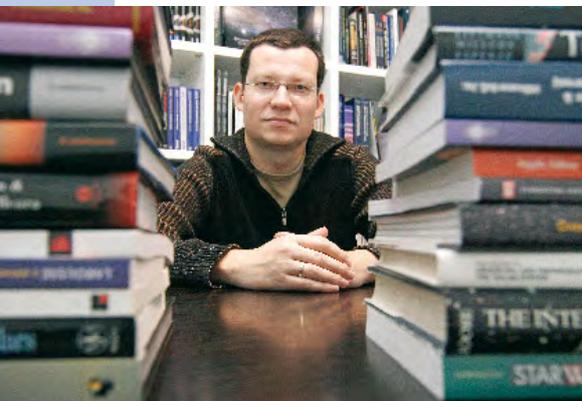
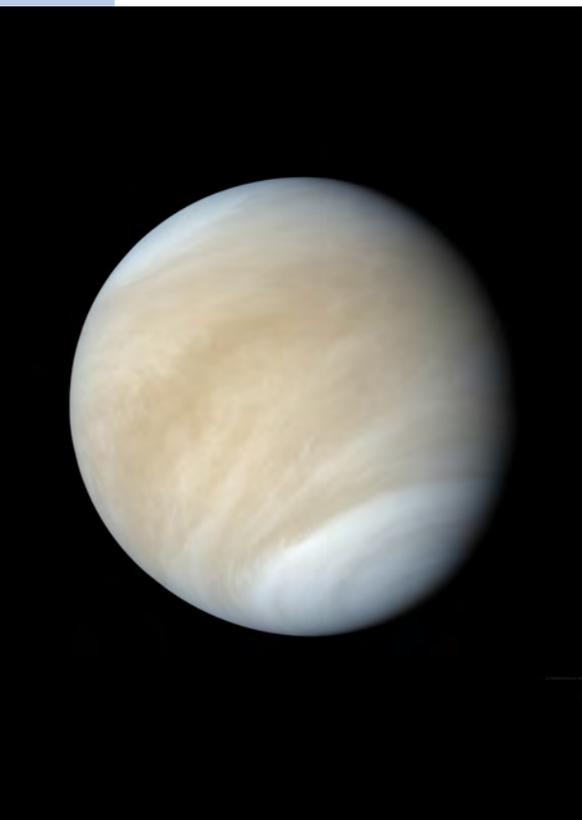


fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: **Die dichte Atmosphäre der Venus**, für die Sonde Mariner 10 im Februar 1974 noch undurchdringlich, gibt immer neue Geheimnisse preis. Nicht nur die ESA-Sonde »Venus Express« gewinnt neue Erkenntnisse über den Nachbarplaneten, auch Amateurastronomen haben die Venus als Beobachtungsobjekt neu entdeckt. NASA, Matthias Malmer

Liebe Leserinnen und Leser,

Venus steht immer noch im Schatten von Mars, obwohl sie unserer Erde in vielem ähnlicher ist als der rote Wüstenplanet. Während ein Millionenpublikum fasziniert verfolgte, wie Roboter auf der Marsoberfläche hin- und herfuhr, war es um unsere Schwester ruhig geworden. Doch nun beginnt sich die Aufmerksamkeit zu verlagern: Die europäische Sonde »Venus Express« gibt der Forschung neue Erkenntnisse über unseren Nachbarplaneten (Seite 14), und auch Amateurastronomen entdecken Venus neu (Seite 38). Dank moderner Kamera- und Filtertechnik ist heute sogar mit kleinen Teleskopen möglich, was vor wenigen Jahren noch undenkbar erschien: Die Venuswolken zu durchbrechen und die Oberfläche des Planeten zu dokumentieren (Seite 42).

Die nächste Sonnenfinsternis kommt bestimmt. Noch ist die letzte totale Sonnenfinsternis kaum verarbeitet, machen sich Finsternisjäger wieder auf den Weg, um am 1. August 2008 den Augenblick zu erleben, wenn es mittags dunkel wird. Statt der Türkei und Libyen sind diesmal der sibirische Altai oder die mongolische Steppe das Ziel, denn hier ist auf dem die halbe Nordhemisphäre der Erde umspannenden Finsternispfad am ehesten mit klarem Himmel zu rechnen. Auch im deutschen Sprachraum wird das Ereignis zu sehen sein, allerdings streift der Mond nur knapp die Sonnenscheibe – eine Finsternis im Wortsinn ist also nicht zu erwarten (Seite 34).

Sternwarten haben für uns Sternfreunde eine magische Anziehungskraft. Dabei faszinieren uns sowohl die technischen Meisterwerke der Vergangenheit als auch die Techniktempel der heutigen Zeit. Stefan Binnewies, Wolfgang Steinicke und Jens Moser haben diese Faszination in Bild und Text eingefangen und zu einem beeindruckenden Bildband zusammengestellt. »Sternwarten – 95 astronomische Observatorien in aller Welt« ist soeben im Oculum-Verlag erschienen. Ich möchte Ihnen dieses einzigartige Werk für Ihre astronomischen Mußbestunden an vergnügten Sommerabenden wärmstens ans Herz legen.

Ihr

Ronald Stoyan



Schwarze Sonne über den Weiten Asiens

34



Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

44



CCD-Kameras für Mond- und Planetenjäger

48



Selbstbau in Perfektion

60

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **Die Entschleierung unserer heißen Schwester**
Das Comeback der Venusforschung
- 19 **Astro-Wissen: Was ist der Treibhauseffekt?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **Lichtechos verraten die Entfernung eines Cepheiden**
- 11 Jupiters interne Energie treibt Sturmsysteme
Dunkle Energie und die Expansion des Universums
- 12 Methan in extrasolarer Planetenatmosphäre
- 12 **Raumfahrt aktuell: Überraschung auf Enceladus**

Himmel

- **Ereignisse**
- 20 **Jupiter in Opposition am 9. Juli 2008**
Mond bedeckt Sternpaar
- 21 **Planetenparade am Abendhimmel**
Die Sommer-Südströme
- **Sonnensystem**
- 24 **Sonne aktuell: Sonne im Minimum**
- 25 **Planeten aktuell: Weißer Fleck auf Saturn**
Kometen aktuell: Wiedersehen mit 6P/d'Arrest
- **Sternhimmel**
- 29 **Astronomie mit bloßem Auge: M 13**
- 29 **Astronomie mit dem Fernglas: Der höchste Mondberg**
- 30 **Objekt der Saison: M 12**
- 31 **Objekt der Saison: NGC 6210**
- 35 **Veränderlicher aktuell: AC Herculis**

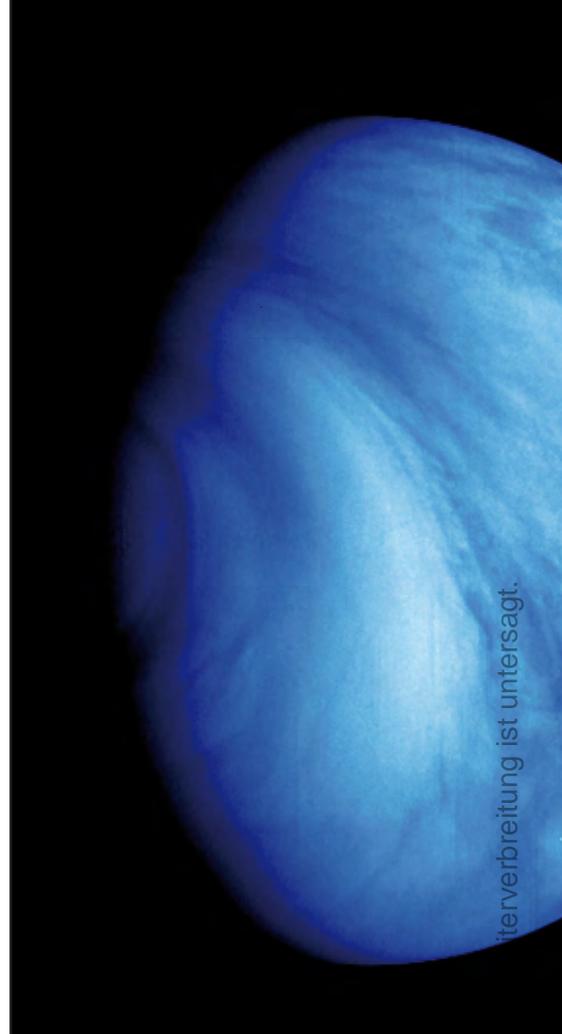
Praxis

- **Sonne**
- 34 **Schwarze Sonne über den Weiten Asiens**
Die Sonnenfinsternis am 1. August
- **Planeten**
- 38 **Entschleierte Schönheit**
Das neue Gesicht der Venus
- 42 **Venus lässt tief blicken**
Amateurbilder der Venus-Oberfläche
- **Deep-Sky**
- 44 **Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter**
Von Albireo zum Hantelnebel

- 47 **Praxis-Wissen: Wie kann man Einzelheiten in Planetarischen Nebeln erkennen?**

Technik

- **Produktvergleich**
- 52 **Weiter Blick mit beiden Augen**
Sieben Kompaktferngläser für die Himmelsbeobachtung
- **Astrofotografie**
- 48 **CCD-Kameras für Mond- und Planetenjäger**
Die ungekühlten Astrokameras von Imaging Source
- **Selbstbau**
- 60 **Selbstbau in Perfektion**
Eine selbstgebaute Deutsche Montierung
- 65 **Technik-Wissen: Wie lang kann belichtet werden, um noch punktförmige Sterne zu erhalten?**
- **Produktspiegel**
- 59 **Neues vom Fernglasmarkt**
Neues Einsteigerteleskop von Meade
Multiadapter von Gerd Neumann



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



Die Entschleierung unserer heißen Schwester

14

Das Comeback der Venusforschung

Pathfinder, Cassini, Rosetta, Messenger: Die großen Sondenmissionen der letzten Jahre umgingen den Planeten Venus. Still war es deshalb geworden um die Schwester der Erde, auf der aufgrund eines extremen Treibhauseffekts höllenhafte Bedingungen herrschen. Doch nun hat die Astronomie unseren Nachbarplaneten wiederentdeckt: Die europäische Raumsonde »Venus Express« zeigt neue Details der dichten Venuswolken. Und auch Amateurergebnisse erscheinen plötzlich in einem anderen Licht.

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 66 Die Mondfinsternis am 21.2.2008
- 67 Konjunktion von Venus und Jupiter Anfang Februar 2008
- **Objekte der Saison**
- 68 NGC 6633 / NGC 6572
- **Galerie**
- 72 Astrofotos unserer Leser
- 74 Zeichnungen unserer Leser

Service

- **Szene**
- 76 Termine für Sternfreunde: Juni bis August 2008
- **Rezensionen**
- 75 **Der Wolkenatlas**
Making Beautiful Deep-Sky Images
Jupiter and How to Observe It
- **Astromarkt**
- 77 Kleinanzeigen

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

Produktvergleich: Weiter Blick mit beiden Augen Sieben Kompaktferngläser für die Himmelsbeobachtung

52



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

Nachfrage zu Artikel Mondillusion (interstellarum 57)

Sie schreiben »...dass Mikropsie und Makropsie in ihrem Ausmaß stärker ausfallen, wenn man den Kopf nicht horizontal hält, sondern nach oben blickt.« Dass sich Mikro- und Makropsie prinzipiell je nach Blickrichtung ändern können, leuchtet ein, da das Gehirn neben der rein optischen Information über Muskelspindeln in der Augenmuskulatur ja auch detaillierte Informationen über die Stellung der Augen und deren Muskeln im Raum und zueinander erhält und die visuellen Rohdaten sicher in Abhängigkeit von diesen Raum-Lage-Informationen verarbeitet werden. Daraus folgern Sie: »Dieser Effekt führt zu einer scheinbaren Vergrößerung des Horizontmondes um 73 %.«

Dies erscheint mir nun wenig nachvollziehbar: Beim Horizontblick schaue ich ja nicht nach oben, sondern horizontal. Wenn die Makropsie beim nach-oben-blicken aber ausgeprägter ist, müsste ich doch eigentlich den Mond hoch am Himmel größer sehen als den Horizontmond. Damit wäre doch der genau umgekehrte Effekt als der real zu beobachtende beschrieben?

■ Christian Kiefer

Mein Satz ist etwas missverständlich, ich bitte um Nachsicht. Gemeint ist: Neben dem normalen Mikropsie/Makropsie-Effekt kommen beim nach-oben-schauen zusätzliche Muskelbelastungen im Auge hinzu. Da Muskelanspannungen im Auge nachprüfbar einen Einfluss auf die erlebte Sehgröße haben, ist ein Einfluss bei dieser Seh-Richtung naheliegend. Erst einmal irgendein Einfluss, ohne dass ich eine Richtung (Vergrößerung oder Verkleinerung) allein aus dieser Tatsache ableiten kann: Das genaue Belastungsmuster der Augenmuskeln und die daraus entstehende Bildgrößenänderung sind meines Wissens in dieser konkreten Form unerforscht.

Aber die Versuche von Erna Schur geben die Richtung »Kleinersehen« beim Steilblick. Ich habe in meinem Artikel die einigermaßen schlüssige Mutmaßung aufstellen wollen, dass dieser gemessene Effekt auf der Anspannung der Augenmuskeln beruht. Richtig beweisen kann ich das natürlich nicht.

■ Uwe Pilz

Leserhinweise

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

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

Koordinaten: äquatoriale Koordinatenangaben, Äquinoktium 2000.0

Helligkeiten: sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit
Deep-Sky-Objekte: DS (Doppelstern), OC (Offener Sternhaufen), PN (Planetarischer Nebel), GN (Galaktischer Nebel), GC (Kugelsternhaufen), Gx (Galaxie), Qs (Quasar), As (Sternmuster)

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

Lichtechos verraten die Entfernung eines Cepheiden

Abb. 1: **Der Nebel um RS Puppis.** RS Puppis wurde hinter dem Spalt zwischen den beiden Detektoren platziert, damit er den Nebel nicht überstrahlt.

Cepheiden sind Sterne, die ihre Helligkeit mit einer bestimmten Periode ändern. Da die Länge der Periode mit der absoluten Helligkeit der Sterne korreliert, werden sie seit dem Erkennen dieser sog. Perioden-Helligkeits-Beziehung zur Bestimmung der Entfernung anderer Himmelsobjekte wie Galaxien oder Sternhaufen herangezogen. Damit dies möglich ist, muss die Beziehung zunächst geeicht werden. Dazu muss die Entfernung wenigstens eines Cepheiden bestimmt werden. Leider sind die Cepheiden jedoch allesamt so weit entfernt, dass selbst für den Hipparcos-Satelliten die gemessenen trigonometrischen Parallaxen sehr klein waren und mit einem entsprechend großen Fehler behaftet sind.

Der Cepheid RS Puppis kann bereits mit einem Feldstecher gesehen werden; er ist 10 Mal massereicher, 200 Mal größer und 15000 Mal leuchtkräftiger als die Sonne. Seine Helligkeit ändert er innerhalb von 41,4 Tagen um etwa einen Faktor 5. Er ist außerdem der einzige Cepheid, der von einem Nebel umgeben ist, der aus feinem Staub besteht und das Licht von RS Pup reflektiert. Das Licht, das in einer gewissen Entfernung vom Stern von einem Staubkorn reflektiert wird, ist etwas länger bis zum Beobachter unterwegs als Licht, das auf direktem Wege dorthin gelangt. Wenn man nun die Helligkeit eines hellen Flecks im Nebel misst, erhält man dieselbe Lichtkurve wie vom Stern – jedoch zeitlich versetzt. Dies nennt man ein Lichtecho. Aus der zeitlichen Verzögerung und der Lichtgeschwindigkeit kann die Entfernung in Kilometern oder Metern dieses hellen Flecks zum Stern bestimmt werden. Zusammen mit der scheinbaren Entfernung am Himmel zwischen RS Pup und diesem hellen Fleck kann dann die Entfernung zu RS Pup errechnet werden. 6500 Lichtjahre ist RS Pup demnach entfernt, und der Fehler beträgt nur ± 90 Lichtjahre. Diese Genauigkeit ist enorm wichtig für die Perioden-Helligkeits-Beziehung der Cepheiden, da auf ihr die verschiedenen Methoden der Entfernungsbestimmung im Universum aufbauen. [ESO Science Release 05/08]

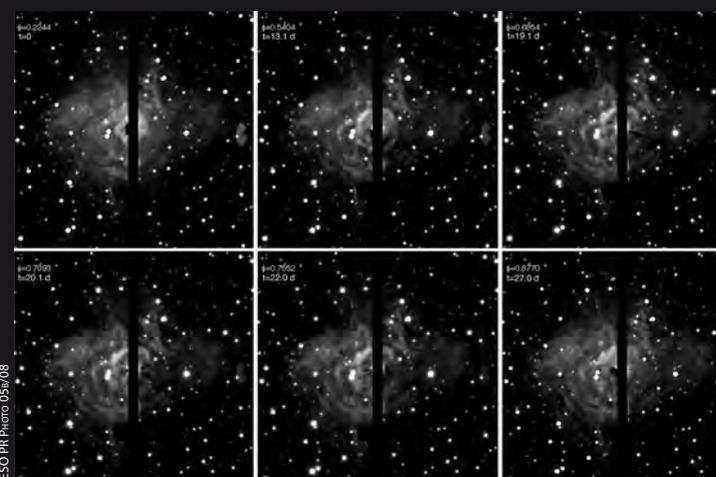
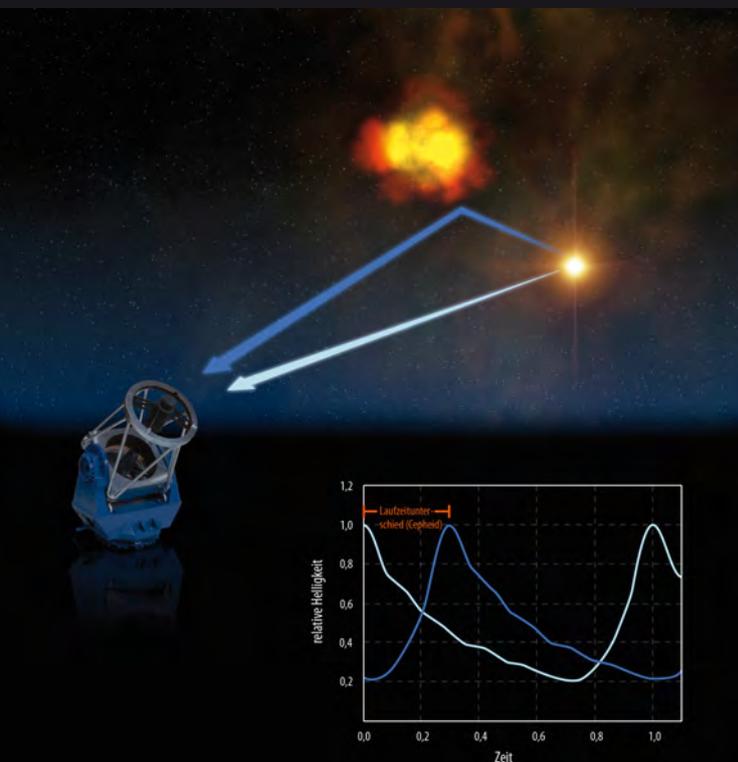


Abb. 2: **Lichtechos im Nebel um RS Puppis.** Die Aufnahmen wurden in unregelmäßigen Abständen zwischen dem 28.10.2006 und dem 24.3.2007 aufgenommen. Insbesondere im mittleren Teil der Aufnahme oberhalb und rechts der beiden Vordergrundsterne sind Veränderungen des Nebels leicht zu erkennen. RS Puppis ist wieder hinter dem Spalt zwischen den beiden Detektoren platziert.

◀ Abb. 3: **Prinzip der Entfernungsmessung aus dem Laufzeitunterschied zwischen direktem Licht vom Cepheiden und dem an Nebelstrukturen reflektierten Licht.** Aufgrund der charakteristischen Helligkeitsvariation des Cepheiden, kann das vom Nebel reflektierte und aufgrund der größeren Wegstrecke später ankommende Licht zugeordnet werden. Aus der Zeitdifferenz zwischen direktem und reflektiertem Licht multipliziert mit der Lichtgeschwindigkeit und der scheinbaren Entfernung des reflektierenden Nebelteils vom Cepheiden, kann die Entfernung des Cepheiden sehr genau bestimmt werden.



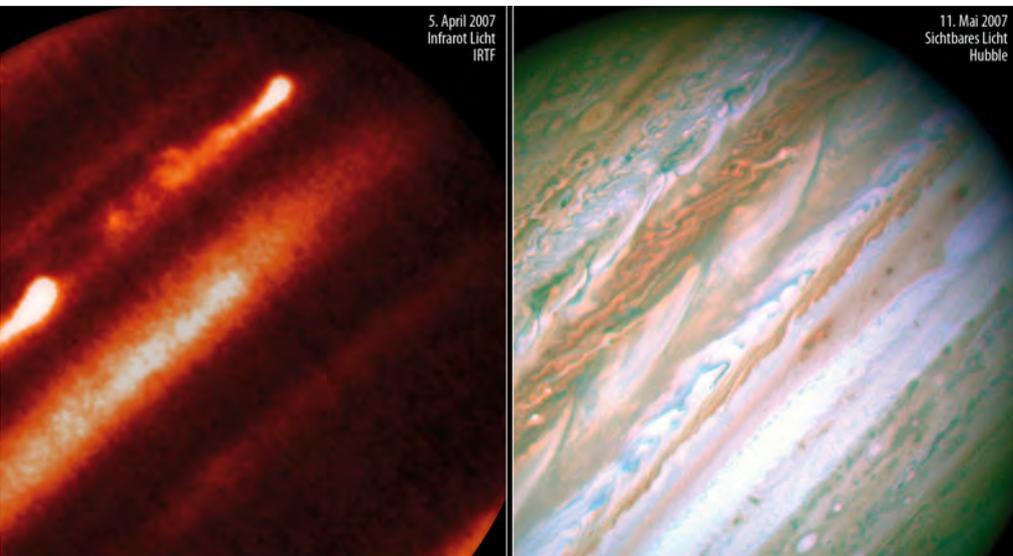
Jupiters interne Energie treibt Sturmsysteme

Die Atmosphären der Gasplaneten Jupiter und Saturn zeigen Jetströme, die die Zirkulation im sichtbaren Bereich dominieren. Die Energiequelle dieser Jets – solare Strahlung, interne Wärme oder beides – und ihre vertikale Struktur unter der ober-

sten Wolkendecke sind offene Fragen. Bei verschiedenen Beobachtungen wurden starke Winde in einer Tiefe von 24bar (bei den Gasplaneten wird die Höhe in der Atmosphäre in Druckeinheiten angegeben) gefunden, die als Unterstützung der in-

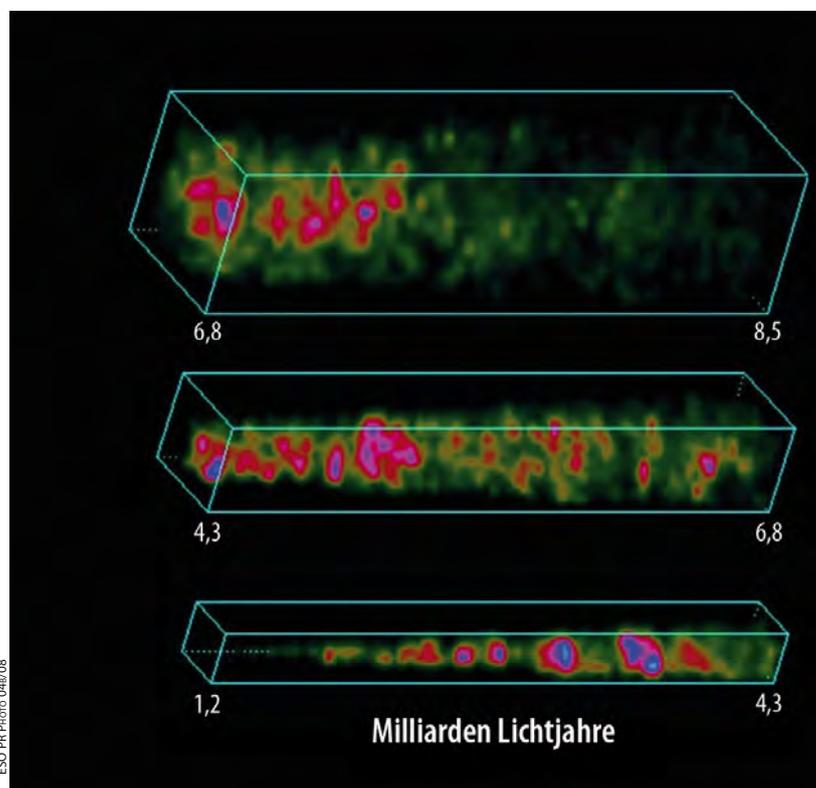
ternen Wärmequelle interpretiert werden. Die Analyse zweier Wolkenstreifen, die in Jupiters Atmosphäre im März 2007 auf der selben Breite (23° Nord) ausbrachen, auf der der stärkste Jet liegt, unterstützen dieses Bild. Die Wolken erreichten eine Höhe von 30km über der umgebenden Wolkendecke, bewegten sich mit 169m/s schneller als alle anderen Strukturen und hinterließen in ihrer Spur eine turbulente Störung in der roten Aerosole gefunden wurden. Auf der Basis dynamischer Modelle lässt sich dies nur mit einem Wind erklären, der weit unter die Schichten reicht, in denen Sonnenenergie gespeichert wird. [Sánchez-Lavega, A. et al., Nature 451, 437 (2008), STScI-2008-06]

Die hellen Wolken in der Infrarotaufnahme (links) sind Sturmsysteme, die in Jupiters tiefen Wasserwolken entstanden, in der Atmosphäre aufstiegen und eine Mischung aus frischem Ammoniak und Wasser etwa 30km über der sichtbaren Wolkendecke verteilten.



Dunkle Energie und die Expansion des Universums

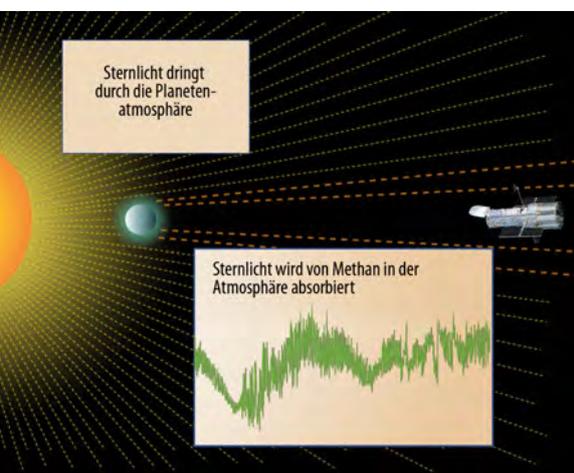
Es gibt zwei verschiedene Ansätze die beschleunigte Expansion des Universums, die vor zehn Jahren entdeckt wurde, zu erklären: Entweder ist das Universum mit hypothetischer Dunkler Energie gefüllt, die für eine abstoßende Kraft sorgt, oder unsere gegenwärtige Vorstellung der Gravitation ist nicht korrekt und muss z.B. durch Einführung zusätzlicher Dimensionen modifiziert werden. Aus den Messungen der Geschwindigkeiten vieler Galaxien in unterschiedlichen Entfernungen, was gleichbedeutend ist mit verschiedenen Epochen des Universum, in den letzten 30 Jahren kann eine dreidimensionale Karte der Verteilung der Galaxien in einem großen Volumen des Universums rekonstruiert werden. Diese Karten zeigen nicht nur Galaxienhaufen und filamentartig angeordnete Superhaufen, sondern auch lokale Bewegungen der Galaxien, die sich als Störungen bemerkbar machen. Kann man diese Störungen zu verschiedenen Epochen des Universums messen, ergeben sich Einsichten in die Natur der Dunklen Energie. Bisher wurden die Spektren von 13000 Galaxien in einem 25 Millionen Kubiklichtjahre messenden Volumen untersucht. Die Ergebnisse wurden mit denen einer Untersuchung in der näheren kosmischen Umgebung verglichen und ergaben, dass eine zusätzliche Energieform benötigt wird. Aufgrund der gegenwärtigen Messungenauigkeiten kann jedoch noch keine der Theorien ausgeschlossen werden. [ESO Science Release 04/08]



Verteilung der Galaxien im Universum zwischen 1,3 und 8,5 Milliarden Lichtjahren (von unten nach oben) Entfernung. Unterschiedliche Farben kennzeichnen unterschiedliche Galaxiendichten, wobei blau die größte Dichte kennzeichnet.

Methan in extrasolarer Planetenatmosphäre

Mit dem Weltraumteleskop Hubble ist es erstmals gelungen in der Atmosphäre eines jupiterähnlichen extrasolaren Planeten das organische Molekül Methan nachzuweisen. Auch die Existenz von Wasser, das bereits vom Weltraumobservatorium Spitzer gefunden worden war, konnte bestätigt werden. Bei dem Planet, der den Stern HD 189733 im Sternbild Vulpecula in nur zwei Tagen einmal umkreist, handelt es sich um einen sog. »hot Jupiter«: Die Temperatur seiner Atmosphäre beträgt gut 900°C. Die Beobachtungen wurden während des Transits des Planeten vor seinem Zentralgestirn gemacht, so dass das Sternlicht die Planetenatmosphäre für einen Beobachter auf der Erde durchleuchtet. Dabei absorbieren die Elemente und Moleküle in der Planetenatmosphäre bei charakteristischen Wellenlängen das Sternenlicht und können so im Spektrum entdeckt werden. Die aus der Absorption abgeleitete Menge an atmosphärischem Methan ist jedoch größer als von entsprechenden Modellen für »hot Jupiters« vorhergesagt wird, was zeigt, dass noch längst nicht alles verstanden ist. [STScI 2008-11]



Die Moleküle und Elemente der Planetenatmosphäre absorbieren bei charakteristischen Wellenlängen das Sternenlicht und verraten sich dadurch als Absorptionslinien im Spektrum.

Surftipps

JPL/NASA:

www.jpl.nasa.gov

Space Telescope Science Institute:

www.stsci.edu

ESO Presse Mitteilungen:

www.eso.org/outreach/press-rel

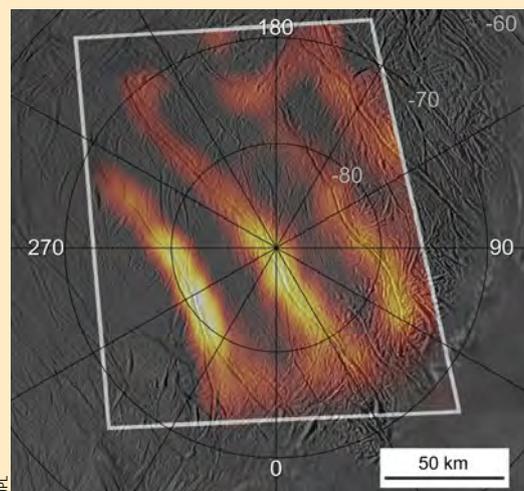
Max-Planck-Gesellschaft:

www.mpg.de

Raumfahrt aktuell Überraschung auf Enceladus

Mit 15km/s war der Saturnorbiter Cassini am 12. März ganz dicht am Mond Enceladus vorbeigeschossen: Bis auf 50km ging es an seine Oberfläche heran und in rund 200km Höhe wurde die Randzone der spektakulären Geysire durchstoßen, die aus langen Rissen in der Nähe des Südpols in den Weltraum schießen. Das Risiko galt als gering (man rechnete mit keinen gefährlich großen Eisbrocken in den Gasstrahlen), und der Gewinn war um so größer, wie auf einer Pressekonferenz zwei Wochen später zu hören war: Die Geysire enthalten weit mehr organische Verbindungen als zu erwarten war, ihre Zusammensetzung entspricht eher der Koma eines Kometen. Das wiederum macht eigentlich keinen Sinn, weil Enceladus zusammen mit Saturn viel näher an der Sonne entstanden ist als herkömmliche Schweifsterne und ganz andere Bestandteile dominieren sollten.

Während Cassini die Geysirwolken passierte, maß sein Ionen- und Neutral-Massenspektrometer ihre Chemie ganz direkt, während der UV-Spektrograph im Licht des Sterns ζ Orionis zusätzliche Absorption durch ihren Gasmix sichtete. Dieser besteht demnach aus Wasserdampf, Kohlendioxid und Methan, aber auch komplexeren Verbindungen wie Ethan, Formaldehyd, Azethylen, Zyanid und Propan – alles Vorläufer der noch komplexeren Chemie, die auf der Erde zu Leben geführt hat. Und so wird nun nicht nur über Prozesse im Sonnensystem



Die bisher genaueste Wärmekarte der »Tigerstreifen« in der Nähe des Südpols von Enceladus (schwarzweiß) hat Cassini während des März-Besuches aufgenommen (farbig): Bis zu 180K wurden gemessen, während die Oberflächentemperatur sonst unter 72K liegt. Hier treten die Geysire aus, während die Nordpolarregion alt und dicht ist.

spekuliert, die Enceladus zu Anfang oder in seiner Jugend mit kometaren Gasen aus Sonnenferne versorgt haben könnten: Ernsthaft wird jetzt diskutiert, ob bekannte Lebensformen im Inneren des heutigen Enceladus überleben könnten. Und ob die Bedingungen ausgerechnet dieses noch bis vor kurzem kaum beachteten 500km-Mondes womöglich gar der Entstehung von Leben förderlich gewesen sein könnten.

