026 aus den 1970er Jahren [2] zeigen, dass der Zentralstern ein Wolf-Rayet-sternartiges Spektrum aufweist. Nach spektroskopischen Untersuchungen von Cuesta et al. [3] handelt es sich bei NGC 7026 um einen Planetarischen Nebel von ca. 1/10 Lichtjahr Durchmesser in einer Entfernung von 6000 Lichtjahren mit recht komplexer Ausströmkinematik, die nicht allein durch die bipolare Morphologie erklärt werden kann. Sie beschreiben neben den sichtbaren Zentren mindestens vier weitere Expansionszonen und modellieren aus ihren Erkenntnissen einen Torus mit vornehmlich axialem Massenaustritt, während in der Äquatorebene der Materieausstrom begrenzt ist.

Nach einem Schwenk von gut 5,5° südwärts, wobei man das bekannte großflächige Gebiet des Nordamerikanebels passiert, das jedoch nicht weiter berücksichtigt werden soll, erreicht man schließlich NGC 7027 als nächstes Ziel. Der Planetarische Nebel ist sehr klein, aber auch sehr hell, so dass er mit 8^m5 bereits im Fernglas als

stellares Objekt zu sehen ist. Im Fünzföller offenbart das Objekt bei Vergrößerungen über 100× seine flächige Struktur und erscheint als kleine diffuse Scheibe. Mit 10" Öffnung sind die Ränder des Nebels klar definiert, der in grünlicher Farbe leuchtet. Mit stärkerer Vergrößerung wechselt die Farbe eher nach türkis bis blau, ab ca. 250× ist vom Süden her eine Einschnürung sichtbar. Öffnungen größer als 16" und beste Beobachtungsbedingungen unter Alpenhimmel zeigen, dass diese Einschnürung den ganzen Nebel durchzieht. Außerdem wird mit einem [OIII]-Filter ein den gesamten Planetarischen Nebel umgebender Halo erkennbar.

Ein Stern, der keiner ist

Auf dem Weg zum letzten Beobachtungsobjekt, dem Planetarischen Nebel IC 5117, wird in gut 1° Entfernung in Richtung Ost-Nordost die Beobachtungsliste quasi im »Vorbeigehen« noch um den Offenen Sternhaufen NGC 7044 bereichert. Es handelt sich um eine sehr kleine und lichtschwache Sternansammlung, die selbst im 6-Zöller noch diffus bleibt. Um Einzelsterne zu erkennen, bedarf es wenigstens 8" Öffnung und Vergrößerungen um 150×, aber auch hier bleibt der Hintergrund granuliert. Im 18" großen Dobson eröffnet sich bei 200× ein fantastischer Anblick im sternreichen Umfeld mit einem Doppelstern am östlichen Rand.

Mit einem weiteren, gut 5° weiten Schwenk nach Nordosten erreicht man dann den Planetarischen Nebel IC 5117. Das Zielgebiet muss genau lokalisiert werden, da der PN selbst bei 100× stellar erscheint und leicht übersehen werden kann. Glücklicherweise reagiert er auf einen [OIII]-Filter und kann durch Filterblink identifiziert werden. Östlich des Nebels steht ein Stern 10. Größenklasse, mit dem er ohne Filter scheinbar einen »Doppelstern« bildet. Auch bei sehr hohen Vergrößerungen zeigt IC 5117 kein charakteristisches Scheibchen, d.h. ist nicht eindeutig von einem Stern zu unterscheiden.

- [1] Julius, K.-P.: Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter. In der Herbstmilchstraße zwischen M 39 und M 52, interstellarum 60, 46 (2008)
- [2] Czyzak, S. J., Aller, L. H: Spectrophotometric Studies of Gaseous Nebulae. XVII. Three Planetaries with Marked Stratification Effects: NGC 6309, NGC 7026, and IC 1747, Astrophys. J. 162, 495 (1970)
- [3] Cuesta, L., Phillips, J. P., Mampaso, A.: The structure and kinematics of the unusual bipolar outflow NGC 7026, Astron. Astrophys. 313, 243 (1996)

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

Blick in einen Galaxien-Jet

Der Blazar S5 0716+714 im polarisierten Licht

VON NICOLAUS STEENKEN



N. STEENKEN, STSCI, NASA

BL Lacertae-Objekte – auch Blazare genannt – sind nach heutigem Forschungsstand eine Unterklasse der Galaxien mit aktiven Kernen. Der in ihren Zentren entstehende, gewaltige, gebündelte Materie-Jet ist im Gegensatz zu anderen aktiven Galaxienkernen genau auf den Beobachter gerichtet. Damit haben Amateurastronomen bei diesen häufig weit entfernten Objekten die Chance, interessante und höchst abwechslungsreiche Beobachtungen anzustellen.

Klaus Wenzel [1, 2] hat in dieser und anderen Zeitschriften bereits mehrfach über seine visuellen Langzeit-Überwachungen von BL Lacertae-Objekten berichtet. In diesem Beitrag soll nun gezeigt werden, dass gerade auch die variable lineare Polarisation der Strahlung interessante Hinweise auf die Natur des nur wenige Lichtstunden durchmessenden, kompakten Ursprungsgebietes von Blazar-Jets geben kann. Da die Spektren der Blazare in der Regel keine Emissions- und

Absorptionslinien aufweisen, sind Astronomen gerade auf die Analyse der Polarisation des Lichts als Hauptinformationsquelle angewiesen.

Helligkeits- und Polarisationsmessungen

Der Blazar im Sternbild Giraffe S5 0716+714 ist gut in unseren Breiten beobachtbar und seine visuelle Helligkeit wird von Klaus Wenzel seit über 11 Jahren

Abb. 1: Künstlerische Darstellung einer aktiven Galaxie, deren Jet knapp an dem Beobachter vorbei zielt. Wenn ein irdischer Beobachter direkt in den Jet blicken würde, wäre die Muttergalaxie deutlich überstrahlt. Das Objekt bezeichnet man dann als Blazar. Als Hintergrund wurde das Hubble Ultra Deep Field gewählt.

in den Monaten September bis Anfang Mai regelmäßig visuell überwacht. Die langjährige Lichtkurve (Abb. 2) zeigt sehr

deutlich das für Blazare typische unregelmäßige Zackenmuster um einen Mittelwert herum. Innerhalb weniger Wochen kann sich die Helligkeit dieser Objekte um mehr als eine Größenklasse verändern. Daneben zeigt die Lichtkurve einen längerfristigen Trend

mit einem Maximum der mittleren visuellen Helligkeit Anfang 2005. 2008/9 waren dagegen die Helligkeitsausschläge mit über 2,5 Größenklassen besonders heftig. Trotz intensiver Forschung an diesem Objekt und auch an anderen Blazaren sind bisher kei-

ne klaren Regelmäßigkeiten oder Perioden der Helligkeitsschwankungen nachgewiesen worden. Die photometrischen und polarimetrischen Messungen, über die hier berichtet werden soll, begannen vor etwa vier Jahren mit dem Ziel den Geheimnissen des dynamischen Lichtwechsels auf die Spur zu kommen. Wegen seines unhandlichen Namens wurde das Objekt auf »Giraffenblazar« getauft und seit Anfang 2007 möglichst oft in einer Gartensternwarte in München beobachtet. Aufgrund von Bäumen und Häusern um die Sternwarte herum gelang dies jeweils im Beobachtungszeitraum von Ende Dezember bis Anfang Mai – bis Frühjahr 2010 insgesamt 49 Mal. Für die Messungen wird ein 8"-Schmidt-Cassegrain-Teleskop

Vorgehensweise bei den Polarisationsmessungen

In einer Beobachtungsnacht wird folgendermaßen vorgegangen:

- Grob-Ausrichtung des Teleskops auf den Blazar
- Fein- und Nordausrichtung des Gesichtsfelds, d.h. Norden muss möglichst genau oben sein (mit einem Fehler von 2° – 3°). Der Polarisationsfilter ist so vor der Kamera montiert und justiert, dass in Nord-Süd-Richtung vertikal polarisiertes Licht maximal durchgelassen wird (Filterstellung 0°)
- Fokussierung mit dem Leitstern
- Einschalten und Einschwingen des Autoguiding mit Leitstern
- Start der ersten Aufnahme in Filterstellung 0°

In den folgenden etwa 45 Minuten werden nacheinander drei Aufnahmen in jeder Filterstellung gemacht und dieses drei Mal wiederholt, um die Messergebnisse der drei Serien mitteln zu können. Falls während der Aufnahmen Schwankungen der atmosphärischen Durchsicht oder Nachführungsgenauigkeiten zu Messfehlern führen, können diese später erkannt und herausgerechnet werden. Da die Helligkeit des Blazars im Verhältnis zu den drei unpolarisierten Vergleichssterne ermittelt wird, werden alle Effekte, die gemeinsam auf diese Sterne wirken, herausgemittelt. Auf eine Normalisierung der Aufnahmen einer Serie mit einem Flatfield kann für die Messungen verzichtet werden, da das Autoguiding die Objekte während der gesamten Aufnahmeserie mit einer hohen Genauigkeit auf demselben Pixel hält.

Anschließend werden die gemessenen Strahlungsflüsse des Blazars und der Vergleichssterne in eine Excel-Tabelle übertragen und mithilfe der Formeln von Martinez und Klotz [4] die lineare Polarisationsstärke P und Polarisationsrichtung A berechnet.

$$P = \frac{i}{k} \quad A = \frac{1}{2} \arctan\left(\frac{s}{c}\right)$$

$$k = \frac{2}{3}(I_{0^\circ} + I_{60^\circ} + I_{120^\circ}) \quad i = \frac{8}{9} \sqrt{(I_{0^\circ} - I_{60^\circ})^2 + (I_{60^\circ} - I_{120^\circ})^2 + (I_{120^\circ} - I_{0^\circ})^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{4}{3}}(I_{60^\circ} - I_{120^\circ}) \quad c = 2I_{0^\circ} - k$$

Die scheinbare Helligkeit wird aus dem Helligkeitsunterschied des Blazars zum hellsten der drei Vergleichssterne bestimmt. Die Summe aus den drei Intensitäten in den drei Filterstellungen ergibt mit der bekannten, nicht variablen Helligkeit des Vergleichssterne von 11^m.5 und der bekannten Formel für den Zusammenhang zwischen Größenklassendifferenz und Intensität die Helligkeit. Da es sich ansonsten um eine ungefilterte Aufnahme handelt, gibt die gemessene scheinbare Helligkeit nur angenähert diesen Wert wieder. Die Genauigkeit der Messungen betragen etwa:

- Relative scheinbare Helligkeit: ±0^m.01
- Polarisationsstärke: ±1%
- Polarisationsrichtung: ±3°

Das Ermitteln der Richtung, in der der Polarisationsfilter seine maximale und minimale Durchlässigkeit für polarisiertes Licht aufweist, wurde am klaren Osthimmel kurz nach Sonnenuntergang durchgeführt. Die Belichtungszeit der Aufnahmen des Sternfelds beträgt jeweils 4min, womit selbst bei Helligkeiten des Blazars von weniger als 14^m in der Regel noch ein ausreichendes Signal-zu-Rausch-Verhältnis von besser als 100 erzielt wird. Ein gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis ist Voraussetzung für präzise photometrische Auswertungen der Aufnahmen, die mit dem Programm Astroart 4 durchgeführt werden [3].

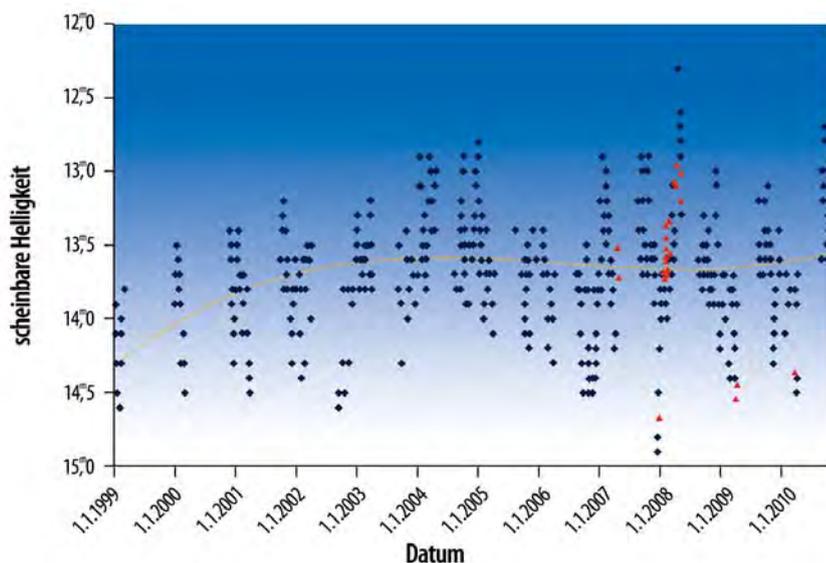
Warum ist das Licht der Blazare stark variabel und polarisiert?

Die Interpretation der kurz- und längerfristigen Helligkeitsschwankungen und Veränderungen der Polarisationsstärke und Polarisationsrichtung der Blazare ist nicht einfach und beschäftigt viele Astronomen schon seit Jahrzehnten. Auch wenn es für die Vielfalt der Beobachtungen an verschiedenen Blazaren noch keine allgemein akzeptierte und alle Phänomene schlüssig erklärende Theorie gibt, gehen heute die meisten Astronomen von folgendem Erklärungsmodell aus [5]:

Um ein zentrales Schwarzes Loch mit mehreren Millionen oder sogar Milliarden Sonnenmassen einer aktiven Galaxie rotiert eine Akkretionsscheibe, durch die schubweise Materie in die Nähe des Zentrums strudelt. Ein Teil der Materie verschwindet hinter dem Ereignishorizont des Schwarzen Lochs, einem anderen Teil bleibt dieses Schicksal erspart. Dieser Teil der ionisierten Materie wird durch Magnetfelder auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und vertikal zur Scheibe als fokussierter Jet wieder aus der Region herauskatapultiert. Bisher ist umstritten, ob es sich bei den Teilchen im Jet um Elektronen, Positronen oder Protonen handelt. Da die Rotation der Akkretionsscheibe und des Schwarzen Loches die Magnetfeldlinien verdreht, nehmen diese eine helikale Struktur an. Die geladenen Teilchen spiralen mit fast Lichtgeschwindigkeit um diese Magnet-

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

Abb. 2: Lichtkurve des Blazars S5 0716+714. Die blauen Karos zeigen die visuellen Helligkeitsmessungen von Klaus Wenzel. Die roten Dreiecke zeigen die photometrischen Messungen des Autors. 19 Messungen wurden in gleichen Nächten durchgeführt. Diese Messungen stimmen bis auf $\pm 0^m,25$ überein, die photometrischen Messungen zeigen im Mittel eine $0^m,15$ höhere Helligkeit. Dieses wird u.a. durch unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten von Auge und CCD-Kamera verursacht.



und eine CCD-Astrokamera benutzt, zwischen die ein selbst gebauter drehbarer linearer Polarisationsfilter montiert ist. Zwischen den Aufnahmen wird der Filter um 60° ge-

feldlinien und senden für uns nachweisbare polarisierte Synchrotronstrahlung vom Radio- bis zum optischen Wellenlängenbereich aus. Diese Strahlung kann an Materiewolken neben dem Jet gestreut werden und dann wieder mit geladenen Teilchen im Jet kollidieren. Die fast lichtschnellen geladenen Teilchen übertragen ihre hohe Energie auf diese Photonen. Dabei entsteht durch den so genannten »Umgekehrten Compton-Effekt« intensive Röntgen- und Gammastrahlung. Möglich ist jedoch auch, dass die Synchrotronstrahlung selbst wieder mit Elektronen kollidiert und damit den so genannten Self-Compton-Effekt verursachen. Im weiteren Verlauf des Jets treffen geladene Teilchen schon nach wenigen Lichtminuten auf erste langsamere Materiewolken. Man nimmt an, dass der Unterdruck im Jet Materie aus der turbulenten Umgebung des Schwarzen Lochs ansaugt. Auch durch den Zusammenstoß dieser Teilchen kommt es dann – wie beim Auftreffen des Strahls eines Teilchenbeschleunigers auf ein Objekt – zur Umwandlung der Energie der Teilchen in Röntgen- und Gammastrahlung. In den getroffenen Wolken entstehen Stoßwellen; die getroffenen Teilchen werden dabei ihrerseits auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und schießen entlang des Jets aus der Galaxie. Es kommt zu Helligkeitsausbrüchen, die fast immer zeitgleich in allen Wellenlängen vom Radiobereich bis zur Gammastrahlung beobachtet werden. In den teilweise wochen- oder monatelang leuchtenden Stoßfronten ist die Strahlungsintensität deutlich höher als in den anderen Teilen des Jets. Da man bei vielen Blazaren fast direkt in den Jet schaut, überlagert sich für uns die Strahlung aus verschiedenen Stoßfronten in dem Jet zu einer komplexen Gesamtstrahlung. In-

gesamt scheint der Jet über viele zigtausend Lichtjahre stabil zu bleiben und verursacht auch noch weit außerhalb seiner Muttergalaxie Strahlungsausbrüche im Radiobereich.