Auf der Erde sind immerhin schon drei Ökosysteme entdeckt worden, zwei durch Vulkanhitze und eines durch radioaktive Zerfallswärme »angetrieben«, die so ähnlich auch auf Enceladus funktionieren würden. Und zwei der (zahlreichen) Ideen über die letztlich ungeklärte Entstehung von Leben auf der Erde ließen sich ebenfalls auf dem Saturnmädchen ansiedeln, die klassische Ursuppen-Hypothese und die zentrale Rolle unterseeischer Vulkane. Die Chemie stimmt, an innerer Wärme fehlt es Enceladus offensichtlich auch nicht (s. Abb.): Lediglich der Beweis für die Existenz flüssigen Wassers unter seiner Oberfläche steht immer noch aus. Zwei weitere enge Enceladus-Vorbeiflüge Cassinis am 11. August und 9. Oktober könnten hier Klarheit schaffen (und dann funktioniert hoffentlich auch der deutsche Staubdetektor, der am 12. März wegen eines Programmierfehlers ausfiel). Und die Stimmen könnten sich mehren, eine von NASA wie ESA geplante – aber noch ziellose – große neue Mission ins äußere Sonnensystem zu Enceladus zu schicken.

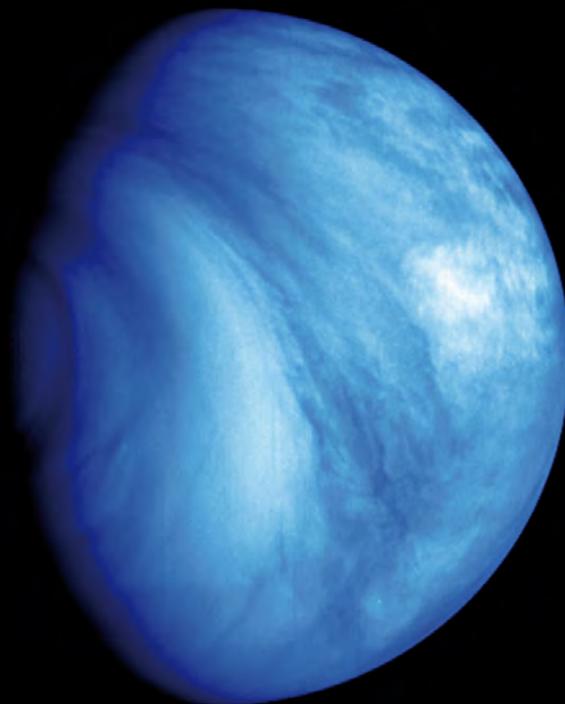
■ Daniel Fischer

Die *Entschleierung* unserer heißen Schwester

Das Comeback der Venusforschung

VON DANIEL FISCHER

Jahrzehnte lang war unser geheimnisvoller innerer Nachbarplanet das Ziel von Raumsonden gewesen, aber in den 1990er Jahren schien der Mars der Venus endgültig den Rang abgelaufen zu haben: erdähnlicher in seinem Erscheinungsbild, mit vager Hoffnung auf Lebensspuren und überdies leichter zugänglich. Ein regelrechtes Abfallprodukt der Mars erkundung jedoch hat nun eine Renaissance der Venusforschung eingeleitet – und die Sonde »Venus Express« der Europäischen Weltraumagentur ESA, gestartet nach nur drei Jahren als Klon des »Mars Express«, ist nicht allein. Überraschend spielen jetzt auch Amateurastronomen eine Rolle beim Studium und Durchdringen der dichten Venuswolken, die in Fachkreisen Anerkennung findet. Eine Bestandsaufnahme eines neu aufblühenden Feldes der Planetenforschung.



ESA © 2007 MPS/DLR-PF/IDA

Ein Zwilling der Erde?

Sie hat fast denselben Durchmesser (12102km statt 12742km) und dieselbe Masse (80%), und wie die Erde ist die Venus als felsiger Körper aus ähnlichen Ingredienzien des solaren Urnebels gewachsen. Doch dann trennten sich die Wege von Urvenus und Uerde, und heute könnten die beiden unterschiedlicher kaum sein. Die Venusatmosphäre besitzt ein Zehntausendstel der Masse des festen Körpers, ein weit höherer Anteil als bei der Erde oder gar dem Mars, und rast ständig mit 90m/s bis 120m/s um den langsam rotierenden Planeten, ein Phänomen, das Superrotation genannt wird. Der Druck an

der Oberfläche beträgt 92000hPa (92bar), die Temperatur 462°C. Und die Atmosphäre besteht überwiegend aus Kohlendioxid – so viel, wie in der ganzen festen Erde in Form von Karbonaten steckt. Dazu kommen noch ein paar Prozent Stickstoff (der die Atmosphäre der Erde dominiert) und Spurengase, wobei aber Wasserdampf fast völlig fehlt: Die Venus ist ein ausgesprochen trockener Planet. Nur eine 3mm hohe Schicht würde alles Wasser bilden, könnte man es zum Ausregnen zwingen. Und sehen würde man davon nichts: Zwischen 49km und 70km über der Oberfläche versperren mehrere geschlossene Schichten dichter Wolken den Blick auf die Oberfläche. Im sichtbaren Licht bietet sich die

Venus als gleißend helle weiße Kugel praktisch ohne Strukturen dar, und lediglich im nahen ultravioletten Spektralbereich zeigen sich Hell-Dunkel-Strukturen in den Wolken (siehe Beitrag Seite 38), die aber weiter undurchdringlich bleiben.

Ein Fenster zur Oberfläche

Interessant wird es jedoch im nahen Infraroten, bei Wellenlängen kürzer als 3µm: Hier absorbieren die Venuswolken das Licht nicht, sondern streuen es lediglich. Und das Kohlendioxid der dichten Atmosphäre lässt infrarotes Licht in schmalen »Fenstern« zwischen seinen breiten Absorptionsbanden passieren. So

◀ Abb. 1: **Die Venus bei einer Wellenlänge von 365nm:** eine Falschfarbenaufnahme der Sonde »Venus Express« von der gesamten Südhemisphäre vom Äquator (rechts) bis zum Pol, entstanden am 23.7.2007.

kommt es, dass nahinfrarote Wärmestrahlung aus der tiefen Atmosphäre der Venus doch bis in den Weltraum gelangt und von Raumsonden aber auch Teleskopen auf der Erde abgebildet werden kann. Verglichen mit dem von den Wolken reflektierten Sonnenlicht auf der Tagseite der Venus ist der Anteil aus der Tiefe verschwindend gering, aber auf der Nachtseite lässt er sich leicht nachweisen – von der Erde aus natürlich nur dann, wenn sich der Planet in Sichelgestalt zeigt. Zum ersten Mal konnte die IR-Strahlung der Venus vor 25 Jahren bei einer Wellenlänge von $2,3\mu\text{m}$ mit einer primitiven Kamera an einem australischen Großteleskop aufgenommen werden, aber seither wurde es immer einfacher. Immer neue »Fenster« bei kürzeren Wellenlängen wurden bald gefunden, insbesondere im Rahmen systematischer Beobachtungskampagnen im Vorfeld des 1990er Venusvorbeiflugs der Raumsonde Galileo. Und 2004 schließlich konnte mit Christophe Pellier zum ersten Mal ein Amateurastronom mit dem eigenen Teleskop das infrarote Glühen der Nachtseite der Venus ablichten.

Pellier und seine Nachfolger (siehe Beitrag Seite 42) – aber auch eine der Kameras auf dem Venus Express, die Venus Monitoring Camera VMC – machen sich einen glücklichen Zufall zunutze: Das kurzweiligste Venusfenster mit gutem Kontrast bei $1,01\mu\text{m}$ ist nämlich, im Gegensatz zu allen anderen, gerade eben noch mit normalen CCD-Chips zu erreichen, während für den Rest um Größenordnungen teurere IR-Kameras benötigt werden. Und gerade das $1\mu\text{m}$ -Fenster hat einen besonderen Reiz: Hier sieht man größtenteils Wärmestrahlung, die von der Oberfläche des Planeten selbst ausgeht und von den Wolken darüber weniger stark moduliert wird, als dies bei den längerwelligen Venusfenstern der Fall ist, bei denen die Emission aus der unteren Atmosphäre stammt und ihr höhere, kühlere Wolken markante Muster aufprägen. Mit den Mitteln des Amateurs ist es nun möglich, die Oberfläche der Venus selbst zu untersuchen, wenn auch eine Vielzahl physikalischer Prozesse die Interpretation der hellen und dunklen Muster – die immerhin teilweise mit der

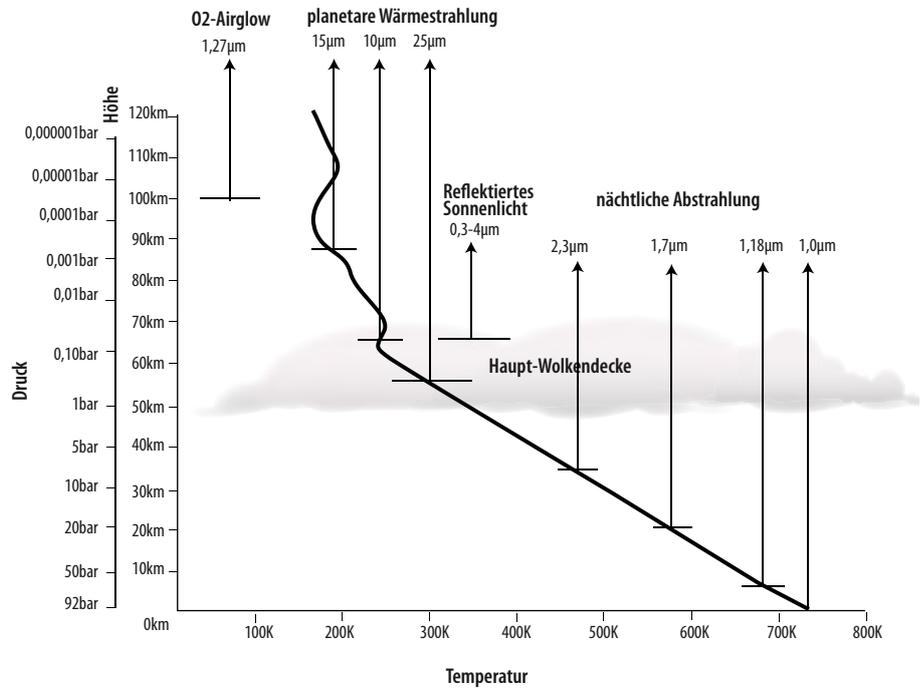


Abb. 2: **Wie die Venusatmosphäre funktioniert** und wo wir hindurchschauen können: Aufgetragen ist die Temperatur als Funktion der Höhe bzw. des Drucks. Dazu ist die Hauptwolkenschicht markiert, und Pfeile zeigen, aus welcher Schicht uns bei welcher Wellenlänge Strahlung erreicht: Die Wolkenoberfläche reflektiert alles Sonnenlicht von 300nm bis $4\mu\text{m}$, aber in engen »Fenstern« kommt Infrarotstrahlung auch von unterhalb der Wolken durch – die auf der Nachtseite klar zu erkennen ist.

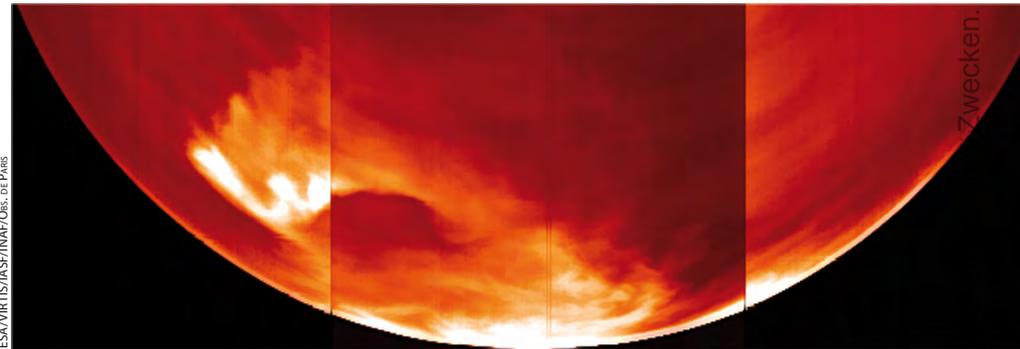


Abb. 3: **Den Airglow des Sauerstoffs bei $1,27\mu\text{m}$** zeigt dieses Mosaik von Bildern des VIRTIS-Instruments an Bord der Sonde »Venus Express«.

von Radarmessungen her bekannten Topographie korrespondieren – trickreich gestalten.

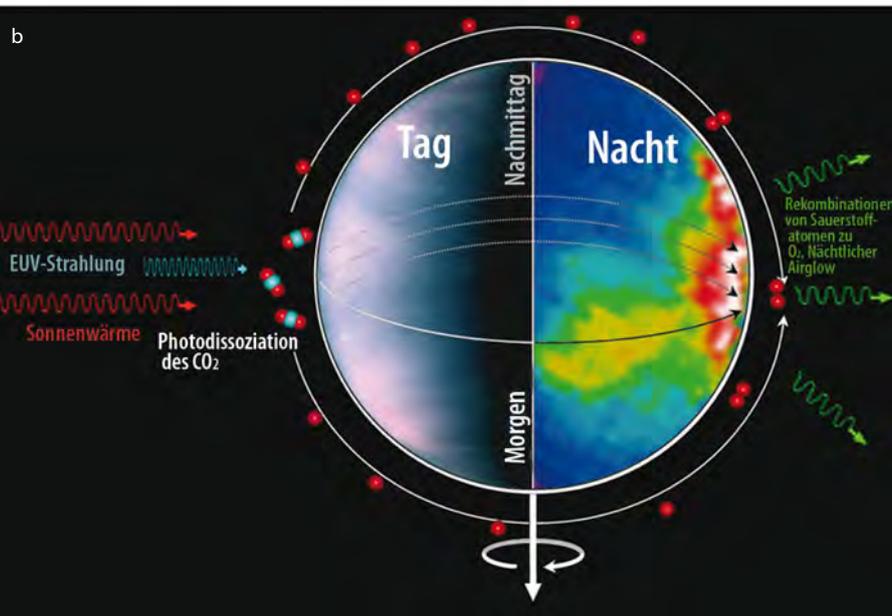
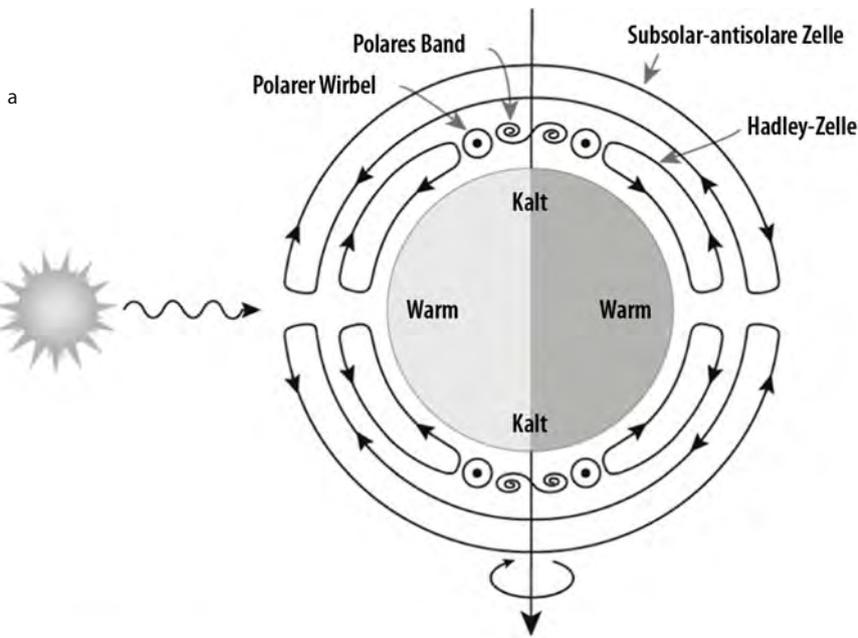
Das neue Bild der Venusatmosphäre

Dementsprechend war auch keine Arbeit über die Venusoberfläche unter den ersten Veröffentlichungen wissenschaftlicher Ergebnisse des Venus Express, die am 29. November 2007 mit monatelanger Verspätung in der Zeitschrift Nature erschienen. Aus den Messungen des ersten Jahres (nach dem Eintritt in den Orbit am 11. April 2006 hatte die Arbeit im Juni begonnen) formt sich bereits ein neues Bild der Planetenatmosphäre. Nicht nur war dank der spektralen Fenster zwischen $1\mu\text{m}$

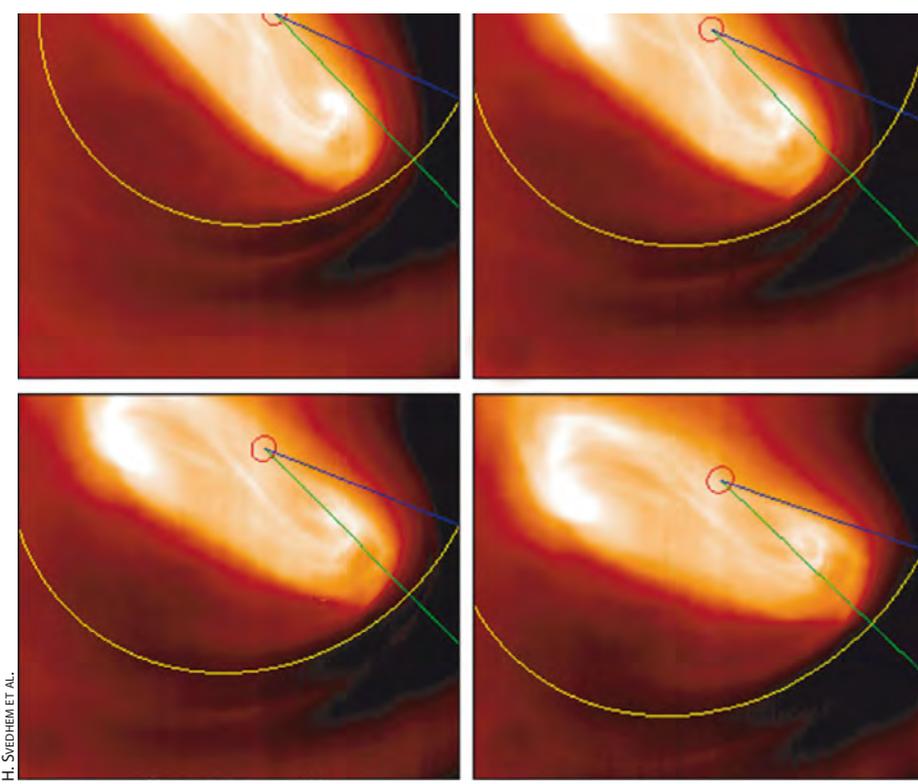
und $3\mu\text{m}$ mit Kameras und Spektrometern in ihre unterschiedlichen Schichten geschaut worden: Man hatte sie mit Sonnen- und Sternenlicht und dem sondeneigenen Funkstrahl durchleuchtet. Und direkt gemessen wurde, wie der Sonnenwind, den kein planeteneigenes Magnet-

Surftipps

Einstieg zu zahlreichen Artikeln (meist englisch): www.esa.int/esaCP/SEMS9773R8F_index_0.html
 Venus-Express-Seiten des IWF Graz (deutsch): www.iwf.oew.ac.at/index.php?id=188
 Übersicht über alle relevanten Wellenlängen: www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/venus



NACH H. SVEDHEM ET AL.



H. SVEDHEM ET AL.

Abb. 4: **Die großen Strömungen der Venusatmosphäre:** Die untere Atmosphäre wird von Hadley-Zellen bestimmt, die die Sonneneinstrahlung antreibt (a), oberhalb von 100km strömt die Atmosphäre von der Tag- zur Nachtseite (b).

feld bremst, auf die Venusatmosphäre einwirkt. Nun ist klar, dass es nicht nur lokales Wetter gibt sondern ein stabiles Muster aus Wolkenbewegungen in der mittleren und unteren Atmosphäre. In Äquatornähe werden sie von Konvektion und Wellen dominiert, in höheren Breiten gibt es einen abrupten Übergang zu kaum gestörtem Fluss entlang von Bändern, und jenseits von 70° einen komplizierten polaren Wirbel mit zwei Zentren. Und es gibt abrupte Wetterwechsel in großen Teilen des Planeten: So tauchte im Juli 2007 binnen Tagen ausgedehnter heller Dunst im Süden auf, als plötzlich Schwefelsäure aus der Tiefe hochstieg. Wegen der elliptischen Bahn des Venus Express können seine Kameras immer nur Ausschnitte aus den Wolken sehen: Seitens der Welt- raumforscher gibt es einiges Interesse an zeitgleichen, guten Amateuraufnahmen im Ultravioletten von der ganzen Venus, um insbesondere die Detail- bilder der Sonde mit ihren Wellen und Wirbeln in den richtigen Kontext zu stellen!

Das Strömungsmuster der Venusatmosphäre hängt nicht nur vom Äqua- torabstand sondern auch stark von der Höhe ab. Unterhalb von 100km dominieren die auch von Erde und Mars her bekannten Hadley-Zellen: Erwärmtes Gas über dem Äquator strömt Rich- tung Pole bis auf etwa 60° Breite, was sich direkt beobachten lässt, während die Rückströmung des abgekühlten und tiefer gesunkenen Gases unterhalb der Wolken verborgen bleibt. Ober- halb von 100km sehen die Strömungen völlig anders aus: Hier strömt das Gas von der sonnenbeschienenen Seite zur Nachtseite der Venus. Dieser Trans- portweg verrät sich direkt, denn wenn Sauerstoffatome auf der dunklen Seite absinken, vereinigen sie sich zu Sau-

Abb. 5: **Der südliche polare Di- pol, bei 5,05µm Wellenlänge, am 28.5.2006:** Der komplexe Wirbel misst 900kmx2700km. Was hier im ther- mischen Infraroten strahlt, befindet sich etwa 60km über der Oberfläche.

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

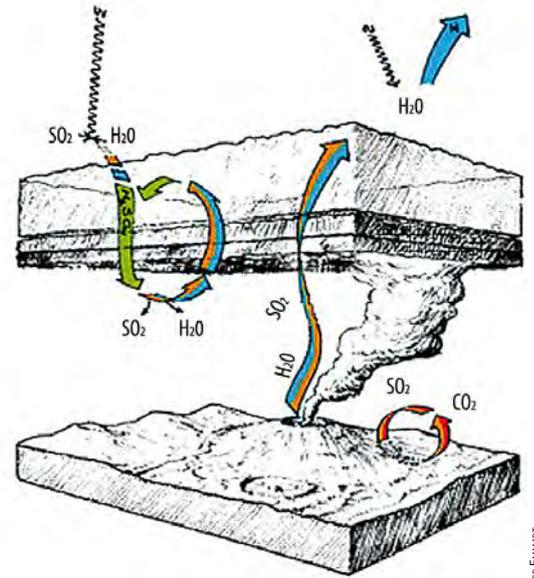
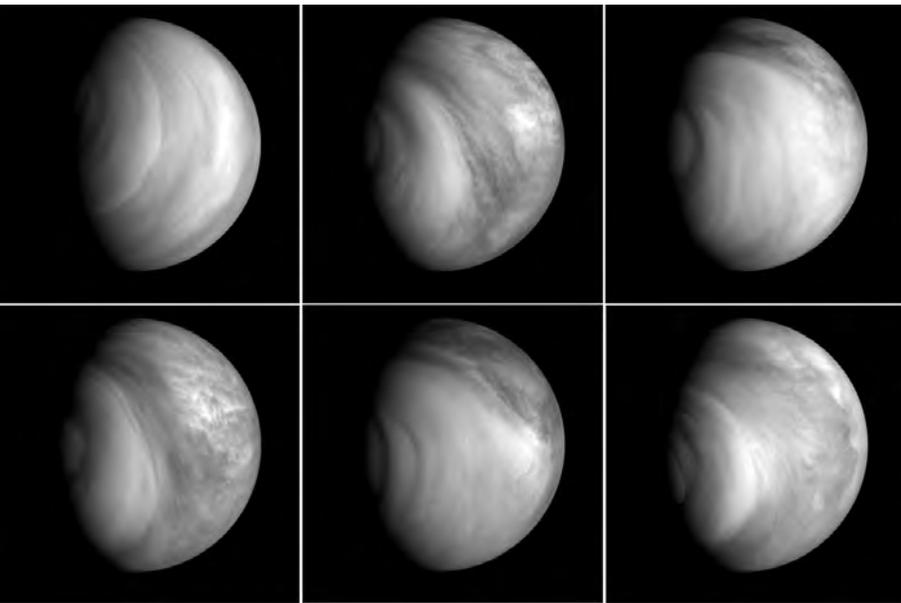


Abb. 6: **Eine Sequenz von ultravioletten Aufnahmen** zeigt die schnell veränderlichen hellen und dunklen Wolken, inklusive des plötzlichen Erscheinens ausgedehnter heller Nebel aus Schwefelsäure. Die Bilder entstanden zwischen dem 23. Juli und 4. August 2007 – mit der VMC-Kamera der Sonde »Venus Express«.

Abb. 7: **Wie sich das Klima auf der Venus entwickelt** – fast so kompliziert wie auf der Erde: Vulkanismus, Wolken, chemische Reaktionen am Boden und in der Atmosphäre durch UV-Licht der Sonne und Verluste in den Weltraum spielen eine Rolle.

erstoffmolekülen und senden dabei einen auffälligen Airglow bei 1,27µm aus. Auch Temperaturmessungen des Venus Express bestätigen dieses Strömungsmuster, denn auf der Nachtseite gibt es ein ausgeprägtes Temperaturmaximum in 90km bis 120km Höhe: Verantwortlich ist die Kompressionswärme der absinkenden Atmosphäre. Mit seinen spektroskopischen Instrumenten kann der Venus Express auch der unterschiedlichen Chemie der Atmosphäre in verschiedenen Zonen nachspüren. So entsteht weit oben Kohlenmonoxid durch Sonnenstrahlung, die CO₂ zerschlägt

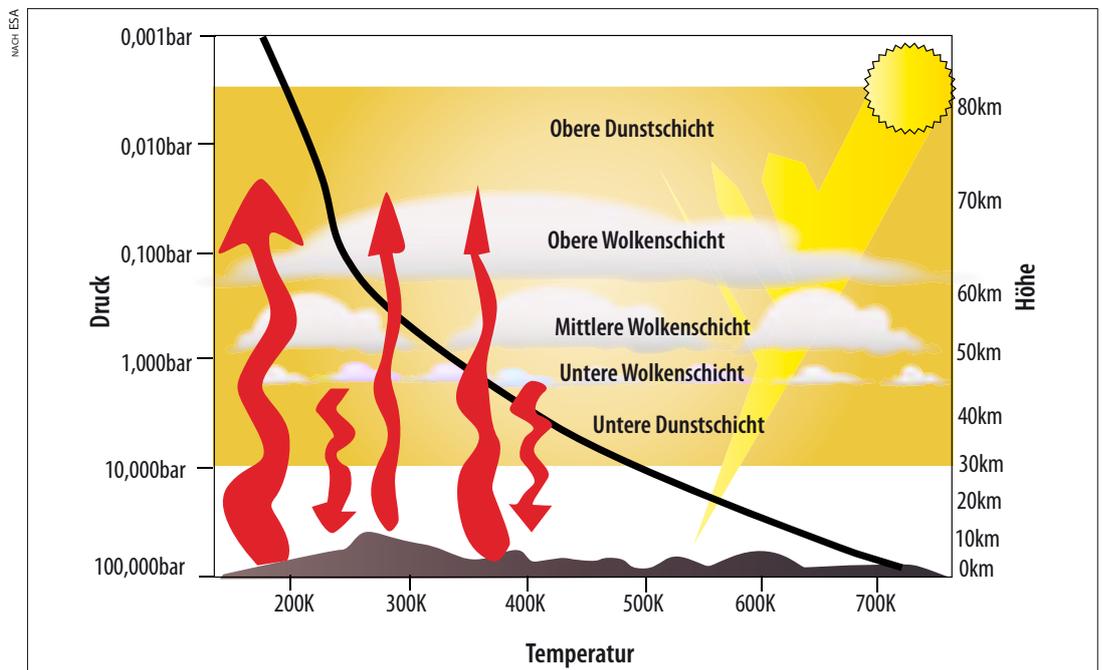
(Photolyse): Nachdem es tiefer gesunken ist, gibt es erhebliche Dichteunterschiede je nach Äquatorabstand, womit sich das CO als unverhoffter Indikator für weitere Strömungsbewegungen anbietet.

Wo ist das Wasser?

Auch als direkter Beobachter der Venus-Physik betätigt sich der Venus Express: Auf seiner elliptischen Bahn kommt er bis auf 250km an die Oberfläche heran und taucht damit bereits in die Ionosphäre ein. Dabei können seine Instrumente vor Ort

beobachten, wie der Sonnenwind Teilchen aus der oberen Atmosphäre herausreißt und davonträgt. Diesen Prozess muss man genau kennen, um die Geschichte des Wassers auf dem Planeten zu rekonstruieren. Dank Venus Express wissen wir jetzt, dass nach dem schon länger auf der Verlustliste stehenden H⁺ das am stärksten abströmende Ion O⁺ ist, beides Dissoziationsprodukte neutraler Moleküle. Da ziemlich genau halb so viel O⁺ wie H⁺ abströmt, dürfte es sich bei der Quelle vor allem um Wasserdampf handeln. In den fast 5 Milliarden Jahren seit der Entstehung

Abb. 8: **So funktioniert der Treibhauseffekt auf der Venus:** Sichtbares Licht von der Sonne wird von den Wolken teilweise reflektiert, von der unteren Atmosphäre und Oberfläche aber absorbiert. Dort entsteht Wärmestrahlung, die aber vom dichten Kohlendioxid und den Wolken zurückgehalten wird: Der Planet wird wärmer.



des Sonnensystems muss die Venus eine große Menge Wasser über diese Atmosphärenerosion verloren haben, die die magnetfeldbewehrte Erde nur in viel geringerem Maße trifft. Im Gegensatz zu überschwänglichen Medienberichten vom »Nachweis« eines früheren Venusozeans durch die neuen Messungen gibt es aber noch große Unsicherheiten bei der Rückrechnung, und die beteiligten Wissenschaftler versprechen lieber, dass wir frühestens »am Ende der Mission besser wissen sollten, ob der Planet einmal einen Ozean hatte, der so ausgedehnt und tief wie der der Erde war.«

Gibt es Gewitter?

Auch kontrovers ist eine Entdeckung des Venus Express, die ein Jahrzehnte altes Rätsel gelöst haben könnte: Gibt es Gewitter auf dem Planeten? In den hochfrequenten Magnetometerdaten des Venus Express wurden kurze Ausbrüche von elektromagnetischen Wellen detektiert, die in der Ionosphäre als »Nachhall« der Blitze weiter unten entstehen. Das würde einer Gewitterrate von mindestens der Hälfte der irdischen entsprechen, was wiederum über die zugeführte Energie die Chemie der Atmosphäre antreiben würde. Allerdings regt sich bereits Widerspruch gegen die Blitz-Deutung der Wellen: So ist auf der Venus kein offensichtlicher Mechanismus erkennbar, der Ladungen ausreichend trennen könnte. In den Konvektionszellen, die man beobachtet, steckt nämlich hundertmal weniger Masse als in irdischen Gewitterzellen. Die Venuswolken entsprechen eher irdischem Smog, und darin blitzt es auch nicht. Auch sind alle Versuche früherer Raumsonden gescheitert, Blitze im Optischen zu sichten, aber vielleicht kennen wir einfach noch nicht alle Prozesse, die zu Gewittern führen können, und ihre Erscheinungsformen auf anderen Welten mögen andere sein. Ein auffälliges Venusrätsel harrt ebenfalls noch der Lösung: Auch all die Instrumente des Venus Express konnten so wenig wie die seiner Vorgänger klären, welche chemischen Substanzen eigentlich für den ausgeprägten Wolkenkontrast im Ultravioletten sorgen, dank dessen sich so bequem die Strömungsmuster verfolgen lassen.