Man kann nach diesem Erklärungsmodell zwischen verschiedenen Zuständen eines Blazars unterscheiden:

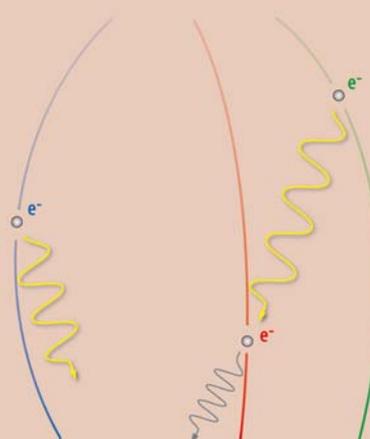
- Grundzustand ohne Stoßfronten im Jet
- Grundzustand mit einer Stoßfront
- Grundzustand mit mehreren Stoßfronten

Interessant an dem Grundzustand ist auch, dass die Farbe des Blazars röter wird als in den helleren Phasen. Das Modell erklärt diesen Effekt damit, dass die Strahlung der Muttergalaxie und der Akkretionsscheibe längerwelligere Strahlungsanteile enthält als die Strahlung aus den Stoßfronten. Weiterhin sagt das Erklärungsmodell eine Zunahme der Polarisationsstärke für Blazare im Grundzustand voraus also eine Anti-Korrelation zwischen Helligkeit und Polarisationsstärke. Die Synchrotronstrahlung aus dem Jet im Grundzustand hat demnach eine relativ hohe und über Jahre stabile Polarisationsrichtung und -stärke. Kommt eine Stoßfront im Jet hinzu, nimmt zwar die Gesamthelligkeit zu, die Polarisationsstärke des Lichts nimmt jedoch immer dann ab, wenn die Polarisationsrichtung des Lichts aus der Stoßfront einen anderen Winkel aufweist als die Grundstrahlung. Dann nämlich heben sich die verschiedenen Polarisationsrichtungen der Strahlungsquellen in den meisten Fällen wieder auf. Nur selten kommt es zu einer Verstärkung, wenn zufällig die Polarisationsrichtung der Strahlung im Grundzustand mit derjenigen der Stoßfront übereinstimmt. Hinzu kommt, dass sich die Polarisations-

richtung des Lichts der Stoßfronten innerhalb weniger Stunden oder Tagen drehen kann, wenn diese sich entlang der spiralförmigen Magnetfeldlinien im Jet nach außen bewegen.

Schematische Darstellung der physikalischen Prozesse im Blazar-Jet.

Das blaue Elektron auf der linken Seite bewegt sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit auf einer gekrümmten Bahn im Magnetfeld des Jets. Dabei sendet es ein Lichtquant aus und erzeugt damit die auch im optischen Wellenlängenbereich beobachtbare als gelbe Welle symbolisierte Synchrotronstrahlung. Das grüne Elektron auf der rechten Seite sendet ebenfalls durch eine gelbe Welle gekennzeichnete Synchrotronstrahlung aus, die dann jedoch im Jet auf das ebenfalls fast lichtschnelle rote Elektron trifft. Durch den Zusammenstoß entsteht durch den »Umgekehrten Compton Effekt« Röntgen- und Gammastrahlung im Jet, die in der Grafik als dunkelgraue Welle dargestellt ist.



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

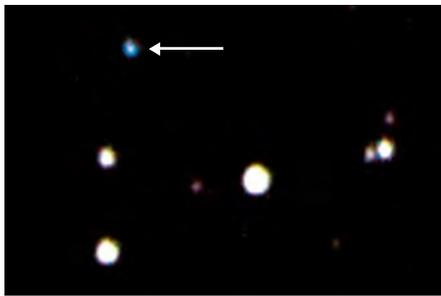


Abb. 3: S5 0716+714 bei niedriger Helligkeit von 14^m.2 und maximal gemessener Polarisationsstärke von 31%, aufgenommen am 23.3.2010. Falschfarbenaufnahme, in der den Richtungen des Polarisationsfilters folgende Farben zugeordnet wurden: 0° Rot, 60° Grün, 120° Blau. Der Blazar im oberen linken Teil des Bildes ist bläulich. Der berechnete Polarisationswinkel betrug 116°. Norden ist oben. Die drei Sterne südlich und südöstlich vom Blazar werden als unpolarisierte photometrische Vergleichsterne genutzt. Der hellste Stern im unteren rechten Teil der Aufnahme diente als Leitstern für das Autoguiding.

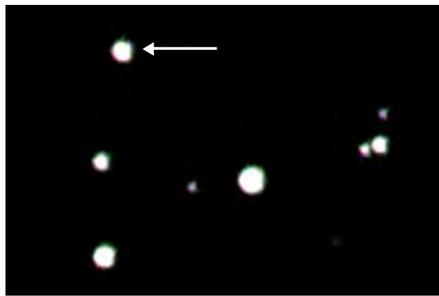


Abb. 4: Der »Giraffenblazar« mit maximaler gemessener Helligkeit von 12^m.7 am 1.5.2008. Die Falschfarbenaufnahme zeigt fast keine Färbung des Blazars. Die Polarisationsstärke betrug 7%. Deutlich erkennbar die höhere Helligkeit des Blazars als in der Aufnahme vom 23.3.2010.



Abb. 5: Der Autor in seiner Sternwarte neben dem Teleskop und der Astrokamera. Zwischen Kamera und Teleskop ist der um 120° drehbare Polarisationsfilter montiert. Die drehbare Filterkonstruktion wurde selbst aus Zwischenringen und Fotozubehör gebastelt.

dreht, um die Helligkeiten in den drei Filterstellungen 0°, 60° und 120° zu messen (vgl. Kasten). Die Helligkeit des untersuchten Blazars schwankt nicht nur innerhalb von Wochen bzw. Monaten um zwei Größenklassen, sondern kann sich auch innerhalb von 24 Stunden stark ändern. Die Polarisationsstärke und -richtung ändert sich ebenfalls von Tag zu Tag. In der Regel betragen die gemessenen Helligkeitsänderungen von Tag zu Tag weniger als eine zehntel Größenklasse. Die größte photometrisch in dieser Messreihe bisher gemessene Änderung innerhalb von 24 Stunden war eine Helligkeitszunahme von 0^m.4 vom 13.4.2009 auf den 14.4.2009. Die Helligkeit nahm innerhalb dieser 24 Stunden

von 14^m.35 auf 13^m.95 zu – der zugrunde liegende Strahlungsfluss erhöhte sich um 37% von 11170 auf 15312 ADU. Im Durchschnitt nahm damit der Strahlungsfluss bei diesem Helligkeitsausbruch um mehr als 1,5% pro Stunde zu. Diese Messungen zeigen, dass die Region, aus der die Strahlung stammt, maximal wenige Lichttage groß sein kann. Die schnellen Strahlungsausbrüche zeigen im Übrigen, dass die Polarisationsmessungen in einem möglichst kompakten Zeitraum von weniger als einer Stunde durchzuführen sind. Messfehler durch Helligkeitsänderungen des Objekts während der Aufnahmeserien kann man nur so einigermaßen zuverlässig unter 1% halten.

Zusammenhang zwischen Helligkeitsausbrüchen und Polarisation?

Die erste Frage war, ob die gemessene Stärke und Richtung der linearen Polarisation in dem Beobachtungszeitraum mit der

Lichtkurve in irgendeiner Weise zusammenhängt. Ein Blick auf den Zusammenhang zwischen der gemessenen Helligkeit und der Polarisationsstärke des Giraffenblazars (Abb. 6) zeigt eine überraschende Anti-Korrelation: Je heller der Blazar wird, desto niedriger ist in der Regel die Polarisationsstärke. Wie in Kasten 2 erläutert wird, verursacht das Licht aus den hellen relativ weniger polarisierten Stoßfronten offenbar, dass die Polarisation in Zeiten heller Strahlungsausbrüche geringer ist. Dieser Zusammenhang ist in der Literatur für andere Blazare (z.B. für BL Lac [7]) beschrieben, für S5 0716+714 jedoch bisher noch nicht nachgewiesen worden. Wie oben beschrieben erzeugt demnach der Jet in seinem Grundzustand eine höhere Polarisation, als in Zeiten starker Zunahme der Helligkeit durch eine oder mehrere leuchtende Stoßfronten. Die Anti-Korrelation ist erwartungsgemäß nicht besonders eng, weil sich vermutlich bei praktisch allen Messungen die Strahlung des Grundzustandes des Jets mit anders polarisierter Strahlung aus entstehenden oder wegdriftenden Stoßfronten vermischt. Die besonders hohe Polarisationsstärke von 31% am 23.1.2010 könnte dadurch verursacht worden sein, dass eine kleinere Stoßfront zufälligerweise gerade Licht mit der selben Polarisationsrichtung des Jets aussandte. Da das aktuelle Erklärungsmodell für Blazare eine stabile Polarisationsrichtung des Lichts aus dem Jet im relativ lichtschwachen

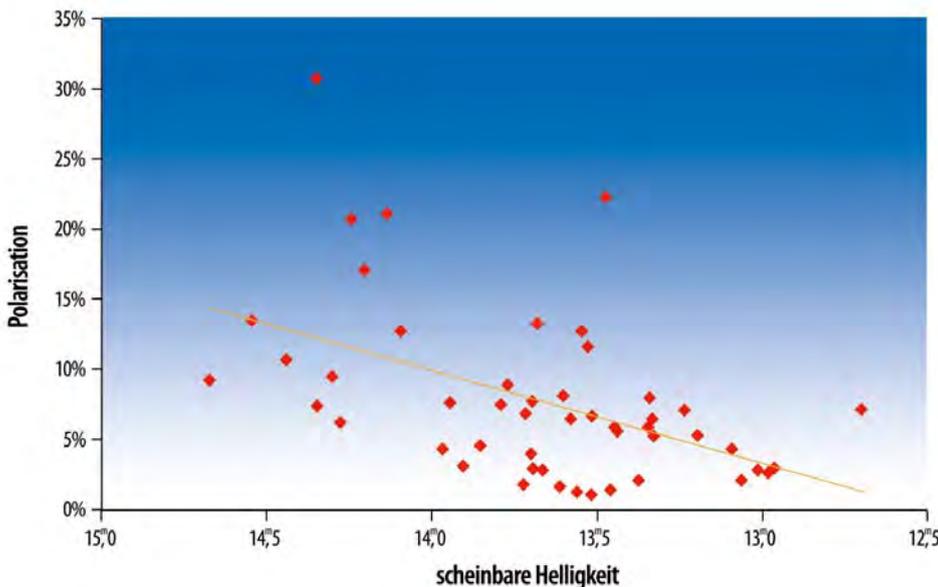


Abb. 6: Der Zusammenhang zwischen Helligkeit und linearer Polarisation des Blazars zeigt eine Anti-Korrelation: je heller der Blazar, desto geringer die Polarisation. Dieser Zusammenhang wird dadurch verursacht, dass die stabile und hohe Polarisation des Jets nur im lichtschwächeren Grundzustand hervortritt.

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

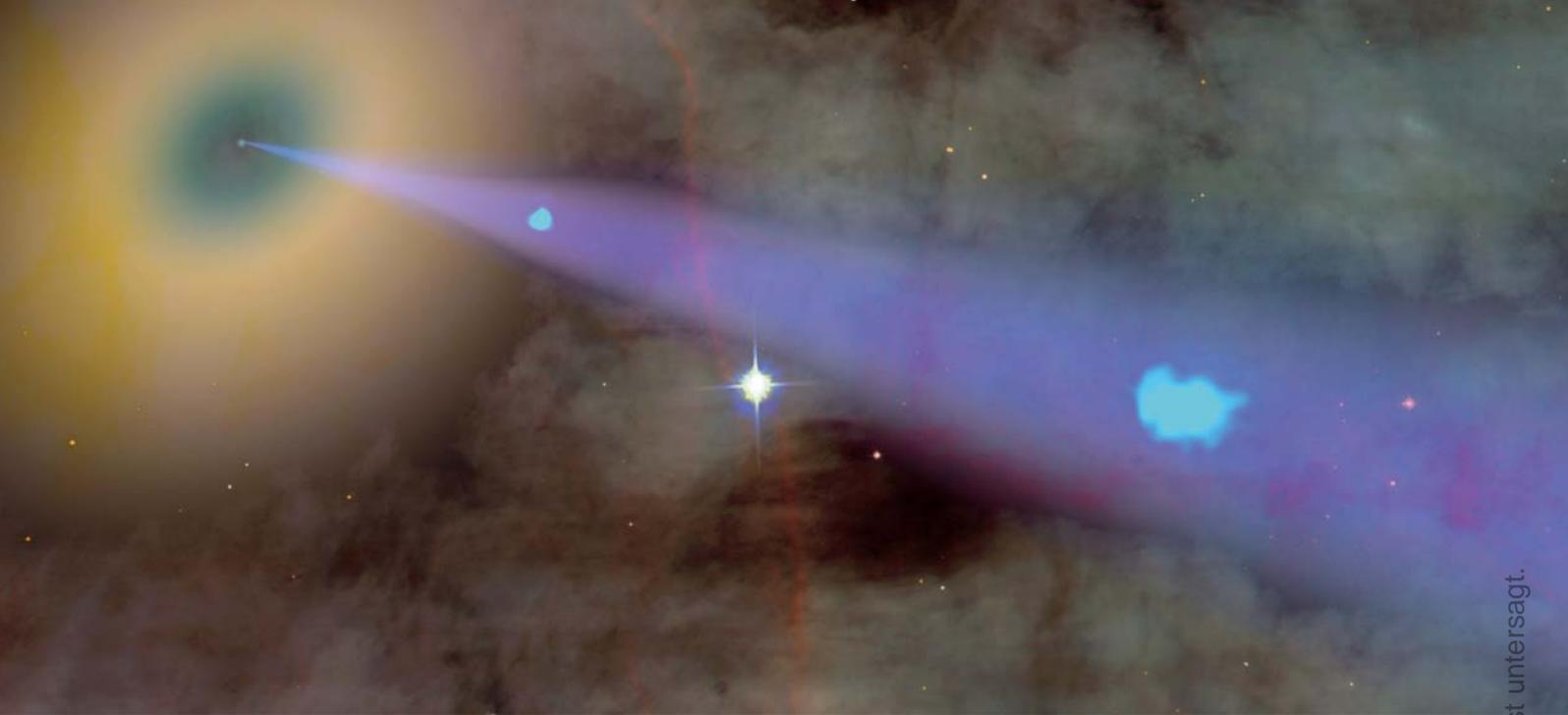


Abb 7.: Künstlerische Darstellung des Autors einer Akkretionsscheibe um ein zentrales Schwarzes Loch einer aktiven Galaxie. Abgebildet ist ein Gebiet etwa in der Größe des Sonnensystems. Im Jet sind zwei helle Stoßfronten zu erkennen, die durch das Auftreffen des Materiestrahls auf langsamere Materiewolken entstehen und auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Solche Stoßfronten können die Helligkeit des Blazars tage- oder wochenlang innerhalb weniger Stunden deutlich erhöhen.

Grundzustand vorhersagt, wurde die Polarisationsrichtung im Verhältnis zur Polarisationsstärke untersucht. Die Messergebnisse zeigen, dass bei niedriger Polarisationsstärke die Polarisationswinkel weit streuen (Abb. 8). Bei Polarisationsstärken über 15% bewegen sich die Winkel jedoch in einem schmalen Band um die Grundpolarisationsrichtung herum. Insgesamt bilden die Messpunkte einen nach links geöffneten Trichter. Das Erklärungsmodell (vgl. Kasten) begründet diesen Effekt mit chaotisch verteilten und sich drehenden Polarisationsrichtungen des Lichts aus den Stoßfronten, die zusätzlich zur Grundpolarisation der Synchrotronstrahlung des Jet-Lichts auftreten.

Dem Grundzustand nähern sich die meisten Blazare relativ selten an, nur dann, wenn keine nennenswerten Stoßfronten im Jet strahlen. Die Helligkeit fällt dann deutlich unter den Mittelwert. Diese Zeiten können Astronomen mit lichtstarken Teleskopen nutzen, um nach Spuren der Muttergalaxie zu fahnden, die normalerweise von dem hellen Jet überstrahlt wird. So hat Nilsson [6] mit dem 17.12.2007 einen günstigen Tag abgewartet, an dem S5 0716+714 besonders lichtschwach war. Auf einer 21 Minuten integrierten Aufnahme mit dem 2,5m-Spiegel des Nordic Optical Teleskops auf La Palma konnten er und sein Team gerade noch im Infraroten die sehr schwache Strahlung der 17^m5 Galaxie mit einem Durchmesser von 2,7" nachweisen. Daraus kann mit einer relativ großen Fehlerspanne die Entfernung von 3,3 Mrd. Lichtjahren (Rotverschiebung $z = 0,31$) abgeleitet werden.

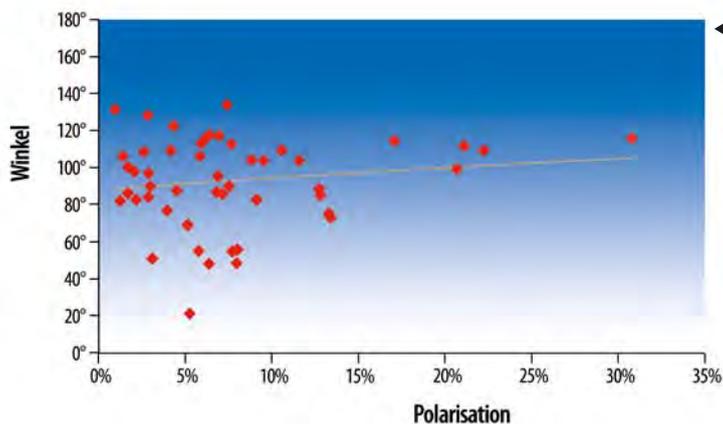
Wie schnell sich insbesondere die Polarisationsrichtung, aber auch die Polarisationsstärke im Verlauf nur eines Tages ändern können, zeigt die Darstellung der Messergebnisse aufeinander folgender Tage (Abb. 10). 17 Messungen konnten jeweils mit Werten der Nacht davor verglichen werden – dies war immer dann möglich, wenn eine Serie klarer Nächte aufeinander folgte. Dabei konnte

aus den bisher vorliegenden Daten weder ein Muster einer regelmäßigen Drehung der Polarisationsrichtung noch ein klarer Zusammenhang mit der Zu- oder Abnahme der Polarisationsstärke festgestellt werden. Gut möglich, dass dieses nur bei einer höheren zeitlichen Auflösung der Messungen möglich ist. Sollte eine Stoßfront innerhalb eines Tages mehrfach in dem Jet rotieren und damit

Kurzfristige Helligkeitsschwankungen bei Blazaren

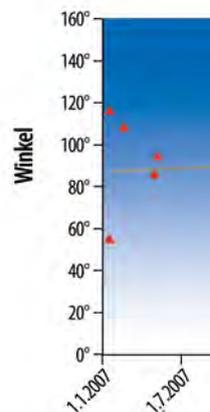
Wesentlich komplexer als die längerfristigen Veränderungen sind die seit einigen Jahren stark im wissenschaftlichen Fokus stehenden kurzfristigen Variabilitäten von Blazaren. Diese werden in der Literatur auch als Intra-Day-Variability (IDV) bezeichnet. Bei etwa einem Viertel aller Blazare hat man mittlerweile dieses Phänomen entdeckt und teilweise intensiv zeitgleich in verschiedenen Frequenzen untersucht [8]. Man versucht vor allem Laufzeitunterschiede im Radio-, optischen und Röntgenbereich des selben Helligkeitsausbruch zu finden, um daraus die physikalischen Bedingungen im Jet besser zu verstehen. Die bis dato vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich auch die kurzfristigen Variabilitäten bei den meisten Blazaren fast zeitgleich in allen Wellenlängen abspielen. Vieles spricht deshalb dafür, dass die gleichen geladenen Teilchen einer Stoßwelle, die die Synchrotronstrahlung emittieren auch für die Röntgen- und Gammastrahlung durch die inverse Comptonstrahlung verantwortlich sind [9].

Bei S5 0716+714 konnten japanische Astronomen am 20.10.2007 Veränderungen der optischen Helligkeit und der Polarisation im Bereich von nur 15 Minuten nachweisen [10]. Die Astronomen gehen davon aus, dass sie damit unmittelbar in eine mit nur wenigen Lichtminuten Durchmesser leuchtstarke Zone im Jet vorgedrungen sein könnten. Aus der geschätzten Entfernung von mehr als 3 Milliarden Lichtjahren des Blazars resultiert daraus eine Winkelausdehnung dieser Zone von nur wenigen Milliardstel Bogensekunden! Die entstehende leuchtende Stoßfront muss damit extrem hell sein und dürfte wohl eines der kleinsten Objekte sein, die man in dieser Distanz noch beobachten kann.



◀ **Abb. 8: Der Zusammenhang zwischen Polarisationsstärke und Polarisationswinkel des Blazars** lässt einen nach links offenen Trichter erkennen: Die Polarisationswinkel streuen bei niedriger Polarisation weit, während sich bei hoher Polarisation die stabile Grundrichtung von etwa 110° durchsetzt.

Abb. 9: Die zeitliche Entwicklung der Polarisationswinkel des Blazars S5 0716+714. Eine leichte Zunahme des Winkels könnte auf eine Rotation der Akkretionsscheibe und des Jets hindeuten. Da die Veränderungen – angedeutet durch die rote Trendlinie – über mehr als drei Jahre jedoch im Bereich der Messgenauigkeit liegen, sind weitere Beobachtungen zur Bestätigung dieses Effekts notwendig.



den Polarisationswinkel schnell ändern, so wäre die einmalige Messung pro Tag ein zu grobes Raster.

Weitere Messungen geplant

Da der »Giraffenblazar« momentan offenbar ein besonders dynamisches Beispiel für diesen Objekttyp darstellt, ist in den nächsten Jahren geplant, die Langzeitmessungen fortzusetzen und weiter zu verfeinern. Es soll auch versucht werden, durch mehrere Messungen pro Nacht die Drehung des Po-

larisationswinkels mit einer höheren zeitlichen Auflösung nachzuweisen und damit das rasche Wandern einer Stoßfront durch die kontinuierliche Drehung des Polarisationswinkels zu zeigen. Zu begrüßen wäre es, wenn andere Amateure sich mit Messungen beteiligen würden. Tipps zur Messung der Polarisation gibt der Autor bei Bedarf gerne.

- [1] Wenzel, K.: BL Lacertae-Objekte, interstellarum 38, 54 (2005)
- [2] Wenzel, K.: S5 0716+714 ein helles BL-Lacertae Objekt, SuW 1/2007, 77 (2007)
- [3] Steenken, N.: Interstellarer Staub und das galaktische Magnetfeld, interstellarum 42, 50 (2005)
- [4] Martinez, P., Klotz, A.: A Practical Guide to CCD Astronomy, Cambridge University Press, Cambridge (1998)

Der Giraffenblazar

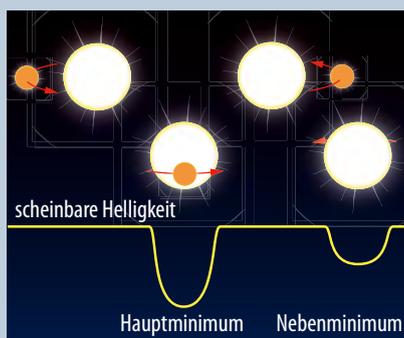
Objekt	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Entfernung
S5 0716+714, PKS 0716+714	QS	7 ^h 21 ^m 53 ^s	+71° 20' 36"	12 ^m – 16 ^m	3000 Mio. Lj

Welche physikalischen Eigenschaften Veränderlicher Sterne lassen sich aus Beobachtungen ableiten?

Zahlreiche Sterne strahlen nicht mit gleichbleibender Helligkeit: Sie sind veränderlich. Diese Helligkeitswechsel gehen nicht in jedem Fall mit einer tatsächlichen Änderung der Strahlungsleistung einher. So kann es bei Doppelsternsystemen zu gegenseitigen Bedeckungen kommen. Andere Sterne strahlen tatsächlich zyklisch mehr oder weniger Licht

ab. Neben der scheinbaren Helligkeit ändern sich andere Parameter periodisch, z.B. die Oberflächentemperatur und der Durchmesser. Für Amateure ist der Lichtwechsel am einfachsten zugänglich. Schon aus dessen Beobachtung lassen sich Rückschlüsse auf die Natur der zugrunde liegenden Mechanismen ziehen.

Abb 1: Entstehung der Lichtkurve eines Bedeckungsveränderlichen.



Bedeckungsveränderliche

Doppelsternsysteme erscheinen variabel, wenn die Bahnebene in etwa mit unserer Sichtlinie übereinstimmt (Abb. 1). Kennzeichnend für diese Art der Variabilität ist die Symmetrie der Lichtkurve: Anstieg und Abfall verlaufen nach demselben Muster. Typische Perioden betragen einige Tage, es gibt aber auch Umlaufzeiten in der Größenordnung von Jahren.

Aus der Beobachtung der Lichtkurven lassen sich noch weitere Eigenschaften des

Sternsystems ableiten. Bei Doppelsternen, die weit voneinander entfernt kreisen, ist die Helligkeit zwischen den Minima konstant. Es gibt aber Sternpaare, die sich berühren oder gar teilweise durchdringen. Die Einzelsterne sind dann stark verformt, so dass zusätzlich zur Bedeckung die projizierte Sternoberfläche einen Betrag zur sichtbaren Helligkeit liefert. Beginn und Ende der Bedeckung lassen sich dann nicht mehr deutlich bestimmen, nur noch die Minima. Je »bauchiger« der Bereich zwischen den Minima ist, desto stärker sind die Sterne verformt. Diese Tatsache ist durch Verfolgung der Helligkeit visuell zugänglich.

Zudem müssen die beiden Sterne nicht gleich hell sein, so dass es bei der Bedeckung der helleren Komponente ein tieferes Minimum, das sog. Hauptminimum, gibt als bei der Bedeckung des lichtschwächeren Begleiters. Letzteres nennt man deshalb Nebenminimum.

Pulsierende Sterne

Sterne, welche die Strahlungsleistung zyklisch ändern, nennt man pulsierend. In einem gewissen, sehr geringen Maß variiert die Hel-

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

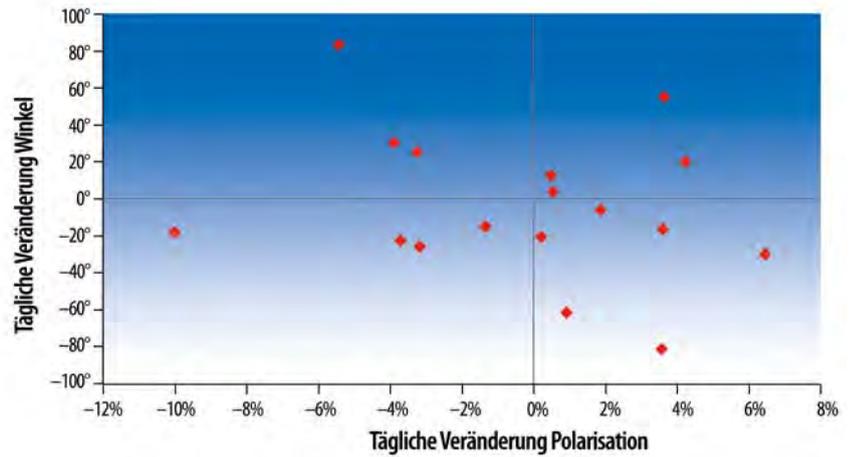
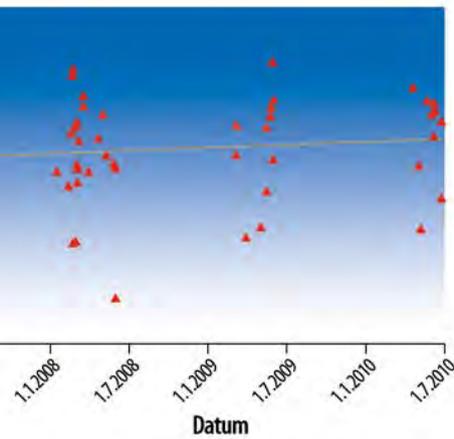


Abb. 10: Die Darstellung zeigt die Veränderungen der Messwerte von Polarisationsstärke und -winkel innerhalb von 24 Stunden. Für insgesamt 17 Messungen lagen jeweils Werte der Nacht vorher vor und werden in diesem Diagramm als tägliche Veränderungen dargestellt. Es fällt auf, dass beide Werte innerhalb von nur einem Tag erheblich variieren können und damit ein turbulentes Geschehen im Jet andeuten.

Für ergänzende Daten und wertvollen Hinweise zu diesem Artikel bedanke ich mich ganz herzlich bei Klaus Wenzel.

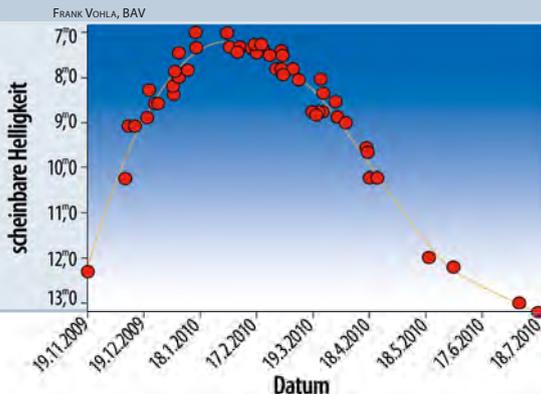
- [5] Villforth et.al.: Variability and stability in blazar jets on time-scales of years: optical polarization monitoring of OJ 287 in 2005–2009, MNRAS 402, 2087 (2010)
- [6] Nilsson, K. et al.: Detection of the host galaxy of S5 0716+714, Astron. Astrophys. 487, L29 (2008)
- [7] Hagen-Thorn, V. A. et.al.: Analysis of the long-term polarization behaviour of BL Lac, Astron. Astrophys. 385, 55 (2002)
- [8] Rastorgueva, E. A.: Multi-frequency VLBA study of the blazar S5 0716+714 during the active state in 2004, Astron. Astrophys. 494, L5 (2009)
- [9] Fuhrmann L. et.al.: Testing the inverse-Compton catastrophe scenario in the intra-day variable blazar S5 0716+714, Astron. Astrophys. 490, 1019 (2008)
- [10] Sasada M. et.al.: Multicolor photopolarimetric observation of 15-min variability in S5 0716+714, Proceedings of the Workshop on Blazar Variability across the Electromagnetic Spectrum, pos.sissa.it, 60 (2008)

ligkeit bei fast allen Sternen, auch bei unserer Sonne. Wenn der Stern das reine Wasserstoffbrennen beendet hat und sich oberhalb der Hauptreihe im Hertzsprung-Russel-Diagramm [1] befindet, dann ist eine Variabilität in größerem Ausmaß möglich. Die Variabilität der Strahlung weist also auf das fortgeschrittene Entwicklungsstadium des Sterns hin. Pulsierende Sterne speichern in der Minimumphase Energie, während im Maximum mehr abgestrahlt als thermonuklear erzeugt wird. Dieser Mechanismus ist hauptsächlich auf die unterschiedliche Durchlässigkeit der Sternatmosphäre für Strahlung zurückzuführen, welche durch Druck- und Temperaturveränderungen sowie chemische Reaktionen hervorgerufen wird. Während eines Licht-

zyklus ändert sich außerdem die Größe des Sterns: Er schrumpft und bläht sich wieder auf. Pulsierende Sterne sind durch Beobachtung von Bedeckungsveränderlichen unterscheidbar, denn die Lichtkurven verlaufen asymmetrisch. Die Frequenz des Lichtwechsels kann regelmäßig verlaufen oder in Frequenz und Amplitude schwanken.

Ein wichtiges Beispiel für regelmäßig Veränderliche sind die Cepheiden, benannt nach dem Prototyp δ Cephei: Es sind pulsierende Riesensterne mit einer Zykluslänge im Bereich zwischen Tagen und Wochen. Die Helligkeitsänderung ist mit bis zu 2^m nur mäßig. Besonders wichtig für die Fachastronomie ist, dass sich aus der Periodenlänge die absolute Helligkeit bestimmen lässt! Mit Hilfe dieser Perioden-Leuchtkraft-Beziehung [z.B. in 1, 2] ist es möglich, aus einfachen Beobachtungen diese Helligkeit und damit die Entfernung des Sterns zu bestimmen!

Abb 2: Lichtkurve des Mira-Sterns R UMa als Beispiel eines pulsierenden Veränderlichen.



von Uwe Pilz

PRAXISWISSEN

Die nach dem Stern Mira im Sternbild Walfisch benannten Mira-Sterne hingegen befinden sich als Rote Riesen in einem späten Stadium der Sternentwicklung vermutlich kurz vor Entstehung eines Planetarischen Nebels. Die äußeren Hüllen sind nur noch schwach gebunden. Dies zeigt sich in unregelmäßigen, erheblichen Helligkeitsschwankungen bis zu 10^m und einer Periodendauer von wenigen Monaten bis über einem Jahr. Es gibt zwar eine durchschnittliche Zykluslänge und eine typische Helligkeitsamplitude für jeden Stern. Dennoch unterscheidet sich jeder Zyklus vom vorhergehenden. Durch Beobachtung der Lichtkurve kann man erkennen, dass sich der Stern in dieser instabilen Phase der Sternentwicklung befindet. Die Erkundung des Helligkeitsverlaufs gestattet also einen tiefen Einblick in die Sternphysik.

- [1] Wischnewski, E.: Astronomie in Theorie und Praxis, Verlag Software-Entwicklung, Kaltenkirchen (2011)
- [2] Bundesdeutsche Arbeitsgemeinschaft für Veränderliche Sterne: Einführung in die Beobachtung Veränderlicher Sterne, BAV (2009)

Astrofotografie im Handgepäck

Die beiden Reisemontierungen Fornax-10 und AstroTrac 320X AG im Praxiseinsatz

Die Leistungsfähigkeit digitaler Spiegelreflexkameras und das breite Angebot an reisetauglichen Teleskopen lassen bei vielen Sternfreunden den Wunsch reifen, auch im Urlaub astrofotografisch tätig zu werden. Eine reisetaugliche Montierung tut dann Not. Wir haben zwei Modelle mit unterschiedlichem Antriebskonzept in der Praxis getestet.

VON ULLRICH DITTLER

Vieles spricht dafür, sich auch in den so genannten »schönsten Wochen des Jahres« mit dem nächtlichen Hobby zu beschäftigen: Zahlreiche Reiseziele auf der Nordhalbkugel bieten für die Himmelsbeobachtung Voraussetzungen, die deutlich besser sind als der Blick vom heimischen Balkon oder Garten aus in den Sternhimmel. Ganz zu schweigen von Reisezielen auf der südlichen Halbkugel, wo der Sternhimmel zahlreiche eindrucksvolle Objekte für den

Astrofotografen bereithält, die aus Mitteleuropa nicht zu sehen sind.