Eine erste Bilanz

Als erste Bilanz des Venus Express sagen seine Wissenschaftler: Wir verstehen jetzt besser, warum sich Venus und Erde so stark unterscheiden. Sie begannen mit recht ähnlichen Oberflächen (»Venus als ein erdähnlicherer Planet« ist auch ein zusammenfassender Artikel überschrieben), aber dann entwickelten sie sich unterschiedlich. Auf der Erde wandelten die Ozeane das meiste atmosphärische Kohlendioxid in Karbonatgestein um, während das Wasser auf der Venus wegen der größeren Sonnenhitze leichter verdunstete und eine fatale Rückkopplung begann. Die CO₂-Atmosphäre blieb und führte über einen starken Treibhauseffekt zu einer extrem heißen Oberfläche, während nahezu alles Wasser – wie viel es auch immer war – in den Weltraum entschwand. Noch läuft die Mission, die bis Mai 2009 finanziert ist und die die ESA gerne bis mindestens 2011 verlängern möchte, wenn der japanische Venus Climate Orbiter den Planeten erreicht: Technisch spräche nichts gegen noch viele weitere fruchtbare Jahre. Eine Entdeckung steht uns vielleicht noch bevor, die das Atmosphärenfenster bei 1µm erlauben würde: Wenn an einer gut sichtbaren Stelle ein Vulkan ausbräche, dann würde sich der Lavasee markant als heller Fleck bemerkbar machen. Aufnahmen werden regelmäßig nach solchen Effekten abgesucht, bisher ohne Ergebnis. Ein Nachweis von aktivem Vulkanismus auf dem Planeten, für den es bisher keine direkten Hinweise gäbe, wäre das Sahnehäubchen für eine Mission, die eigentlich nur ein Abfallprodukt war.

- [1] Svedhem, H. et al.: Venus as a more Earth-like planet, *Nature* 450, 629 (2007)
- [2] Markiewicz, W. J. et al.: Morphology and dynamics of the upper cloud layer of Venus, *Nature* 450, 633 (2007)
- [3] Piccioni, G. et al.: South-polar features on Venus similar to those near the north pole, *Nature* 450, 637 (2007)

Was ist der Treibhauseffekt?

Als Treibhauseffekt wird der Prozess bezeichnet, bei dem von einer Atmosphäre im infraroten Spektralbereich emittierte Strahlung eine Planetenoberfläche erwärmt. Er wurde 1824 von Joseph Fourier entdeckt und 1896 von Svante Arrhenius zum ersten Mal quantitativ untersucht. Der Name Treibhauseffekt entstand in Analogie zur Erwärmung der Luft in einem Treibhaus, wodurch das Wachstum von Pflanzen beschleunigt werden soll. Aber nicht nur Glas besitzt die Eigenschaft, sichtbares Licht durchzulassen und Wärmestrahlung abzuschirmen, auch Gase besitzen mehr oder weniger diese Fähigkeit.

Planeten bekommen den größten Teil ihrer Energie von der Sonne in Form von Strahlung im visuellen und nahen infraroten Spektralbereich. Etwa ein Drittel wird bei der Erde durch Wolken direkt wieder zurück in den Weltraum reflektiert, der Rest wird absorbiert und erwärmt die Oberfläche, die Ozeane und die Atmosphäre. Sichtbares Licht passiert dagegen weitgehend ungehindert die Erdatmosphäre und wird hauptsächlich vom Boden absorbiert. Die vom erwärmten Boden abgegebene Infrarotstrahlung wird in der

Atmosphäre von bestimmten Molekülen, den sog. Treibhausgasen, und von Wolken absorbiert. Davon wird nur ein Teil in den Weltraum abgegeben, der andere wird Richtung Oberfläche emittiert und erwärmt den Boden weiter. Bis sich ein Gleichgewicht eingestellt hat, erhitzt sich der Boden, bis die von ihm abgegebene Energie in Form von Infrarotstrahlung gleich der einfallenden Energie von Sonne und Atmosphäre ist.

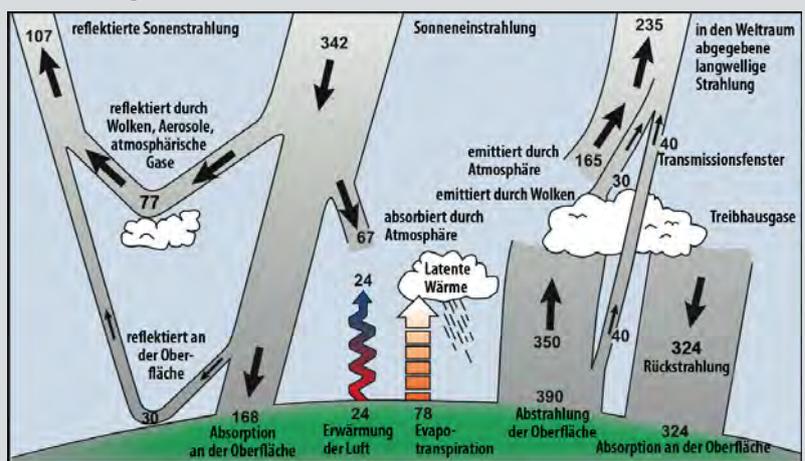
Die (trockene) Erdatmosphäre besteht zu rund 4/5 aus Stickstoff und zu rund 1/5 aus Sauerstoff. Neben diesen beiden Hauptbestandteilen gibt es eine Reihe von weiteren Gasen, die in Spuren vorkommen: Argon, Kohlendioxid, Methan, Neon, Helium, Krypton und molekularer Wasserstoff. Zudem ist die Luft durch eine sich ständig verändernde Menge Wasserdampfs angereichert, die etwa 0,25% (1–4% in Bodennähe) ausmacht. Die Venusatmosphäre hingegen besteht zu 96% aus Kohlendioxid, einem der stärksten Treibhausgase. Weitere wichtige Treibhausgase sind Methan, Wasserdampf und Ozon. Schon die geringen Mengen an Treibhausgasen in der Erdatmosphäre sorgen dafür,

dass die mittlere Temperatur auf der Erde von 15°C etwa 30° höher liegt als man aufgrund der Entfernung zur Sonne erwarten würde. Auf der Venus hat die dichte Atmosphäre aus Kohlendioxid jedoch zu lebensfeindlichen Bedingungen mit 460°C geführt.

Seit der Industrialisierung verändert der Mensch die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre: Bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe gelangt Kohlendioxid in die Atmosphäre, große Flächen mit Reisfeldern und industriell betriebene Viehzucht von Rindern setzen Methan frei – um nur zwei Bei-

spiele zu nennen. Diese Erhöhung führt in erster Linie zu einer verstärkten Absorption der die Erdoberfläche verlassenden Wärmestrahlung in der Atmosphäre und damit zu einer Erwärmung. Auch wenn 50% des Kohlendioxids wieder in der Biosphäre und den Ozeanen gebunden wird und bestimmte Aerosole, die ebenfalls bei der Verbrennung entstehen, einfallende Strahlung reflektieren und damit der Erwärmung entgegenwirken können, bleibt bei Berücksichtigung aller

klimarelevanten Faktoren eine Nettoerwärmung übrig. Hinzu kommt, dass mit zunehmender Erwärmung der Erdatmosphäre auch die Wasserdampfkonzentration in der Atmosphäre steigt, wodurch sich der Treibhauseffekt verstärkt und die Temperatur sowie die Wasserdampfkonzentration weiter ansteigen. Solch ein Beschleunigungseffekt könnte vor langer Zeit auf der Venus statt gefunden haben.



Energiebilanz der Erde. Über lange Sicht wird von der Erdoberfläche und der Atmosphäre genau soviel Energie absorbiert wie in den Weltraum abgestrahlt wird. Etwa die Hälfte der eingestrahnten Energie wird vom Erdboden absorbiert und über die Erwärmung der Luft, Verdunstung und langwellige Strahlung, die von Wolken und Treibhausgasen absorbiert wird, in die Atmosphäre transportiert. Die Atmosphäre wiederum emittiert Strahlung sowohl zurück zur Erde als auch in den Weltraum.

- [1] Solomon, S. et al.: Technical Summary, in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon et al. (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA (2007)
- [2] Alley, R. B. et al.: IPCC, 2007: Summary for Policymakers, in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon et al. (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA (2007)
- [3] Le Treut, H. et al.: Historical Overview over Climate Change, in Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Solomon et al. (Hrsg.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, New York, NY, USA (2007)

Surftipp

Intergovernmental Panel on Climate Change: www.ipcc.ch

Himmelsereignisse im Juni/Juli 2008

Planet der kurzen Nächte

Jupiter in Opposition am 9. Juli 2008

Jupiter regiert die Sommernächte – doch steht er noch ungünstiger als letztes Jahr. Mit einer Deklination von $-22,5^\circ$ befindet er sich nahe des südlichsten Punktes der Ekliptik im Sternbild Schütze. Selbst in der Schweiz und Österreich kommt er nicht mehr als 20° über den Horizont, in Norddeutschland sind es gar nur 15° . Am 9.7. erreicht der größte Planet des Sonnensystems seine Oppositionsstellung. Er ist zu diesem Zeitpunkt $2,7^m$ hell und 623 Millionen Kilometer entfernt.

Das $47''$ große Jupiterscheibchen gibt aufgrund der Luftunruhe in der geringen Höhe über dem Horizont nur wenige Details preis. Selbst mit kleinsten Fernrohren sind aber die beiden dunklen Hauptbänder zu sehen, die den Planeten umspannen. Ebenfalls nur kleinste Optik erfordert das Betrachten des Spiels der vier hellen Jupitermonde, die Galileo Galilei vor 398 Jahren erstmals beobachtet hat.

Einer der seltenen doppelten Schattenvorübergänge findet am 16.6. ab 0:42 MESZ statt, wenn sich die dunklen Schatten der Monde Europa (ab 0:26 MESZ) und Gany-

med vor dem Planeten bewegen. Ganymeds Schatten ist dabei fast doppelt so groß. Ab 2:56 stehen gleichzeitig auch beide Monde selbst vor dem Planeten. Dabei scheint es, als ob ein dritter Schatten dazugekommen wäre, die dunkle Oberfläche von Ganymed täuscht dies aber nur vor. Um 4:22 MESZ, wenn die beiden Monde ihre Schattenspiele beendet haben, tritt auch noch der Schatten von Kallisto auf die Bühne.

Eine Nacht vor der Opposition kommt es dagegen zu einer Bedeckung des Schattens durch den vorüberlaufenden Mond selbst: 110 Sekunden nach dem der Schatten von Io auf der Jupiterscheibe auftritt, beginnt auch der Durchgang des Mondes selbst. Der sich ergebende sichelförmige Schatten ist jedoch nur bei exzellenter Luftruhe mit größeren Teleskopen sichtbar.

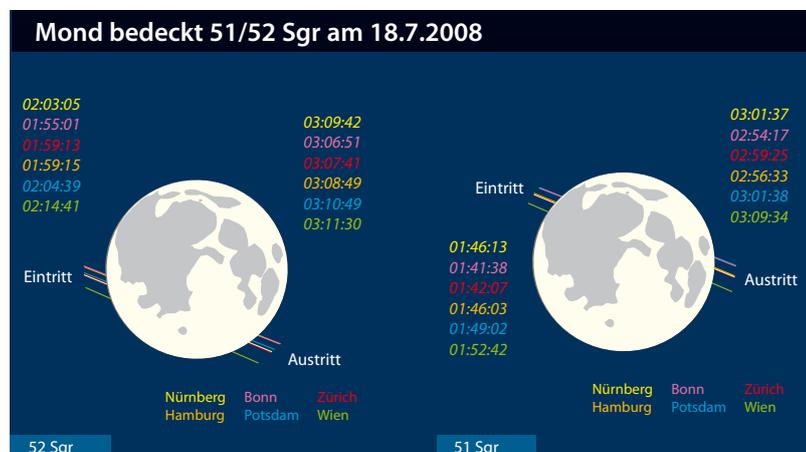
■ Ronald Stoyan



Die Schattenspiele der Jupitermonde verzaubern immer wieder – wie hier ein Schattendurchgang von Ganymed am 14.7.2007.

Mond bedeckt Sternpaar

In der Nacht vom 17. auf den 18. Juli bedeckt der Vollmond kurz nach seiner Kulmination kurz hintereinander zwei Sterne im Sternbild Schütze: 51 und 52 Sagittarii. Der Beginn der Bedeckungen spielt sich je nach Beobachtungsort zwischen 11° und 18° Höhe über dem Südhorizont ab. Wegen der Helligkeit des Vollmonds empfiehlt sich unbedingt die Beobachtung mit dem Teleskop. Für verschiedene Beobachtungsorte unterscheidet sich der Verlauf der Bedeckungen. Überall wird aber zuerst der $5^m,7$ helle 51 Sgr bedeckt, im Westen geschieht dies um etwa 1:41 MESZ, ganz im Osten rund 10 Minuten später. Während 51 Sgr etwas nördlich des Mondäquators hinter dem westlichen Mondrand verschwunden ist, verringert sich der Abstand zum $4^m,7$ hellen 52 Sgr merklich. Rund eine Viertel Stunde später wird auch er, etwas weiter südlich, vom Mondrand erfasst und verschwindet für eine gute Stunde. 51 Sgr taucht gegen 3:00 MESZ – die genaue Zeit hängt vom Beobachtungsort ab – auf der Breite des Mare



Spumans am Ostrand des Mondes wieder auf, einige Minuten später folgt 52 Sgr etwas südlicher. Die Beobachtung des Austritts erfordert gute Sichtbedingungen, da der Mond besonders im Norden nur noch knapp über dem Südwesthorizont steht.

■ Peter Friedrich

Planetenparade am Abendhimmel

In den kurzen Nächten um die Sommer-sonnenwende sind helle Gestirne dankbare Beobachtungsobjekte, die sich während der langen Dämmerungszeiten beobachten lassen. Eine schöne Konstellation am Abendhimmel ergibt sich am 6. Juli, wenn sich vier helle Gestirne in einem Feld mit 6° Durchmesser aufhalten: Dicht bei Regulus, dem Hauptstern des Löwen stehen Mars, Saturn und die schmale Sichel des zunehmenden Mondes. Mit einem Fernglas schwächerer Vergrößerung kann man alle vier zusammen ins Gesichtsfeld bekommen. Die Zusammenkunft findet genau über dem Westhorizont statt und kann bald nach Sonnenuntergang gesehen werden. Wenn es etwas dunkler geworden ist, treten auch

die Sterne des Löwen langsam in Erscheinung. Um spätestens 23:00 MESZ dürfte die Beobachtung des »Viergestirns« wegen der Horizontnähe schwierig werden.

Einige Tage später, am 10. Juli, kommt es zur geringsten Annäherung zwischen Mars und Saturn. Dabei überholt Mars den Ringplaneten südlich in einem Abstand von 38' – bei schwacher Teleskopvergrößerung passen beide Planeten ins Gesichtsfeld! Eine Beobachtung vor Sonnenuntergang ist möglich, erfordert aber größere Teleskope, denn Mars und Saturn erscheinen mit 1^m7 bzw. 1^m0 vor dem hellen Morgenhimmel recht blass.

■ Peter Friedrich

Die Sommer-Südströme

Die Monate Juli und August sind bekannt für ihre relativ hohe Meteoraktivität. Vor allem die Perseiden mit ihrem Maximum um den 12. August dürften schon viele Amateure beobachtet haben. Weniger bekannt sind dagegen die kleineren Ströme, deren Radianten in unseren Breiten am Südhimmel zu finden sind. Diese Ströme, die in der Vergangenheit als Aquariden-/Capricorniden-Komplex zusammengefasst wurden, haben ihre wenig ausgeprägten Maxima zum Ende des Monats Juli bzw. Anfang August. In diesem Jahr sind sie bei Neumond am 1. August perfekt zu beobachten (dagegen stört der Vollmond am 16. August das Maximum der Perseiden recht nachhaltig).

Vor der Revision der Radiantenliste der Internationalen Meteor Organisation (IMO) wurden die drei Aquariden-Ströme, namentlich die südlichen und nördlichen ι -Auariden und die südlichen δ -Auariden, sowie der Strom der α -Capricorniden gelistet. Da aber die ι -Auariden kaum Aktivität zeigten, wurden sie aus der IMO-Liste gestrichen. Heute wird nur noch zwischen den südlichen δ -Auariden (SDA), den α -Capricorniden (CAP) und der Anthelion-Quelle (ANT) unterschieden.

Die SDA haben ihr Maximum um den 27. Juli. Das Maximum selbst ist unscharf und die ZHR liegt bei ca. 20. Dieser Strom liefert meist schwache Meteore. Die CAP dagegen

Astronomische Ereignisse im Juni/Juli 2008

3.6.	21:22:38 MESZ	Neumond
7.6.	17:26:47 MESZ	Merkur in Unterer Konjunktion
9.6.	06:18:25 MESZ	Venus in Oberer Konjunktion
10.6.	17:03:40 MESZ	Mond Erstes Viertel
12.6.	18:28:31 MESZ	Juno in Opposition
18.6.	19:30:33 MESZ	Vollmond
20.6.	21:42:09 MESZ	Pluto in Opposition
21.6.	01:59:25 MESZ	Sommeranfang
26.6.	14:09:51 MESZ	Mond Letztes Viertel
27.6.	04:30:00 MESZ	Juni-Bootiden (JBO), ZHR: var
1.7.	16:53:59 MESZ	Mars passiert α Leo 40' nördlich
1.7.	19:54:16 MESZ	Merkur in größter westlicher Elongation (21,8°)
3.7.	04:18:39 MESZ	Neumond
3.7.	17:05:59 MESZ	Mond passiert Venus 1° 4' nördlich
6.7.	11:05:59 MESZ	Mond passiert α Leo 1° 49' südlich
9.7.	09:39:13 MESZ	Jupiter in Opposition
10.7.	06:34:55 MESZ	Mond Erstes Viertel
10.7.	19:36:00 MESZ	Mars passiert Saturn 38' südlich
17.7.	03:22:27 MESZ	Mond bedeckt ϕ Sgr (3 ^m 3)
18.7.	01:59:13 MESZ	Mond bedeckt 51 (5 ^m 7) und 52 Sgr (4 ^m 7)
18.7.	09:59:09 MESZ	Vollmond
25.7.	20:41:38 MESZ	Mond Letztes Viertel
27.7.	–	Südliche δ -Auariden (SDA), ZHR: 20
29.7.	22:04:29 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion
30.7.	–	α -Capricorniden (CAP), ZHR: 4

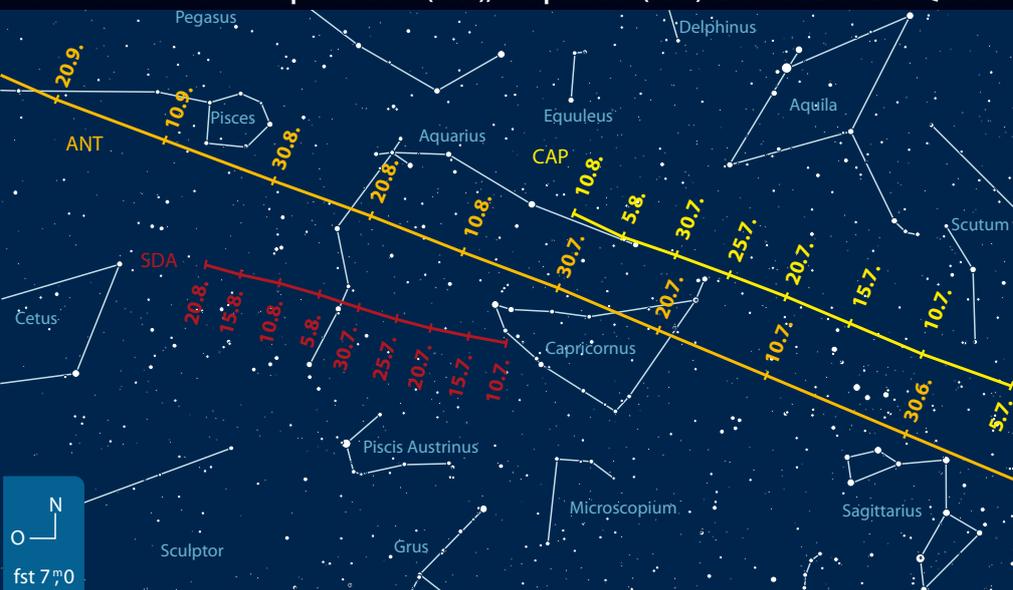
Auszug aus: Das Astronomische Jahr 2008, interstellarum Jahrbuch; Zeiten bezogen auf Mitte des deutschen Sprachraums (Nürnberg)

sind mit einer ZHR um 4 zwar wenig aktiv – von einem Maximum am 29. Juli mag man kaum sprechen – allerdings liefert dieser Strom häufig hellere Meteore und Feuerkugeln. Im Gegensatz zu den ANT-Meteoriten, deren Radiant sich in unmittelbarer Nähe der CAP befindet, sind die Meteore der CAP recht langsam und damit deutlich von denen der ANT zu unterscheiden.

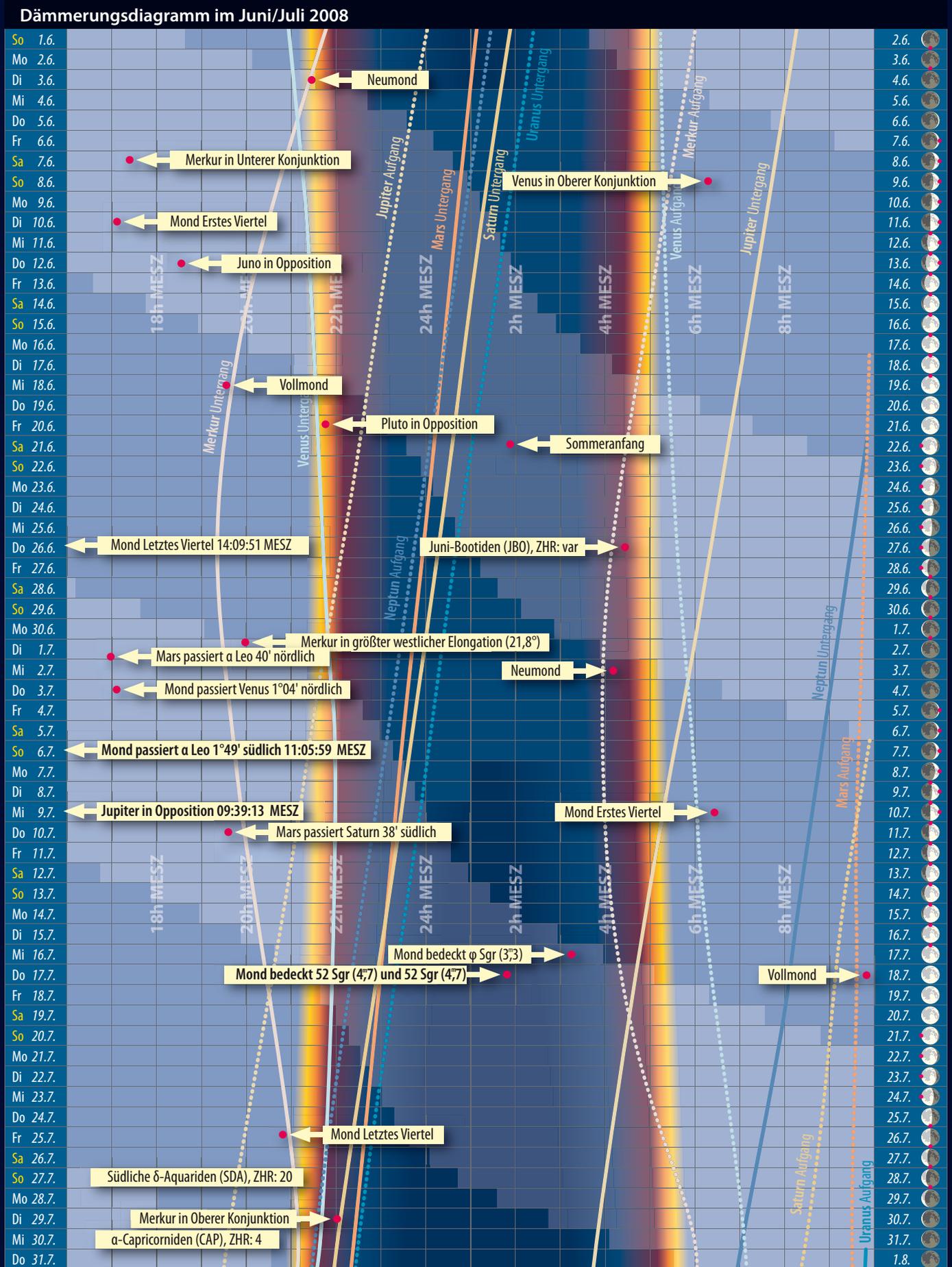
■ André Knöfel

Lage der Radianten der südlichen δ -Auariden, α -Capricorniden und Anthelion-Quelle im Juli/August 2008

Die Radianten der α -Capricorniden (CAP), δ -Auariden (SDA) und der Anthelion-Quelle



Das Sonnensystem im Juni/Juli 2008



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

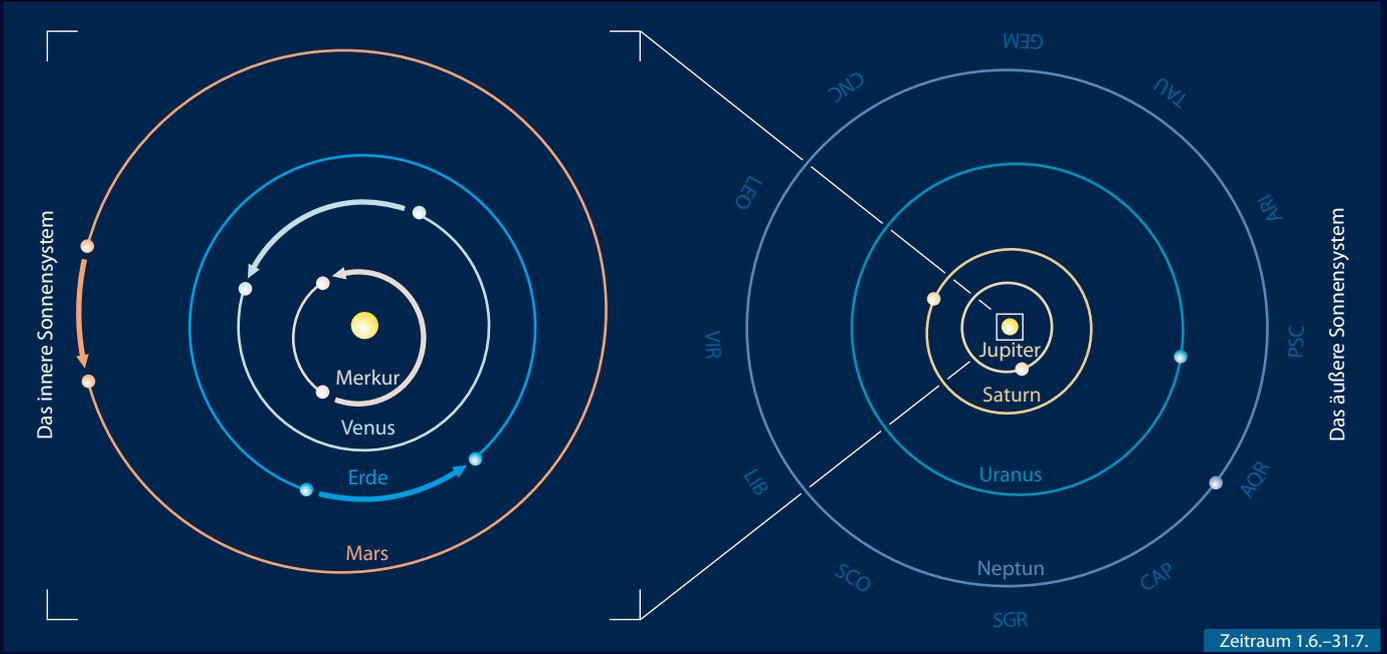
Der Lauf der Planeten im Juni 2008



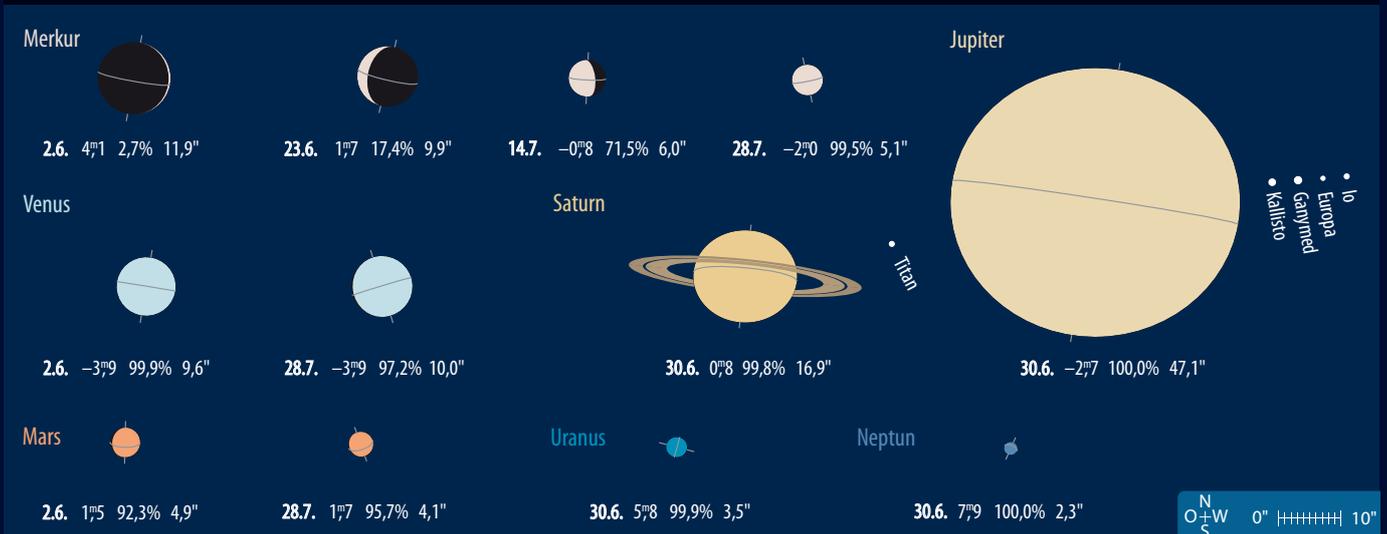
Der Lauf der Planeten im Juli 2008



Die Planeten auf ihren Bahnen im Juni/Juli 2008



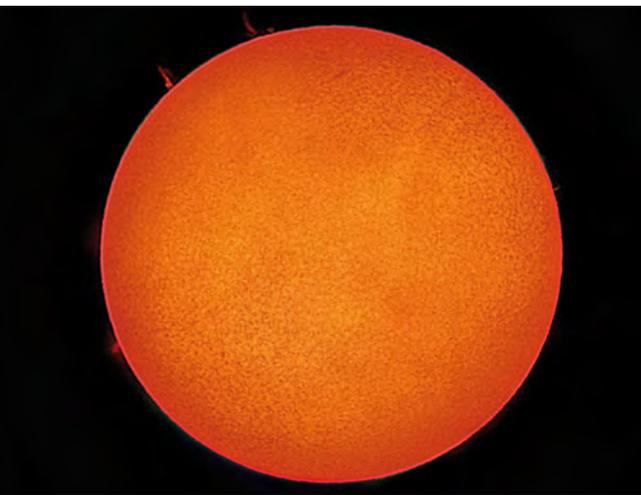
Die Planeten im Fernrohr im Juni/Juli 2008



Sonne aktuell Sonne im Minimum

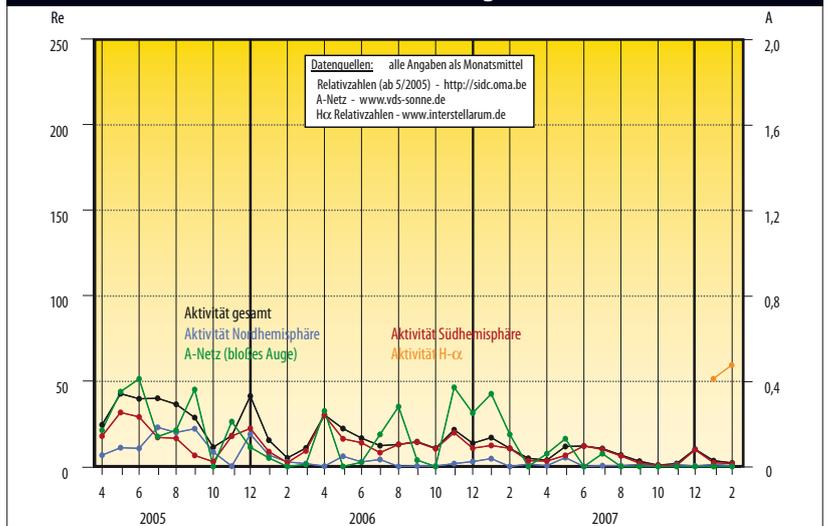
Nachdem am 4. Januar 2008 die erste Gruppe des neuen Fleckenzklus beobachtet und als solche bestätigt wurde, erwartete man eigentlich einen deutlichen Anstieg der Sonnenaktivität. Dieser blieb aber aus und in den kommenden Wochen bis Mitte März verlief die Sonnenaktivität weiter auf sehr geringem Niveau. Im Februar war die Sonne an immerhin 20 Tagen fleckenfrei und erreichte so fast den Wert vom September 2007, wo sie an 22 Tagen ohne sichtbaren Fleck war. Zwischen dem 9. Oktober und 5. November 2007 war die Sonne jedoch gar an 28 Tagen fleckenlos.

Die Tätigkeit in der Wasserstofflinie H α war nur in den ersten Januar-Tagen von Interesse, als in der Aktiven Region 10980 mehrere Flares aufstiegen. Danach gab es bis Mitte März nur noch Protuberanzen und einige Filamente zu sehen, zudem registrierte SOHO mehrere Koronalöcher, aus denen zwar kleinere Protonenströme austraten, die aber keineswegs zu Po-



Die ruhige H α -Gesamtsonne am 25.1.2008, 13:31 MEZ, 3"-Refraktor bei 1900mm Brennweite, Coronado Solarmax 60 + 2020 Telezentrik. *Erich Kopowski*

Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



larlichtern in unseren Breiten führten. Damit ist erst wieder in ein paar Jahren zu rechnen.

Allgemein wird nicht das Auftauchen des ersten Flecks eines neuen Zyklus als dessen Startpunkt angesehen, sondern der Monat, in dem nach den ausgeglichenen Monatsmitteln der Wolf'schen Relativzahl die niedrigste Aktivität zu verzeichnen war. Zwischen beiden Ereignissen können durchaus 10 bis 20 Monate liegen, so wurde z.B. im Oktober 1963 der erste Fleck des 20. Zyklus gesichtet, das Minimum fand aber erst ein Jahr später im Oktober 1964 statt. Dass beide Ereignisse in einem Monat zusammentreffen, wie im Mai 1996, ist eher die Ausnahme.

Insofern ist die augenblicklich zu beobachtende Entwicklung, dass die Fle-

cken-tätigkeit der Sonne eher ab- als zunimmt, zumindest nicht ungewöhnlich. Die Prognosen stagnieren seit Anfang des Jahres etwas und ob der zuletzt vorhergesagte Monat Mai 2008 als Minimumsmonat bestätigt wird, muss schlicht abgewartet und durch Beobachtungen bestätigt oder verneint werden.

■ Manfred Holl

Surftipps

Vorhersage der Sonnenfleckenrelativzahl des 24. Zyklus:
solarscience.msfc.nasa.gov/images/ssn_predict.txt
 Solaemon's Spotless Days Page:
users.telenet.be/j.janssens/Spotless/Spotless.html

Mitarbeit

Machen Sie mit und bestimmen Sie die H α -Relativzahl. Ihre Werte können Sie täglich online melden unter www.interstellarum.de. Dort finden Sie auch eine ausführliche Zählanleitung. Wir freuen uns über jeden auch nur gelegentlichen Teilnehmer!

Planeten aktuell **Weißer Fleck auf Saturn**

Saturn stand am 24.2. in Opposition – und pünktlich dazu herrschte Bewegung in seiner Atmosphäre. Saturnbeobachter verfolgen seit Dezember 2007 einen hellen Fleck in der Südtropischen Zone (STrZ) des Planeten, der in den letzten Wochen dramatisch an Helligkeit zugenommen hat und nun auch in kleineren Teleskopen sichtbar ist. Am 4. März wurden schließlich sogar die Kameras des Saturnorbiters Cassini auf den Sturm ausgerichtet, der an ähnliche Phänomene der Vergangenheit erinnert. Auch in der ersten Märzwoche war die Struktur noch auffällig.

Der Fleck besitzt eine leichte prograde Drift im Rotations-System III des Planeten: Von Positionen um 273° im Dezember über 281° im Januar stieg die Länge auf ca. 300° derzeit. Wir rufen alle Planetenbeobachter auf, die weitere Entwicklung und Bewegung dieses Flecks durch Fotos und Zentralmeridianpassagen zu dokumentieren. Zentralmeridiane für Saturn sind mit täglicher Genauigkeit im interstellarum-Jahrbuch »Das Astronomische Jahr« tabelliert.

Jupiters Großer Roter Fleck stand Anfang April bei ca. 124° Länge im System II. Eine weitere leichte Bewegung in Richtung größerer Längen wird erwartet. Das STB-Oval BA (»Kleiner Roter Fleck«) bewegt sich in genau umgekehrter Richtung hin auf kleinere Längen und stand im März bei ca. 200°. Die Begegnung von beiden Wirbelsturmsystemen wird aber erst für das Jahresende erwartet, wenn der Riesenplanet wieder unsichtbar ist.

Abb. 1: **Der neue weiße Fleck auf Saturn**, fotografiert am 4.3.2008 von der Cassini-Raumsonde.



MASA/PL/Space Science Institute

erweiterung ist untersagt

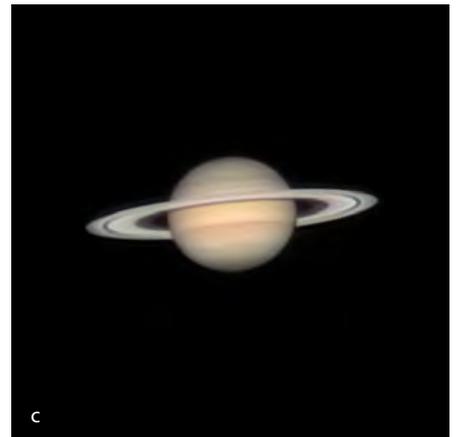
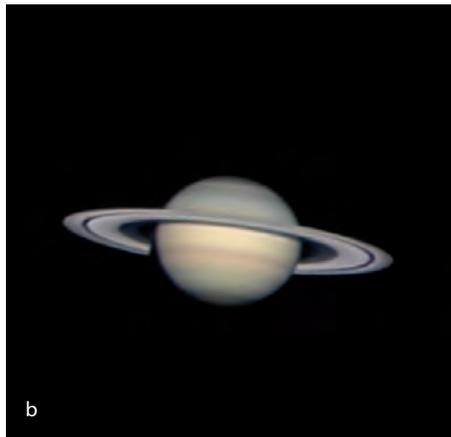
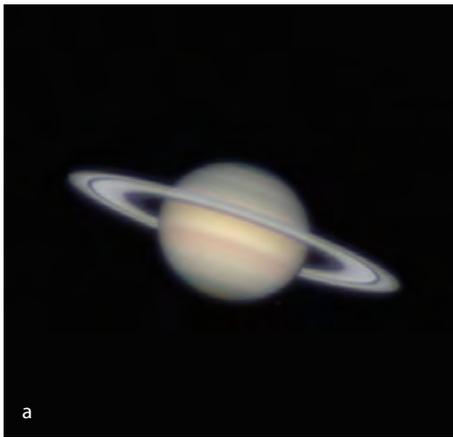


Abb. 2: **Aktuelle Amateurbilder von Saturn**

a) 19.2.2008, 14"-SCT bei 9800mm, DMK 21BF04. *Mario Weigand*; b) 23.3.2008, 16"-Astrograph bei 10000mm, DMK 21AF04 (L-Kanal), ToU-Cam (RGB-Kanäle), 1000×1/3s (L), 700×1/5s (RGB). *Bernd Flach-Wilken*; c) 20.02.2008, 8"-Newton bei 5800mm, DMK 21AF04.AS, 1124×0,13s (R), 1124×0,13s (G), 561×0,26s (B). *Torsten Hansen*

Aus den beeindruckenden Störungen in der STrZ der letzten Saison haben sich offensichtlich zwei kleine dunkle Ovale gebildet, von denen eines eine rötliche Fä-

rbung aufweist. Im März befanden sich die beiden Objekte bei Längen von 185° und 240°. Beide wandern zu kleineren Längen; da sie in derselben Breitenlage wie der GRF

anzutreffen sind, wird es interessant zu verfolgen sein, was bei einer Begegnung mit dem GRF geschieht.

■ Ronald Stoyan

Kometen aktuell **Wiedersehen mit 6P/d'Arrest**

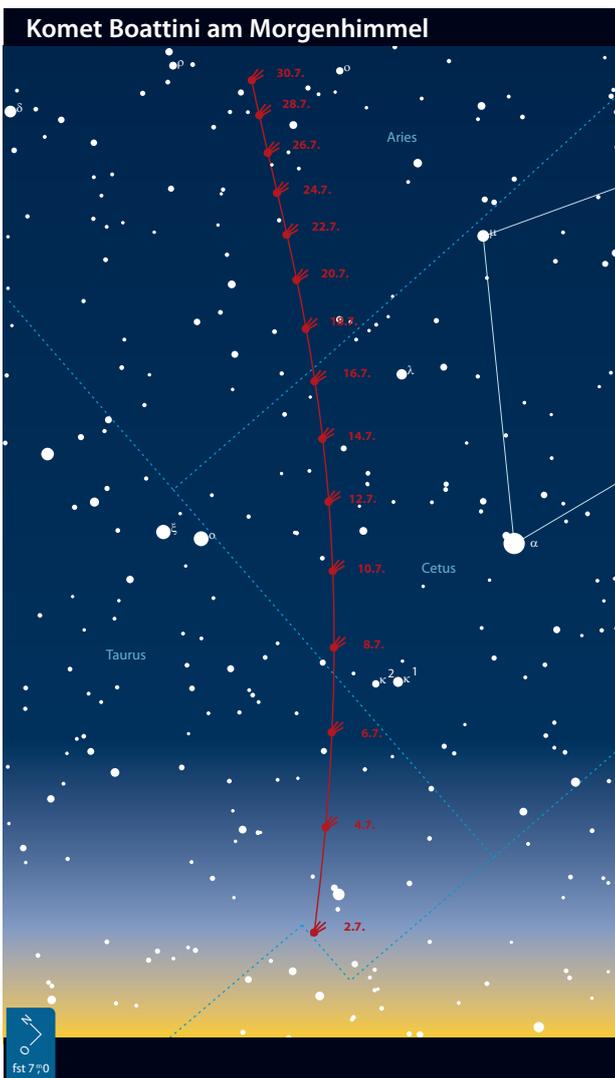
Sollte nicht noch überraschend ein hellerer Komet auftauchen, wird der Juni für Kometenbeobachter ein recht ruhiger Monat werden: Es sind in diesem Monat leider keine Objekte heller als 11^m0 zu beobachten. Der wohl hellste Komet des Som-

mers, **C/2007 W1 (Boattini)**, wird erst im Juli wieder von Mitteleuropa aus sichtbar. Nach seiner Sonnennähe vom 24. Juni kann man bald nach Monatsbeginn im Juli versuchen, den Schweifstern am östlichen Morgenhimmel aufzuspüren. Am 10. Juli erreicht

er bereits einen Winkelabstand von 60° zur Sonne und sollte ab jetzt ein schönes Feldstecherobjekt sein. Seine Bahn führt den Kometen steil nach Norden und er durchquert zunächst den Grenzbereich der Sternbilder Stier und Walfisch. Zur Monats-



Abb. 1: **Abschied von Komet Holmes.** Die Montage zeigt den Weg des Kometen im Sternbild Perseus vom 28. Oktober 2007 bis 5. März 2008. Jörg Mosch



mitte erreicht Boattini dann das Sternbild Widder. Der Aufgang des Kometen erfolgt nun schon um 2:00 Uhr MESZ, die beste Beobachtungszeit ist zwischen 2:30 und 3:30 Uhr, bevor die Morgendämmerung beginnt. Wie hell der Komet nach seiner Sonnenpassage tatsächlich erscheinen wird, lässt sich nicht genau vorhersagen. Sollte es keine Überraschungen geben, darf mit einer Helligkeit von rund $5^m,0$ gerechnet werden. Bis zum Monatsende wird Boattini dann nur noch etwa $7^m,0$ hell sein, kann jetzt aber bequem die ganze zweite Nachthälfte über beobachtet werden.

Im Juli kommt auch noch ein alter Bekannter, der periodische Komet **6P/d'Arrest**, in die Reichweite von Amateurteleskopen. Dieser Schweifstern wurde zwar am 28.

Juni 1851 vom deutschen Astronomen Heinrich Ludwig d'Arrest in Leipzig entdeckt, neuere Berechnungen ergaben aber, dass der Komet bereits im Jahre 1678 vom Franzosen Philippe de la Hire beobachtet wurde. 6P gehört zur Jupiter-Familie, seine Bahn liegt dabei ziemlich genau zwischen Erd- und Jupiterbahn. Er kann daher beiden Planeten recht nahe kommen. Enge Begegnungen mit Jupiter führten mehrmals zu Änderungen der Kometenbahn. So konnte der Komet im Jahre 1976 bei seinem Perihel in 1,16AE Entfernung noch die 5. Größenklasse erreichen. Aktuell beträgt die Umlaufzeit 6,5 Jahre und die heurige Wiederkehr – es ist die 19. beobachtete – fällt günstig aus, auch wenn die jetzige Bahn mit einer Perihelentfernung von 1,35AE ihn

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder:

www.kometarium.com

Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen:

kometen.fg-vds.de

Aufsuchkarten, Beobachtungshinweise:

www.ki.tng.de/~winnie/kometen/einstieg.html

G. Kronks Cometography:

6P/d'Arrest: cometography.com/pcomets/006p.html



Abb. 2: **Komet Holmes beim Californianebel am 5.3.2008.** 200mm-Teleobjektiv bei f/4, Canon 350 D mod., ISO 800, 12x180s. *Rudolf Dobesberger*

kaum heller als 9^m werden lässt. Komet d'Arrest befindet sich im Juli in Opposition zur Sonne und kann die ganze Nacht über ideal beobachtet werden. Er durchquert das Sternbild Adler von Norden nach Süden und wird seine Helligkeit rasch steigern. Zu Monatsbeginn dürfte sie noch bei rund 12^m liegen, bis Ende Juli kann mit etwa 10^m gerechnet werden. Im August wird 6P innerhalb einer Woche Erd- und Sonnennähe erreichen und noch etwas heller werdend rasch nach Süden ziehen. Gegen Ende August wird der Komet dann am südlichen Horizont verschwinden.

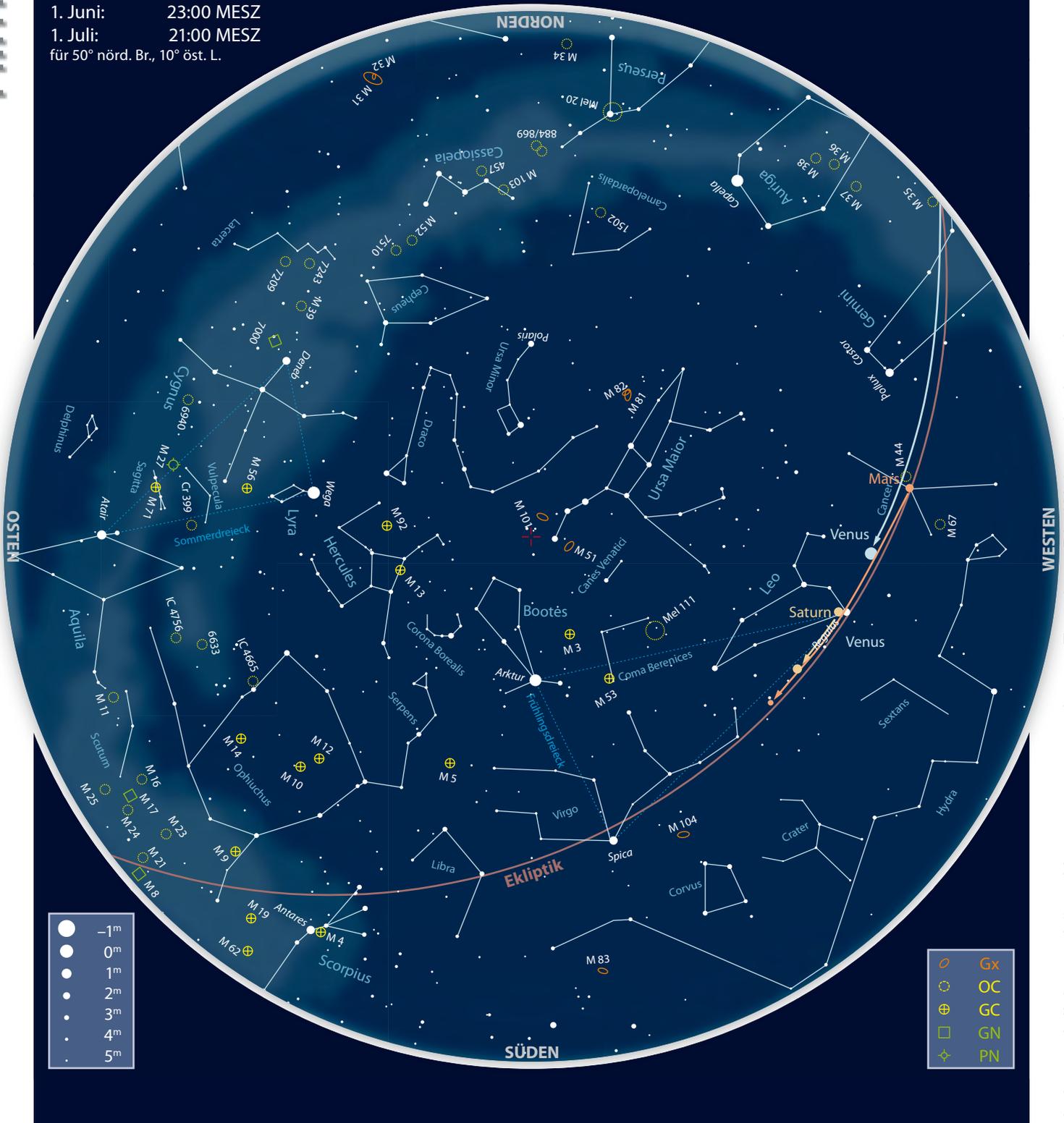
Aktuelle Informationen zu allen beobachtbaren helleren Kometen finden Sie wie gewohnt im interstellarum-Newsletter.

■ Burkhard Leitner

Kometen im Juni/Juli					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2007 W1 (Boattini)	20.11.2007	24.6.2008 (0,85AE)	12.6.2008 (0,21AE)	April bis Mai und Juli bis August	5^m
6P/d'Arrest	28.6.1851	14.8.2008 (1,35AE)	9.8.2008 (0,36AE)	Juli bis August	10^m

Der Sternhimmel im Juni/Juli 2008

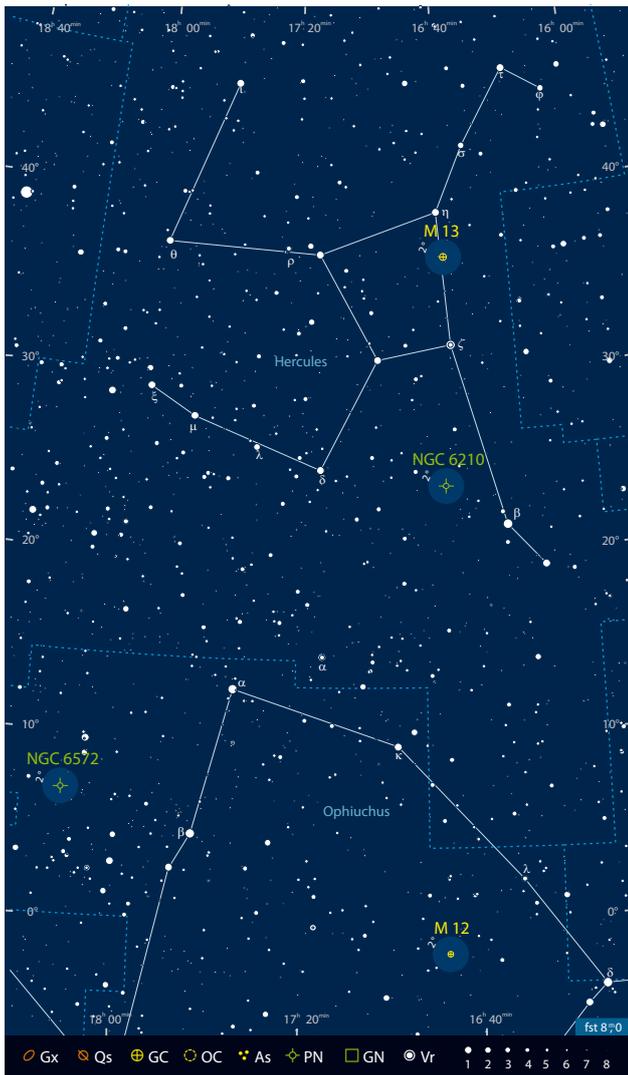
1. Juni: 23:00 MESZ
 1. Juli: 21:00 MESZ
 für 50° nörd. Br., 10° öst. L.



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

Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Periode	Entfernung	DSRA
M 13	bloßes Auge	GC	16 ^h 41,7 ^{min}	+36° 27,6'	5 ^m ,8	23,2'	25890Lj	13
Leibnitz β	Fernglas	Mondberg	—	—	—	6000m	384000km	—
AC Her	Fernglas	Vr	18 ^h 30 ^{min} 16,2 ^s	+21° 52,0'	7 ^m ,0–8 ^m ,5	75,4d	4650Lj	—
M 12	Teleskop	GC	16 ^h 47,2 ^{min}	-1° 56,9'	6 ^m ,7	12,2'	20760Lj	21
NGC 6210	Teleskop	PN	16 ^h 44,5 ^{min}	23° 47,8'	8 ^m ,8	0,3'	6200Lj	13

Herkules' Himmelsschätze



Astronomie mit bloßem Auge **M 13**

Der große Kugelsternhaufen M 13 im Herkules ist neben den Plejaden und der Andromedagalaxie der Klassiker unter den Beobachtungsobjekten für das bloße Auge. Auch wenn er nicht zu dem Kreis von Deep-Sky-Objekten gehört, die vor der Erfindung optischer Hilfsmittel entdeckt wurden, so war M 13 doch eines der ersten Objekte, bei dem die freisichtige Erkennbarkeit ausführlich in den Entdeckungsnotizen erwähnt wird. Es war der bekannte Kometenentdecker Edmond Halley, der den Sternhaufen 1714 im Sternbild Herkules entdeckte und schildert, dass dieser sich mit bloßem Auge zeigt »wenn der Himmel klar und der Mond abwesend ist«.

In der Praxis erweist sich Halleys Beschreibung als äußerst treffend. Ein von Lichtverschmutzung oder dem Mondlicht aufgehellter Himmel verhüllt das Objekt in den allermeisten Fällen. Unter einem einigermaßen klaren, mitteleu-

ropäischen Landhimmel ist M 13 jedoch ein realistisches Ziel.

Viele Beobachter nutzen die Erscheinung von M 13 in den Frühlings- und Sommermonaten auch zur genaueren Abschätzung der Beobachtungsbedingungen. Ist der Kugelsternhaufen gerade noch mit indirekter Sicht erkennbar, so liegt die Grenzgröße im Bereich des Sternbildes Herkules zwischen 5^m.5 und 5^m.8. Unter ausgezeichneten Bedingungen ist das Objekt freisichtig bereits so deutlich als kleiner Nebelfleck erkennbar, dass es in der sternarmen Umgebung regelrecht ins Auge sticht.

Die Sichtung von M 13 bietet noch einen Vorteil. Auf der Verbindungslinie der Sterne η und ζ Herculis findet sich am Ende des ersten Drittels kein anderer Stern, der in Reichweite des bloßen Auges liegt. Somit kann eine mögliche Verwechslung sicher ausgeschlossen werden, was den Kugelsternhaufen auch zu einem idealen Einstieg in die freisichtige Beobachtung macht.

■ Matthias Juchert

Astronomie mit dem Fernglas **Der höchste Mondberg**

Galileo Galilei entdeckte bei seinen ersten Fernrohrbeobachtungen des Mondes vor fast 400 Jahren nicht nur dessen kraterübersäte Landschaft; durch seine Kenntnisse von Perspektive und Geometrie, die er sich in einem Studium der Kunst angeeignet hatte, erkannte er außerdem in Schattenwürfen und Lichtspielen Täler und Berggrücken. Als Ende des 18. Jahrhunderts der deutsche Astronom Johann Hieronymus Schröter den Mond mit zwei metergroßen Fernrohren in der Sternwarte von Lilienthal bei Bremen eingehend studierte, sah er auch Berge am südlichen Mondrand. So sollte nahe des Mondesüdpols ein 8000m hoher Berg existieren, wie er in seinem zweibändigen Werk »Selenotopographische Fragmente« schreibt. Dieser wäre im Verhältnis zum kleineren Monddurchmesser betrachtet 4,5 Mal größer als die

Bei einer bestimmten Mondphase vor dem Ersten Viertel zeigt sich am Südpol des Mondes ein vom Rest abgetrennter heller Punkt. Dies ist die Spitze von Leibnitz β, dem höchsten Mondberg.



Matthias Juchert

(damals bekannten) höchsten Berge der Erde. Welche Naturkraft sollte dieses Bergmassiv empor getürmt haben?

Aufgrund der Nähe zum Mondrand und der geringfügig schwankenden Mondachse (Libration), fehlten lange Zeit genaue Aufzeichnungen über die Bergketten am Mondsüdpol, deren Bezeichnung Montes Leibnitz (Leibnitz Berge) auf Schröter zurückgeht. Die beste Kartierung dieses Gebietes zeigt eine erst vor rund 50 Jahren entstandene gezeichnete Karte des englischen Mondbeobachters Ewen Whitaker; in dieser wird Schröters höchster Mondberg an der Westseite des Kraters Scott mit dem Namen »Leibnitz β« bezeichnet.

Obwohl dies keine offiziell anerkannte Bezeichnung ist, wird der Name heute immer noch verwendet. Nach Whitakers Messungen war der Berg nicht nur bis zu 9000m hoch, seine Basis sollte sogar Paris (über 100km²) bedecken können. Auch wenn erst jüngst veröffentlichte Radarmessungen des lunaren Südpols zeigen, dass er nur eine Höhe von 6000m erreicht, kann er es noch mit dem höchsten Gipfel Nordamerikas aufnehmen und nebenbei ist er schon am jungen Mond zu sehen, denn drei oder vier Tage nach Neumond ist der Gipfel bereits in Sonnenlicht getaucht.

Dabei ist der nur 150km vom Pol entfernte höchste Punkt des Mondes schon

in einem Fernglas mit 40mm Öffnung beobachtbar. Als heller Fleck wird Leibnitz β an der südlichen Sichelspitze des jungen Mondes sichtbar und bei günstiger Neigung zum Beobachter kann er sich sogar als leichte Unebenheit vom Sichelrand abheben. Am Rand der noch dunklen – nur vom Erdlicht beschienenen Seite – können außerdem jenseits des höchsten Berges noch andere kleine helle Lichtpunkte auftauchen: weitere hohe Bergspitzen oder andere beleuchtete Oberflächenstrukturen des rauen Südpolgebietes.

■ Nico Schmidt

Objekt der Saison M 12

Am frühlingshaften Himmel vollzieht sich der Wechsel von den galaxienreichen Gebieten rund um den Galaktischen Himmelspol hin zu den dichten Sternfeldern der sommerlichen Milchstraße. Zu den Vorboten gehören dabei – neben vereinzelt auftauchenden Offenen Sternhaufen und einigen helleren Planetarischen Nebeln – vor allem die zahlreichen Kugelsternhaufen dieser Region. Speziell das Sternennetz des Schlangenträgers erweist sich in dieser Hinsicht als wahre Fundgrube für den passionierten Beobachter: Immerhin 25 (also knapp ein Sechstel der derzeit bekannten Objekte!) tummeln sich dort – ein Wert, der lediglich vom benachbarten Schützen übertroffen wird. Aufgrund der Nähe zum Galaktischen Zentrum ist die Haufendichte dabei in der Südostecke des Sternbilds am größten und nimmt Richtung Norden und Westen hin deutlich ab.

Zu den schönsten und hellsten Kugelsternhaufen der Region zählt der im westlichen Teil des Sternbilds gelegene M 12. Er ist eine der originalen Entdeckungen von Charles Messier. Dessen Beschreibung, datiert vom 30.5.1764, liest sich folgendermaßen: »Nebel zwischen dem Arm und der linken Seite des Schlangenträgers; der Nebel enthält keine Sterne, ist rund und von schwachem Licht; nahe des Nebels ein Stern von neunter Größe.« Unabhängig von Messier entdeckte ihn der deutsche Astronom Johann Elert Bode gemeinsam mit M 10 im August des Jahres 1774. Weitere zehn Jahre später stellte Wilhelm Herschel fest, dass es sich beim vermeintlichen »Nebel ohne Sterne« in Wirklichkeit um einen brillanten Haufen mit einem 2' großen Kern-



Der farbige Kugelsternhaufen M 12.

bereich und einem äußeren Durchmesser von 7'–8' handelt. Moderne Quellen [1, 2] geben den visuell erfassbaren Durchmesser des Haufens zu 14' und die Helligkeit zu 6^m;6 an; übereinstimmend mit dem Eindruck im Teleskop weist ihn die Klasse IX dabei als vergleichsweise schwach konzentriertes Objekt aus.

M 12 liegt nach neuesten Messungen in einer Distanz von knapp 21000Lj und ist derzeit etwa 14500Lj vom Galaktischen Zentrum entfernt [3, 4]. Sorgfältige Studien der Sternverteilung in den Außenbezirken des Haufens ergeben eine erhöhte Sternendichte bis zu einem Radius von 19', was einem tatsächlichen Haufendurchmesser von 225Lj entspricht [5]. Insgesamt knapp

35 Haufensterne – allesamt sehr weit entwickelte rote Riesen – sind heller als 14^m, wobei die hellsten Mitglieder Helligkeiten von 12^m;0 erreichen. Seinem hohen Alter von knapp 12,6 Mrd. Jahren entsprechend ist der Metallgehalt der Sterne dabei gering und beträgt lediglich 5% des solaren Wertes [4]. Lediglich vier variable Sterne sind in M 12 bekannt. Dazu zählt – neben zwei RR Lyrae-Sternen sowie einem Bedeckungsveränderlichen vom Typ W UMa – auch der Population-II-Cepheid V1, dessen Helligkeit innerhalb von etwa 15 Tagen zwischen 12^m und 13^m schwankt [6].

Untersuchungen der stellaren Population von M 12 deuten darauf hin, dass der Haufen bei seiner Bewegung im galak-

VOLKER WINDIG, BERND FLACH-WIKER

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

tischen Potential bereits vier Fünftel seiner Mitglieder niedriger Masse verloren hat und sich innerhalb der nächsten 4,5 Mrd. Jahre vollständig auflösen wird [7]. Dies ist vermutlich eine Folge seines stark elliptischen und hochgradig irregulären Orbits um das Milchstraßenzentrum, der ihn bis auf weniger als 2000Lj an das Galaktische Zentrum heranführt [8]; die dort auftretenden starken Gezeitenkräfte reißen dabei vornehmlich masseärmere Sterne aus dem Haufenverbund, wodurch es zu einer allmählichen Ausdünnung der Sternpopulation kommt. Im Gegensatz zu den ähnlich gelagerten Fällen von Palomar 5 oder NGC 5466 konnte bei M 12 jedoch bislang kein Schweif aus ehemaligen Haufenmitgliedern entdeckt werden [9].

Aufgrund seines eher lockeren Aufbaus und der für einen Kugelhaufen recht beachtlichen Helligkeit seiner Sterne gehört M 12 zu den am leichtesten aufzulösenden Objekten seiner Art für mitteleuropäische Beobachter. Zwar ist – im Gegensatz zu den etwas helleren und besser platzierten M 5 oder M 13 – eine Sichtung mit freiem Auge höchstens von Hochgebirgsstandorten aus zu erwarten, jedoch reicht schon jedes Fernglas aus, um ihn auch unter mittelmäßigem Himmel als Nebelfleck zu zeigen. Im

kleinen Fernrohr ab 2,5" Öffnung erscheint der Haufen bei hoher Vergrößerung bereits in den Randgebieten aufgelöst. Ein vierzölliges Fernrohr zeigt hingegen bereits mehr als ein Dutzend Sterne vor nebligem Hintergrund. Mit Erreichen des Horizontalastes bei 14°6' nimmt die Anzahl an sichtbaren Mitgliedern sprunghaft zu. Dem Beobachter offenbart sich dann ein wunderschöner, reicher Haufen mit einem auffälligen, dichten Zentralbereich von 2,5' Durchmesser. In den Randbereichen lassen sich dabei auch etliche lineare und geschwungene Sternketten erkennen, die bereits von John Herschel bemerkt und von Lord Rosse als Ansätze einer Spiralstruktur interpretiert wurden. Neben dem Veränderlichen V1, dessen Lichtwechsel in Teleskopen ab 8" Öffnung gut verfolgt werden kann, bietet M 12 als weitere Besonderheit das Galaxienpaar LEDA 1103219 in den südwestlichen Außenbereichen des Haufens, dessen Beobachtung allerdings Besitzern von Teleskopen mit 16" Öffnung und mehr vorbehalten sein dürfte.