Während für die Astrofotografie im heimischen Garten oder am bevorzugten Beobachtungsplatz in der Regel vor allem die optische Qualität der verwendeten Teleskope und die mechanische Stabilität und Zuverlässigkeit der eingesetzten Ausrüstung ausschlaggebend sind, werden andere Kriterien wichtig, wenn die Astro-Ausrüstung mit anderen für den Urlaub benötigten Utensilien

um den Platz im Kofferraum des Familienautos konkurrieren muss. Noch verwickelter wird die Lage bei einem Flug in den Urlaub, wenn Volumen und Gewicht des Gepäcks begrenzt sind – meist deutlich unter dem Fassungs- und Tragevermögen eines PKW-Kofferraums.

Um dem nächtlichen Hobby dennoch auch im Urlaub nachgehen zu können, ist auf eine sorgsame Zusammenstellung der reisetauglichen Ausrüstung zu achten: Die digi-



Abb. 1: Ohne viel Gewicht im Urlaub Astrofotos erstellen: Dies ermöglichen die modernen Reisemontierungen Fornax-10 (rechts) und AstroTrac 320XAG (links) mit innovativen Antriebskonzepten.

tale Spiegelreflexkamera (DSLR) ist in der Regel fester Bestandteil einer Urlaubsreise (und ein paar zusätzliche Akkus und Speicherkarten sind schnell eingepackt), auch das Angebot an reisetauglichen Teleskopen wird zunehmend breiter (vgl. *interstellarum* 73, S. 48). Um das Problem zu lösen, dass die heimische, leistungsfähige und stromgebundene Montierung in der Regel nicht reisetauglich ist, bieten einige Hersteller entsprechende Montierungen fürs Reisegepäck an: Dieser Test vergleicht die Reismontierung Fornax-10 mit Radialantrieb und die Reismontierung AstroTrac 320XAG mit Tangentialantrieb.

Testarrangement

Die beiden Montierungen sollten im Winter und Frühjahr 2011 im nächtlichen Einsatz im Schwarzwald ihre Funktionsfähigkeit als Reismontierungen für die Astrofotografie unter Beweis stellen: Als typischen Anwendungsfall sollten sie zunächst für Übersichtsaufnahmen der Milchstraße eine DSLR von Typ Canon EOS D450 mit einem 20mm-Weitwinkelobjektiv nachführen. Weiterhin wurden auf den beiden Montierungen mit einer DSLR und einem 70mm- sowie mit einem 300mm-Teleobjektiv 15 Aufnahmen à 3min erstellt. Zum anderen fand eine gekühlte Astrokamera vom Typ SBIG ST-7 mit eFinder als Guider Verwendung, während parallel Bilder mit DSLR und Teleobjektiv entstanden.

Darüber hinaus sollte auch ein Blick auf das teilweise recht umfangreiche Angebot

Abb. 2: Die beiden Reismontierungen jeweils mit DSLR und Teleobjektiv. Links Fornax-10, rechts AstroTrac.



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.

Die Fornax-10 wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt von Teleskop & Sternwarte Zentrum (Linz), die AstroTrac 320XAG von Teleskop-Service (Putzbrunn).

an Zubehör für die beiden Montierungen geworfen werden.

Die Montierungen

Fornax-10

Die Fornax-10, der kleine Bruder der bekannten parallaktischen Fornax-Montierung, wurde erst im Spätherbst 2010 auf den Markt gebracht und erregte gleich eine Menge Aufmerksamkeit, da die Fornax-10 als Reismontierung mit Radialantrieb die bekannten Schwächen einer klassischen schnecken-getriebenen deutschen Montierung zu vermeiden in Aussicht stellte. Die ungarische Fornax-10, die uns als Modell aus der zweiten Produktionsserie für diesen Test zur Verfügung gestellt wurde, besteht aus zwei übereinanderliegenden massiven Aluminiumarmen. Auf dem oberen Arm sitzt die Antriebseinheit, die über ein

Schrittmotor-getriebenes Reibrad den unteren Arm, der in Form eines Kreissegments gestaltet ist, verschiebt. Der bewegte Arm ist mit einer Trägerplattform verbunden, auf der der Kugelkopf sitzt, der die Kamera und die Aufnahmeoptik trägt. Die uns vorliegende Version der Fornax-10 besteht aus der Montierung mit Polhöhenwiege (nutzbar für Aufnahmeorte zwischen 0° und 70°), die auf der Unterseite über zwei (!) Fotogewinde verfügt und so auch auf einem vorhandenen Fotostativ genutzt werden kann. Je nach verwendeter Aufnahmeoptik kann das geeignete Gewinde verwendet werden, um eine ungleichmäßige Belastung des Stativs zu vermeiden.

Neben dem (12-Volt-)Stromanschluss verfügt die Steuerung der Fornax-10 über einen Schalter, an dem eingestellt wird, ob die Nachführung auf der Nord- oder Südhalbkugel stattfindet; und auch die Nachführungsgeschwindigkeit kann in drei Stufen für Sterne/Deep-Sky, Mond oder Sonne eingestellt werden. Zum Starten der Nachführung nach den eingestellten Vorgaben ist lediglich der Hauptschalter zu betätigen und der Taster zu drücken, eine rot blinkende LED zeigt den Betrieb der Nachführung an. Die aktive Nachführung der Montierung – für die vom Hersteller eine Genauigkeit von 6" garantiert wird – ist aber auch akustisch zu verfolgen: Im laufenden Betrieb unterstreicht ein hochfrequentes Motorengeräusch die Nachführung, eine Tonfolge, die man romantisch als »melodiöse Sphärenklänge« beschreiben könnte – oder als »nervendes Gepiepse«. Die Fornax-10 ist in unterschiedlichen Konfigurationen erhältlich: mit integrierter Ursaminior-Steuerung oder vorbereitet für eine anwenderseitig ggf. bereits vorhandene FS2-Steuerung. Als Zubehör sind ein Stativ erhältlich sowie ein Polsucher, der in die Achse der Fornax-10 eingeschraubt werden kann. Darüber hinaus ergänzt ein Kugelkopf aus



Abb. 3: Die Polhöhenwiege und der Kugelkopf aus Perunal der Fornax-10.

Perunal das Angebot. Eine Doppelbefestigungsplatte, die beispielsweise ein kleineres Teleskop parallel zur Aufnahmeoptik trägt, ist derzeit in der Entwicklung. Zusammen mit der Montierung wird eine reich bebilderte, kopierte Anleitung geliefert, die noch nicht an allen Stellen glücklich übersetzt ist.

AstroTrac 320XAG

Die englische Reismontierung AstroTrac 320XAG ist eine Weiterentwicklung der bekannten AstroTrac 320 (bzw. 320X, die sich von der im Jahre 2007 eingeführten Ur-320

(vgl. interstellarum 60, S. 53) durch eine höhere Tragkraft absetzt).

Die dritte Generation der AstroTrac besteht aus einem Grundkörper, der Tangentialarm-Montierung mit Segmentantrieb, d.h. die Montierung setzt sich – vereinfacht ausgedrückt – aus zwei CNC-gefrästen Aluminiumarmen zusammen, von denen einer fest auf dem Stativ bzw. der Polhöhenwiege montiert ist und der andere der die Kamera trägt, über eine Spindel bewegt wird. Die Drehung der Antriebsspindel übernimmt ein Schrittmotor, dessen Geschwindigkeit angepasst geregelt wird, um die Erddrehung auszugleichen und das beobachtete Himmelsobjekt im Bildfeld zu halten. Zwei verschiedene Nachführgeschwindigkeiten sind verfügbar: für Mond sowie für Sterne/Deep-Sky. Nach Herstellerangaben eignet sich die Montierung – für die vom Hersteller eine Genauigkeit von 5" garantiert wird – zur Astrofotografie und visuellen Beobachtung mit kurzbreitigen Refraktoren. Der Anschluss für die Stromversorgung der AstroTrac (12 Volt) erfolgt über eine normale Klinkenbuchse auf der Unterseite der Montierung, während die Bedienung über vier Tasten auf der Oberseite der Montierung erfolgt. Eingaben werden akustisch quittiert, Zustandsmeldungen erfolgen optisch durch LEDs. Die wesentliche Neuerung neben den zur Gewichtseinsparung teilweise ausgefrästen Armen ist jedoch der ST-4-kompatible Guideranschluss der AstroTrac 320XAG.

Ergänzt wurde diese Montierung inzwischen durch umfangreiches und speziell angepasstes Zubehör, das die Einsatzmöglichkeiten und die Vielseitigkeit der Reismontierung noch erhöht: An erster Stelle ist die speziell zur AstroTrac entwickelte Reisesäule TP3065 zu nennen. Besonders durchdacht ist der Aufbau der Säule, da zum Transport die höhenverstellbaren Auslegerbeine abgenommen und zusammen mit der AstroTrac-Montierung, Polhöhenwiege und Kugelkopf direkt in der Aluminiumsäule untergebracht werden können. Es entsteht so ein Paket, das in der entsprechenden gepolsterten Tragetasche leicht transportiert und in Minutenschnelle aufgebaut werden kann. Die Verspannung mit Stahlseilen zur Erhöhung der Stabilität ist ein ebenso erwähnenswertes Detail wie die in die Säule integrierte Möglichkeit der Kabeldurchführung. Die 100cm hohe Säule wiegt weniger als 6kg, trägt aber Montierungs- und Ausrüstungslasten bis 15kg und lässt sich auf ein Packmaß von 15cm x 75cm reduzieren. Beim Einsatz der Reisesäule ist die Verwendung der dazu passenden Polhöhenwiege mit integrierter Dosenlibelle zu empfehlen, da sich mittels der integrierten feingewindigen Justierelemente die Montierung wesentlich einfacher und exakter ausrichten lässt, als dies beispielsweise mit einem Fotoneiger auf einem normalen Fotostativ der Fall ist. Die stabile Säule und die rund 1kg wiegende Polhöhenwiege kann dann noch um ein Deklinationssset erweitert werden, so dass die AstroTrac 320XAG zu einer 2-Achsenmontierung ausgebaut werden kann und damit auch schwerere Optiken besser ausbalanciert werden können. Zudem wird die exakte Ausrichtung auf Himmels-

Abb. 4: Die Feineinstellmöglichkeiten der optionalen Polhöhenwiege der AstroTrac 320XAG auf ebenfalls optionaler Säule.

Die Montierungen in der Praxis

Fornax-10

- + zuverlässige Nachführung kleinerer Optiken
- + lange Laufzeit
- fehlende Feineinstellung für die Polhöhe
- je nach Position der Aufnahmeoptik verdeckt der Kugelkopf den Polsucher

AstroTrac 320XAG

- + zuverlässige Nachführung kleinerer und mittlerer Optiken
- + solide Verarbeitung
- + umfangreiches Zubehör
- hoher Anschaffungspreis in der (sinnvollen) Vollausstattung



Technische Daten der fotografischen Reisemontierungen		
	Fornax-10	AstroTrac 320XAG
Maße	29,0cm × 12,0cm × 10,2cm	42,5cm × 9,5cm × 4,3cm
Gewicht	ca. 1,4kg	ca. 1,1kg
Tragfähigkeit (Herstellerangaben)	max. 5kg	max. 15kg
Art der Nachführung	Reibantrieb/Radialantrieb	Spindelantrieb/Tangentiantrieb
Max. Nachführung	2h 45min bis zum optischen Warnsignal (Herstellerangabe 2h 15min)	1h 50min bis zum akustischen Warnsignal
Preis	449€ (nur Montierung), 647€ (Paket bestehend aus Montierung, Polhöhenwiege und Polsucher zur Montage auf einem vorhandenen Stativ)	464€ (nur Montierung), 904€ (Paket bestehend aus Montierung, Polhöhenwiege und Polsucher zur Montage auf einem vorhandenen Stativ)
Erhältliches Zubehör	Stativ TR1eq3-div (59€), Gabel/Polhöhenwiege For10pol (159€), Polsucher polarHM5 (39€)	verstaubare Reisesäule TP3065 (348€), Polhöhenwiege TW3100 (325€), Deklinationssset TH3010S (196€), Polsucher PF (115€), Batteriepack (12,50€)

objekte erleichtert, was besonders bei länger-brennweitigen Aufnahmeoptiken hilfreich ist. Unumgänglich für die Erstausrüstung einer AstroTrac sind das optional erhältliche Polsucherfernrohr und der Batteriepack. So umfangreich das Zubehörprogramm zur AstroTrac ist, so hoch ist auch dessen Preis: Eine AstroTrac 320XAG wird ab 460€ zum Reisebegleiter; komplett ausgestattet mit Säule, Polhöhenwiege, Deklinationssset, Polsucher und Batteriepack wird die Reisekasse sogar mit rund 1500€ belastet.

Aufbau und Inbetriebnahme

Fornax-10

Die Fornax-Montierung mit integrierter Polhöhenwiege kann mittels der vorhandenen Bohrungen auf einem Stativ mit Fotogewinde verwendet werden. Zum Einnorden der Montierung kann der Polsucher in die Achse der Montierung eingeschraubt und justiert werden. Eine exakte Ausrichtung der Montierung unterstützt die Polhöhenwiege durch Feineinstellungsmöglichkeiten in einer Achse – eine Feineinstellungsmöglichkeit in der Polhöhe fehlt leider. Wird der Kugelkopf aus Perunal verwendet, so wird dieser nach dem Einnorden am oberen Ende der Achse aufgeschraubt und trägt anschließend die Aufnahmeoptik. Unschön ist, dass in dieser Konfiguration die Montierung zunächst ohne Teleskop oder Aufnahmeoptik eingenordet werden muss, da der Perunal-Kopf nach dem Aufschrauben den Blick durch den Polsucher versperrt, und erst anschließend bestückt werden kann; je nach Stabilität des Stativs und des Untergrunds kann diese Gewichtsveränderung zu einer Dejustage der Einnordung führen und damit später unschöne Bildfehler verursachen. Anders bei der Verwendung der optionalen Doppelplatte und der Verwendung eines Kugelkopfes an der Auflageplatte der Montierung: In beiden Fällen bleibt der Blick durch den Sucher unverstellt und ermöglicht damit auch noch eine Aufstellung mit aufgesetzter Montierung.

Soll die Fornax-10 ohne Polhöhenwiege auf einem vorhandenen Fotostativ mit Videoneiger verwendet werden, so kann sie derart umgebaut werden, dass wiederum beide Anschlussmöglichkeiten für einen Kugelkopf nutzbar sind. Ein exaktes Einnorden mit einem Videoneiger erfordert jedoch (wie auch bei der AstroTrac-Montierung) sehr viel Fingerspitzengefühl; deutlich einfacher ist dies bei Verwendung eines Stativkopfes mit Feineinstellungsmöglichkeit (wie beispielsweise dem Manfrotto Getriebeneiger). Nach dem Einnorden und Aufsetzen der Beobachtungs- oder Aufnahmeoptik ist zum Betrieb der Fornax-10 nur noch die Stromversorgung anzustecken und der Hauptschalter zu betätigen, um die Nachführung zu starten. Sie führt nach eigenen Messungen bis zu 165 Minuten die Optik nach (in der Bedienungsanleitung werden 135 Minuten angegeben), das Zurückfahren in den Ausgangszustand dauert anschließend nur beachtlich kurze 10 Sekunden.

AstroTrac 320XAG

Für diesen Praxistest stehen neben der AstroTrac 320XAG auch die Säule und die dazugehörige Polhöhenwiege zur Verfügung. Alle Teile haben bequem in einer Transporttasche Platz, wobei die Montierung selbst und die Auslegerfüße der Säule jeweils in einer Stofftasche geschützt im Inneren der Säule transportiert werden. Der Aufbau der weiß lackierten Säule geht auch im Dunkeln schnell und unkompliziert von statten: Die drei Auslegerfüße werden an das Unterteil der Säule gesteckt und anschließend jeweils mit Stahlseilen verspannt. Die Polhöhenwiege ist auf dem oberen Abschluss der Säule verschraubt und verschwindet – dadurch dass der obere Abschluss falsch herum aufgesetzt wird – zum Transport ebenfalls im Hohlraum der Säule. Die ebenfalls handwerklich sehr sauber verarbeitete AstroTrac wird mit drei Schrauben auf der Polhöhenwiege festgeschraubt (alternativ kann die Montierung mittels des 3/8"-Fotogewindes auf einem Fotostativ aufge-

schraubt werden), ein Kugelkopf (oder das optional erhältliche Deklinationssset) wird oben auf dem 1/4"-Kameraanschluss der Montierung aufgesetzt und ist bereit zur Aufnahme der Kamera. Der Polsucher wird von drei Neodymium-Magneten an einer zwischen den beiden Scherenarmen der Montierung herausschwenkbaren Halterung getragen. Insgesamt dauert der Aufbau keine zehn Minuten; mehr Zeit sollte man sich anschließend aber für ein exaktes Einnorden der Montierung nehmen: Die in der Polhöhenwiege integrierte Dosenlibelle erleichtert in Verbindung mit den höhenverstellbaren Auslegerbeinen die lotrechte Aufstellung der Säule erheblich. Die in den anderen beiden Achsen fein einstellbare Polhöhenwiege unterstützt dann die exakte Ausrichtung des Polsuchers auf den Polarstern. Testweise wurde die AstroTrac auch auf einem normalen Fotostativ verwendet und es zeigte sich, dass eine Ausrichtung der Montierung zum Polarstern mittels eines üblichen Videoneigers oder gar eines Kugelkopfes deutlich schwieriger und zeitaufwändiger ist als die Ausrichtung mit der Polhöhenwiege und deren Feineinstellungsmöglichkeiten. Nun noch die 12V-Stromversorgung anschließen, den Auslegerarm gegen den Uhrzeigersinn drehen (für Aufnahmen auf der Nordhalbkugel; für Aufnahmen auf der Südhalbkugel ist der Arm um 90° im Uhrzeigersinn zu drehen) und den Startknopf drücken: Die Spindel rotiert wenige Sekunden schnell, um den oberen Montierungsarm aus seiner Ruheposition zu fahren, und meldet ihre Einsatzfähigkeit mit einem kurzen akustischen Signal. Noch ein Druck auf den Startknopf und die Nachführung der AstroTrac 320XAG beginnt nahezu unhörbar zu laufen und führt bis zu 110 Minuten nach. Das Zurückfahren in den Ausgangszustand dauert anschließend mit 105 Sekunden knappe zwei Minuten, ehe die Montierung wieder einsatzfähig ist.

Die solide verarbeitete Montierung wird zusammen mit einer mehrseitigen ausführlichen Anleitung geliefert

Die Montierungen im nächtlichen Einsatz

Es zeigte sich beim parallelen Betrieb der beiden Montierungen, dass beide sehr gut geeignet sind, um Fotoobjektive als Aufnahmeinstrumente nachzuführen. Je länger und schwerer die verwendeten Optiken und Kameras werden, umso ungünstiger werden jedoch auch die Hebelverhältnisse, die auf die kleinen Montierungen wirken.

Unterschiede zwischen den beiden Montierungen zeigten sich vor allem in Details: Die Feineinstellmöglichkeiten der AstroTrac mit Polhöhenwiege und Säule in allen drei Achsen vereinfachen den Aufbau der Montierung ebenso wie die Möglichkeit, den beleuchteten Polsucher an einem rund 15cm langen Arm um 360° um die Polachse schwenken zu können. Die fehlende Feineinstellmöglichkeit der Fornax-10 in der Polhöhe gestaltet deren Ausrichtung etwas aufwändiger, ebenso wie die fehlende Beleuchtung des Polsuchers. Zur Fornax-10 wird ein passender Kugelkopf aus Perunal angeboten, auf den die Kamera aufgeschraubt werden kann. In der uns für diesen Test vorliegenden Version ist hier zu noch ein Schraubendreher notwendig,

während an der AstroTrac handelsübliche Kugelköpfe verwendet werden können, die eine werkzeuglose Adaption der Kamera ermöglichen. Optimierungsmöglichkeiten gibt es auch noch am Klemmhebel des Fornax-Kugelkopfes; dieser stößt bei seiner momentanen Länge unter Umständen an das Kameragehäuse an, wenn er fest angezogen werden soll – was bei langen Aufnahmeoptiken notwendig ist.

Für Aufnahmen mit kurzen Brennweiten sind beide Optiken gleichermaßen gut geeignet: Ein gängiges DSLR-Gehäuse mit einem der üblichen Weitwinkel- oder Normalobjektive wird von beiden Montierungen gut und sicher getragen und nachgeführt. Eindrucksvolle Übersichtsaufnahmen, aber auch Aufnahmen im leichten Telebereich, wie beispielsweise die in Abb. 5 gezeigte Aufnahme des Sternbilds Orion, können problemlos und zuverlässig mit beiden Montierungen auch im Urlaub gewonnen werden. Bei längerbrennweitigen und/oder besonders lichtstarken und damit schweren Optiken nimmt die Belastung für die Montierung zu, ebenso die Anfälligkeit für Wind, so dass sich in diesem Test zwischen die gelungenen und korrekt nachgeführten Aufnahmen auch

die eine oder andere Aufnahme mischt, die Unschärfe durch Wind oder Erschütterung zeigt. Besonders dann, wenn über längere Zeiten nachgeführt werden soll, ist auf ein möglichst genaues Ausbalancieren der Montierungsbelastung zu achten. Bei beiden Montierungen sollten schwere und kopflastige Kombinationen aus Kamera und Aufnahmeoptik vermieden werden, da dies bei der Fornax unter Umständen zum Durchrutschen des Reibantriebs während der Nachführung führt und bei der AstroTrac die Getriebe-Motor-Kombination entsprechend belastet – wobei sich die AstroTrac als deutlich belastbarer und stabiler erwies, wie die mit 300mm gewonnene Aufnahme des Orionnebels in Abb. 6 zeigt.

Der Mehrwert der ST-4-kompatiblen Schnittstelle offenbarte sich in diesem Praxisinsatz (noch?) nicht: Die Nachführung der AstroTrac ist bei den hier verwendeten kurzen Brennweiten und den für Mitteleuropa üblichen Belichtungszeiten exakt genug, dass eine stärkere Korrektur durch den Guider nicht notwendig war. Auch wurde die Nachführung natürlich nur in einer Achse korrigiert, so dass ein kompletter Ausgleich der Aufstellungsfehler nicht mög-

Wie lassen sich Serienaufnahmen programmieren?

Wer automatische Aufnahmeserien mit seiner digitalen Canon EOS Spiegelreflexkamera ohne angeschlossenes Notebook plant, benötigt ein Zubehör, das von Canon unter der Bezeichnung »Timer Remote Controller TC-80N3« (Abb. 1) angeboten wird und an alle Modelle mit höchstens zweistelliger Modellbezeichnung angeschlossen werden kann (z.B. 50D, 60D, 5D, 1D). Modelle mit drei- oder vierstelliger Bezeichnung (z.B. 550D, 600D, 1000D) haben einen anderen Anschluss. Eine passende Steuerung dazu mit praktisch identischen Funktionen ist nur von Drittanbietern zu haben, etwa von »Impulsfoto« unter der Bezeichnung »Delamax«.

Die Bedienung dieser Kabelfernauslöser mit Timerfunktion ist sehr gewöhnungsbedürftig und umständlich. Sie haben vier Bereiche, die

unabhängig voneinander eingestellt werden können:

SELF: Wartezeit, die verstreicht (Selbstausslöserfunktion)

INT.: Intervall

LONG: Langzeitbelichtung

FRAMES: Anzahl der Aufnahmen einer Serie

Für eine Reihe von Aufgaben sind im Folgenden empfehlenswerte Einstellungen aufgelistet.

Strichspuren-Serienaufnahmen

Bei Strichspuraufnahmen müssen viele Aufnahmen hintereinander gemacht werden, zwischen denen möglichst keine oder eine denkbar kurze Pause eingelegt wird. Daher ist die Kamerafunktion »Rauschreduktion bei Langzeitbelichtung«, bei der die Kamera nach jeder

Aufnahme ein Dunkelbild mit gleicher Belichtungszeit produziert, unbedingt abzuschalten.

Bis 30s-Einzel-Belichtungszeit

Die Belichtungszeit wird an der Kamera eingestellt, die Kamera wird in den Modus »Reihenaufnahme« versetzt. Dann wird die große Auslösetaste des Fernauslösers betätigt und verriegelt. Durch Entriegelung wird die Serie abgebrochen.

Ab 30s-Einzel-Belichtungszeit

Die Belichtungszeit der Kamera wird auf »B« für »bulb« eingestellt. Der Timer wie folgt

SELF: 00:00:00

INT.: 00:00:01

LONG: Gewünschte Belichtungszeit,

z.B. 00:02:00 für zwei Minuten

FRAMES: 99, das ist der maximal einstellbare Wert.

Abb. 1: Der Timer Remote Controller TC-80N3 von Canon: »Drhtaalslöser« und programmierbarer Timer in einem Gerät.

Abb. 2: Einstellung des Fernauslösers für eine Langzeitbelichtungs-Serie aus 15 Aufnahmen ohne Spiegelvorauslösung, aber mit internem Dunkelbild zur Rauschreduktion nach jeder Aufnahme.



lich war und sich eine nicht exakte Einnordung trotz der Nachführkorrektur in Bildfehlern niederschlug.

Fazit

Beide Montierungen sind gut geeignet, um im Urlaub leichtere Aufnahmeoptiken zuverlässig nachzuführen. Wobei man stets bedenken sollte, dass es sich um kleine Reismontierungen handelt, die in ihrer Leistungsfähigkeit meist nicht an die heimische Montierung für große Optiken herankommen. Der AstroTrac 320XAG merkt man an der hochwertigen Verarbeitung, der genauen Nachführung und dem umfangreichen und durchdachten Zubehör an, dass es sich bereits um die 3. Generation dieser Reismontierung handelt: ein leistungsstarker aber in der (empfehlenswerten) Vollausstattung auch nicht ganz preiswerter Reisebegleiter – und in Vollausstattung recht schwer und groß für eine Flugreise.

Die neue Fornax-10 bietet hierzu eine interessante Alternative, die durch leichte herstellerseitige Modifikationen (Stichwort: Ausweitung der Feineinstellmöglichkeiten, Überarbeitung des Kugelkopfs etc.) zukünftig sicher noch einiges an Leistungsfähigkeit



Abb. 5: Gürtel und Schwert des Sternbilds Orion mit dem Orionnebel. 70mm-Teleobjektiv auf Fornax-10 auf Stativ, 15×3min.

zulegen kann. Bei der Laufzeit und beim Preis liegt sie schon jetzt vorn.

Der Einsatz einer Nachführkamera über eine ST-4-kompatible Schnittstelle für derzeit nur eine Achse weckt natürlich Begehrlichkeiten nach einer in beiden Achsen korrigierbaren Reismontierung. Ein Kriterium sollte jedoch auch zukünftig bleiben: Eine Reismontierung sollte für die Astrofotogra-



Abb. 6: M 42 im Orion. 300mm-Teleobjektiv auf AstroTrac 320XAG auf Säule, 15×3min.

fie noch ins Handgepäck passen und die Reisekasse nicht zu sehr belasten.

Surftipps

Internetseiten des Autors:

www.sternenstaub-observatorium.de
www.sonnenwind-observatorium.de

von Stefan Seip

TECHNIKWISSEN

Gestartet wird die Aufnahmeserie mit der Taste »Start/Stop« des Fernauslösers. Mit der gleichen Taste kann die Serie jederzeit unterbrochen werden.

Langzeit-Belichtungsserie ohne Spiegelvorauslösung

Die Belichtungszeit der Kamera wird auf »B« für »bulb« eingestellt.

Ohne automatische Rauschreduzierung (internes Dunkelbild)

Wie oben ab 30s-Einzelbelichtungszeit, nur dass bei FRAMES die tatsächlich gewünschte Anzahl von Einzelbildern eingestellt werden kann.

Mit automatischer Rauschreduzierung (internes Dunkelbild)

Die Kamerafunktion »Rauschreduktion bei Langzeitbelichtung« wird eingeschaltet, der Timer folgendermaßen programmiert (Abb. 2):
 SELF: 00:00:00
 INT.: Gewünschte Belichtungszeit plus (mindestens) 3s, z.B. 00:02:03 für zwei Minuten
 LONG: Gewünschte Belichtungszeit, z.B. 00:02:00 für zwei Minuten
 FRAMES: Gewünschte Anzahl der Aufnahmen einer Serie

Achten Sie darauf, dass die LED auf der Kamerarückseite nach dem Erstellen des Dunkelbildes erlischt, noch bevor eine neue Aufnahme gestartet wird, eventuell müssen mehr als drei Sekunden zur Belichtungszeit bei INT addiert werden. Zu bedenken ist, dass neuere Kameramodelle die Erstellung eines Dunkelbildes abbrechen, sobald eine neue Auslösung erfolgt.

Langzeit-Belichtungsserie mit Spiegelvorauslösung

Die Belichtungszeit der Kamera wird auf »B« für »bulb« eingestellt, die Funktion »Spiegelverriegelung« wird eingeschaltet. Zusätzlich wird die Kamera in den Modus »Selbstausslöser 2 Sek.« versetzt, bei dem die Vorlaufzeit des Selbstausslösers zwei Sekunden beträgt (Abb. 3).

Ohne automatische Rauschreduzierung (internes Dunkelbild)

Die Kamerafunktion »Rauschreduktion bei Langzeitbelichtung« ist ausgeschaltet. Der Timer wird wie folgt eingestellt:
 SELF: 00:00:00
 INT.: 00:00:01
 LONG: Gewünschte Belichtungszeit plus 2s, z.B. 00:02:02 für zwei Minuten
 FRAMES: Gewünschte Anzahl der Aufnahmen einer Serie

Mit automatischer Rauschreduzierung (internes Dunkelbild)

Bei eingeschalteter Funktion »Rauschreduktion bei Langzeitbelichtung« sieht die Konfiguration des Timers so aus:
 SELF: 00:00:00
 INT.: Gewünschte Belichtungszeit plus (mindestens) 4s, z.B. 00:02:04 für zwei Minuten
 LONG: Gewünschte Belichtungszeit plus 2s, z.B. 00:02:02 für zwei Minuten
 FRAMES: Gewünschte Anzahl der Aufnahmen einer Serie



Abb. 3: Einstellung der Canon EOS 5D Mark II auf Selbstausslöser mit zwei Sekunden Vorlaufzeit.

Alle erwähnten Konfigurationen wurden mit drei verschiedenen EOS-Modellen erfolgreich getestet. Da im Zuge des technischen Fortschritts immer wieder Änderungen zu erwarten sind, empfiehlt sich, mit der eigenen Kamera selbst Tests durchzuführen, um sicherzustellen, dass alle Funktionen wie erwartet ablaufen. Behalten Sie im Hinterkopf, dass der Timer nur funktioniert, so lange die in ihm enthaltene Knopfzellen-Batterie Spannung liefert. Bei wichtigen Vorhaben lohnt es sich, eine Ersatzbatterie mitzunehmen.

POLARLICHT am Teleskoptreffen

Abb. 1: Digitalfoto, 23:34 MESZ, 18mm-Objektiv bei $f/3,5$, Canon EOS 60D, ISO 4000, 10s. *Marco Ludwig*

Während der Deep-Sky-Beobachtungen auf dem Aschberg Frühjahrs-Teleskoptreffen (AFT) in Schleswig-Holstein wurde dieses Polarlicht am

Nordhimmel bemerkt (vgl. Sonne aktuell S. 22). Alle 120 Teilnehmer des Treffens wurden daraufhin akustisch alarmiert und die Nachricht verbreite-

te sich in Windeseile. Leider war das Schauspiel schon nach 10 Minuten nur noch fotografisch nachweisbar.

Abb. 2: Digitalfoto, 23:59 MESZ, 18mm-Objektiv, Canon EOS 500D, ISO 3200. *Daniel Weitendorf*

First Light

Wie aus R, G und B ein farbiges Planetenfoto entsteht

VON STEFAN SEIP

Ein digitales Farbbild setzt sich aus drei Farbkanälen zusammen: Rot, Grün und Blau, auch »RGB« genannt. Durch additive Mischung entstehen alle anderen Farben. Enthält der Wert für Rot beispielsweise den Maximal-, der blaue den Minimalwert und der grüne die halbe der maximal möglichen Intensität, entsteht Orange als resultierende Farbe. Auf diesem Prinzip beruhen auch Monitore, Fernseher, Handy- und Kameradisplays. Betrachtet man sie mit einer starken Lupe, kann man erkennen, dass es rote, grüne und blaue Pixel gibt, die nebeneinander angeordnet sind. So eng, dass das bloße Auge sie nicht auflösen kann. Bei einem fertigen Digitalfoto ist das anders, hier liegen die drei Farbkanäle sozusagen »übereinander«, so dass jeder einzelne Pixel je einen Wert für Rot, Grün und Blau enthält. Bei Fotos mit acht Bit »Farbtiefe« (z.B. alle Bilder im JPG-Format) kann jeder der drei Farbkanäle 256 (2 hoch 8) verschiedene Helligkeiten annehmen, jeder Pixel rund 16,8 Millionen (256^3) verschiedene Farben.



Abb. 1: Gegeneinander verschobene Farbkanäle eines Planetenbildes im CMYK-Farbraum (s. Pfeil).

Die meisten Web- oder Videokameras, mit denen Planeten aufgenommen werden, zeichnen die drei Farbkanäle gleichzeitig auf, produzieren also farbige Videos. Dazu müssen die einzelnen Pixel des Bildsensors mit

winzigen Farbfilterchen versehen sein. Es gibt also Pixel mit roten, solche mit grünen und auch welche mit blauen Filtern. Die Software innerhalb einer Kamera »weiß«, welche Pixel mit welchen Farbfiltern ausgestattet sind, und kann auf diese Weise, die realen Motivfarben rekonstruieren. Informationstechnisch werden also drei Pixel der Kamera benötigt, um die exakte Farbe eines resultierenden Pixels zu bestimmen. Weil das die effektive Pixelzahl der Kamera entsprechend reduzieren würde, greift die Kamerasoftware zu einem Trick: Für jeden Pixel des Sensors werden drei Werte ermittelt, nämlich einer pro Farbkanal, obwohl ein Pixel nur einen einzigen davon tatsächlich liefert: Die anderen beiden werden aus den umgebenden Pixeln interpoliert, also rechnerisch ermittelt. Dabei leidet das räumliche Auflösungsvermögen der Kamera bei der Farbdarstellung im Allgemeinen, bei der Wiedergabe feiner Strukturen im Speziellen, nämlich bei monochromen Motiven.

Daher ist die Mühe keineswegs vergebens, die drei Farbkanäle einzeln mit Schwarzweißkameras aufzuzeichnen. Theoretisch kann das mit drei Fernrohren und drei Kameras simultan geschehen, in der Praxis wird fast immer ein Teleskop mit einer Kamera sowie einem Farbfilterrad eingesetzt. Im Filterrad ist ein Rot-, Grün- und Blaufilter untergebracht und durch den Filterwechsel werden die benötigten drei Farbkanäle nacheinander aufgenommen. Genau das hat Lars-C. Depka getan: Er schloss seine Schwarzweißkamera vom Typ »DMK 21AU04.AS« des Herstellers »The Imaging Source« an sein 8"-SCT an und gewann auf diese Weise im Primärfokus Videos des Planeten Saturn. Ein RGB-Filterersatz von »Astronomik« ermöglichte die separate Aufzeichnung der drei Farbkanäle. In einem vierten Schritt setzte Herr Depka einen Infrarot-Passfilter ein, um zusätzlich eine besonders scharfe Schwarzweiß-Abbildung zu erhalten. Die Videos wurden von ihm mit der Freeware »Giotto« zu Summenbildern verarbeitet. Mit dem Problem, wie aus den vorliegenden vier Summenbildern das Resultat entstehen soll, wandte er sich an mich.