■ Matthias Kronberger

[1] Sinnott, R. W.: NGC 2000.0, The Complete New General Catalogue and Index Catalogue of Nebulae

and Star Clusters by J. L. E. Dreyer, Sky Publishing Corp. and Cambridge Univ. Press (1988)

- [2] Harris, W. E.: A catalog of parameters for globular clusters on the Milky Way, *Astron. J.* 112, 1487 (1996)
- [3] Recio-Blanco, A. et al.: A homogeneous set of globular cluster relative distances and reddening, *Astron. Astrophys.* 432, 851 (2005)
- [4] Salaris, M., Weiss, A.: Homogeneous age dating of 55 Galactic globular clusters. Clues to the Galaxy formation mechanisms, *Astron. Astrophys.* 388, 492 (2002)
- [5] Lehmann, I., Scholz, R. D.: Tidal radii of the globular clusters M 5, M 12, M 13, M 15, M 53, NGC 5053 and NGC 5466 from automated star counts, *Astron. Astrophys.* 320, 776 (1997)
- [6] Clement, C. M., Hogg, H. S., Yee, A.: The long-term behaviour of the population II Cepheid V1 in the globular cluster Messier 12, *Astron. J.* 96, 1642 (1988)
- [7] De Marchi, G., Pulone, L., Paresce, F.: Why is the mass function of NGC 6218 flat?, *Astron. Astrophys.* 449, 161 (2006)
- [8] Odenkirchen, M. et al.: Globular cluster orbits based on HIPPARCOS proper motions, *New Astronomy* 2, 477 (1997)
- [9] Kiss, L. L. et al.: A wide-field kinematic survey for tidal tails around five globular clusters, *Astrophys. J.* 659, 129 (2007)

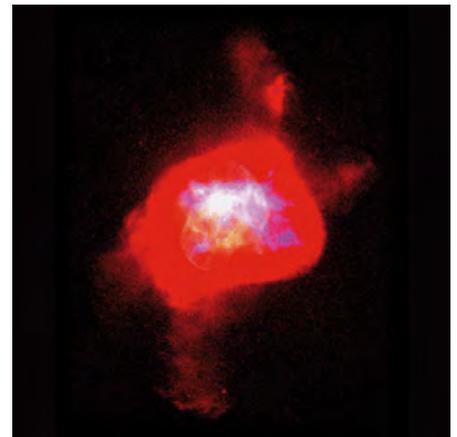
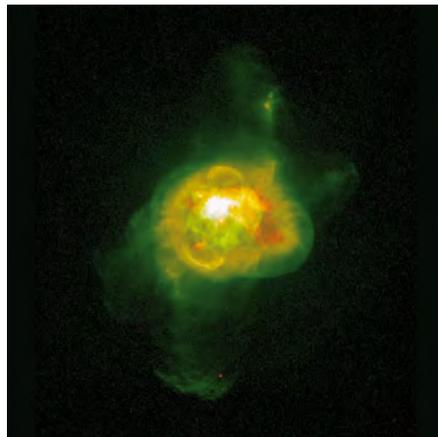
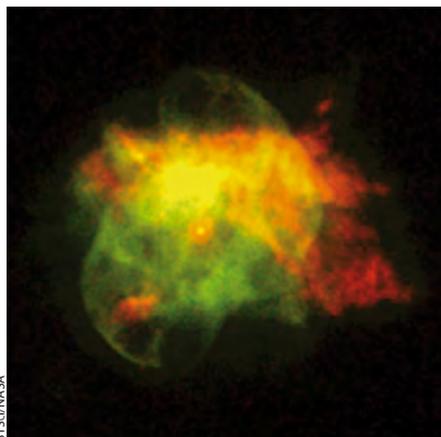
Objekt der Saison NGC 6210

Planetarische Nebel stellen eine der interessantesten und vielfältigsten Facetten astronomischer Objekte dar. Ihre Existenz wird durch die abgestoßenen Gashüllen in der Endphase der Sternentwicklung hervorgerufen, wobei die Erscheinung äußerst kurzlebig ist: In der Regel verbleiben nur etwa 10000 Jahre bis der Nebel verblasst. Am Himmel findet sich – dessen ungeach-

tet – eine große Anzahl dieser Objekte. Die größten Vertreter übertreffen sogar die scheinbare Ausdehnung des Mondes, während andere Planetarische Nebel aufgrund ihrer Entfernung oder Entwicklungsphase selbst in großen Instrumenten noch stellar erscheinen und allein aufgrund ihrer spektralen Eigenschaften zu entdecken sind. Das hier vorgestellte Objekt NGC 6210 liegt

zwischen diesen Extremen und lässt sich als kleiner, aber sehr heller Planetarischer Nebel klassifizieren.

Die Entdeckung des Nebels geht auf den Astronomen Friedrich Georg Wilhelm Struve zurück. Struve gelangen im Laufe seines Lebens bedeutende Leistungen in den Bereichen der Astronomie und Geodäsie. Heutigen Beobachtern ist er vor



Drei verschiedene Ansichten des Planetarischen Nebels NGC 6210, gewonnen mit dem Hubble-Weltraumteleskop.

allem für seine intensiven Forschungsarbeiten an Doppelsternen bekannt. Struve war 1820 zum Direktor der Sternwarte in Dorpat ernannt worden. Im Jahr 1824 wurde in der Sternwarte ein leistungsfähiger 9,6"-Fraunhofer-Refraktor installiert, mit dem er in den Folgejahren eine große Anzahl von Doppelsternen entdeckte und vermaß. Während dieser Beobachtungen fand er auch insgesamt sieben NGC-Objekte [1]. Darunter befindet sich auch NGC 6210, der als fünftes Objekt im Anhang seines 1827 veröffentlichten »Catalogus novus generalis stellarum duplicium et multiplicium« enthalten ist. Bei den anderen sechs Objekten handelt es sich bis auf NGC 6572 (Planetarischer Nebel) und NGC 6871 (Offener Sternhaufen) nur um Doppelsterne oder Sternmuster.

Die Entfernung von NGC 6210 beträgt nach den Berechnungen von Zhang [2] knapp 6200 Lichtjahre, woraus sich ein Nebeldurchmesser von 0,5Lj errechnet. Sabbadin et al. [3] beschreiben den Nebel als recht junges Objekt, das von einem leuchtkräftigen Stern ionisiert wird, was ihn mit anderen Planetarischen Nebeln wie NGC 6567, NGC 6803, NGC 6826 und NGC 6891 vergleichbar macht. Bekanntheit erlangte der Nebel im Jahre 1998 nach den Untersuchungen mit dem Hubble Space Telescope [4]. Hierbei wurden die komplexen mor-

phologischen Zusammenhänge innerhalb des Nebels erstmals detailliert abgebildet. Auffallend sind neben der Struktur der inneren Nebelhüllen, die dem Kopf einer Schildkröte ähneln, vor allem die ausgeprägten Jets. Diese entstehen durch ausströmendes heißes Gas, das durch Öffnungen in der inneren kälteren Nebelhülle gepresst wird. Die Ausdehnung dieser Jets beträgt bis zu 1,6Lj. Der in die Nebelschalen eingebettete Zentralstern des Nebels trägt die Bezeichnung HD 151121 und erscheint mit einer Helligkeit von $12^m,3$. Laut Tinkler et al. [5] handelt es sich um einen Stern vom Spektraltyp O, dessen Oberflächentemperatur 90000K beträgt.

Der Planetarische Nebel lässt sich bereits mit einem 7×50-Fernglas auffinden, jedoch ist er hierbei nicht von einem Feldstern zu unterscheiden. Die Schätzungen seiner visuellen Helligkeit liegen im Bereich von $8^m,5$ bis $9^m,0$. Bereits in einem kleinen Fernrohr und niedriger Vergrößerung verrät NGC 6210 seine Natur. Zwar ist es noch schwierig, den Nebel flächig wahrzunehmen, jedoch tritt phasenweise ein »Blink-Effekt« auf, durch den er sich beim Wechsel zwischen direktem und indirektem Sehen verrät. Ein weiterer Vorteil der niedrigen Vergrößerung ist die intensivere Wahrnehmung von Farben. Die meisten historischen und aktuellen Beobachtungen beschreiben die Far-

be von NGC 6210 übereinstimmend als blau bis blau-grün. Bei hoher Vergrößerung und gutem Seeing zeigen 6"- bis 8"-Teleskope innerhalb des diffusen Nebelscheibchens bereits den Zentralstern, wobei der Kontrast aufgrund der hellen Nebeloberfläche gering ist. Um die ersten Andeutungen der Ringstruktur klarer zu erkennen, ist noch mehr Öffnung anzusetzen. Hat man einmal die Gelegenheit, das Objekt unter ausgezeichneten Bedingungen mit einer großen Optik und Austrittspupillen von unter 1mm zu betrachten, ist eine außergewöhnliche Vielzahl von Feindetails auf engstem Raum zu entdecken.

■ Matthias Juchert

- [1] Steinicke, W.: Biographische Informationen von 172 NGC/IC Beobachtern: Struve, www.klimaluft.de/steinicke/ngcic/persons/struve_w.htm
- [2] Zhang, C. Y.: A statistical distance scale for Galactic planetary nebulae, *Astron. J. Suppl.* 98, 659 (1995)
- [3] Sabbadin, F. et al.: The structure of planetary nebulae: theory vs. practice, *Astron. Astrophys.* 451, 937 (2006)
- [4] Rubin, R. et al.: Turtle in Space Describes New Hubble Image, *STScI-1998-36* (1998)
- [5] Tinkler, C. M. et al.: Mass-loss rates of H-rich central stars of planetary nebulae as distance indicators?, *Astron. Astrophys.* 384, 987 (2002)

Veränderlicher aktuell AC Herculis

Der Veränderliche AC Herculis ist ein idealer Stern für Beobachtungen im Sommer: Soll visuell beobachtet werden, reicht ein einfacher Feldstecher; kann fotografisch beobachtet werden, reicht mit einer digitalen Spiegelreflexkamera und Normalobjektiv eine Belichtungszeit von 30s. Mit Free-ware-Programmen wie IRIS lassen sich diese Aufnahmen dann leicht ausmessen [1]. Möglichst tägliche Beobachtungen – drei Wochen um das Hauptminimum herum ausgeführt – genügen, um einen kleinen, aber wertvollen Beitrag zur Erforschung einer Veränderlichengruppe zu erzielen, die sich lange Zeit einer Deutung entzog.

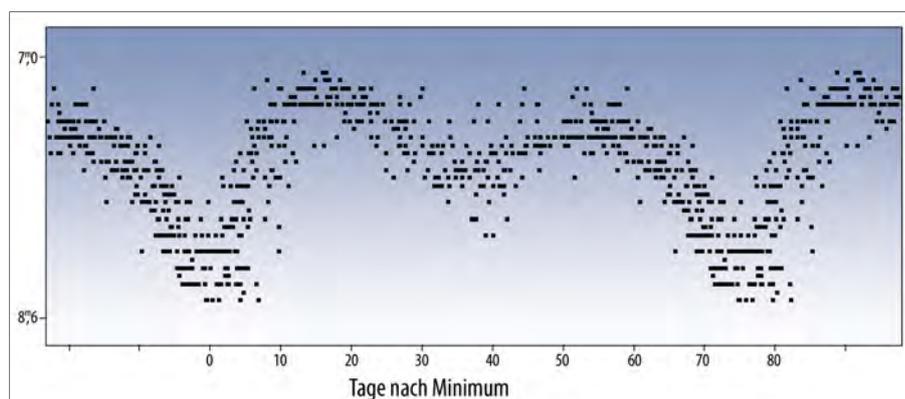
AC Herculis ist ein Vertreter der RV-Tauri-Sterne. Diese Veränderlichenart hat einen sehr typischen Lichtwechsel, der sich durch den Wechsel von einem Hauptminimum zu einem Hauptmaximum, gefolgt von einem Nebenminimum und einem Nebenmaximum auszeichnet [2]. Für einen kompletten

Zyklus braucht AC Herculis rund 75 Tage. Daraus wird deutlich, dass der Stern eigentlich immer für Beobachter sehr reizvoll ist.

Die kaum einhundert bekannten RV-Tauri-Sterne unserer Galaxis werden photometrisch unterteilt in eine Gruppe RVA, deren

Durchschnittshelligkeit gleich bleibt, und in eine Gruppe RVB, die einen übergeordneten Lichtwechsel mit einer etwa 15- bis 25-fachen Länge der jeweiligen Normalperiode zeigt. Quer durch diese Klassifizierung hindurch werden sie zusätzlich noch in drei

Abb. 1: Eine Lichtkurve von AC Her, erstellt aus 618 visuellen Beobachtungen von 1988 bis 2002, reduziert mit einer Periode von 75,4 Tagen auf einen gemeinsamen Zeitraum. Die Abszisse zählt die Tage ab dem Hauptminimum.



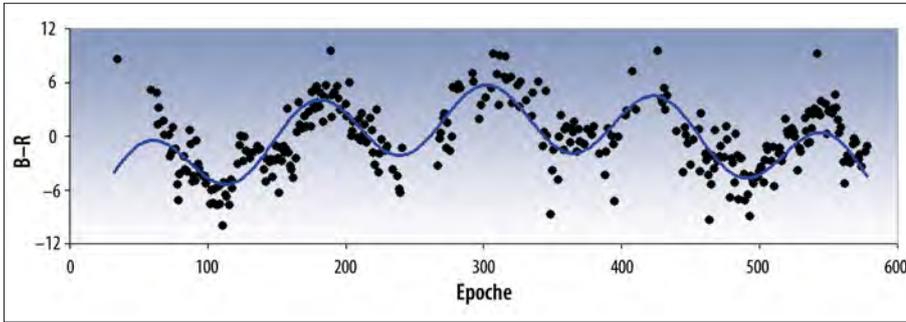


Abb. 2: **B-R-Diagramm der Hauptminima von AC Her.** Eine Epoche ist gleichbedeutend mit einem Zyklus. 600 Epochen bedeuten also, dass Beobachtungen aus 120 Jahren zusammengekommen sind. Die durchgezogene Linie stellt den Versuch einer mathematischen Beschreibung der beobachteten B-R-Abweichungen dar. Sie besteht aus einer Welle, die mit einer Sinusschwingung beschrieben werden kann und offensichtlich die Periodizität der Variationen gut beschreibt, und einem langfristigen Trend, der mit einer Parabelgleichung beschrieben werden kann. Dieser langfristige Trend wird aber nicht optimal beschrieben: Er ist nicht so ausgeprägt, wie ihn das Modell vorhersagt, zum Anfang und zum Ende des Zeitraums liegt die blaue Kurve etwas zu tief [nach 8].

unterschiedliche spektrale Varianten eingeteilt – fast etwas viel Klassifikation für eine zahlenmäßig so kleine Gruppe [3].

Lange Zeit waren die Zustandsgrößen der RV-Tauri-Sterne nur ungenau bekannt, weil sich kein Stern nahe genug befindet, um für ihn eine zuverlässige Entfernung bestimmen zu können. Dank der umfangreichen Durchmusterungen der Magellanschen Wolken auf der Suche nach Gravitationslinsen-Ereignissen sind – quasi als Abfallprodukt – nun auch in diesen beiden Systemen einige Dutzend Sterne dieses Typs gefunden worden. Dank der bekannten Entfernung dieser Sternsysteme sind endlich auch die Daten der RV-Tauri-Sterne besser bekannt. Es handelt sich um sehr leuchtstarke Sterne der Spektraltypen F bis K, die eine Unterklasse der Population-II-Cepheiden darstellen. Die absoluten Helligkeiten können -4^m und mehr erreichen [4].

Obwohl ihr Lichtwechsel vergleichsweise auffallend und typisch ist, die Entdeckungswahrscheinlichkeit also hoch ist, sind relativ wenig RV-Tauri-Sterne bekannt. Da es sich gleichzeitig um Überriesen handelt, die also auch noch in großen Entfernungen beobachtbar sind, kann dies bedeuten,

- dass sie sich in einer Entwicklungsphase befinden, die sehr selten von Sternen durchlaufen wird (beispielsweise könnten spezielle Bedingungen dafür erforderlich sein), oder
- dass sie sich in einer Entwicklungsphase befinden, die sehr schnell durchlaufen wird.

Natürlich können auch beide Bedingungen gleichzeitig zutreffen, und genau das scheint der Fall zu sein. Seit zwei Jahrzehnten weiß man, dass es sich um Post-AGB-Objekte handelt, also um Sterne, die den Asymptotischen Riesenast (AGB) verlassen haben und sich im Hertzsprung-Russell-Diagramm nach links hin zu höheren Temperaturen bewegen [5]. Diese Phase durchläuft ein Stern vergleichsweise schnell, Schätzungen gehen von mehreren hundert bis zu einigen tausend Jahren aus. Und zum zweiten stellen sich immer mehr Objekte als Doppelsterne heraus, so dass inzwischen schon die Hypothese aufgestellt worden ist, dass es sich bei RV-Tauri-Sternen immer um Doppelsterne handelt, bei denen sich ein Großteil der Masse, die der jetzige RV-Tauri-Stern in seiner Mira-Stern-Phase auf dem Asymptotischen Riesenast verloren hat, in einer Staubscheibe um das Doppelsternsystem befindet [6]. Die Ausprägungen der Systemkomponenten führen zu einem ganzen Zoo unterschiedlicher Objekte, von denen nicht alle RV-Tauri-Sterne sind.

Auch AC Herculis hat sich als Doppelstern mit einer Umlaufzeit von 1196 Tagen herausgestellt [7]. Dass die Nähe zum Begleitstern Auswirkungen auf das Pulsationsverhalten hat, wird vermutet. Das wäre eine Erklärung für ein gerade bei AC Her interessantes Phänomen: Seine Periode ist kleinen Schwankungen unterworfen, die sich zyklisch wiederholen. Zuerst hat E. Zsoldos 1988 [8] auf dieses Phänomen hingewiesen, was dazu geführt hat, dass AC Her ein Programmstern der BAV geworden ist [9], wobei versucht wird, den Zeitpunkt möglichst vieler Hauptminima zu bestimmen – so ist am leichtesten eine Verfolgung der Periodenänderungen möglich. Abbildung 2 zeigt wie bei der Annahme einer konstanten Periode die beobachteten Hauptminima zyklisch von ihrem vorhergesagten Datum abweichen. Man nennt diese Diagramme B-R-Diagramme (B-R bedeutet Beobachtung minus Rechnung) oder aus dem Englischen O-C-Diagramme (observed minus calculated). Alle Punkte nach der Epoche 500 sind von BAV-Beobachtern gewonnen worden. Mit drei oder vier Wochen Beobachtungszeit kann man selber einen Punkt bestimmen und damit – wie oben schon erwähnt – einen kleinen Teil zur Forschung beitragen. Die nächsten Hauptminima von AC Her finden Mitte Juli 2008 und Ende September 2008 statt.

■ Béla Hassforth

- [1] IRIS: www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm
- [2] Typen Veränderlicher Sterne (GCVS): www.sai.msu.su/groups/cluster/gcvs/gcvs/iii/vartype.txt
- [3] Preston, G.W. et al.: A Spectroscopic and Photoelectric Survey of the RV Tauri Stars, *Astrophys. J.* 137, 401 (1963)
- [4] Alcock, C. et al.: The MACHO project LMC variable star inventory VII: The discovery of RV Tauri stars and new Type II Cepheids in the LMC, *Astron. J.* 115, 1921 (1998)
- [5] Jura, M.: RV Tauri Stars as Post-Asymptotic Giant Branch Objects, *Astrophys. J.* 309, 732 (1986)
- [6] van Winckel, H.: Binary (Post) AGB evolution, *Ap&SS* 275, 159 (2001)
- [7] van Winckel, H. et al.: The binary RV Tauri star AC HER and evidence for a long-lived dust-disc, *Astron. Astrophys.* 336, L17 (1998)
- [8] Zsoldos, E.: *IBVS* 3192, (1988)
- [9] Hassforth, B.: BAV Rundbrief 2, 67 (1995)

Surftipp

Homepage der BAV:
www.bav-astro.de

Schwarze Sonne über den Weiten Asiens



VON PETER UND SUSANNE FRIEDRICH

Am 1. August 2008 kann in Mitteleuropa in den späten Vormittagsstunden eine partielle Sonnenfinsternis mit einem Bedeckungsgrad zwischen 2% und 24% beobachtet werden. In einem schmalen Streifen, der vom Norden Kanadas über die Nordküste Grönlands und das Nördliche Eismeer bis nach Zentralrussland, die Mongolei und China reicht und die halbe Welt umspannt, ist sie auch als totale Sonnenfinsternis zu sehen.

Wenn der Mond die Sonne bedeckt

Sonnenfinsternisse treten nur zu Neumond auf, wenn sich der Mond zwischen Sonne und Erde befindet. Jedoch kommt es nicht zu jedem Neumond zu einer Sonnenfinsternis, da die Bahnebene des Mondes um etwa 5° gegen die Ebene geneigt ist, in der Erde und Sonne liegen. Sie ereignen sich nur, wenn sich der Mond zu Neumond in unmittelbarer Nähe eines Bahnknotens, also dem Schnittpunkt der Mondbahn mit der Erdbahnebene, befindet. Dies ist mindestens zweimal und maximal fünfmal im Jahr der Fall. Wenn sich der Mond auf seiner elliptischen Bahn in Erdferne befindet, trifft sein Kernschatten die Erdoberfläche nicht und es ereignet sich eine ringförmige Sonnenfinsternis (Abb. 2). Als Folge der Erdrotation und der Mondbewegung zieht der Mondschaten mit hoher Geschwindigkeit über die Erdoberfläche. Die Spur der Schattenmitte nennt man Zentrallinie. Nur an Orten, die von dem nur wenige 100km großen Mondschaten getroffen werden, kann eine totale Sonnenfinsternis beobachtet werden. Etwa 3000km zu beiden Seiten dieser Zone ist eine partielle Sonnenfinsternis sichtbar, bei der die Sonne nur teilweise von der

Mondscheibe verfinstert wird. Die Sonne scheint dann nahezu mit unverminderter Helligkeit am Himmel. Eine Beobachtung ist deshalb auch mit dem bloßen Auge nur mit einem sicheren Filter möglich, etwa einer zertifizierten Sonnenfinsternisbrille. Benutzen Sie keine Schweißergläser, Filme, CDs oder rußgeschwärzten Gläser. Mit einem Fernrohr müssen sichere Objektivfilter verwendet werden (siehe Kasten).

Der globale Verlauf der Finsternis

Die Finsternis am 1. August gehört zur Saros-Serie 126, die am 10.3.1179 in der Antarktis mit einer partiellen Finsternis begann und am 3.5.2459 über dem Europäischen Nordmeer mit einer partiellen Finsternis enden wird. Sie ist die 47. von insgesamt 72 Finsternissen der Serie; ihre Vorläuferin ist die totale Finsternis vom 22. Juli 1990, die im südöstlichen Teil Finnlands zu Sonnenaufgang zu sehen war. Nur noch zwei weitere totale Sonnenfinsternisse folgen 2026 und 2044, bis die Serie mit 23 partiellen Finsternissen dem Ende entgegen geht.

Im Norden Kanadas, zwischen Victoria Island und Baffin Island, beginnt die Totalität um 9:21 UT mit Sonnenaufgang. Der Schatten bewegt sich nordwärts und streicht knapp an der Siedlung Resolute

Abb. 1: **Das wohl größte astronomische Naturschauspiel auf Erden:** Eine totale Sonnenfinsternis. Am 1.8. werden sich wieder zahlreiche Finsternisjäger auf den Weg machen – wie am 29.3.2006.

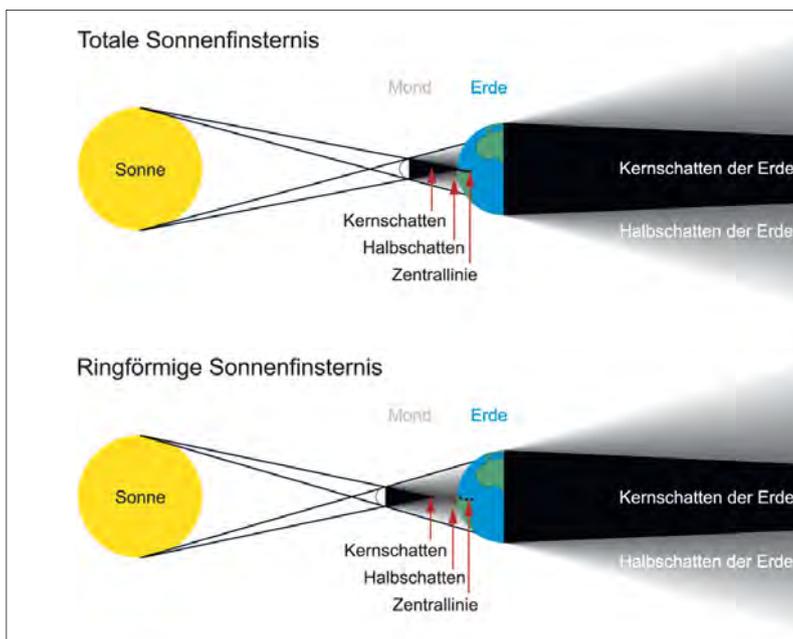
vorbei, deren 200 Einwohner eine partielle Finsternis mit einer Größe von 0,997 (Bruchteil des Sonnendurchmessers, der vom Mond bedeckt wird) erleben werden. Weiter nordwärts werden um 9:29 UT die Fjorde der Nordküste Grönlands erreicht. Kurz danach kann im kanadischen Alert, der nördlichsten von Menschen dauerhaft bewohnten Siedlung, für 43s das Schauspiel einer Totalen Sonnenfinsternis beobachtet werden. Nachdem der Schatten Grönland verlassen hat, erreicht er seinen nördlichsten Punkt und wendet sich in südöstlicher Richtung weiter über den Arktischen Ozean, passiert Spitzbergen und Franz-Josef-Land, überquert die Insel Nowaja Semlja, bis er um 10:10 UT russisches Festland erreicht. Kurz darauf wird bei der Stadt Nadym, die nur 14km von der Zentrallinie entfernt liegt, um genau 10:21:07 UT die maximale Dauer der Finsternis mit 2min 27,1s erreicht. Der Kernschatten hat hier eine Breite von 236,9km. Um 10:45 UT wird für 2min 18s eine total verfinsterte Sonne über Nowosibirsk, der mit 1,4 Mio. Einwohnern drittgröß-

FRIEDHELM DORST

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken

ten Stadt Russlands, zu sehen sein. Dreieinhalb Minuten später ist das Ereignis auch in Barnaul, einer immerhin 600000 Einwohner zählenden Stadt, sichtbar. Danach verlässt der Schatten Russland, überquert das Altai-Gebirge und folgt für einige 100km der mongolisch-chinesischen Grenze. Die Stadt Hami mit knapp 140000 Einwohnern liegt gerade außerhalb des Kernschattenbereichs und wird um 11:10 UT Zeuge einer partiellen Bedeckung mit einer Größe von 0,998. 140km süd-

Abb. 2: **Der Schattenwurf des Mondes während einer Sonnenfinsternis.** Bei einer totalen Sonnenfinsternis (oben) berührt der Kernschattenkegel des Mondes die Erde, während er bei einer ringförmigen Finsternis zu kurz ist und die Erdoberfläche nicht erreicht. Die totale oder ringförmige Phase ist dabei nur in einer begrenzten Region um die Zentrallinie des Schattenwurfs sichtbar. In der Zone des Halbschattens ist die Finsternis dagegen nur partiell sichtbar.



östlich liegt die kleine Stadt Yiwu nur 25km von der Zentrallinie entfernt. In dieser Region im Nordwesten Chinas zwischen der Wüste Gobi im Osten und der Wüste Takla Makan (auch Taklimakan) im Westen werden die besten Wetterbedingungen erwartet, da die beiden Wüsten den Einfluss des Monsun verhindern, der im Südosten Asiens in den Sommermonaten das Wetter beeinflusst. In den verbleibenden zehn Minuten, bis der Kernschatten um 11:21 UT die Erdoberfläche verlässt, überquert er Nordchina, wobei sich Totalitätsdauer und Sonnenhöhe verringern. Die Metropole Xi'an mit 3,9 Mio. Einwohnern liegt gerade am südlichen Rand des Totalitätsstreifens, die Sonne steht dort zur maximalen Bedeckung nur 4° über dem Horizont.

Der Verlauf der Finsternis im deutschsprachigen Raum

Im deutschsprachigen Raum ist nur eine partielle Finsternis mit recht geringem Bedeckungsgrad zu beobachten. Sie beginnt am 1. August um etwa 10:35 MESZ an der Nordseeküste. Bis 11:01 MESZ hat die Finsternis im gesamten deutschen Sprachraum eingesetzt. Das

Maximum tritt eine knappe Stunde später zwischen 11:25 MESZ und 11:43 MESZ ein. Der Grad der Bedeckung der Sonne nimmt dabei von Südwesten nach Nordosten zu; während in Genf nur etwa 2% der Fläche der Sonnenscheibe bedeckt werden, sind es in Stralsund 24%.

Der Mond verlässt die Sonnenscheibe wieder zwischen 12:02 MESZ und 12:34 MESZ. Dabei nimmt die Finsternisdauer von etwa einer Stunde für Beobachtungsorte im Süden auf zwei Stunden im Norden zu.

Das Wetter zur Finsternis

Entlang der Totalitätszone

Kennzeichen dieser Finsternis sind die schlechten Wetterprognosen für den größten Teil der Gebiete entlang ihrer Zentrallinie. Nur im südlichen Russland und im Nordwesten Chinas werden Sichtbarkeitswahrscheinlichkeiten von 60% bzw. über 70% erreicht (Abb. 4).

Im arktischen Kanada muss auch im August jederzeit mit Schneestürmen gerechnet werden und die durchschnittliche Bewölkung liegt zwischen gut 60% und fast 90%. Da es sich meist jedoch um eine tief liegende Bewölkung handelt, besteht

die Möglichkeit mit dem Flugzeug – gutes Flugwetter vorausgesetzt – über die Wolken zu steigen, wo die tief stehende Sonne die Beobachtung begünstigt. Von Nordgrönland bis Spitzbergen gibt es so gut wie keine Wetterdaten. Aufgrund weniger Satellitendaten kann man annehmen, dass auf diesem Teil des Finsternispfades die Bewölkung von etwa 80% bei Alert bis auf 95% auf Spitzbergen zunimmt. Im weiteren Verlauf sinkt der Bewölkungsgrad, bis er in der Nähe der chinesischen Stadt Hami mit 30% ein Minimum erreicht. Während in Zentralrussland das Wetter von der sumpfigen Landschaft geprägt wird und zu Wolkendecken in mittleren und großen Höhen mit ausdauerndem Regen führt, haben die Wettersysteme südlich des 60. Breitengrades meist konvektiven Charakter, was Schauer und Gewitter mit sich bringt. Sowohl Nowosibirsk als auch Barnaul weisen eine mittlere Bewölkung von etwa 47% aus, die Wahrscheinlichkeit für Regenschauer am Nachmittag zur Zeit der Finsternis liegt bei 15%. Es können jedoch heftige Gewitter auftreten (3–5% Wahrscheinlichkeit). Zudem bietet Nowosibirsk alle Einrichtungen einer Großstadt und eine gute Infrastruktur. Interessant ist insbesondere die Straße Richtung Sü-

Tab. 1: Kontaktzeiten für einige Städte auf dem Finsternispfad

Ort	1. Kontakt (UT)	2. Kontakt (UT)	Mitte (UT)	3. Kontakt (UT)	4. Kontakt (UT)	Dauer Totalität
Alert (Kanada)	8h 36min 11,2s	9h 32min 6,3s	9h 32min 27,6s	9h 32min 48,8s	10h 29min 31,1s	43°
Nadym (Russland)	9h 16min 45,6s	10h 20min 11,9s	10h 21min 24,9s	10h 22min 37,8s	11h 23min 25,7s	2 ^{min} 26 ^s
Nowosibirsk (Russland)	9h 41min 19,2s	10h 44min 2,3s	10h 45min 11,6s	10h 46min 20,6s	11h 45min 8,7s	2 ^{min} 18 ^s
Barnaul (Russland)	9h 44min 57,3s	10h 47min 31,0s	10h 48min 38,9s	10h 49min 46,4s	11h 48min 16,7s	2 ^{min} 16 ^s
Yiwu (China)	10h 9min 27,6s	11h 08min 9,6s	11h 9min 7,8s	11h 10min 5,7s	12h 4min 35,5s	1 ^{min} 56 ^s

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

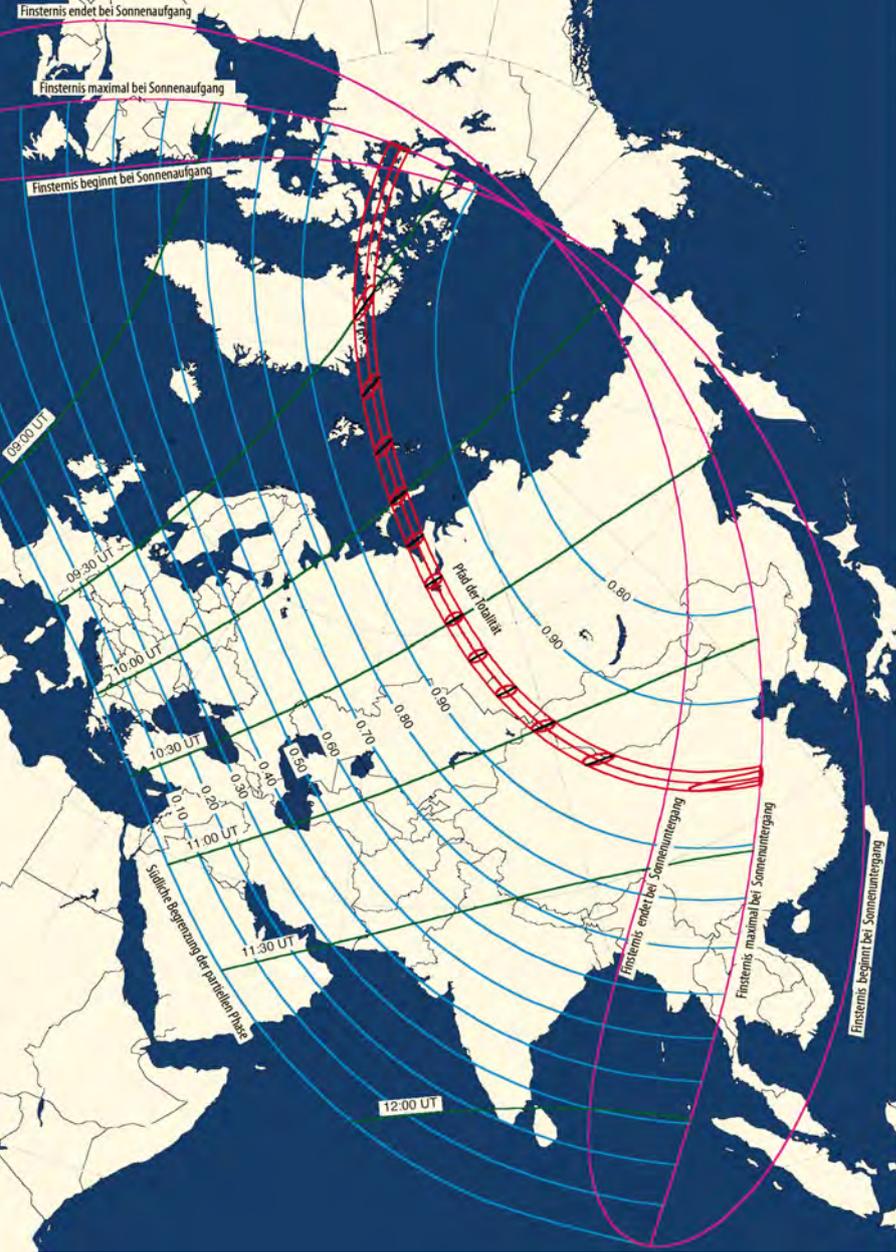


Abb. 3: Karte der Sonnenfinsternis von 1. August (stereographische Projektion). Eingezeichnet sind auch die Gebiete, in denen die Finsternis partiell zu sehen ist mit ihrer jeweiligen Größe (Bruchteil des Sonnendurchmessers, der vom Mond bedeckt wird) und der Uhrzeit der maximalen Bedeckung.