Von ihm zugesandt bekam ich eine Photoshop-Datei, in der die Einzelbilder zwar zusammengeführt sind, aber kein ansehnliches Resultat ergeben (Abb. 1), vor allem, weil die einzelnen Kanäle nicht deckungsgleich übereinander gelagert sind. Zudem fiel mir auf, dass die Datei im CMYK-Farbraum angelegt wurde, in dem es statt RGB je einen Kanal für Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz gibt. Vielleicht wurde dieser Farbraum gewählt, um das schwarzweiße Luminanzbild im Schwarzkanal anzuwenden, den es bei RGB nicht gibt. Doch wenn bei der Aufnahme mit RGB-Filtern gearbeitet wird, muss auch die Bildverarbeitung in dem gleichen Farbraum erfolgen. Daher möchte ich in einer Schritt-für-Schritt-Anleitung die Vorgehensweise in Photoshop erläutern (Version CS5, die Menüpfade können in anderen Versionen abweichen):

1. Alle vier von Giotto erzeugten und im BMP-Format gespeicherten Summenbilder werden gleichzeitig in Photoshop geöffnet. Mit dem Befehl »Bild/Bildgröße...« (Tastenschlüssel Alt-Strg-I) werden die Abmessungen eines der Bilder ermittelt. Im vorliegenden Fall sind es 640×480 Pixel.
2. Nun wird mit dem Befehl »Datei/Neu...« (Tastenschlüssel Strg+N) ein neues Bild mit eben jenen Abmessungen erstellt, eine Datei im RGB-Farbmodus und »16-Bit« (Abb. 2).
3. Nun wird – falls notwendig – die Kanäle-Palette eingeblendet (Befehl »Fenster/Kanäle«). Dort sind die Kanäle für Rot, Grün und Blau sowie das daraus entstehende Resultat (RGB) zu sehen. Durch einen Mausklick auf das Augen-Symbol links neben den Kanälen können diese einzeln ein- und ausgeblendet werden. Durch einen Mausklick auf den Namen des Kanals oder die Tastenschlüssel Strg+2 bis Strg+5 wird jeweils einer der Kanäle aktiviert, erkennbar an der farbigen Hinterlegung.
4. Nun wird jenes Bild aktiviert, das den Rotkanal enthält, vollständig ausgewählt (Tastenschlüssel Strg+A) und in die Zwischenablage kopiert (Tastenschlüssel

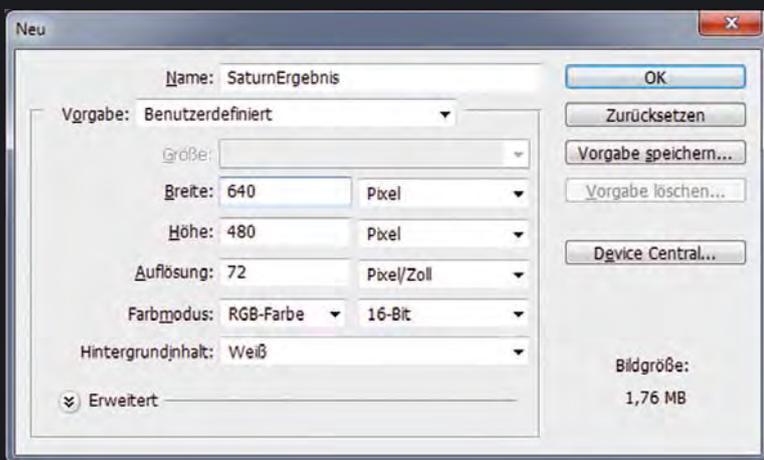


Abb. 2: Anlegen einer neuen Datei in Photoshop, in der die einzelnen Kanäle zusammengeführt werden.



Abb. 3: Zwischenergebnis, nachdem die RGB-Kanäle vereinigt und ausgerichtet sind. Eingebledet ist die Palette »Kanäle«.

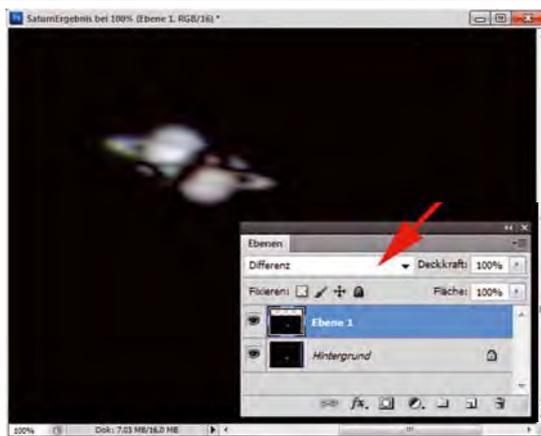


Abb. 4: Das scharfe Schwarzweißbild wird in Photoshop als neue Ebene eingefügt und im Differenz-Modus (s. Pfeil) deckungsgleich zum RGB-Bild ausgerichtet.



Abb. 5: Mein Bearbeitungsergebnis von Herrn Depkas Saturnaufnahmen.

Strg+C). Nach der Rückkehr zum neu angelegten Bild wird in der Kanäle-Palette nur der Rotkanal aktiviert und der Zwischenablagen-Inhalt eingefügt (Tastenschlüssel Strg+V). Mit dem Grün- und Blaukanal wird entsprechend verfahren.

5. Um die Kanäle zur Deckung zu bringen, kann jeder einzelne Farbkanal gegen die anderen verschoben werden. Dazu aktiviert man den zu verschiebenden Kanal und benutzt dann das »Verschieben-Werkzeug« (Tastenschlüssel V). Nun kann mit den vier Pfeiltasten der Kanal pixelweise verschoben werden, bis er mit einem der anderen übereinstimmt. Mit dem dritten, verbleibenden wird auf die gleiche Weise verfahren. Tipp: Wenn man das Bild vor dieser Aktion auf 200% vergrößert (Befehl »Bild/Bildgröße...«, Einstellung Breite=200%), kann die Verschiebung der Kanäle mit einer höheren Subpixel-Genauigkeit erfolgen.

6. Sind die RGB-Kanäle deckungsgleich, ist das Farbbild fertig (Abb. 3). Aktiviert wird nun »RGB« (Tastenschlüssel Strg+2). Jetzt vergleicht man das Farbbild mit dem noch ungenutzten Schwarzweißbild, das mit dem IR-Passfilter aufgenommen wurde. Nur wenn das Schwarzweißbild schärfer ist als das RGB, lohnt sich die Weiterverarbeitung. Dann wird die »Ebe-

nen-Palette« eingebledet (Befehl »Fenster/Ebenen«, Tastenschlüssel F7) und das Schwarzweißbild, gegebenenfalls ebenso auf 200% vergrößert, in die Zwischenablage kopiert.

7. Nach der Rückkehr zum RGB-Foto wird das Schwarzweißbild als neue Ebene eingefügt (Tastenschlüssel V). Zunächst wird der Überblend-Modus der neuen Ebene von »Normal« auf »Differenz« geändert, um die beiden Ebenen zur bestmöglichen Deckung zu bringen (Abb. 4). Dann wird die Taste »ESC« gedrückt und mit den Pfeiltasten und dem Verschieben-Werkzeug die obere Ebene, die das Schwarzweißbild enthält, gegenüber der unteren so lange verschoben, bis das Ergebnis ein möglichst dunkles Bild ist – dann ist die Deckungsgleichheit am größten.

8. Schließlich wird der Überblend-Modus der oberen Ebene auf »Luminanz« geändert. Mit dem Befehl »Ebene/Auf Hintergrundebene reduzieren« werden beide Ebenen miteinander verschmolzen.

9. Nach einer moderaten Nachschärfung entsteht das Endergebnis (Abb. 5). Speziell zum vorliegenden Bild von Herrn Depka möchte ich noch drei Hinweise zur Aufnahmetechnik geben:

1. Für die Aufnahme der Videos wurde ein zu langer Zeitraum benötigt. Wegen der

relativ schnellen Rotation der Planeten Mars, Jupiter und Saturn sollten alle Videos für ein Bild innerhalb weniger Minuten abgeschlossen sein. Bei Saturn ist es nicht ganz so tragisch, wenn es länger dauert, aber ein heller Sturm, der auf dem Planeten jüngst zu sehen war, erfordert ein zügiges Arbeiten.

2. Um das maximale Auflösungsvermögen des Teleskops bei guten Seeing-Bedingungen zu nutzen, ist ein Öffnungsverhältnis von 1:20 anzustreben, der Einsatz einer zweifachen Barlow-Linse also zu empfehlen.

3. Durch den langen Aufnahmezeitraum bedingt, ist eine leichte Bildfeldrotation beim Vergleich der einzelnen Farbkanäle feststellbar! Bei Beachtung von Punkt 1. sollte das aber kein Problem mehr darstellen. Andernfalls ist auf eine korrekte Aufstellung der parallaktischen Montierung zu achten (vgl. First Light, interstellarum 76).

Surftipps

The Imaging Source:
www.astronomycameras.com
 Giotto: www.giotto-software.de

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

Leser beobachten

Die Objekte der Saison: Leser

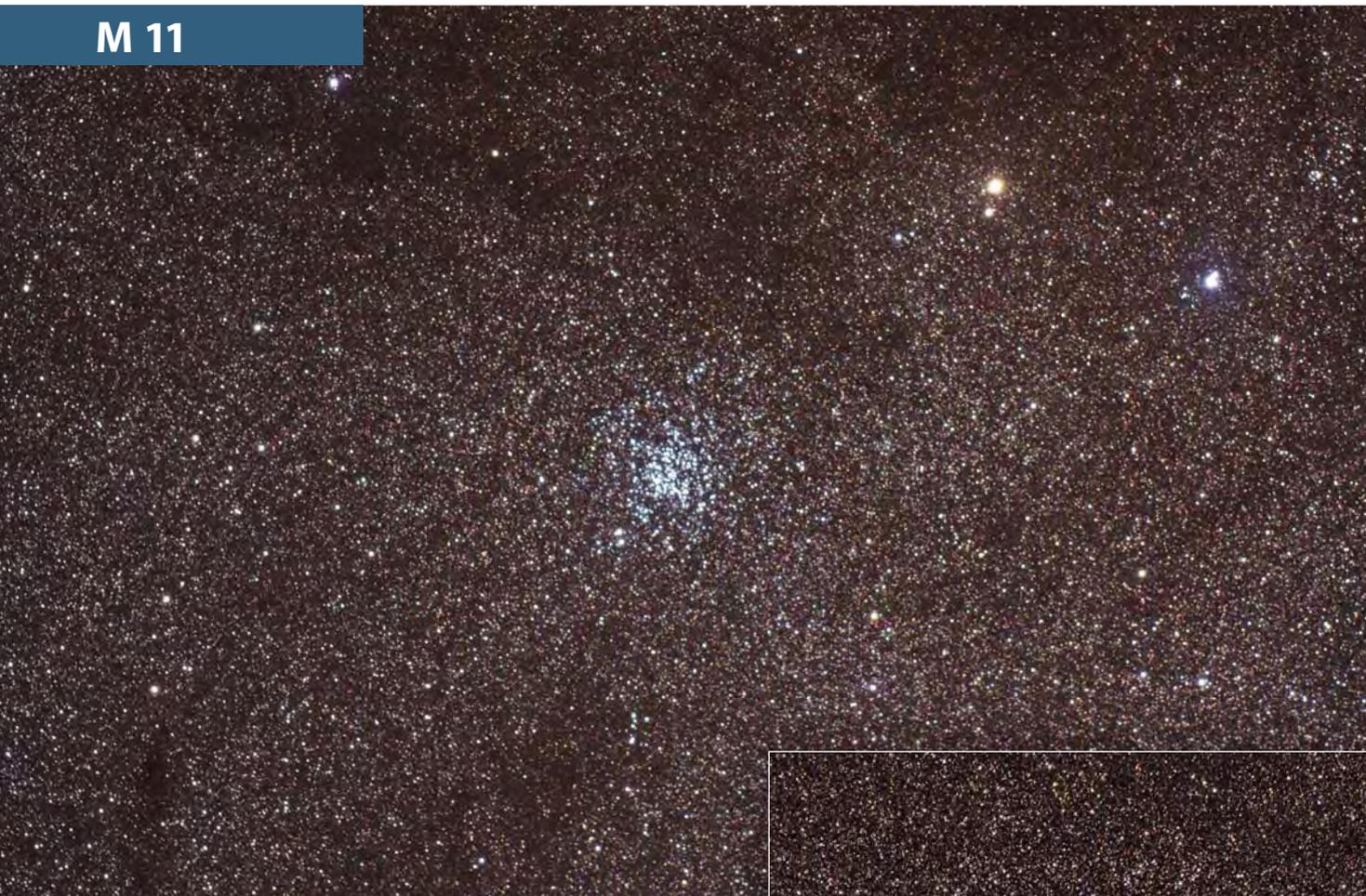
beobachten. Ziel dieses interaktiven Projekts ist es, Beschreibungen, Zeichnungen, Fotos und CCD-Bilder von Deep-Sky-Objekten zusammenzuführen.

- Beobachtungen einsenden:
www.interstellarum.de/ods.asp
- Alle Ergebnisse:
www.interstellarum.de/ods-galerie.asp
- Liste behandelter Objekte:
www.interstellarum.de/ods.asp?Anzahl=alle&Maske=1

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Vorstellung: Nr. 72	NGC 7331	Peg	22 ^h 37,1 ^{min}	+34° 25'	20.7.2011
Ergebnisse: Nr. 78	NGC 7318AB	Peg	22 ^h 36,0 ^{min}	+33° 58'	
Vorstellung: Nr. 73	NGC 1977	Ori	5 ^h 35,4 ^{min}	-04° 48'	20.9.2011
Ergebnisse: Nr. 79	Sharpless 276	Ori	5 ^h 31 ^{min}	-04° 54'	
Vorstellung: Nr. 74	IC 2177	Mon	7 ^h 5,5 ^{min}	-11° 00'	20.11.2011
Ergebnisse: Nr. 80	M 41	CMa	6 ^h 46,0 ^{min}	-20° 45'	
Vorstellung: Nr. 75	NGC 4485/4490	CVn	12 ^h 30,5 ^{min}	+41° 42,0'/+41° 38,5'	20.1.2012
Ergebnisse: Nr. 81	NGC 4725	Com	12 ^h 50,4 ^{min}	+25° 30,0'	
Vorstellung: Nr. 76	M 80	Sco	16 ^h 17,0 ^{min}	-22° 58,5'	20.3.2012
Ergebnisse: Nr. 82	M 62	Oph	17 ^h 1,2 ^{min}	-30° 6,7'	
Vorstellung: S. 75	NGC 6819	Cyg	19 ^h 41,3 ^{min}	+40° 11'	20.5.2012
Ergebnisse: Nr. 83	NGC 6791	Lyr	19 ^h 20,9 ^{min}	+37° 46,3'	

M 11



▲ **Digitalfoto**, 4"-Refraktor bei 512mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 1250, 6x150s. *Peter Heinzen*

► **Digitalfoto**, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 29x3min. *Siegfried Kohlert*

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

M 11

bloßes Auge: Bortle 1–2; die Schildwolke erschwert das Aufsuchen sehr, mehrere Versuche von Teneriffa aus schlugen fehl. Von Teneriffa aus gelang mir endlich eine sichere Sichtung: ein deutlich flächiger Nebel. *Uwe Pilz*

8x21-Fernglas: fst 6^m0; es konnte ein länglicher heller Fleck erkannt werden, welcher an einem Ende spitz zulaufend, am anderen Ende breiter geformt war. Das breite Ende wirkte fransig. Am spitzen Ende war ein einzelner hellerer Stern zu sehen. *Stefan Deichsel*

60/910-Refraktor: fst 5^m5; bis auf vier Sterne nicht weiter aufzulösen, sondern nur als diffuses Objekt zu sehen. 26x.

Andreas Kaczmarek

70/700-Refraktor: fst 6^m0; im Sucher als unscharfer Stern erkennbar, im Teleskop überraschenderweise nur ein nebliges Gebiet, mit Ausnahme eines auffälligen Sterns am östlichen Rand. Wiederum östlich davon ein weiterer (Feld-)Stern, der Abstand der beiden Sterne entspricht etwa dem Durchmesser der sichtbaren »Nebelwolke«. 78x. *Thomas Will*

85/1900-Schiefspiegler: fst 6^m5; Objekt ist vollständig aufgelöst mit einem Gesamtdurchmesser von 7,5'. Der Haufen umfasst Sterne mit gleichmäßiger Helligkeit. Der Zentralbereich ist 3,3' groß. Ein 8^m-Stern befindet sich etwas östlich des Zentrums. Zwei 9^m-Sterne stehen südöstlich des Haufens nahe beieinander. In M 11 deutet sich ein sternleerer Raum in Ost-West Ausdehnung an, der den Haufen in zwei Teile zu teilen scheint. 152x. *Stefan Westphal*

105/440-Newton: fst 4^m0; im Reisedobson ist M 11 ein leichtes Objekt und direkt zu beobachten. Er sieht aus wie zwei Offene Sternhaufen – ein kleiner und ein großer. 73x. *Jörg Meyer*

127/1500-Cassegrain: fst 6^m0; der Wildentenhaufen fasziniert vom ersten An-

blick an. Im Übersichtsokular kann man sich vor dem Sternengewimmel kaum in Sicherheit bringen – das liegt daran, dass der Haufen zum einen recht kompakt ist, zum anderen auch einige hellere Sterne enthält. Der Kern des Haufens selbst erscheint als ausgedehntes Viereck – in ihm tummeln sich bei 120x etwa 50 aufgelöste Sterne auf engstem Raum zusammen. Dabei wirkt der Hintergrund stets leicht verwaschen und deutet an, dass da noch mehr ist. Die Sterne sind jedoch nicht gleichmäßig verteilt, sondern ziehen sich in kleinen Reihen durch den Haufen oder bilden kleine Ansammlungen. Besonders hervorstechend ein heller 8^m6 Stern am östlichen Rand des Haufens. *Christian Lutz*

150/750-Newton: sehr hell und sternreich. In der Mitte ist ein L-geformtes leeres Gebiet, das sich in südwestlicher Richtung erstreckt. Am Südostteil ist ein kreisförmiges auffälliges leeres Gebiet. Der Haufen ist viergeteilt. 3/4 der Sterne fallen auf die größeren Teilstücke, 1/4 auf die zwei kleineren Teile. Unregelmäßige Form und aufgelöst. 112x. *Gerd Kohler*

200/800-Newton: sternreich. Kann hoch vergrößert werden. Helle, leicht unterschiedlich helle Sterne die in mehreren Gruppen angeordnet sind. Zwischen den Gruppen ziehen sich dunkle sternleere Gebiete. 228x. *Gerd Kohler*

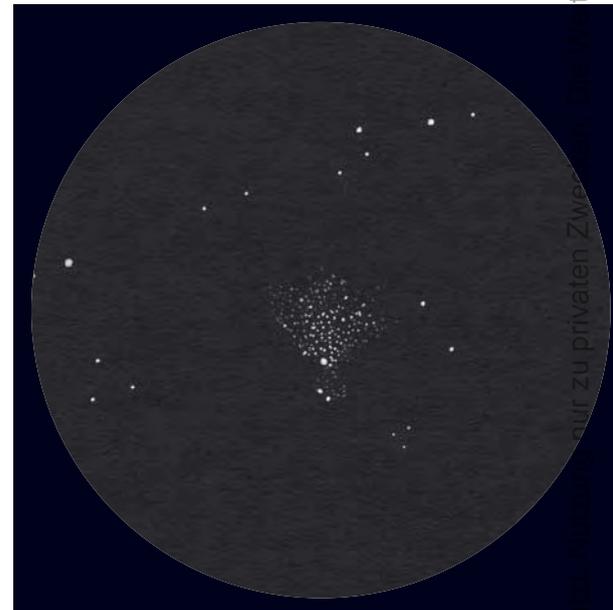
200/1000-Newton: fst 6^m3; völlig aufgelöst und sehr viel schwache Sterne auf engem Raum zu sehen. 57x. *Andreas Kaczmarek*

200/1200-Newton: fst 6^m0, SQM-L 20^m8/□"; zum Teil aufgelöst. Sternhaufen wirkt zerfurcht, wie von sternarmen Zonen durchzogen. Große dunkle, runde Blase am nördlichen Rand und kleiner, dunkler, eckiger Fleck südwestlich von der Mitte des Haufens. 120x. *Michael Zschech*



Zeichnung, 5"-Cassegrain bei 1500mm, fst 6^m0; 60x.
Christian Lutz

terverbreitung



Zeichnung, 8"-Newton: Bortle 3–4, Seeing 3; 30x.
Evelyn Petkow

ch geschit

CCD-Aufnahme, 5"-Refraktor bei 1000mm, SBIG ST-4000, 5x300s.
Ullrich Dittler





Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 40x1min, 71x3min. *Siegfried Kohlert*



CCD-Aufnahme, 16"-Hypergraph bei 4875mm (L) und 15"-Newton bei 1145mm (RGB), SBIG STL-6303, 10x5min (L), 4x5min (je RGB), AO-7, AstroDon-Filterset. *Bernd Flach-Wilken, Volker Wendel*



Digitalfoto, 8"-SCT bei 1260mm, Canon EOS 450D, ISO 800, 116x60s. *Heino Niebel*

M 15

bloßes Auge: Bortle 2; M 15 ist für das freie Auge nicht schwierig. Es zeigt sich ein großer diffuser Ball mit sichtbarer Helligkeitszunahme zur Mitte. *Uwe Pilz*

8x42-Fernglas: fst 6^m0, SQM-L 20^m8/□"; wirkt wie ein etwas unscharf gestellter Stern, aber mit deutlicher Helligkeitszunahme zum Zentrum. *Michael Zschech*

60/700-Refraktor: fst 5^m0; M 15 steht in einem auffälligen Dreieck. Selbst bei 20x ist die flächige Ausdehnung gegenüber den drei Sternen sehr deutlich. M 15 erscheint vor allem mit 35x als sehr heller runder Nebelball mit einem sehr großen und extrem hellen Zentrum. Die äußeren Bereiche von M 15 wirken schon leicht körnig. 35x. *Frank Lange*

70/700-Refraktor: fst 4^m0; bei zunehmend schlechter werdenden Bedingungen mit aufziehendem Bodennebel M 15 noch gefunden. Im Sucher indirekt zu sehen, im Teleskop dann deutlicher. 78x bringt einen leicht granulierten/angelösten Eindruck. Ein einzelner heller Feldstern von 5^m5 bis 6^m0 in Nord-Ost im gleichen Gesichtsfeld. 78x. *Thomas Will*

80/400-Refraktor: fst 4^m5; bei 21x ein verwaschener Fleck im Raum, welcher zur Mitte hin stark konzentriert ist. Bei 50x beginnt der Rand des Kugelsternhaufens strukturiert auszusehen, das Zentrum wirkt weiterhin viel heller, als der Rand des Objekts. *Stefan Deichsel*

85/1900-Schiefspiegler: fst 6^m5; recht heller Sternhaufen, schätzungsweise 7^m. Vom hellen Kernbereich ausgehend ist der lichtschwächer und diffuser werdende Randbereich sichtbar. Einzelsterne sind nicht wahrnehmbar. 2' im Durchmesser. 152x. *Stefan Westphal*

102/1000-Cassegrain: fst 4^m0; ein 3/4-Mond erhellte den Himmel, welcher zwar transparent, aber recht aufgehellt war. Bei 40x konnte der Kugelsternhaufen in einem Dreieck aus markanten 6^m – 8^m-Sternen erkannt werden. Das Zentrum des Sternhaufens ist konzentrierter und um einiges heller als der Halo. Beim Durchvergrößern ergab sich eine Steigerung bei 170x, da hier der Rand des Kugelsternhaufens »angelöst« wurde und das Zentrum Helligkeitsunterschied aufwies – beides nur bei indirektem Sehen. *Stefan Deichsel*

105/440-Newton: fst 4^m0; im Sucher schon direkt sichtbar als heller Fleck. Trotz Mondlicht ein leichtes Objekt im Reisedobson, aber nicht aufgelöst in Einzelsterne. 73x. *Jörg Meyer*

114/900-Newton: fst 4^m8; bereits im 8x50 Sucher ist der kleine Fleck mit seinem hellen Zentrum zu sehen. Im 114mm-Newton bei 28x ist der helle Kern und der vergleichsweise große, aber am Rand sehr schwache Halo gut zu sehen. Bei 112x wird der Rand des Kugelsternhaufens körnig, aber einzelne Sterne zeigen sich nicht. Das Zentrum bleibt weiterhin ein heller und nicht aufgelöster Fleck. *Stefan Deichsel*

127/1500-Cassegrain: fst 6^m0; der Haufen zeigt eine ausgedehnte Scheibe. Die Randpartien erscheinen für einen Kugelsternhaufen noch recht schwach, der Kern und seine nähere Umgebung sind dafür jedoch sehr hell und auffällig. Bereits bei 60x können in den breiten Randpartien einzelne, sehr schwache Sterne ausgemacht werden. Bei 100x lassen sich knapp 20 Einzelsterne auflösen. Der Haufen wirkt dabei über seine ganze Fläche hinweg gekörnt – zahlreiche schwache Sterne stehen kurz vor der Auflösung und blitzen ab und zu durch. Einer der Höhepunkte des Herbsthimmels. *Christian Lutz*

150/750-Newton: bis zum Kern in Einzelsterne aufgelöst. Der Kern ist von mittlerer Größe. Aus dem Sternhaufen ragen vereinzelte Sternketten heraus. 159x. *Gerd Kohler*

200/800-Newton: großer Sternhaufen. Sehr hell. Heller Kern, 1/3 vom Haufendurchmesser. Bis zum Kern in unzählige feine Sterne aufgelöst. Um den Haufen sind versprengte Gruppen. Rund. 170x. *Gerd Kohler*

200/1000-Newton: fst 6^m3; relativ groß und bis zum Kern aufgelöst. 80x. *Andreas Kaczmarek*

250/1250-Newton: SQM 21^m5/□"; Ort: Silvretta. Bei 75x, 125x und 170x mittelgroßer sehr schöner Kern mit Hunderten von aufgelösten Sternen außen herum. Besonders schön bei indirektem Sehen, dann sind die Sterne wie Diamanten über das Feld verteilt. Der Halo ist sicher fünfmal so groß wie der unaufgelöste Kern. *Michael Schumann*

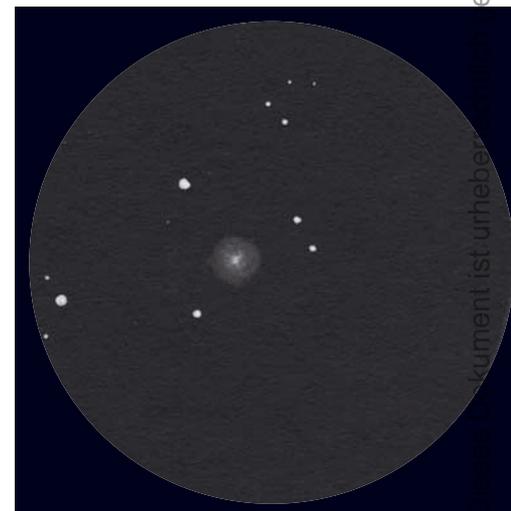
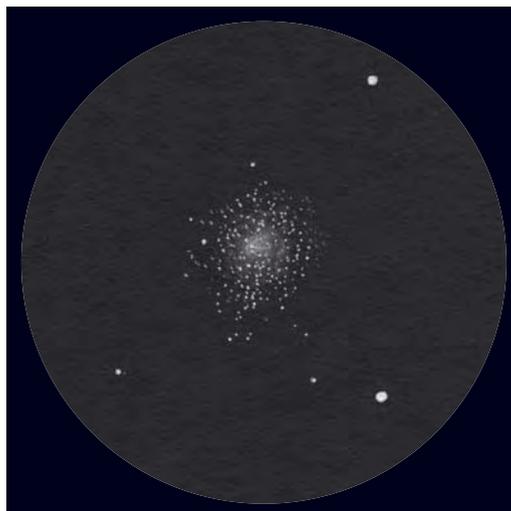
320/1440-Newton: Bortle 2; Versuch, den Planetarischen Nebel Pease 1 (in M 15) zu finden, scheitert vor allem an der manuellen Nachführung. Die Sternmuster der Aufsuchkarte konnten identifiziert werden. 430x. *Uwe Pilz*

400/2000-Newton: fst 6^m3; ab 302x (Weitwinkelokular + UHC-Filter) kann in dem natürlich bis zum Kern aufgelösten Kugelhaufen anhand einer Karte aus dem Straßburger Atlas der Planetarische Nebel Pease 1 identifiziert werden; am besten ist er aber dann bei 421x zu sehen. *Andreas Kaczmarek*

Zeichnung, 5"-Cassegrain bei 1500mm, fst 6^m0; 100x. *Christian Lutz*

Zeichnung, 8"-Newton, Bortle 4; 160x. *Evelyn Petkow*

Zeichnung, 85mm-Spektiv, Bortle 5; 60x. *Evelyn Petkow*



Astrofotos unserer Leser



Barnard 150, Dunkelnebel in Cepheus. CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 700mm, ALccd 6c, 36x10min. *Werner Pribil*



M 20 (Trifidnebel) in Sagittarius. Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon EOS 40D (modifiziert), ISO 800, 37x10min (IDAS LPS-Filter), 20x10min (Ha). *Siegfried Kohlert*

**Kugelsternhaufen M 13 in ▶
Hercules.** CCD-Aufnahme, 8"-
SCT bei 1280mm, QSI 583wsg,
36x6min, Astronomik 2c-Filter.
Bernhard Hubl, Christoph Kaltseis



▼ **Galaxie M 63 in Canes Vena-
tici.** CCD-Aufnahme, 4"-Refrak-
tor bei 1700mm, QSI 583wsg,
55x10min (L), 13x10min (R),
14x10min (G), 18x10min (B), As-
tronomik 2c-Filter. *Immo Gerber*





▲ **Abb. 1: Eines der größten Teleskope beim 20. ITV:** Das Dobson-Teleskop von Kai Kretzschmar mit selbstgeschliffenem 28"-Hauptspiegel, der bei einem Öffnungsverhältnis von $f/3,1$ und einer Randdicke von nur 25mm nahe an der Grenze des für Amateure Machbaren liegen dürfte.



Abb. 2: Das ist kein mobiles Fitnessgerät, sondern ein Bino-Sitz, der entspanntes Beobachten mit einem Großfernglas in jeder Lage ermöglicht.

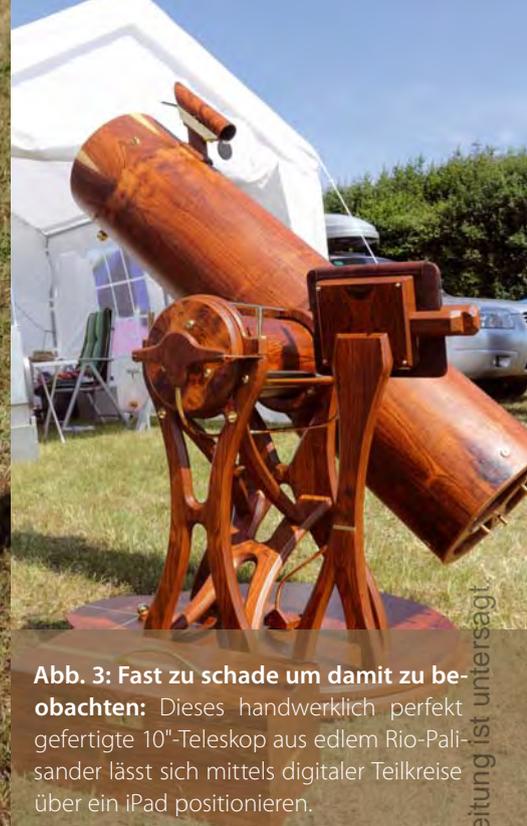


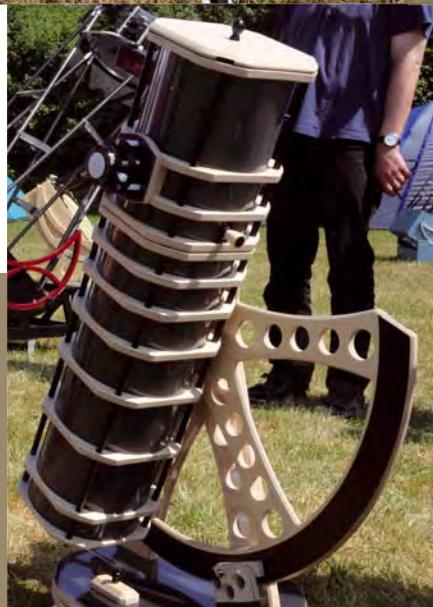
Abb. 3: Fast zu schade um damit zu beobachten: Dieses handwerklich perfekt gefertigte 10"-Teleskop aus edlem Rio-Palissander lässt sich mittels digitaler Teilkreise über ein iPad positionieren.

20 Jahre Teleskope und Sternfreunde

Das Internationale Teleskoptreffen Vogelsberg 2011

VON STEFAN SCHICK

Es ist die größte und älteste Starparty Deutschlands: 1991 hatte das Internationale Teleskoptreffen im Vogelsberg Premiere. Viele Jahre in Stumpertenrod beheimatet, trifft man sich seit einigen Jahren am besser ausgestatteten Campingplatz in Gedern. Geblieben ist die einzigartige Atmosphäre, die auch dieses Jahr wieder vom 1. bis 5. Juni über 650 Amateurastronomen anzog. Höhepunkt war auch bei der 20. Auflage die Prämierung der Selbstbauteleskope, von denen einige hier gezeigt werden.



▲ **Abb. 4: Aus Plexiglas und Multiplex besteht** dieses aufwändig konstruierte Teleskop: die Tubusringe sind gleichzeitig die Innenblenden, der Tubus selbst besteht aus einzelnen, aus Plexiglasplatten gebogenen Zylindern.



▲ **Abb. 5: Ein liebevoll mit Intarsien verzierter 10"-Dobson** mit Motorantrieb, Lüftersteuerung mit digitaler Temperaturanzeige und Newton-Sucher.