Tab. 2: Kontaktzeiten für einige Städte im deutschsprachigen Raum				
Ort	Beginn (MESZ)	Mitte (MESZ)	Ende (MESZ)	maximale Bedeckung
Berlin	10h 44min 6,6s	11h 38min 1,3s	12h 32min 58s	19%
Bern	10h 54min 49,1s	11h 29min 16,2s	12h 4min 27,0s	4%
Frankfurt (Main)	10h 44min 55,1s	11h 31min 2,1s	12h 18min 20,5s	11%
Hamburg	10h 39min 0,7s	11h 32min 48,2s	12h 27min 58,1s	20%
Hannover	10h 40min 48,0s	11h 32min 30,6s	12h 25min 32,8s	17%
Düsseldorf	10h 40min 25,3s	11h 28min 2,6s	12h 17min 4,4s	13%
München	10h 53min 49,7s	11h 36min 24,8s	12h 19min 48s	8%
Nürnberg	10h 49min 6,9s	11h 35min 8,5s	12h 22min 08,9s	10%
Stuttgart	10h 49min 24,9s	11h 32min 4,8s	12h 15min 44,1s	8%
Wien	10h 57min 54,5s	11h 44min 57,1s	12h 32min 29,4s	10%
Zürich	10h 53min 54,7s	11h 31min 10,8s	12h 09min 14,5s	5%

Surftipps

NASA Eclipse Homepage von Fred Espenak: sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html

den über Barnaul zur mongolischen Grenze, die etwa entlang der Zentrallinie führt.

Jenseits des Altai-Gebirges in China ändert sich das Klima aufgrund der Gebirgsbarriere grundlegend: Es ist trocken und sonniger. Die mittlere Bewölkung verringert sich auf 28% südöstlich der chinesischen Stadt Hami. Auch die Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein steigt hier auf 76%, der Niederschlag im August beläuft sich auf wenige Millimeter. Trotzdem können Wettersysteme, die von Norden über das Altai-Gebirge eindringen, für Hochbewölkung sorgen, die die Finsternisbeobachtung vereitelt. Auf einer gut ausgebauten Straße kann man das Plateau erreichen, auf dem die Stadt Yiwu in der Nähe der Zentrallinie liegt. Allerdings kann die Wolkenstatistik von Hami nicht auf Yiwu übertragen werden. Vieles spricht dafür, dass auf dem Plateau – und ähnlich gelegenen Orten auf dem Finsternispfad – aufgrund von Wolkenbildung an den umgebenden Bergen mit mehr Wolken zu rechnen ist (1–9/10). Der beste Beobachtungsort dürfte deshalb in der Gegend zwischen Hami und Jiuquan liegen.

Weiter südlich auf dem Finsternispfad nimmt die Bewölkung aufgrund des Einflusses des Monsuns wieder zu. Eine Beobachtung in Xi'an dürfte aufgrund der niedrigen Höhe der Sonne, großer Feuchtigkeit und Smog, der die Sonne wahrscheinlich in 10° Höhe verschwinden lässt, nicht möglich sein. Außerhalb der Stadt ist die Sicht besser, wird aber ebenfalls durch Dunst und Feuchtigkeit beeinträchtigt.

Im deutschsprachigen Raum

Die Monate August und Juli sind durch hochsommerliches Wetter geprägt. Gegenüber dem Juli weist der August jedoch nicht so starke Westwettereinbrüche auf, auch die Gewitterhäufigkeit ist mit rund sechs Gewittertagen geringer. Die Sonnenscheindauer in Süd- und Ostdeutschland am 1. August liegt etwas höher als in Nord- und Westdeutschland. Die mittlere Sonnenscheindauer beträgt in Deutschland, der Schweiz und Österreich im August um die 200 Stunden. In der Tabelle 4 sind für einige Städte in Deutschland Mittelwerte der Sonnenscheindauer, der Wolkenbedeckung und der Niederschlagsmenge für den 1. August aufgeführt. Der Grad der Wolkenbedeckung wird in Prozent angegeben, wobei jede Art von Wolke als Bedeckung gezählt wird. Dabei entspricht 0% einem wolkenfreien Himmel, ein völlig bedeckter Himmel 100%. Zu beachten ist, dass auch ein komplett mit transparenten Zirkus-Wolken bedeckter Himmel mit 100% bewertet wird. Für einige Städte in der Schweiz und Österreich sind entsprechende Monatsmittelwerte für August in Tabelle 5 aufgeführt. Der Bewölkungsgrad ist hier ebenfalls in Prozent angegeben.

Der Sternhimmel zur Finsternis

Während der Totalität einer Sonnenfinsternis sind die hellen Planeten – sofern sie nicht in Konjunktion mit der Sonne stehen – und die hellsten Sterne sichtbar. Am 1. August befinden sich Merkur,

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

Tab. 3: Wetterdaten für einige Städte auf dem Finsternisfad

Ort	Wahrscheinlichkeit für Sonnenschein	mittlerer Bewölkungsgrad	Häufigkeit von <1/10 Bewölkung ¹	Häufigkeit von 1/10–5/10 Bewölkung ¹	Regentage	Niederschlag	Auftreten von Sichtbehinderungen ^{1,2}
Alert	32%	22%	2,3%	19,1%	10,1	21,2mm	21%
Nowosibirsk	53%	47%	7,2%	25%	–	60mm	1,9%
Barnaul	57%	47%	–	–	8	50mm	–
Hami	76%	34%	–	–	1,5	7mm	–

¹zur Finsterniszeit
²Nebel, Dunst, Schneegestöber, aufgewirbelter Staub- und Sand

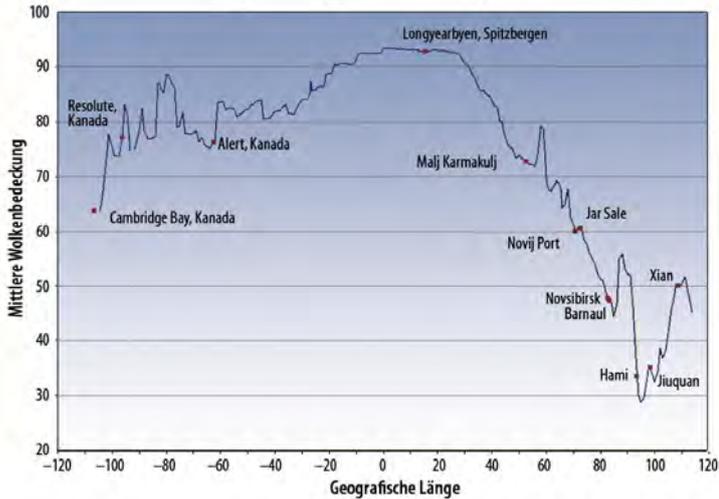


Abb. 4: Der Bewölkungsgrad entlang des Finsternisfadens.

Venus, Saturn und Mars östlich von der Sonne. Die helle Venus ist während der Totalität leicht zu sehen, Merkur nahe der Sonne und Mars, der knapp 30° von der Sonne entfernt steht, dürften schwerer auszumachen sein. Hoch im Süden stehen Arktur und im Osten Wega, die unter guten Sichtbedingungen zu erkennen sein könnten.

Die nächsten Sonnenfinsternisse

Auf die nächste totale Sonnenfinsternis im deutschsprachigen Raum müssen wir noch bis zum Jahr 2081 warten. Die nächste partielle Finsternis ereignet sich am 15.1.2010 und ist nur von Teilen Österreichs zu sehen: Sie endet mit Sonnenaufgang oder kurz danach. Entsprechend bescheiden ist der Bedeckungsgrad mit maximal 5%. Auch die Finsternis ein Jahr später am 4.1.2011 hat bei Sonnenaufgang für die meisten Orte im deutschsprachigen Raum bereits begonnen, nur im Osten Österreichs kann sie ganz beobachtet werden. Ihr maximaler Bedeckungsgrad erreicht immerhin 70–80%. Erst die Finsternis am 20.3.2015 mit einem Bedeckungsgrad von 78–85% ereignet sich unter optimalen Bedingungen und kann in Europa in ihrer ganzen Länge verfolgt werden.

- [1] Keller, H.-U.: Kosmos Himmelsjahr 2008, Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart (2007)
- [2] Keller, H.-U.: Kosmos Himmelsjahr 2003, Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart (2002)
- [3] Friedrich, S., Friedrich, P.: Finsternisse – verstehen, beobachten und fotografieren, Oculum-Verlag, Erlangen (2005)
- [4] Espenak, F., Anderson, J.: Total solar eclipse of 2008 August 01, NASA/TP-2007-214149 (2007)

Tab. 4: Klimadaten für Städte in Deutschland¹

Ort	Mittelwert 1998–2007 für den 1. August		
	Sonnenscheindauer	Wolkenbedeckung	Niederschlag
Berlin	9,2 ^h	45%	1,4mm
Frankfurt (Main)	9,0 ^h	50%	1,1mm
Hamburg	7,7 ^h	59%	8,3mm
Hannover	8,2 ^h	58%	4,1mm
Düsseldorf	8,3 ^h	53%	1,0mm
München	9,5 ^h	44%	5,0mm
Nürnberg	9,6 ^h	43%	1,5mm
Stuttgart	9,7 ^h	45%	5,1mm
Würzburg	9,7 ^h	45%	1,3mm

¹ Werte vom Deutschen Wetterdienst

Tab. 5: Klimadaten für Städte in Österreich und der Schweiz¹

Ort	Normwerte von 1961–1990 für August			
	Sonnenschein (Monatssumme)	Wolkenbedeckung ²	Niederschlag (Monatssumme)	Tage mit Niederschlag
Bern	209 ^h	–	113mm	11
Genf	225 ^h	42%	80mm	9
Innsbruck	207 ^h	55%	120mm	13
Salzburg	202 ^h	51%	153mm	14
Wien	242 ^h	44%	69mm	8
Zürich	192 ^h	51%	133mm	12

¹ Werte der Schweizerischen Meteorologische Anstalt und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
² aus [2]

interstellarum-Begleiter



Unter dem Titel: »Finsternisse – verstehen, beobachten und fotografieren« ist von den Autoren dieses Beitrags ein interstellarum-Begleiter erschienen, der ausführlich die Entstehung und Beobachtung von Finsternissen und Transiten erklärt.



Entschleierte Schönheit

Das neue Gesicht der Venus

VON MARIO WEIGAND

Venus ist während ihrer Sichtbarkeitsphasen das bei weitem hellste sternförmige Objekt am Himmel. Im Teleskop erscheint sie als weiße strukturlose Scheibe mit Phasengestalt. Komplett in Wolken gehüllt bleibt dem Beobachter der Blick auf ihre Oberfläche verwehrt. Doch was lässt sich heute mit den fotografischen Mitteln eines Amateurastronomen abbilden?

Die Anfertigung von Detailaufnahmen der Planeten gilt als eine der schwierigsten Disziplinen in der Astrofotografie. Hierbei kommt es auf die Darstellung möglichst feiner Oberflächenstrukturen an. Die Schwierigkeit liegt neben einer exakten Fokussierung der Optik in der erforderlichen perfekten Luftruhe.

Erschwerend kommt hinzu, dass die Planeten nur einige Bogensekunden groß erscheinen; selbst Jupiter, der größte Planet, besitzt maximal einen Durchmesser von etwa 40". Es werden also starke Vergrößerungen (lange Äquivalentbrennweiten) benötigt.

Das Aufkommen der Video-/Webcam-Astronomie hat die Planetenfotografie revolutioniert. Die Webcam-Astronomie ermöglicht es, Serien mit hunderten oder gar tausenden von Bildern in kurzer Zeit aufzunehmen. Die Belichtungszeiten können dank der höheren Empfindlichkeit der CCD-Sensoren kurz gehalten werden. Zusammen mit der modernen digitalen Bildauswertung hat der Amateur damit mächtige Werkzeuge, um die Planeten detailliert abzubilden.

Venus fotografieren

Das größte Problem bei der Beobachtung der inneren Planeten ist der stets geringe Sonnenabstand. Daraus resultiert eine niedrige Höhe über dem Horizont

nach Sonnenuntergang oder vor Sonnenaufgang. Da ruhige Luft für hoch aufgelöste Planetenfotos notwendig ist, erweist sich ein geringer Horizontstand als sehr kontraproduktiv.

Ein Ausweg ist eine Beobachtung am Taghimmel, da Venus dann meistens viel höher steht. Darüber hinaus ist dadurch die atmosphärische Refraktion nicht so störend. Man muss allerdings darauf achten, dass die Geräte nicht durch die Sonne aufgeheizt werden – das macht eine sinnvolle Beobachtung schnell zunichte. Dazu sollte das Teleskop im Schatten, z.B. dem eines Gebäudes, stehen. Bei sonnennahen Objekten ist generell große Vorsicht geboten: Der Beobachter sollte sich der Sonne als Gefahrenquelle stets bewusst sein und mit viel Vorsicht vorgehen!

Venus im visuellen Spektralbereich

Im visuellen Spektralbereich ist eine normale Webcam mit Farb-CCD-Chip – allen voran die beliebte ToUcam von Philips – bestens geeignet. Um den Kontrast und die Bildschärfe zu verbessern, ist ein Sperrfilter für ultraviolettes (UV) und infrarotes (IR) Licht zu empfehlen. Er verringert den Effekt der atmosphärischen Refraktion und schärft somit das Bild. Zudem sind die Filter der RGB-Matrix eines Farbchips sehr durchlässig für infrarote

Strahlung, d.h. jeder Farbinformation ist ein Infrarotsignal überlagert, was insgesamt zu einem Kontrastverlust führt. Der Sperrfilter blockt das störende IR-Licht und verhindert die genannten Probleme.

Venus erscheint mit dieser Technik als völlig strukturlose Scheibe mit Phase. Die Veränderung der Phasengestalt lässt sich allerdings wunderbar dokumentieren. Der Höhepunkt ist hierbei das Übergreifen der Hörnerspitzen kurz vor oder kurz nach der unteren Konjunktion – hier gilt größte Vorsicht aufgrund der geringen Winkeldistanz zur Sonne!

Venusfotografie im nahen Ultraviolett

Zwischen einer Wellenlänge von etwa 300nm und 390nm lassen sich Veränderungen in der Wolkenstruktur der Venus verfolgen. In diesem Spektralbereich sieht man reflektiertes Sonnenlicht, das von den Venuswolken unterschiedlich stark absorbiert wird, was in helleren und dunkleren Bereichen der Wolkendecke resultiert, die sich durch starke Winde in dieser Höhe schnell verändert. Die Windgeschwindigkeiten können bis zu 400km/h erreichen.

Die UV-Beobachtung eignet sich besonders für Besitzer von Reflektoren, da sie anders als die meisten Linsenteleskope im nahen UV ein scharfes Bild liefern. Achromatische Linsenteleskope sind im allge-



MARIO WEIGAND

Abb. 1: **Venus, die wandelbare Schönheit.** Die Sequenz zeigt Aufnahmen der Abendsichtbarkeit von Venus im Frühjahr und Sommer 2007. 14"-SCT, DMK 21BF04 FireWire Kamera, Baader FFC.

meinen für den grünen Spektralbereich gerechnet und liefern hier das schärfste Bild, wobei sie im blauen bis violetten Bereich praktisch unbrauchbar sind. Soll ein Linsenteleskop verwendet werden, muss man auf ein apochromatisches System zurückgreifen, das auch für den blauen Spektralbereich korrigiert ist. Erschwerend kommt hinzu, dass manche Glassorten für das UV-Licht undurchlässig sind. Dazu gehört das vielfach in Fernrohrprojekten verwendete Flintglas. Zudem ist es nützlich zu wissen, dass dieses Glas auch oft in den bei der Planetenphotografie so wichtigen Barlow-Linsen verbaut wird.

Nicht nur die Optik sollte deswegen sorgfältig ausgesucht sein, auch bei der Wahl der Videokamera bzw. Webcam muss die Empfindlichkeit des Gerätes berücksichtigt werden. Die meisten Kameras sind für den Einsatz im optischen Spektralbereich und nicht für den im nahen UV-Licht ausgelegt. Daher gibt es nur selten Informationen der Hersteller zu der

Empfindlichkeit jenseits des Bereichs von 400nm bis 1000nm.

Am häufigsten wird der Sony-Chip ICX-098BL verwendet, wie z.B. in aktuellen Kameras von Atik, The Imaging Source oder Lumenera. Dieser Chip ist für Venus-Aufnahmen sehr zu empfehlen und wurde auch für die Venusaufnahmen in diesem Artikel verwendet. Typischerweise liegt die Quanteneffizienz solcher Chips im UV-Licht bei ca. 15%.

Um den gewünschten Spektralbereich um 400nm aufzunehmen, ist die Verwendung eines Filters unerlässlich. Prinzipiell stehen dem Venusfotografen drei geeignete Filter zur Verfügung:

- Wratten 47 ist ein Bandpassfilter, den man bei verschiedenen Herstellern als 1,25"-Einschraubfilter erhalten kann. Das Transmissionsfenster reicht von ca. 300nm bis 470nm, wobei es ein IR-Leck von ca. 700nm bis 940nm gibt. Die Transmission gipfelt bei 400nm und erreicht maximal etwa 45%.
- Das Baader U-Filter (Bandpassfilter) ist ein vielschichtig vergütetes Schott UG11-Glas mit einer maximalen Transmission von 85% bei 350nm. Es gibt kein IR-Leck bis 1500nm.
- Der Schüler U-Filter ist ebenfalls ein Bandpassfilter mit ca. 78% Transmis-

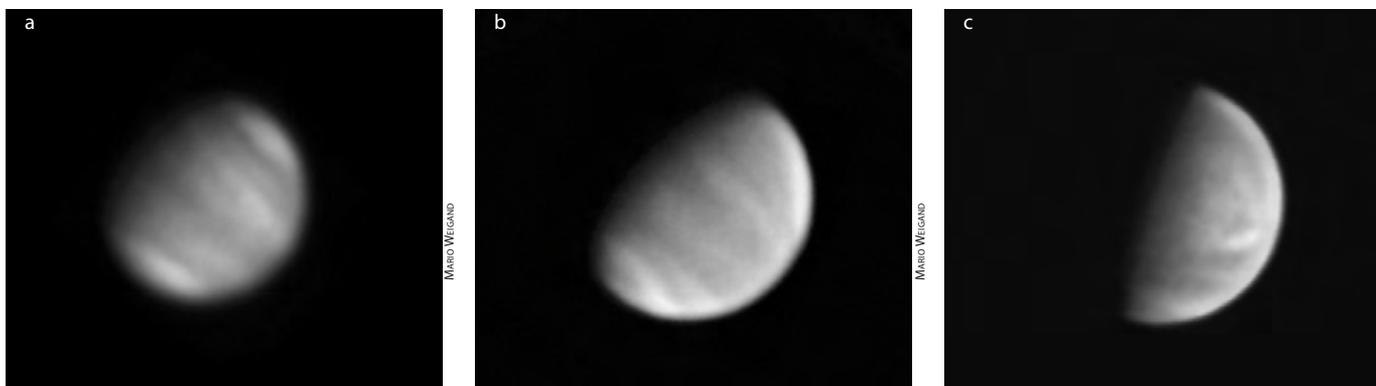
sion bei 350nm. Er ist Bestandteil des Johnson-Bessel-Filtersatzes, der in der Photometrie Verwendung findet.

Der Wratten 47-Filter wird hauptsächlich visuell verwendet, während die anderen beiden Filter nur fotografisch einsetzbar sind. Von den meisten Venus-Fotografen wird der U-Filter von Schüler dem preislich im gleichen Rahmen liegenden Filter von Baader vorgezogen, wobei sich die Ergebnisse mit beiden Filtern kaum unterscheiden. Der Wratten-Filter liefert im Vergleich zu den beiden anderen Filtern bescheidenere Resultate, doch auch hier sind in der Kombination mit Video- und CCD-Kameras schwache Strukturen nachweisbar.

Als Alternative zu den üblichen UV-Bandpassfiltern ist der »K-Line«-Filter von Baader zu nennen, dessen Durchlasskurve ihre Spitze ebenfalls im gewünschten Bereich hat. Auch dieser Filter eignet sich hervorragend für die Aufnahme von Wolkenstrukturen im nahen UV (vgl. interstellarum 51).

Die Transmission dieser Filter ist in der Regel sehr gering. Daher wird ein Teleskop mit größerer Öffnung benötigt, das genug Licht für ein brauchbares Signal-Rausch-Verhältnis liefert. Jedoch ist es auch mög-

Abb. 2: **Venus im ultravioletten Spektralbereich mit deutlichen Wolkenstrukturen.** 11"-SCT, DMK 21BF04 FireWire Kamera, Schüler-U-Filter. a) 13.3.2007, Brennweitenverlängerung mit Skywatcher 2x Barlowlinse.; b) 14.4.2007, Brennweitenverlängerung mit Antares 3x Barlowlinse.; c) 24.5.2007, Brennweitenverlängerung mit Baader FFC.



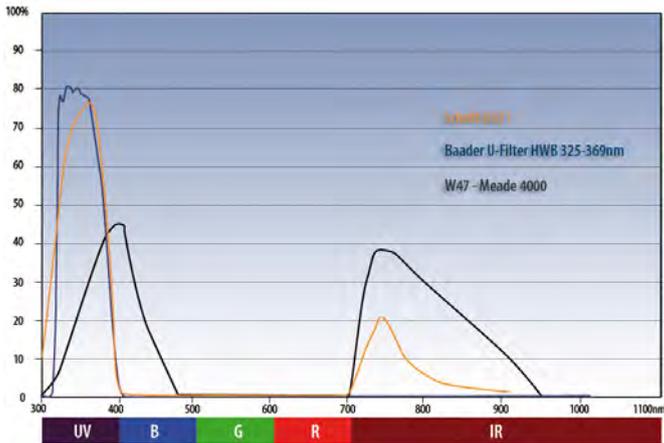


Abb. 3: Die Transmissionskurven der drei meistbenutzten Filter für die Venusfotografie.

lich, mit kleineren Geräten beachtliche Erfolge zu erzielen (vgl. Kasten).

Die möglichen Vergrößerungen bleiben aufgrund des Licht-Problems oft gering und auch die Bildschärfe lässt meist zu wünschen übrig. Im UV-Bereich ist man in besonderem Maße anfällig für das Seeing, da kurzwelliges Licht stärker gebrochen wird. Auch UV-Aufnahmen lassen sich am Taghimmel gewinnen, jedoch sollte man sich klar machen, dass der Effekt, der uns blauen Himmel beschert (Rayleigh-Streuung), auch Schwierigkeiten mit dem Kontrast bereitet: Die Streuung von UV-Licht von der Sonne bildet einen »UV-Hintergrund«, der den Kontrast schwächt. Oft überwiegt jedoch der Vorteil des besseren Seings durch den höheren Stand des Planeten.

Venus im nahen Infrarot

Man kann den visuellen Spektralbereich natürlich auch in die »andere Richtung« verlassen. Mit der Verwendung eines IR-Passfilters, dessen Transmission erst bei ca. 800nm beginnt, gibt es eine weitere Möglichkeit, dem Problem der atmosphärischen Refraktion und Seeing-Problemen zu begegnen, denn langwelliges Licht wird weitaus geringer durch Turbulenzen in der Atmosphäre gestört. Zudem umgeht man das Problem der Refraktion durch die Beschränkung auf ein engeres Frequenzband. Auf diese Weise lassen sich sehr scharfe Abbildungen der Phasengestalt gewinnen.

Strukturen in der Atmosphäre sind ab 800nm jedoch selten und nur sehr kontrastarm. In der Regel erhält man ein strukturloses Bild wie im visuellen Spektralbereich. Geht man jedoch weiter zu noch langwelligerem Licht, lassen sich Wolkenstrukturen erfassen. In diesem Spektralbereich fotografiert man reflektiertes Sonnenlicht, wobei die Absorption genau wie im UV-

Licht nicht ganz gleichmäßig ist, so dass man verschiedenen helle Bereiche sieht. Das Licht wird in einer Höhe von 60km bis 70km in den Wolken der Venusatmosphäre reflektiert. Man schaut also in einen größeren Bereich der Atmosphäre, daher unterscheiden sich die Strukturen in der Regel von einer zeitgleich entstandenen UV-Aufnahme. Morphologisch sind die Strukturen aber sehr ähnlich und wirken nur etwas feiner.

Leider nimmt die Empfindlichkeit der gängigen Webcam-Chips im Infraroten mit zunehmender Wellenlänge ab. Daher werden die Belichtungszeiten im 1000nm-Bereich wieder deutlich länger und die Verstärkung muss höher eingestellt werden – die Problematik ist ähnlich wie bei UV-Aufnahmen. Jedoch sind IR-Aufnahmen am Tag nicht von dem Kontrastproblem betroffen.

Zur Filterung eignet sich ein RG1000-Glas. Auf dem amateurastronomischen Markt gibt es leider keine gefassten RG1000-Filter in 1,25"- oder 2"-Ausfertigung. Momentan gibt es keine Alternative dazu, sich mit ein wenig Bastelarbeit eine Filterfassung anzufertigen.

Für kürzere Wellenlängen gibt es diverse Langpassfilter auf dem Markt mit Durchlass ab ca. 650nm bis 800nm. Aus Ergebnissen anderer Sternfreunde geht hervor, dass die Chance auf Abbildung von Wolkenstrukturen steigt, je näher das Transmissionsfenster bei der Wellenlänge von 1000nm liegt. Umso mehr kürzere Wellenlängen weggefiltert werden, desto deutlicher treten sie hervor. Mit etwas Glück sieht man aber schon mit einem RG665-Glas ein paar grobe Wolkenstrukturen.

Ein spezielles »Highlight« in der IR-Fotografie der Venus sind Aufnahmen ihrer Oberfläche. Die Hitze auf der Venusoberfläche von rund 450°C führt zur Emission

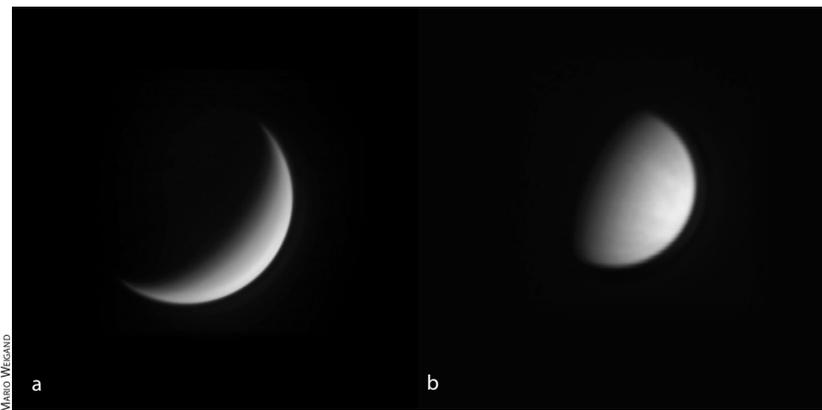


Abb. 4: Venus im infraroten Spektralbereich. 11"-SCT, DMK 21BF04 FireWire Kamera, RG1000-Filter.

- a) 14.7.2007, Brennweitenverlängerung mit Antares 3x-Barlowlinse.
- b) 1.5.2007, Brennweitenverlängerung mit Baader FFC.

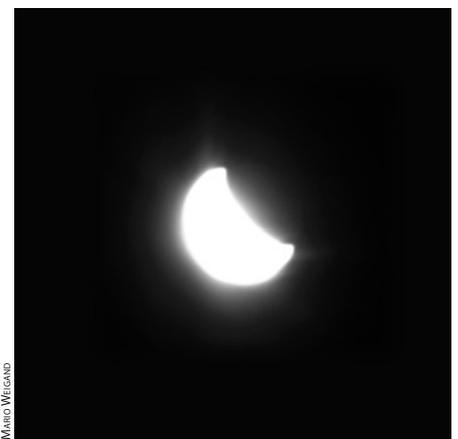


Abb. 5: Venus mit leuchtender Nachtseite im infraroten Licht am 13.9.2007. 14"-SCT, DMK 21BF04 FireWire Kamera, Baader FFC, RG1000-Filter.

im Infrarot – quasi ein schwaches Glühen, das die Atmosphäre jenseits von 1000nm durchdringen und bei ausreichend langer Belichtungszeit als schwaches Leuchten der von der Sonne unbeleuchteten Nachtseite fotografiert werden kann (vgl. auch Beitrag auf Seite 42).

Aufnahme und Bildbearbeitung

Der Lichtmangel bei UV-Aufnahmen der Venus führt in der Regel zu sehr veräuserten Einzelbildern und je nach Lichtsammelleistung des Teleskops gleichzeitig zu langen Belichtungszeiten. Deshalb ist es nötig sehr viele Bilder aufzunehmen – also lange Videosequenzen – um durch Bildüberlagerung und -mittelung (Stacking) ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis zu bekommen. Dazu sollten in einer Sequenz wenigstens 500 scharfe und wenig verzerrte Bilder dabei sein. Die dafür nötige Gesamtlänge der Videosequenz richtet sich dann nach dem Seeing, wobei bei ru-

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

Venusfotografie mit kleiner Optik

Auch mit kleineren Teleskopen lassen sich befriedigende Venusaufnahmen erstellen. Das von mir verwendete Teleskop ist ein 8"-Newton f/5. Flintglas befindet sich beim Newton nicht im Strahlengang. Allerdings ist die Originalbrennweite von 1000mm etwas zu kurz für die Venus. Es gibt zwei Strategien um die Brennweite zu erhöhen, Barlow-Linse und Okularprojektion. Leider halten sich die Hersteller von Okularen und Barlow-Linsen mit Informationen zur UV-Durchlässigkeit ihrer Optiken zurück. Es ist deutlich zu spüren, dass derartige Details zu den meist importierten Produkten bei den Händlern kaum bekannt sind. Anfragen über diverse Newsgroups und Listen ergaben auch keine eindeutige Antwort. Dank guter Erfahrungen mit der Abbildung eines einfachen 12,5mm-Plösslokulares wurde zunächst dieses zur Okularprojektion verwendet.

Beim ersten Versuch am 5.3.2007 wurde bei einer Äquivalentbrennweite von 4000mm (f/20) in Verbindung mit dem Schüler-U-Filter gearbeitet. Das Bild am Bildschirm war sehr hell, aber auf dem Livebild waren keine Details zu erkennen.

Nach der Bildbearbeitung kamen dann leichte Strukturen auf dem winzigen Scheibchen zum Vorschein. Da das Bild bei 4000mm Brennweite hell genug war, wurde die Brennweite mit weiteren Zwischenringen am Projektionsadapter auf 8000mm erhöht.

Der zweite Versuch startete am 13.3.2007. Venus stand zum Aufnahmezeitpunkt um 18:44 Uhr MEZ 34° über dem Horizont, hatte einen scheinbaren Durchmesser von 12,5" und war zu 84% beleuchtet. An diesem Abend herrschte Ausnahmeseeing. Die Luft war extrem ruhig und die Transparenz ausgezeichnet. Bereits auf den Livebildern waren Strukturen zu erkennen.

Für die Aufnahme wurde das Schwarzweißvideomodul SK 1004-X (siehe interstellarum 56) verwendet. Das Modul hat 537x597 Pixel. Da je Belichtungsserie mehrere tausend Aufnahmen gemacht werden, kann der Speicherbedarf schnell mehrere Gigabyte umfassen. Ein nicht komprimierter 4-Minuten-Film bei 25 Bildern pro Sekunde benötigt 3,6GB Speicherplatz auf der Festplatte.

Das Scharfstellen bei 8000mm Brennweite erfordert viel Fingerspitzengefühl. Gewöhnlich erfolgt die Aufnahme am hellblauen Taghimmel. Etwa 30min vor

Sonnenuntergang ist das Seeing meist am besten. Zu diesem Zeitpunkt herrscht anscheinend ein kurzes Gleichgewicht zwischen einfallender Wärme durch die Sonne und atmosphärischer Rückstrahlung. Durch die im Laufe der Bildserie abnehmende Umgebungshelligkeit müssen Kontrast und Helligkeitseinstellungen laufend nachgeregelt werden.

Wichtig ist, dass das Teleskop gut ausgekühlt zum Einsatz kommt. Mindestens ein bis zwei Stunden vor Beginn der Beobachtung sollte das Fernrohr nach draußen gestellt werden. Optimal ist es, wenn aus dem Schatten heraus beobachtet werden kann.

Als Aufnahme-Software wird das Freeware-Programm Giotto verwendet, auch die Bildbearbeitung erfolgt mit diesem Programm. Eine populäre Alternative ist Registax, welches allerdings nicht für die Aufnahme, sondern nur für die Addition der Bilder geeignet ist.

■ Silvia Kowollik



higer Luft weniger Aufnahmen nötig sind. Hierbei können die von anderen Planeten bekannten Probleme des Verschmierens von Strukturen aufgrund der Planetenrotation bzw. Wolkenbewegungen ebenfalls bei Venus auftreten, allerdings in geringerem Maß. Aus eigenen Versuchen ging hervor, dass erst nach 15 bis 20 Minuten Veränderungen durch Wolkenbewegung sichtbar werden. Die mit über 243 Tagen Dauer sehr langsame Rotation der Venus spielt keine Rolle. Zum Vergleich: Bei Jupiter liegt die maximale Videolänge bei 90s bis 120s – je nach Brennweite.

Die Verwendungsraten der Einzelbilder liegen meist zwischen 10% und 30%, je nach Qualität des Rohmaterials. Möchte man mindestens 500 Bilder verwenden, ist bei schlechterem Seeing von ca. 4/10 (Pickering-Skala) also eine Sequenz aus 5000 Einzelbildern nötig. Bei einer typischen Bildrate bei der Aufnahme von 10 Bildern pro Sekunde braucht man dafür also etwa 8,4 Minuten.

Nach der Bildmittelung folgen ggfs. noch einige Schritte mit Kontrastanpassung und Schärfung oder Weichzeichnung, um die aufgenommenen Strukturen zu verdeutlichen. Diese Schritte müssen vom Fotograf individuell an jedes Summenbild angepasst sein. Eigene Erfahrungswerte sind nötig, um zu einem optimalen Resultat zu gelangen.

Eine interessante Darstellungsweise der Venus ist ein Farbkomposit, bei dem UV- und IR-Aufnahmen eingesetzt werden. Hierbei werden der normale Blaukanal einer Farbaufnahme durch eine UV-Aufnahme und/oder der Rotkanal durch eine IR-Aufnahme ersetzt. Dadurch erhält man eine Darstellung, bei der Helligkeitsunterschiede im IR- und UV-Licht farblich gekennzeichnet sind.

Fazit

Eine Webcam bietet zusammen mit geeigneten Filtern die Möglichkeit, die Venus im wahrsten Sinne in einem anderen Licht zu sehen. Belichtet man mit einem entsprechenden Filter im richtigen Wellenlängenbereich, bekommt die dichte Wolkenschicht auf einmal Strukturen. Die Möglichkeiten der Venusfotografie gehen über die typische Darstellung der Phasengestalt also weit hinaus und lassen zahlreiche faszinierende Aspekte des Planeten sichtbar werden. Allerdings ist einzuräumen, dass die notwendige Aufnahmetechnik im Detail selbst für geübte Fotografen Herausforderungen bereit hält.

Venus lässt tief blicken

Amateurbilder der Venus-Oberfläche



BERND GÄHRKEN

VON BERND GÄHRKEN

Der Planet Venus hat im visuellen Spektralbereich eine weitgehend undurchdringliche Atmosphäre. Doch im infraroten Spektralbereich gibt es einige schmale »Fenster«, durch die man weit in die Venusatmosphäre hineinsehen kann. Mit dem richtigen Instrumentarium können heute auch Amateurastronomen auf die Oberfläche des Planeten durchdringen und sogar Karten des uns nächsten Planeten erstellen.

Die Oberfläche der Venus leuchtet im infraroten Licht aufgrund der hohen Temperatur von 560°C (Wärmestrahlung). Die darüber schwebenden Wolken sind deutlich kühler – darum dämpfen sie zwar das thermische Leuchten, verursachen selbst aber keine störende Strahlung [1]. Dies kann man sich durch Beobachtung der Nachtseite des Planeten zunutze machen, denn wenn die Venuswolken nicht von der Sonne beleuchtet werden und ihr Licht reflektieren, kann die Wärmestrahlung der Oberfläche von der Erde aus detektiert werden.

Raumsonden

Diese Tatsache haben sich bereits Kameras an Bord der Raumsonde Galileo zunutze gemacht. Daran anknüpfen soll das an Bord von Venus-Express installierte »Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer« (VIRTIS). Es nutzt die Wärmestrahlung der Oberfläche zur Kartierung von Höhenunterschieden, denn die Hochländer der Venusoberfläche sind kühler und besitzen eine von den Tiefen deutlich abweichende Strahlungsintensität [2]. Der Temperaturunterschied

liegt bei etwa 8° pro Höhenkilometer. Der maximale Temperaturunterschied auf der Oberfläche soll etwa 100° betragen [3].

Auch tiefliegende Wolken lassen sich mit dieser Technik dokumentieren. So wurde herausgefunden, dass die Hochatmosphäre eine Rotationszeit von etwa 4 Tagen besitzt, tiefere Wolkenschichten rotieren aber deutlich langsamer. An der Oberfläche beträgt die Rotationszeit im Mittel 145,9 Tage [4].

Amateurbeobachtungen

Die in Frage kommenden Transmissionsfenster für einen Blick auf die Venusoberfläche liegen bei Wellenlängen von 1010nm, 1100nm und 1180nm [5]. Auf den ersten Blick scheinen alle Frequenzen für den Amateur unerreichbar zu sein. Es gibt lediglich eine einzige Ausnahme bei etwa 1010nm: Durch dieses Fenster wurde erstmals Anfang der 1990er Jahre auf dem Pic du Midi beobachtet [6]. Die handelsüblichen Amateur-CCD-Kameras sind aber für den visuellen Bereich optimiert, bei 1000nm besitzen sie kaum noch Empfindlichkeit. Dennoch gelangen bereits 2004 erste Amateurbilder mit einer gekühlten CCD-Kamera [7].

Abb. 1: **Venus am 14.9.2007** um 5:00 MESZ mit dem 80mm-Spiegelteleskop der VSW München bei f/10 mit RG1000 und einer Watec WAT120N. Links sieht man ein Einzelbild mit 2,56s Belichtungszeit, in der Mitte das unbearbeitete Summenbild aus 33% von 911 Rohbildern mit je 0,64s Belichtungszeit und rechts das bearbeitete Summenbild nach Schärfung und Kontrastanpassung.

Für die eigenen Experimente sollte eine Watec-Kamera WAT-120N verwendet werden. Ein Blick auf die Herstellerangaben zu dem in dieser Kamera verbauten Sony-Chip ICX419all stimmte wenig hoffnungsfroh. Der Chip hat demnach bei 1000nm nur noch eine Empfindlichkeit von 3%.

Über die Empfindlichkeit der Watec-Kamera jenseits von 1000nm macht der Hersteller keine Angaben, doch aus dem Verlauf der Kurve ab 900nm lässt sich abschätzen, dass ab etwa 1050nm kein Signal mehr messbar sein sollte.

Bei einem ungekühlten Sensor vermindert sich im Infraroten zwar die Empfindlichkeit, aber nicht das Rauschen. Doch die Watec-Kamera hat auch ihre Stärken. So verfügt der ICX419all-Chip über Mikrolinsen, mit denen die Effizienz beträchtlich gesteigert werden kann.

Aufnahmetechnik

Um das Infrarotlicht einzufangen, wäre ein enger Linienfilter bei 1010nm mit etwa 15nm Halbwertsbreite ideal, doch leider ist ein derartiger Filter im Astrohandel nicht erhältlich. Es gibt allerdings einen Kantenfilter mit der Bezeichnung RG1000,

Abb. 2: **Vergleich einer Venuskarte auf der Basis von Magellan-Daten vom VIRTIS-Team** mit einer Karte aus den Bildern der Aufnahmeserien vom 21. bis 24.9.2007. Die markante Struktur des liegenden Y bei etwa 70° Länge ist in beiden Karten deutlich zu erkennen.

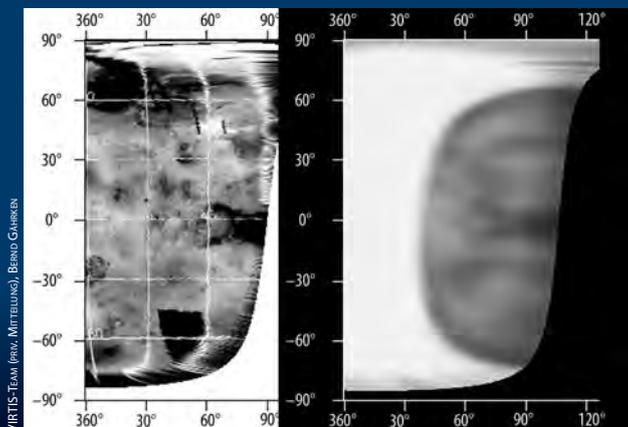
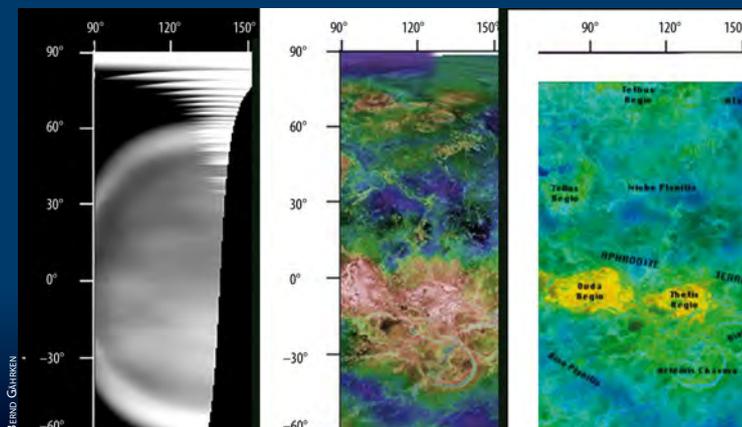


Abb. 3: **Karten der Venusoberfläche:** links aus den Bildern der Aufnahmeserien vom 7. und 9.10.2007 (invertiert), Mitte und rechts aus Höhen- und Radardaten der Radarsonde Magellan. Die Farben spiegeln unterschiedliche Intensitäten wieder.



dessen Fenster sich schon bei 900nm öffnet und bei 1010nm eine Transmission von etwa 50% erreicht. Für 1100nm wurden 70% gemessen [8].

Durch die Kombination der Transmissionskurven von Kamera und Filter lässt sich ein Aufnahmezeitfenster zwischen 900nm und 1050nm ableiten. Durch die große Fensterbreite von 150nm stört die helle Venusichel beträchtlich.

Dennoch war schon beim ersten Versuch am 14.9.2007 auf den Rohbildern die dunkle Venusseite als leichte Aufhellung sichtbar. Am 800mm-Spiegelteleskop der Volkssternwarte München erwiesen sich bei f/10 Belichtungszeiten von etwa 1s als optimal. Durch die Mittelung einiger Hundert Bilder war es möglich das Verhältnis von Signal und Rauschen soweit zu verbessern, dass bei der Bildverarbeitung Strukturen herausgearbeitet werden konnten.

Ergebnisse

Um den Einfluss der Venuswolken zu minimieren, wurden jeweils die Aufnahmeserien vom 14. und 16. sowie vom 21. bis 24.9. untereinander gemittelt. Die beiden so gewonnenen Bilder wurden mit der Software WinJupos zu Karten verarbeitet, um eine bessere Vergleichbarkeit mit den Daten der Raumsonden Magellan und Galileo zu gewährleisten.

Zwischen den in München entstandenen Bildern und den Magellan-Daten gibt es verblüffende Übereinstimmungen. Der Anblick vom September 2007 entsprach zufällig auch dem der Raumsonde Galileo während des Swingby-Manövers von 1991. So gibt es zwei direkte Vergleichsquellen. Bei Galileo wur-

de versucht bei Wellenlängen von 1740nm und 2300nm zur Oberfläche durchzudringen. Bei diesen Wellenlängen gibt es stärkere Störungen durch Wolken, die jedoch durch die Beobachtung auf zwei Frequenzen herausgerechnet werden konnten.

Am Äquator bei 0° Breite und ca. 70° Länge ist deutlich ein Hochland in Form eines liegenden Y zu identifizieren. Während der ersten Aufnahme am 14.9.2007 hatte die Venus eine Phase von 19%. Drei Wochen später lag die Phase bei 37% und der Zentralmeridian hatte sich zwischen den Bildserien um fast 45° erhöht. Die Oberfläche zeigte nun ein deutlich verändertes Gesicht: Knapp südlich des Äquators dominieren die kühlen Hochländer der Ovda- und Thetis-Region, während im Norden die heißen Tiefebene von Niobe Planitia zu erkennen sind.

Fazit

Die Fotografie der Venusoberfläche ist auch für Amateure bei der Wellenlänge von 1010nm möglich. Für die Oberflächenfotografie der Venus geeignet sind Phasen unter 40%, während Phasen unter 25% als ideal zu bezeichnen sind. Zugleich wird eine Höhe des Planeten von mindestens 15° und ein dunkler Himmel benötigt. Leichte Dämmerung schadet zwar noch nicht, doch die Sonne sollte mindestens 10° unter dem Horizont stehen. Da eine kleine Phase immer einen geringen Sonnenabstand erfordert, sind die geometrischen Anforderungen nur selten gegeben. Ideal ist es, wenn die Ekliptik steil zum Horizont steht. Dies ist im Frühjahr am Abendhimmel und im Herbst am Morgenhimmel der Fall. Der Zeitraum in dem gute Bilder möglich sind, kann dann

mehr als vier Wochen betragen. Die nächste Chance einer erdgebundenen Kartierung wird es im Februar/März 2009 geben.

- [1] Formisano, V. et al.: The planetary fourier spectrometer (PFS) onboard the European Venus Express mission, P&SS 54, 1298 (2006)
- [2] European Space Agency: Mission Definition Report. An Orbiter for the study of the atmosphere, the plasma environment, and the surface of Venus, serviris.obspm.fr/Venus_Express/VEX_MDR51.pdf
- [3] Carlson, R. W. et al.: Galileo/NIMS near-infrared thermal imagery of the surface of Venus, in Lunar and Planetary Inst., Twenty-fourth Lunar and Planetary Science Conference. Part 1: A-F, 253 (1993), adsabs.harvard.edu/abs/1993LP1...24..253C
- [4] Wikipedia, Die freie Enzyklopedie, Venus: [de.wikipedia.org/wiki/Venus_\(Planet\)#Rotation_und_Resonanzen](http://de.wikipedia.org/wiki/Venus_(Planet)#Rotation_und_Resonanzen)
- [5] Fischer, D.: Venus features at 300 to 3000 nm wavelength, www.astro.uni-bonn.de/~dfischer/venus/
- [6] Lecacheux, J. et al.: Detection of the surface of Venus at 1.0 micrometer from ground-based observations, P&SS 41, 543 (1993)
- [7] Pellier, C.: Thermal Emission on the Venusian Nightside, astrosurf.com/pellier/venusthermal
- [8] Höbel, P.: Filterkurve Schott RG1000, www.sonnen-filter.de/Filter-1/RG1000-lin.gif
- [9] Institut für Planetenforschung Berlin-Adlershof, Bildmaterial der Magellan-Sonde, solarsystem.dlr.de/RPIF/venus34.shtml
- [10] Helbert, J. et al.: Exploring the surface of Venus with VIRTIS on VenusExpress, www.cosis.net/abstracts/EPSC2007/00372/EPSC2007-A-00372.pdf

Surftipp

Homepage des Autors:
www.astro.de/venus07.htm

Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Von Albireo zum Hantelnebel

VON KARL-PETER JULIUS

Die Beobachtung von Nebelobjekten am nächtlichen Großstadthimmel ist ein schwieriges und häufig wenig befriedigendes Unterfangen. Beim Hantelnebel (M 27) im Sternbild Vulpecula bzw. Füchschen ist das anders. Wegen seiner für Planetarische Nebel ungewöhnlichen Größe (8'x4') und Helligkeit (7^m;3) haben auch Stadtastronomen durchaus die Chance, statt eines verwaschenen Nebelfleckchens ein Deep-Sky-Objekt mit Form und Struktur zu betrachten. Doch das Füchschen hat noch mehr zu bieten: etwa die wenig bekannten Objekte Stock 1 und NGC 6885/6882/Cr 416, zwei entdeckungsgeschichtlich bzw. astrophysikalisch bemerkenswerte Sterngruppierungen, die keine exzellenten Sichtverhältnisse oder große Öffnungen benötigen und auch vom Einsteiger aus der Stadt heraus erfolgreich beobachtet werden können.

Wer kein GoTo-System zur Verfügung hat, muss jedoch zunächst einmal das Heimat-Sternbild dieser Objekte finden. Vulpecula ist ein unscheinbares Sternbild, das mit bloßem Auge kaum erkennbar ist, weil es von der Helligkeit des nächtlichen Großstadthimmels verschluckt wird. Häufig wird daher empfohlen, die Suche nach M 27 vom Sternbild Sagitta aus zu beginnen. Doch sind auch dessen Sterne, von denen die vier hellsten den Pfeil bilden, mit scheinbaren Helligkeiten von 3^m;5 bis 4^m;4 in der Regel zu schwach, um am aufgehellten Stadthimmel mit der nötigen Deutlichkeit in Erscheinung zu treten – vor allem, wenn sich das Auge noch nicht ausreichend an die Dunkelheit gewöhnt hat. Als Startpunkt geeigneter erscheint dann eher Albireo (β Cygni). Mit 2^m;9 ist er nur der fünftellste Stern im Sternbild Cygnus, jedoch leicht mit bloßem Auge als Kopf des herabstürzenden Schwans auszumachen.

Albireo: »Topas«, »Saphir« und der unsichtbare Dritte

Albireo ist einer der beliebtesten Doppelsterne des Sommerhimmels, denn er bietet das, was Amateurastronomen bei der Betrachtung von Deep-Sky-Objekten in der Regel so schmerzlich vermissen: Farbe! Bereits mit geringer Vergrößerung erkennt man seine beiden orange-gelb und blau leuchtenden Komponenten, die im amerikanischen Sprachraum häufig mit den Edelsteinen »Topas« und »Saphir« verglichen werden. Ihre beeindruckende Farbintensität kann noch dadurch gesteigert werden, dass man das Okular eine Nuance unscharf stellt. Das eigentlich Besondere an Albireo liegt aber darin, dass die Wahrnehmung der Blaufärbung des schwächeren Begleiters nicht auf einem optischen Komplementäreffekt beruht, sondern der im Fernrohr zu beobachtende Farbkontrast die tatsächlichen astrophysikalischen Verhältnisse

Abb. 1: **Der Sommerhimmel zwischen Albireo und Atair** bietet bekannte und unbekannte Ziele für einen Deep-Sky-Beobachtungsabend.

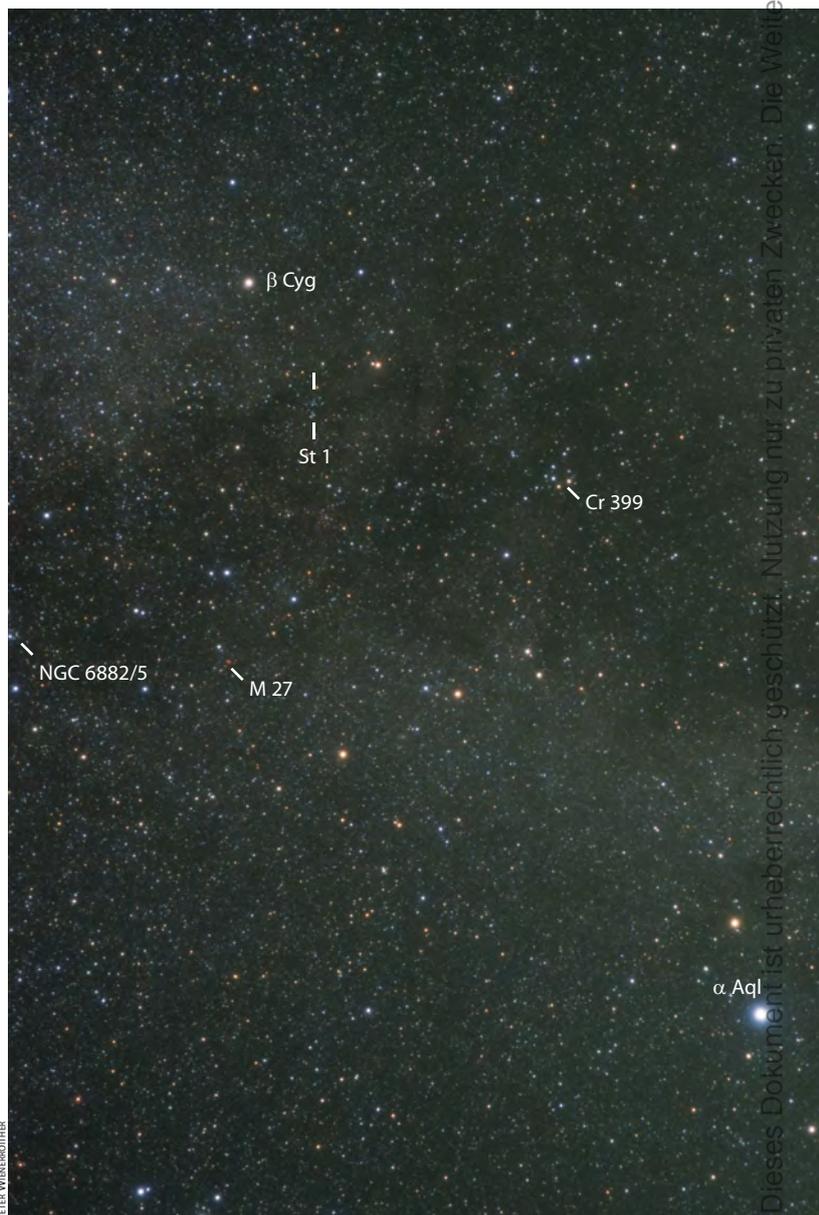




Abb. 2: **Albireo gilt als der schönste Doppelstern des Himmels.** Beeindruckend ist das Farbenspiel der beiden Sterne.

widerspiegelt [1]: Sehr heiße Sterne mit über 11000 Kelvin Oberflächentemperatur leuchten weiß-blau und »Saphir« ist ein 12000K heißer Stern der Spektralklasse B. Sein orange-gelber Partner gehört dagegen der Spektralklasse K an und ist mit 4400K kühler als unsere Sonne, jedoch rund 950-mal leuchtkräftiger und 5-mal massereicher als diese. Darüber hinaus wird er von einer weiteren Komponente begleitet, die mit einer Oberflächentemperatur von 11000K ebenfalls sehr heiß ist, aber unsichtbar bleibt. Als sog. spektroskopischer Begleiter lässt sich dieser Stern visuell nicht beobachten.

Obwohl Albireo hinlänglich untersucht wurde, gibt er noch so manches Rätsel auf. So ist z.B. nicht hundertprozentig geklärt, ob seine sichtbaren Komponenten tatsächlich ein binäres System bilden oder nur ein optisches Pärchen. Gegen einen astrophysikalischen Zusammenhang spricht vor allem, dass bislang keine signifikante Bahnbewegung der Komponenten ermittelt wurde. Auch die unterschiedliche Entfernung von jeweils 386 und 376 Lichtjahren wird als Argument gegen Albireos binären Charakter angeführt, doch liegt eine Differenz in dieser Höhe innerhalb des bei astronomischen Distanzmessungen üblichen Fehlerbereichs und ist daher wenig aussagekräftig.

Stock 1: der »vergessene« Sternhaufen

Wenn man sich von Albireo aus gut 3° südsüdöstlich bewegt, gelangt man zu einem wenig bekannten Sternhaufen: Stock 1. Die Erkennung dieses Haufens fällt schwer, weil die locker verteilte Sternansammlung leicht im Feld der Umgebungssterne untergeht. Einige Sterne in Stock 1 bilden aber markante Formati-

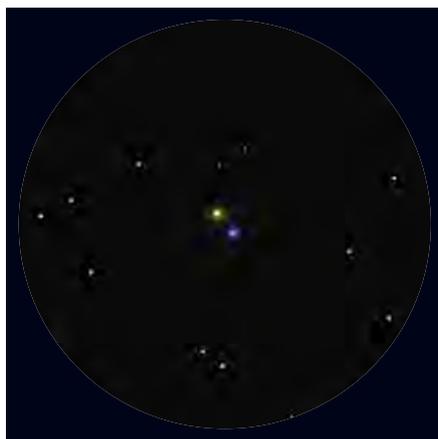


Abb. 3: **Albireo im 8"-Fernrohr bei 80x.**

onen, an denen man sich bei der Suche orientieren kann: Zunächst fällt bereits bei geringer Vergrößerung (25x bis 40x) eine leicht nach Westen geöffnete Kette von vier gleichmäßig schwach leuchtenden Sternchen auf, die an eine im Zentrum des Haufens liegende Sternentraute grenzt. Südöstlich davon kann man eine Miniaturausgabe des Großen Wagens erkennen, die allerdings nur einen »Deichselstern« besitzt. Wer auf direktem Wege beim Auffinden keinen Erfolg hat, kann auch mit dem Sucher zunächst auf die 4° südlich von Albireo stehenden α und δ Vulpeculae fahren, ein dicht beieinander liegendes optisches Pärchen vierter und sechster Größenklasse. Nach einem kurzen Schwenk in nordöstliche Richtung gelangt man dann nach Überquerung einer sternarmen Region zu einem etwas dichter besiedelten Sternfeld mit den genannten Merkmalen.

Stock 1 ist deswegen interessant, weil er seit seiner Entdeckung durch den Hamburger Astronomen Jürgen Stock in den 1950er Jahren [2] weitgehend in Vergessenheit geraten ist und selbst in der aktuellen Ausgabe des umfangreichen Deep-Sky-Atlas Uranometria 2000 keine Erwähnung findet. Stock hatte insgesamt 21 Sterngruppen fotografisch durchmustert und festgestellt, dass es sich bei der Nummer 1 seiner Liste zumindest nicht um einen Hauptreihen-Sternhaufen handelt, ohne jedoch den Charakter der Sternengruppierung in Vulpecula endgültig zu klären. Erst zu Beginn dieses Jahrtausends haben sich Astronomen der Michigan-Universität in den USA an Stock 1 erinnert und mit modernen Analysemethoden mindestens 17 Sterne als Mitglieder eines mit 300 Millionen Jahren noch relativ jungen Sternhaufens identifiziert [3]. Acht der Mitgliedssterne liegen im visuellen Helligkeitsbereich von $7^m,0$ bis $8^m,9$ und sind damit

auch von Amateuren mit relativ einfachen optischen Mitteln erkennbar. Jürgen Stock hat übrigens die Wiederentdeckung des nach ihm benannten Sternhaufens noch miterleben dürfen. Nachdem er lange Zeit entscheidend am Aufbau und an der Entwicklung der Europäischen Sternwarten in Südamerika mitgewirkt hatte, verstarb er achtzigjährig im April 2004.

NGC 6885/6882/Cr 416: ein, zwei oder drei Haufen?

Die nächsten Offenen Sternhaufen gehören zu den rätselhaftesten Deep-Sky-Objekten des Sommerhimmels: NGC 6885/6882 und Cr 416. Sie sind leicht zu finden: Wenn man den Sucher von Stock 1 aus ca. 10° östlich schwenkt, trifft man auf die Sterne 18 ($5^m,5$), 19 ($5^m,5$) und 20 Vulpeculae ($5^m,9$), die sich im Sucherokular als ein langgestrecktes Dreieck formieren. Im Okular der Hauptoptik konkretisiert sich dieses Dreieck: Bei geringer Vergrößerung ist im Süden der allein stehende 20 Vulpeculae zu erkennen, um den sich eine Reihe schwach leuchtender Sternpünktchen versammelt. Südlich davon liegen die Sterne 18 und 19 Vulpeculae, die von zwei schwächeren Sternen begleitet werden.

Was ist nun das Besondere an diesem Sternfeld, das nach den Katalogeinträgen angeblich drei Offene Sternhaufen beherbergt? Zunächst zu NGC 6885 und 6882: Ihre Aufnahme in den 1888 von J. L. E. Dreyer veröffentlichten New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars beruht auf den Beobachtungen von Wilhelm Herschel, der Anfang September des Jahres 1783 den Himmel im Sternbild Vulpecula durchmusterte. Am 9. September erkannte er um 20 Vulpeculae herum eine Sternensammlung. Er notierte: »a cluster of course scattered stars, not rich«, eine Beschreibung, die sich bestätigt, wenn man mit mittlerer Vergrößerung das Umfeld von 20 Vulpeculae betrachtet. In der folgenden Nacht entdeckte er einen zweiten Haufen, den er mit den gleichen Merkmalen wie den der Vornacht umschrieb und südlich von 19 Vulpeculae positionierte. Wenn man diesen Bereich absucht, ist jedoch auch bei stärkster Vergrößerung keine Sternensammlung zu erkennen, auf die diese Beschreibung annähernd passt. Sollte sich also Herschel geirrt und nicht erkannt haben, dass es sich bei dem in der zweiten Nacht als Neuentdeckung verzeichneten Sternhaufen um jenen handelte, den er bereits eine Nacht zuvor beobachtet hat? Schwer vorstellbar, doch bei dem immensen Beobachtungsprogramm,

das sich Wilhelm Herschel und seine Schwester Nacht für Nacht zumuteten, keineswegs ausgeschlossen. Und in der Tat werden heute von vielen, wie z.B. den Verfassern des Revised NGC [4], NGC 6885 und 6882 als identische Objekte angesehen. Man geht damit im Ergebnis von einer Doppelbeobachtung des großen deutschstämmigen Astronomen aus.

Doch damit nicht genug. 1930 brachte Robert Trümpler eine weitere Sternengruppe unmittelbar nordwestlich von 20 Vulpeculae ins Gespräch [5], die Per Colinder daraufhin als Nr. 416 in seine Liste Offener Sternhaufen aufnahm. Auch Großstadtbeobachter können diese Entdeckung nachvollziehen und erkennen, dass der Sternhaufen um 20 Vulpeculae im Nordwesten durch ein sternearmes dunkles Band in zwei Gruppen geteilt ist, von denen die nördliche als Cr 416 bezeichnet wird. Ob es sich nun bei Colinder 416 um jenen Haufen handelt, den Herschel in der zweiten Nacht beobachtete, ist ungeklärt, ebenso wie die Frage, ob Cr 416 überhaupt eine physikalisch eigenständige Sternenansammlung ist oder nur Teil des großen, um 20 Vulpeculae gruppierten Haufens NGC 6885.