Abb. 6: Alles lässt sich zu einem Teleskop umbauen: der Briefkasten-Refraktor mit »Hubble-Klappe« von Roland Schneider. Dieses Teleskop stand sogar zum Verkauf.



privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutz

BARNARDS ATLAS OF THE MILKY WAY

»Eines der besten Astronomie-Bücher aller Zeiten ist zurück«, heißt es in der Ankündigung des Verlags, und dies ist wahrlich nicht übertrieben: Barnards Atlas ausgewählter Milchstraßenregionen aus dem Jahr 1927 ist ein Meilenstein der Astrofotografie. Gleichzeitig galt er als bibliophile Kostbarkeit, wurden vom zweibändigen Original doch nur 700 Exemplare gedruckt, in die Barnard persönlich Abzüge der Originalaufnahmen klebte. Mit der nun erschienenen Faksimile-Ausgabe, die beide Bände in einem Buch vereint, macht Cambridge University Press

dieses epochale Werk modernen Sternfreunden zugänglich.

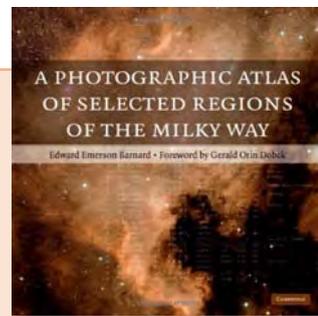
Ohne zusätzlichen Kommentar werden Text, Tabelle, Karte und Foto der von Barnard belichteten 50 Fotoplatten wiedergegeben. Zwei zusätzliche Kapitel zeigen Zusammenstellungen weiterer Fotos. Die Reproduktionsqualität ist erstklassig, und lässt die mit dem 10"-f/5-Bruce-Astrograph der Yerkes-Sternwarte aufgenommenen Milchstraßenfelder in einer Lebendigkeit erstrahlen, die heutigen Fotos nicht nachsteht – gerade dieser zeitlosen astrofotografischen Leistung

Edward Emerson Barnard, Gerald Orin Dobek: A Photographic Atlas of Selected

Regions of the Milky Way, Cambridge University Press, Cambridge 2011, ISBN 978-0-521191432, 372 S., 75£

verdankt Barnards Werk seinen Ruf, der auch nach 85 Jahren noch nicht verblasst ist.

■ Ronald Stoyan



Sterne beobachten in der Stadt

Astronomie ist für die meisten ein aufwändiges Hobby, ganz besonders wenn man in einer Stadt wohnt. Viele scheuen den Aufwand, bei jeder Gelegenheit den Lichtglocken der Städte durch eine längere Autofahrt zu entkommen. Dem möchte das vorliegende Buch abhelfen.

Der eigentliche Hauptteil des Buchs besteht aus 26 Himmeltouren, die nach Jahreszeit geordnet sind. Auf ganzseitigen Sternkarten wird der Himmelsanblick meist Richtung Süden bis über den Zenit dargestellt und es werden jeweils bis zu sieben Objekte detaillierter vorgestellt. Diese Sternkarten sind jedoch der eigentliche Schwach-



Klaus M. Schittenhelm: Sterne beobachten in der Stadt – Himmeltouren für klare Nächte, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG Stuttgart 2011, ISBN 978-3-440-12616-5, 126 S., 14,95€

punkt des Buchs. Als Beispiel sei Himmeltour 3 gewählt: Die Sternkarte soll den Anblick des Himmels um ca. 22 Uhr im April zeigen, die dargestellte Stellung der Sternbilder entspricht aber eher dem Anblick um Mit-

ternacht. Dabei werden Sternbilder (z.B. das Sternbild Becher) dargestellt, die selbst unter Landhimmel für geübte Beobachter schwierig zu erkennen sind. Die Objektauswahl dieser Tour ist ebenfalls fragwürdig: Der Coma-Sternhaufen reagiert sehr empfindlich auf Lichtverschmutzung und verliert beim empfohlenen kleinen Fern-

glas schnell seinen Haufeneindruck und das Auffinden von 17, 15 CVn, die sich »einen Fingerbreit links von Cor Caroli« befinden, wird Anfängern sicherlich nicht leicht fallen. Überdies sind Maßstab und Grenzgröße der Karten nicht für Ferngläser und Teleskop geeignet.

Ein Buch über Sternbeobachtung in der Stadt könnte ein guter Einstieg für angehende Amateurastronomen sein, die sich aber mit den ungenauen Sternkarten und Aufsuchbeschreibungen eher schwer tun werden, während das Buch für geübtere Beobachter wenig bietet. Außerdem kommt im Buch der praktische Ratgeberteil etwas zu kurz: Dieser beschränkt sich auf eine einzelne Doppelseite – »Sterne schauen auf dem Balkon«.

■ Hans-Georg Purucker

iPhone-App: Exoplanet



iPhone-App: Exoplanet, 8,8MB, Version: 5.2.1, iOS3.1.3 oder höher, für iPhone/iPad/iPod touch, kostenlos

Die Zahl der entdeckten Exoplaneten steigt derzeit rasant an. Die kostenlose App Exoplanet ist ein beeindruckendes Programm, das es dem interessierten Amateurastronomen erlaubt mit den aktuellen Entdeckungen Schritt zu halten: Die für iPhone und iPad optimierte Anwendung überprüft zunächst bei jedem Start die verwendete Datenbank (auf der Basis des Open Exoplanet Catalogue) und bietet so eine

tagesaktuelle Übersicht über alle entdeckten extrasolaren Planeten und deren Sterne. Zu jedem der derzeit bekannten Exoplaneten finden sich nicht nur Animationen zu dessen Entdeckungsmethode, ein animierter Größenvergleich mit Planeten unseres Sonnensystems, sondern auch zahlreiche deskriptive Daten zum Exoplaneten (Masse, Radius, Umlaufzeit, Entdeckungsmethode, Entdeckungsjahr, Anzahl der bekannten Planeten im System etc.). Eine interaktive Sternkarte, die die Position des Exoplaneten anzeigt, bietet ebenso zusätzliche Informationen, wie die Liste der wissenschaft-

lichen Publikationen zum jeweiligen Exoplaneten (die Publikationen sind aus der App jeweils direkt aufrufbar).

Umfangreiche zusätzliche Funktionen von der 3D-Darstellung aller extrasolaren Planeten in der Milchstraße über die Möglichkeit, aus der App heraus Korrelations-Diagramme zu erstellen, bis hin zum Abruf von Hintergrundinformationen zu den verschiedenen Entdeckungsmethoden, machen die App zu einer stets aktuellen, umfangreichen und informativen Empfehlung für alle interessierten Amateure.

■ Ullrich Dittler

Termine für Sternfreunde August–September 2011

Messe

- 15 10.9.: **6. Internationale Astronomiemesse AME** in 78056 Villingen-Schwenningen
 ⓞ Siegfried Berghal, 0741/2706210, info@astro-messe.de, www.astro-messe.de

Fachtagung/Workshop

- 5 13.8.: **H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR)**, 65468 Rüsselsheim
 ⓞ Dietmar Sellner, 06147/936310, d.sellner@t-online.de, www.ruesselsheimer-sternfreunde.de
- 7 26.8.: **Workshop für Sternbedeckungs-Beobachter**, Archenhold-Sternwarte, 12435 Berlin
 ⓞ Wolfgang Rothe, wrothe@t-online.de, www.astw.de/esop
- 10 26.–31.8.: **ESOP XXX**, European Symposium on Occultation Projects, Archenhold-Sternwarte, 12435 Berlin
 ⓞ www.astw.de/esop
- 11 27.8.–4.9.: **Veränderlichen-Beobachtung**, VdS-Sternwarte 99334 Kirchheim/Thüringen
 BAV e.V., Fachgruppe Veränderliche der VdS
 ⓞ Werner Braune, Münchener Str. 26-27, 10825 Berlin, 030/7848453, zentrale@bav-astro.de, www.bav-astro.de
- 14 2.–4.9. **Workshop Sonne in der Teichmühle**, 09618 Großhartmannsdorf
 BAV e.V., Fachgruppe Veränderliche der VdS
 ⓞ Günter Stein, G. Hauptmann Str. 4, 09599 Freiberg, guenter.stein@online.de, www.teichmuehle-grosshartmannsdorf.de/index.php?cat=astro, www.sonnetagung.de

- 16 10.9.: **30. VdS-Tagung** 78056 Villingen-Schwenningen
 ⓞ Vereinigung der Sternfreunde e.V., Postfach 1169, 64629 Heppenheim, 06252/787154, www.sternfreunde.de
- 19 19.–23.9.: **Herbsttagung 2011 der Astronomischen Gesellschaft**, 69117 Heidelberg
 ⓞ Dr. Guido Thimm, thimm@ari.uni-heidelberg.de, www.astronomische-gesellschaft.org, www.zah.uni-heidelberg.de/ag2011/index.php.de.

Beobachtungstreffen

- 1 4.–7.8.: **11. Teleskoptreffen am Selenter See**, Pülsen (24257 Köhn)
 ⓞ Raffael Benner, www.teleskoptreffen.info/selenter
- 2 5.–7.8.: **Teleskoptreffen »Hoher Berg«**, 28857 Syke
 ⓞ Helmut Prekel, helmutpre@web.de, www.astroberg-syke.de
- 3 6.8.: **City Star Party in der Sternwarte Stuttgart**, Zur Uhlandshöhe 41, 70188 Stuttgart
 ⓞ Schwäbische Sternwarte e. V., Seestr. 59 A, 70174 Stuttgart, 0711/2260893, www.city-star-party.de
- 4 6.8.: **NAA-Starparty**, Segelflugplatz Lillinghof, 91220 Schnaittach
 ⓞ Matthias Gräter, info@naa.net, www.naa.net/starparty
- 6 23.–28.8.: **9. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB)**, 35288 Wohratal-Hertingshausen
 ⓞ Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V., astronomie@onlinehome.de, www.astronomie-lahn-eder.de

- 8 26.–28.8.: **23. Swiss Star Party**, Gurnigel im Berner Oberland
 ⓞ Radek Chromik Leuenberger, Föhrenweg 71, CH-3095 Spiegel, 0041/31/9718503, radek.chromik@starparty.ch, www.teleskoptreffen.ch/starparty/index.de.php
- 9 26.–28.8.: **Sommer-Astrocamping Vogelsberg**, Sternenwelt Vogelsberg e.V., 36325 Feldatal
 ⓞ Walter Gröning, info@sternenwelt-vogelsberg.de, www.sternenwelt-vogelsberg.de
- 12 1.–4.9.: **11. Internationales Heide Teleskoptreffen (IHT)**, Reinsehlen (29640 Schneverdingen)
 ⓞ Nils Kloth, 0173/5178429, IHT@astrogarten.de, www.astrogarten.de/IHT.htm
- 13 2.–3.9.: **Teleskoptreffen Tannalp**, 6068 Melchsee-Frutt, Schweiz
 ⓞ Jens Bydal, Planetenwelt GmbH, 0041/795430268, info@planetenwelt.ch, www.planetenwelt.ch
- 20 22.–25.9.: **10. Teleskoptreffen »Mirasteilas« in Falera**, Graubünden, Schweiz
 ⓞ José De Queiroz, 0041/81/9212555, teleskoptreffen@mirasteilas.net, www.mirasteilas.net
- 21 22.–25.9.: **12. Herzberger Teleskoptreffen (HTT)**, Sportlerheim Jeßnigk bei 04916 Herzberg (Elster)
 ⓞ AstroTeam Elbe-Elster e.V. Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b, 04895 Falkenberg, 035365/35270, info@herzberger-teleskoptreffen.de, www.herzberger-teleskoptreffen.de

- 22 23.–25.9.: **5. Ravensburger Teleskoptreffen (RATT)**, Teufelsberg, 88263 Horgenzell
 ⓞ Carsten Przygoda, Finkenweg 25, D-88339 Bad Waldsee, carsten@ratt-rv.de, www.ratt-rv.de
- 23 29.9.–2.10.: **27. Internationales Teleskoptreffen (ITT)**, Emberger Alm, 9761 Greifenburg, Österreich, Kärnten
 ⓞ Gerhard Riedl, 0043/4712/796, g.riedl1@gmail.com, www.embergeralm.info/stella
- 24 29.9.–3.10.: **6. Astronomie Tage Ostfriesland (ATO)**, 26639 Wiesmoor/Zwischenbergen
 ⓞ www.astronomie-club-ostfriesland.de/Seite2.html
- 25 30.9.–2.10.: **11. Almberg-Teleskoptreffen (ATM)** in Mitterfirmiansreuth (94158 Philippsreuth)
 ⓞ Andreas Hattinger, Passauer Str. 10b, 94161 Ruderting, 0171/8802039, andreas.hattinger@gmx.net, www.almberg-treffen.de

Sonstiges

- 17 10.9.: **Tag der offenen Tür am Radioobservatorium Effelsberg** (53902 Bad Münstereifel)
 ⓞ Norbert Junkes, MPI für Radioastronomie, Bonn, 0228/525399, njunkes@mpifr-bonn.mpg.de, www.mpifr-bonn.mpg.de/div/effelsberg/40years
- 18 15.9.–27.10.: **Ausstellung »The World at Night« (TWAN)**, 4040 Linz, Österreich
 ⓞ Ars Electronica Center (AEC) Linz, Dietmar Haager, contact@stargazer-observatory.com, <www.aec.at

Demnächst in interstellarum

interstellarum 78

Schwache Monde im Sonnensystem

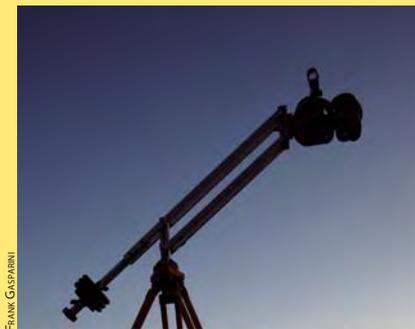
Abseits von Ganymed, Titan und Co. tummeln sich im Sonnensystem über 100 schwache Planetenmonde. Viele davon lassen sich schon mit Amateurmitteln erhaschen.



BERND GÄHRKEN

Fernglas-Montierung selbstgebaut

Durch die Milchstraße streifen, ohne dass die Arme müde werden. Mit einer selbst gebauten Fernglas-Montierung kommt man diesem Traum ein großes Stück näher.



FRANK GASPARINI

Mosaik erstellen

Große Himmelsareale in hoher Auflösung: Das gelingt nur mit dem Zusammenfügen mehrerer Astrofotos zu einem Mosaik. Wir verraten die richtige Vorgehensweise und geben Tipps, damit kein Flickentepich entsteht.



FABIAN NEYER

Heft 78 ist ab 16.9.2011 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

aktuell auf www.interstellarum.de

Aktuelle Aufnahmen unserer Leser

- www.sonneaktuell.de
- www.planetenaktuell.de
- www.kometenaktuell.de

NEU: Online-OdS

- www.interstellarum.de/ods-galerie.asp

interstellarum NEWSLETTER

Die Zeitschrift für praktische Astronomie

Der größte Online-Nachrichtendienst für Hobby-Astronomen in deutscher Sprache, erscheint freitags alle 14 Tage.

- Aktuelles am Himmel
- Neuigkeiten aus der Forschung
- Nachrichten aus der Astroszene
- Informationen für interstellarum-Leser

Inserenten dieser Ausgabe

Alpine Astroviilage	77	Friedrich Moess Beleuchtungssysteme	78	Sattleggers Alpenhof	78
AME Astro-Messe	79	Farm Tivoli	77	Teleskop-Service	64
APM Telescopes	33	Intercon Spacetec	5	Teleskop & Sternwarten Zentrum	24
AstroInfo	32	Kiripotib Astrofarm	78	teleskop-shop-ost	77
Astrocom	32	Kosmos-Verlag	64	William Optics	78
Astronomie.de	10	Meade Instruments U4/6/33/78	78	Wissenschaft Online	11
Astro-Shop	U2	nimax GmbH	79	Wolfgang Lille	77
Astrotreff	33	Oculum-Verlag	39/U3		
Berlebach Stativtechnik	32	Optical Vision	7/25		
Beyersdörfer GmbH	4				

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

Verlag: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

Abo-Service: Oculum-Verlag GmbH, Spardorfer Straße 67, D-91054 Erlangen

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2011 inkl. Zustellung frei Haus: 54,90 € (D), 59,90 € (A, CH), 59,90 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Jan., Mär., Mai, Juli., Sept., Nov., 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 Klingenberg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Frank Haller, Diana Hoth

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

Ronald Stoyan (Chefredaktion), Daniel Fischer, Susanne Friedrich, Frank Gasparini, Hans-Georg Purucker

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), Uwe Glahn (Deep-Sky-Herausforderung), Stefan Seip (First Light, Technik-Wissen), Lambert Spix (Astronomie mit dem Fernglas), Wolfgang Vollmann (Veränderlicher aktuell)

Astrofotografie: Siegfried Bergthal, Stefan Binnewies, Michael Deger, Ullrich Dittler, Torsten Edelmann, Bernd Flach-Wilken, Ralf Gerstheimer, Michael Hoppe, Bernhard Hubl, Michael Jäger, Wolfgang Kloehr, Bernd Koch, Siegfried Kohlert, Erich Kopowski, Walter Koprolin, Bernd Lieb-scher, Norbert Mrozek, Gerald Rhemann, Johannes Schedler, Rainer Sparenberg, Sebastian Voltmer, Manfred Washhuber, Mario Weigand, Volker Wendel, Dieter Willasch, Peter Wienerroither, Thomas Winterer

Manuskriptannahme: Bitte beachten Sie unsere Hinweise unter www.interstellarum.de/artikel.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 sinntestellend 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. 12 vom 1.11.2010

Britta Gehle, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596,

E-Mail: werbung@interstellarum.de