M 27 – Hantel oder Nebelfleck?

Schlusspunkt der kleinen Tour bildet der Hantelnebel (M 27), der seit seiner Entdeckung durch Charles Messier am 12. Juli 1764 Amateur- und Fachastronomen gleichermaßen in den Bann gezogen hat [6]: Von NGC 6885/82 schwenkt man ca. 4° in südwestliche Richtung, indem man mit dem Sucher durch 16 und 17 Vulpeculae bis zu 14 Vulpeculae »hindurchfährt«, allesamt Sterne fünfter Größenklasse. Bereits bei 25-facher Vergrößerung gibt sich

Abb. 4: Der Hantelnebel ist der hellste aller Planetarischen Nebel am Nachthimmel.



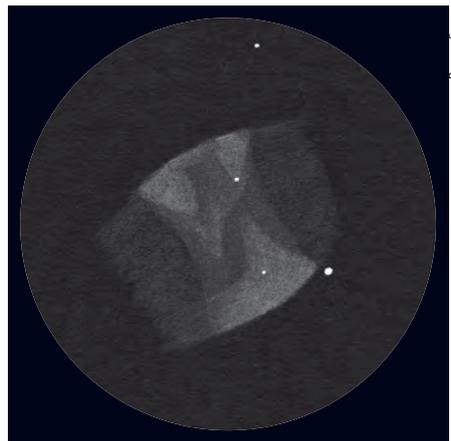
Deep-Sky-Objekte in Vulpecula und Cygnus						
Name	Typ	R. A.	Dekl.	Hell.	Größe/Abstand	DSRA/Uran
β Cygni	DS	19 ^h 30,7 ^{min}	+27° 57'	3 ^m 1/5 ^m 1	34,5"	14/118 (162)
Stock 1	OC	19 ^h 35,5 ^{min}	+25° 11'	5 ^m 2	50'	-/162
NGC 6885/6882	OC	20 ^h 12,0 ^{min}	+26° 29'	8 ^m 1	20'	-/163
Cr 416	OC	20 ^h 11,3 ^{min}	+26° 32'	5 ^m 6	8'	-/-
M 27	PN	19 ^h 59,6 ^{min}	+22° 44'	7 ^m 3	8'x4'	14/162 (163)

M 27 als ein nebliges Fleckchen zu erkennen.

Darüber, wie und wann sich der Planetarische Nebel im Fuchsen am besten beobachten lässt, ist viel geschrieben worden. Einsteiger, die von der Großstadt aus beobachten, sollten sich zunächst von der Illusion befreien, bereits in der ersten Nacht die gegenständlichen Umrisse einer Hantel oder einer Eieruhr zu erkennen. Denn trotz seiner Helligkeit reagiert M 27 äußerst sensibel auf die jeweiligen Lichtverhältnisse des nächtlichen Stadthimmels. Wer wissen möchte, wie es darum bestellt ist, sollte kurz zur Wega und zu dem nun fast im Zenit stehenden Sternbild Lyra aufschauen. Wenn die beiden südlichen Sterne der Leier, γ und β Lyrae, mit bloßem Auge auszumachen sind, liegt die Grenzgröße bei ca. 3^m5. Ist ε Lyrae, der östliche Begleiter der Wega, zu erkennen, so erhöht sich diese auf 3^m9, ein für urbane Verhältnisse durchaus respektabler Wert. Noch eine Spur besser wird es, wenn mit δ Lyrae (4^m2) und ζ Lyrae (4^m1) die Rautenform der Leier komplett zu erkennen ist.

Wer noch keine lange Beobachtungserfahrung hat, sollte es auch bei diesen relativ günstigen Bedingungen als einen ersten Erfolg verbuchen, wenn der Hantelnebel nach einigen Minuten intensiver Betrachtung nicht mehr »schwimmt«, sondern als Oval oder Rechteck fixiert wer-

Abb. 5: Auch mit kleiner Öffnung kann man dem Hantelnebel viele Details entlocken – wie hier mit 63mm Öffnung.



den kann. Da M 27 das letzte Objekt der Beobachtungstour ist, dürfte die wichtige Adaption der Augen bereits fortgeschritten sein, so dass durch einige Tricks und Hilfsmittel versucht werden kann, den Kontrast noch etwas zu erhöhen. Durchaus Sinn macht der Einsatz eines Schmalbandfilters, doch sollte man keine Wunder erwarten. Oftmals erzielt man durch den schlichten Einsatz eines schwarzen Tuches, das über Kopf und Teleskop gestülpt wird, eine größere Wirkung, da die stärksten Beeinträchtigungen meist von Lichtquellen in unmittelbarer Nähe ausgehen. Ein Beobachtungsgewinn kann auch mittels indirektem Sehen erzielt werden, eine Methode, bei der man am Objekt vorbeischaudet und es so in den am Rande liegenden Bereich der schwarz-weiß empfindlichen Zellen des Auges verschiebt. Die weitere Frage nach der »idealen« Vergrößerung dürfte eher vom persönlichen Geschmack des Beobachters abhängen. Ratsam ist es, alle zur Verfügung stehenden Okulargrößen mehrmals durchzuprobieren. Gerade wenn man den Hantelnebel längere Zeit mit der höchsten Vergrößerung beobachtet hat und dann auf eine niedrige Vergrößerung »herunterschaltet«, ist man von der Schärfe des nun zwar kleinen, aber in den Konturen erheblich klarer definierten Nebels überrascht. Vielleicht ist dann sogar eine schwache »Taille« in der Mitte von M 27 zu erahnen.

[1] Stoyan, R.: Deep Sky Reiseführer, Oculum-Verlag, Erlangen (2004)
 [2] Stock, J.: Magnitudes and Colours for Stars in Two New Galactic Clusters, Astrophys. J. 123, 258 (1956)
 [3] Osborn, W. et al.: The Neglected Open Cluster Stock 1, PASP 114, 1382 (2002)
 [4] www.klima-luft.de/steinicke/ngcic/rev2000
 [5] Trümpler, R. J.: Preliminary Results on the Distances, Dimensions and Space Distribution of Open Star Clusters, Lick Obs. Bull. 420, 154 (1930)
 [6] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)

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

Wie kann man Einzelheiten in Planetarischen Nebeln erkennen?

Wer einen Planetarischen Nebel anschaut, beobachtet einen sterbenden Stern. In der letzten Lebensphase, wenn der Kernbrennstoff fast aufgebraucht ist, werden Sterne instabil. Planetarische Nebel werden von Sternen bis ca. acht Sonnenmassen gebildet. Dabei werden Teile der Sternatmosphäre des in dieser Entwicklungsphase riesigen Sterns in den umgebenden Raum abgestoßen. Diese Materieabgabe erfolgt in mehreren Schüben, welche sich gegenseitig beeinflussen. Der Nebel kann deshalb eine komplizierte Struktur haben.

Der Stern selbst stellt die Energieproduktion im Kern schließlich ein und wird zu einem heißen, aber leuchtschwachen weißen Zwerg, der langsam abkühlt. Dessen energiereiche Strahlung bringt die abgestoßene Nebelhülle zum Leuchten. Planetarische Nebel sind mit einer Lebensdauer von etwa 10000 Jahren recht kurzlebig, da sich das abgestoßene Gas vom Stern entfernt und sich schließlich im Weltall zerstreut.

Das Leuchten von Planetarischen Nebeln rührt von angeregten Atomen im Gas her. In deren Hüllen werden Elektronen durch Absorption eines Photons oder durch Stoß vom Grundzustand in ein energiereicheres Niveau gehoben. Dort bleiben sie nur eine gewisse Zeit, bevor sie in den Grundzustand zurückkehren. Die absorbierte Energie wird in Form eines oder mehrerer Photonen abgegeben, je nachdem, ob das Elektron direkt oder über dazwischenliegende Energieniveaus in den Grundzustand gelangt. Die Energie der emittierten Photonen, die ihre Frequenz bestimmt, entspricht der Energiedifferenz zwischen den Niveaus. Da die Energiedifferenzen zwischen den Niveaus typisch für ein Atom sind, wird das Leuchten Planetarischer Nebel (und Galaktischer Nebel) durch Spektrallinien bei typischen Frequenzen verursacht. Hierauf beruht die Wirkung von Nebelfiltern, welche genau bei diesen Frequenzen durchlässig sind und damit den Kontrast zum Himmelshintergrund sehr stark erhöhen. [OIII]-Filter und UHC-

Filter sind auf Planetarische Nebel abgestimmt und können für die Beobachtung benutzt werden.

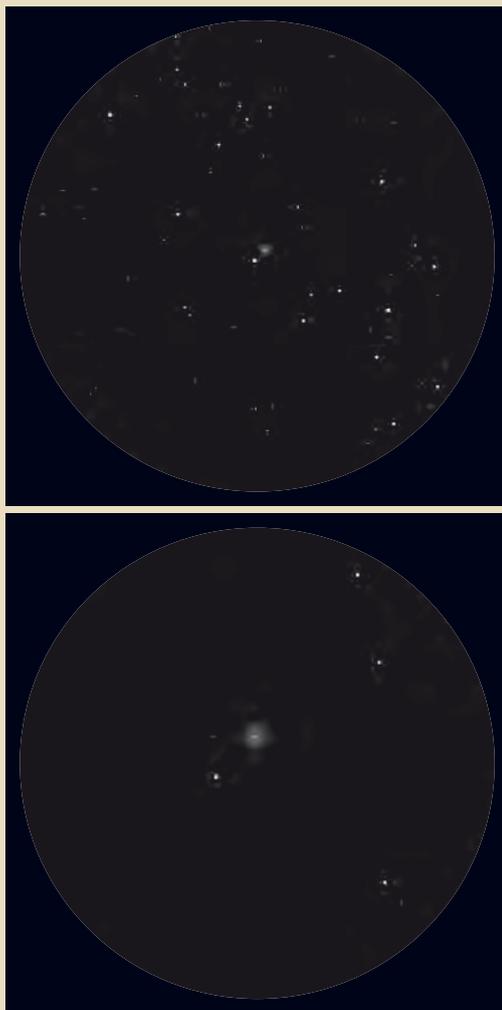
Die Milchstraße enthält über 1000 planetarische Nebel. Die meisten sind jung und damit klein und hell. Sie sind leicht zu sehen, aber schwer zu identifizieren – sie sehen einem Stern zu ähnlich. Hier gibt es drei Wege der Identifikation:

1. Die Anwendung einer hohen Vergrößerung lässt den Nebel als leicht unscharfen Stern erscheinen.
2. Mit Hilfe eines Nebelfilters lässt sich ein Planetarischer Nebel auch im Übersichtsbild identifizieren: Wenn man einen [OIII]- oder UHC-Filter zwischen Okular und Auge hält, dann werden alle Sterne abgedunkelt, während der Planetarische Nebel seine Helligkeit fast behält. Diese Methode wird als »[OIII]-Blink« bezeichnet.
3. Eine sehr genaue Sternkarte gestattet das Auffinden des Nebels ebenfalls. Gewöhnliche Atlanten sind schlecht dazu geeignet, da recht große Himmelsausschnitte auf einem Blatt dargestellt sind. Mit Hilfe von Computerprogrammen lassen sich geeignete Karten jedoch leicht herstellen.

Wegen der hohen Flächenhelligkeit kann man diese kleinen Nebel sehr hoch vergrößern. Die meisten Einzelheiten werden bei der maximalen sinnvollen Vergrößerung des Instruments sichtbar. Die liegt etwa bei dem doppelten Wert der Öffnung in Millimetern, also für ein 80mm-Fernrohr bei 160x.

Ältere Planetarische Nebel haben am Himmel eine beträchtliche Ausdehnung. Allerdings haben sie von wenigen Ausnahmen abgesehen geringe Flächenhelligkeiten. Hier kommt es zunächst auf den Himmel an: Ein dunkler Standort ist die Voraussetzung für die erfolgreiche Sichtung. Um den Kontrast zwischen Nebel und Himmelshintergrund weiter zu erhöhen, ist ein Nebelfilter zweckmäßig. Ausgehend von einem Okular mit niedriger Vergrößerung zum Aufsuchen kann die Vergrößerung vorsichtig bis zu mittleren Werten gesteigert werden, um ein Höchstmaß an Einzelheiten zu erkennen.

Die Zentralsterne der Planetarischen Nebel sind leuchtschwache weiße Zwerge. Man kann versuchen, diese zu sehen, was nicht immer gelingt. Eine hohe Vergrößerung bis hin zum Maximalwert schwächt die Nebelhülle ab und lässt den Stern hervortreten. Eine gute Luftruhe entscheidet oft über den Erfolg der Sichtung.



THOMAS EHO

Planetarische Nebel – wie hier NGC 2392 – erscheinen bei kleiner Vergrößerung oft kaum größer als ein Stern (links). Erst bei hohen Vergrößerungen zeigen sie ihr wahres Gesicht – und möglicherweise den Rest des Sterns, aus dem sie entstanden sind (rechts). 6"-Newton, 40x und 200x.

CCD-Kameras für Mond- und Planetenjäger

Die ungekühlten Astrokameras von Imaging Source

VON ULLRICH DITTLER



Die in Bremen ansässige Firma The Imaging Source bietet eine ganze Palette ungekühlter CCD-Kameras für Astrofotografen an. Der Autor konnte drei Modelle über mehrere Monate hinweg testen und deren Leistungsfähigkeit und Einsatzbereiche mit anderen Astrokameras vergleichen.

Eine klassische Webcam ist in der Regel der erste Schritt in die Astrofotografie. Die hellen Objekte der Nacht, der Mond und die Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, können mit einer Webcam in Verbindung mit einem Teleskop ab mittlerer Größe eindrucksvoll und einfach fotografiert werden. Auch die Nachbereitung der Bilder ist, dank entsprechender Software meist kein Problem [1].

So attraktiv und preiswert der Einstieg in die Astrofotografie mit Webcams auch ist, so schnell wird der Anwender aber auch an die Grenzen dieser Kameras stoßen:

- Da Webcams nicht für die Astrofotografie ausgelegt sind, sind deren Chips in der Regel stark rauschend; eine Kühlung zur Reduktion des Rauschens ist bei Webcams nicht vorgesehen.

- Die übertragenen Bilddaten werden typischerweise komprimiert, um die Datenmengen schneller zu bewältigen.
- Auch die maximale Belichtungszeit einer Webcam beträgt in der Regel nur wenige Sekundenbruchteile.
- Ein weiterer Nachteil ist in der geringen maximalen Bildrate (typischerweise bis maximal 5–10 Bilder pro Sekunde) sowie ...
- ...in der sehr kleinen Chipfläche (typisch sind 4,6mm×3,97mm) zu sehen.
- Dem Vorteil, dass Webcams direkt Farbbilder aufzeichnen (d.h. ohne Verwendung eines Filterrades), steht zudem der Nachteil des beschränkten Empfindlichkeitsbereichs gegenüber. Einzelne der genannten Nachteile lassen sich mit bastlerischem Engagement beheben; so gibt es Amateure, die ihre Webcam

Abb. 1: **High-End-»Webcams«:** The Imaging Source bietet ungekühlte CCD-Kameras für die Amateurastronomie mit drei verschiedenen Chipgrößen an.

nach Steve Chambers für längere Belichtungszeiten umbauen oder sogar mit einer aktiven Kühlung versehen. Die anderen Nachteile bleiben davon unberührt.

The Imaging Source (TIS) ist eine seit rund 20 Jahren im Bereich der Bildverarbeitungs-komponenten aktive Firma, die sich auf den Bau und Vertrieb von Hochleistungskameras und -Software für Fabrikautomation, Qualitätssicherung und Medizinsysteme spezialisiert hat. Als man dort erkannte, dass – ausgehend von Belgien und Frankreich – einige Astroamateure Kameramodelle für die Mond- und Planetenfotografie einsetzten, wurde das Kame-

ra-Angebot für Astroamateure sukzessive ausgebaut und umfasst heute 18 unterschiedlich ausgestattete Modelle mit insgesamt drei verschiedenen Chipgrößen.

Die Modellpalette der TIS-Astrokameras

Gemeinsam sind allen Astrokameras von Imaging Source die hochwertige Verarbeitung und das typische, würfelförmige leuchtend blaue Metallgehäuse, das die rund 5,5cm×5,5cm großen und leichten Kameras auszeichnet. Ohne Teleskopadapter wiegen die blauen Würfel weniger als 300g.

Die Astrokameras von The Imaging Source gibt es mit drei verschiedenen Chipgrößen: 1/4"-CCD mit 640×480 Bildpunkten, 1/3"-CCD mit 1024×768 Bildpunkten und 1/2"-CCD mit 1280×960 Bildpunkten. Alle Modelle sind wahlweise als Monochrom- oder Farbkameras erhältlich. Bei den Farbmodellen kann der Astroamateur zudem wählen, ob auf dem Chip schon ein IR-Sperrfilter aufgebracht sein soll oder nicht. Während die Kameras bisher alle mit Firewire-Anschluss (IEEE 1394) ausgeliefert wurden, steht seit Jahreswechsel wahlweise auch ein USB-Anschluss zur Verfügung.

Die zunächst kryptisch klingenden Namen der The Imaging Source-Kameras dienen zur Identifikation der Spezifika der

einzelnen Kamera-Modelle: Die drei Buchstaben »DMK« zu Beginn des Kameranamens deuten auf eine Monochrom-Kamera hin, »DFK« weisen eine Kamera als Farbkamera mit IR-Sperrfilter aus und »DBK« bezeichnet Farbkameras ohne integrierten IR-Sperrfilter.

Die folgenden Ziffern »21«, »31« oder »41« beschreiben die Chipgröße, ehe »AU« oder »AF« im Namen den USB 2.0- oder Firewire-Anschluss spezifiziert.

Für diesen Beitrag wurden freundlicherweise drei Kameras unterschiedlicher Chipgröße und unterschiedlicher Ausstattung zur Verfügung gestellt.

DBK21AF04.AS – eine kleine Farbkamera

Die DBK21AF04 ist mit einem Listenpreis von rund 330€ (incl. MwSt.) die preiswerteste Kamera im Angebot von The Imaging Source. Sie verfügt über einen 1/4"-CCD-Chip und spielt mit einer Auflösung von 640×480 Bildpunkten (ca. 0,3 Megapixel) in der gleichen Liga wie die üblichen Webcams. Bei gleicher Auflösung unterscheidet sie sich von diesen jedoch deutlich durch die zur Verfügung stehende maximale Bildrate von 60(!) Bildern pro Sekunde. In der Kamera sitzt ein Sony-Chip des Typs ICX098BQ mit einer Pixel-Größe von 5,6µm×5,6µm und einer Bilddiagonalen von 4,5mm. Der Chip wird ungekühlt

betrieben, so dass die allen ImagingSource-Kameras eigene maximale Belichtungszeit von 60 Minuten wohl nur selten sinnvoll genutzt werden kann. Bilder werden unkomprimiert in einer Datentiefe von 8bit via Firewire an den angeschlossenen Rechner übertragen.

Detaillierte Datenblätter zu allen in den The Imaging Source verwendeten Chips können auf der Homepage des Autors (s. Surf Tipp) abgerufen werden. Hier finden sich zudem zahlreiche Darkframes auch zu den im Folgenden vorgestellten beiden Kameras.

DMK31AF03.AS – eine mittelgroße Schwarz-Weiß-Kamera

Im Gegensatz zur DBK21AF04 findet in der DMK31AF03.AS ein 1/3"-Chip Verwendung. Mit einer Auflösung von 1024×768 Pixel (ca. 0,8 Megapixel) und einer Pixelgröße von 4,65µm×4,65µm bietet der Sony-Chip ICX204AL eine Bilddiagonale von immerhin 6mm und damit größere und deutlich besser aufgelöste Bilder als dies bei einer Webcam möglich ist. Auch diese Kamera liefert 8bit Datentiefe und immerhin noch eine beachtliche maximale Bildrate von 30 Bildern pro Sekunde. Die wählbare Belichtungszeit liegt auch hier – wie bei allen Kameramodellen von Imaging Source – im Bereich von 1/10000s bis 60min. Der Vorteil dieser Monochromkamera ist in der deutlich höheren Lichtempfindlichkeit gegenüber den Farbmodellen zu sehen.

DBK41AF02.AS – eine große Farbkamera

Die DBK41AF02 gehört mit ihrem 1/2"-Chip zu den Flaggships der Kameraserie. Der verwendete Sony-Chip ICX205AK bietet eine Auflösung von 1280×960 Pixel, dies entspricht 1,2 Megapixel, bei einer Pixelgröße von 4,65µm×4,65µm. Der 7,60mm×6,20mm große Chip bietet insgesamt eine Bilddiagonale von 8mm. Während schon die Belichtungszeit und die Datentiefe gegenüber den anderen Modellen unverändert sind, liegt auch der Stromverbrauch dieses Modells bei unveränderten 200mA (12V). Bedingt durch die erhöhte

Abb. 2: **Das Mare Imbrium mit den Kratern Archimedes, Aristillus und Cassini**, aufgenommen mit einem 8"-SCT bei 2000mm Brennweite und Kamera DBK31AF03.





Abb. 3: **Der Hantelnebel M27**, aufgenommen mit einem 8"-SCT bei 2000mm Brennweite und Kamera DBK 31AF03.AS.

Bildgröße sinkt die maximale Bildrate gegenüber den Modellen mit kleineren CCD-Chips auf 15 Bilder pro Sekunde.

Die Kameras im nächtlichen Einsatz

Die Kameramodelle verfügen alle über einen Objektivanschluss vom Typ C/CS-Mount und lassen sich so problemlos über einen beiliegenden 1,25"-Adapter (inkl. Filtergewinde) an ein Teleskop anschließen. Die Verbindung zwischen Kamera und Computer wird lediglich über ein ebenfalls beiliegendes Firewire- (bzw. USB-Kabel) hergestellt. Hierbei ist zu beachten, dass die Stromversorgung der Kamera ebenfalls über das Firewire-Kabel erfolgt. Dies ist dann problematisch, wenn die Kamera an ein Notebook angeschlossen werden soll, da deren Firewire-Ports in der Regel mit einem 4-pin IEEE 1394-Anschluss ohne Spannungsversorgung ausgestattet sind. Anwender sollten daher vor der Anschaffung der Kamera die Verfügbarkeit eines stromführenden Firewire-Anschlusses (6-pin IEEE 1394) prüfen oder zusammen mit der Kamera bereits ein separates Netzteil (Dxx 21F04/Mainy/EU) und das Zubehörkabel CA-1394-64/PJ/2 bestellen, das die benötigte Spannung separat in das Firewire-Kabel einspeist und so den Betrieb der Kameras auch an 4-pin IEEE 1394-Anschlüssen erlaubt.

Zusammen mit den Kameras liefert Imaging Source das Programm IC Capture aus, das die Steuerung der Aufnahmen auf PCs mit Windows 2000, XP oder Vista erlaubt. Die Software IC Capture ist in der Bedienung recht intuitiv und erfüllt auch komplexe Aufnahmeanforderungen. Zur Weiterverarbeitung der Aufnahmen empfiehlt TIS das bekannte Programm Registax.

Es zeigt sich sehr schnell beim nächtlichen Einsatz der Kameras, dass sie in der Bedienung einfach und unkompliziert zu handhaben sind. Bedingt durch ihre technischen Daten eignet sich die kleine Farbkamera DBK21AF04 besonders für die Fotografie der Planeten – hier ist ihr doch recht kleines Gesichtsfeld ausreichend. Bereits bei der Fotografie von Mondetails werden allerdings die durch den kleinen Bildausschnitt auftretenden Beschränkungen



Abb. 4: **Der Orionnebel M 42**, aufgenommen mit einem 2,4"-Refraktor bei 355mm Brennweite und Kamera DBK 31AF03.AS.

Surftipps

Homepage des Autors mit weiteren Beispielbildern und Darkframes:
www.sternenstaub-observatorium.de

Technische Daten der Astrokameras von The Imaging Source.

Kamerabezeichnung	Typ	IR-Sperrfilter	Auflösung	Chip	Chipgröße	Pixelgröße	Bildrate	Belichtungszeiten	Anschluss	Preis
DMK 21AF04.AS DMK 21AU04.AS	s/w	nein	640×480 Pixel	Sony ICX-098BQ	4,60mm×3,97mm (Typ 1/4")	5,6µm×5,6µm	60	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	330€
DMK 31AF03.AS DMK 31AU03.AS	s/w	nein	1024×768 Pixel	Sony IC-X204AL	5,80mm×4,92mm (Typ 1/3")	4,65µm×4,65µm	30	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	590€
DMK 41AF02.AS DMK 41AU02.AS	s/w	nein	1280×960 Pixel	Sony IC-X205AL	7,60mm×6,20mm (Typ 1/2")	4,65µm×4,65µm	15	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	740€
DFK 21AF04.AS DFK 21AU04.AS	Farbe	ja	640×480 Pixel	Sony ICX-098BQ	4,60mm×3,97mm (Typ 1/4")	5,6µm×5,6µm	60	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	290€
DFK 31AF03.AS DFK 31AU03.AS	Farbe	ja	1024×768 Pixel	Sony IC-X204AK	5,80mm×4,92mm (Typ 1/3")	4,65µm×4,65µm	30	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	590€
DFK 41AF02.AS DFK 41AU02.AS	Farbe	ja	1280×960 Pixel	Sony IC-X205AK	7,60mm×6,20mm (Typ 1/2")	4,65µm×4,65µm	15	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	740€
DBK 21AF04.AS DBK 21AU04.AS	Farbe	nein	640×480 Pixel	Sony ICX-098BQ	4,60mm×3,97mm (Typ 1/4")	5,6µm×5,6µm	60	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	290€
DBK 31AF03.AS DBK 31AU03.AS	Farbe	nein	1024×768 Pixel	Sony IC-X204AK	5,80mm×4,92mm (Typ 1/3")	4,65µm×4,65µm	30	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	590€
DBK 41AF02.AS DBK 41AU02.AS	Farbe	nein	1280×960 Pixel	Sony IC-X205AK	7,60mm×6,20mm (Typ 1/2")	4,65µm×4,65µm	15	1/10000s bis 60min	Firewire/USB 2.0	740€

deutlich – hier kann die Monochromkamera DMK31AF03.AS eher punkten. Auch da der Verlust der Farbe beim Mond nicht so stark ins Gewicht fällt und der Gewinn an etwas mehr Bilddiagonale durch den etwas größeren Chip (5,80mm×4,92mm Chipfläche gegenüber 4,60mm×3,97mm) bereits deutlich sichtbar ist. Ihre höhere Empfindlichkeit kann die DMK31AF03.AS auch an hellen Deep-Sky-Objekten ausspielen: Erste Details des Pferdekopfnebels können mit dieser Kamera ebenso aufgenommen werden wie beispielsweise der helle Ringnebel.

Helle Deep-Sky-Objekte sind aber auch lohnenswerte Ziele für die große Farbkamera DBK41AF02.AS. Mit ihr gelingen an Teleskopen mit Brennweiten bis 1000mm sehr schöne Übersichtsaufnahmen heller Kugelsternhaufen, bekannter Doppelsterne und heller Nebel. Da mit zunehmender Chipgröße auch die maximale Bildrate abnimmt, eignen sich die großen Kameras weniger gut für die Planetenfotografie (hierbei ist eine möglichst hohe Zahl an gewonnenen Bildern für eine gute Qualität des verarbeiteten Bildes wichtig).

Die Domäne der Kameras von The Imaging Source sind zweifellos die Objekte unseres Sonnensystems, denn die Zunahme des Rauschens ist bei zunehmender Belichtungszeit erwartungsgemäß zu beobachten.

Einige der eingangs genannten Schwächen von klassischen unmodifizierten Webcams sind bei den Imaging Source-Kameras behoben: Die Bilddaten werden unkomprimiert an den Rechner weitergegeben, die

Belichtungszeit kann bis zu einer Stunde betragen und die Bildrate wurde auf bis zu 60 Bilder pro Sekunde erhöht. Andere Nachteile der Webcams sind geblieben: Die Sony-Chips werden auch bei den TIS-Kameras ungekühlt betrieben, so dass sie in ihrer Leistungsfähigkeit nicht an gekühlte CCD-Kameras heranreichen können. Die fehlende Kühlung ist jedoch bei der Mond- und Planetenfotografie wegen der kurzen Belichtungszeit der Einzelaufnahmen nicht relevant, sie wird erst bei Deep-Sky-Objekten wichtig. Darüber hinaus geben die TIS-Kameras – wie auch Webcams – die gewonnenen Bilder nur in einer Datentiefe von 8bit aus (d.h. zwischen schwarz und weiß sind 256 Abstufungen möglich), während andere ungekühlte CCD-Kameras 12bit (entspricht 4096 Abstufungen zwischen schwarz und weiß) ausgeben und gekühlte CCD-Kameras sogar mit 16bit Datentiefe (65536 Abstufungen) arbeiten. Weiterhin erlauben die ImagingSource-Kameras kein Binning, d.h. die Zusammenfassung von einzelnen Pixeln zu Pixelböcken, um eine höhere Empfindlichkeit zu erreichen, ist nicht möglich. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, dass bei der Aufnahme nicht nur der im Livebild markierte Bildausschnitt (ROI = Region of Interest) ausgelesen und an den PC übertragen wird, sondern das gesamte Bild. Der Ausschnitt (ROI) wird erst anschließend softwareseitig auf dem PC herausgerechnet. Somit werden mehr Daten als notwendig zwischen Kamera und PC ausgetauscht – zum Nachteil der maximal möglichen Bildrate.

Fazit

Das Einsatzgebiet der ImagingSource-Kameras sind die Objekte unseres Sonnensystems. Bedingt durch ihre schnelle Bildfolge können die TIS-Kameras mit den kleinsten Chips (DxK21xx04.AS) hier deutlich punkten. Für (Übersichts-) Aufnahmen des Mondes und der Sonne eignen sich die Kameras mit den größeren Chips sehr gut – die schnelle Bildfolge von 60 Bildern pro Sekunde können diese Kameras aber nicht mehr bieten. Wie bei allen ungekühlten Kameras ist spätestens nach den hellen Deep-Sky-Objekten die Leistungsgrenze erreicht.

Die Kameras von The Imaging Source bieten sich daher als nächsten Schritt für Besitzer einer Webcam an – und sind hier auch uneingeschränkt zu empfehlen, wenn der Anwender mit den genannten Nachteilen leben kann. Wer allerdings nach der oberen Leistungsgrenze von ungekühlten CCD-Kameras für die Astrofotografie greifen möchte, der ist bei anderen Anbietern besser aufgehoben: Ungekühlte CCD-Kameras mit höherer Farbtiefe, mit der Möglichkeit des Binning und auch mit größeren Chips sind beispielsweise in interstellarum 53 vorgestellt.

[1] Dittler, U.: Videoastronomie für Einsteiger, interstellarum 37, 64 (2004)

Weiter Blick mit beiden Augen

Sieben Kompaktferngläser für die Himmelsbeobachtung



VON STEPHAN GRÖHN, GEORG DÜNSING, DIETMAR KUBUSCH UND ACHIM TRIBELHORN

Welcher Sternfreund träumt nicht davon, mit einer handlichen Optik bei jeder sich bietenden Gelegenheit sofort und unkompliziert beobachten zu können? Leichte Kompaktferngläser kommen der Vorstellung von der immer und überall verfügbaren Taschensternwarte vielleicht am nächsten. Sie sind so kompakt, dass sich dafür ein Platz in jeder Aktentasche, ja bei manchen Modellen sogar in der Manteltasche findet. Die technische Entwicklung im Fernglasbau stand die letzten Jahre nicht still. Kontrast und Lichttransmission wurden auf ein sehr hohes Niveau geführt, von der auch die Himmelsbeobachtung profitieren könnte. Modelle mit 7× und 8× Vergrößerung versprechen weite Sehfelder und ruhiges Halten für jedermann. Acht kompakte Ferngläser der zum Teil höchsten Qualitätsstufe haben wir für Sie unter den Sternen getestet.

Abb.1: **Kompaktferngläser mit 7–8-facher Vergrößerung** und 32mm und 42mm Durchmesser sind Optik-Allrounder für die Naturbeobachtung. Wie stark zeigen sie sich am Nachthimmel?

Viele Amateurastronomen nehmen kleine Ferngläser nicht ernst, denn Öffnungen von 32mm oder 42mm sind in punkto Lichtsammelleistung größeren 50mm-Gläsern unterlegen. Doch haben Kompaktferngläser mit 7- oder 8-facher Vergrößerung ganz andere Vorzüge: Sie sind klein, leicht und besitzen ein besonders großes Gesichtsfeld. Das zentrale Trapez des Herkules, die Sternbilder Nördliche Krone oder Delphin, die Leier oder auch die unteren beiden Kastensterne des Großen Wagens passen je nach Modell (s. Tabelle) jeweils ganz oder fast in das Sehfeld der hier vorgestellten Optiken.

Die vergleichsweise niedrigen Vergrößerungen erleichtern durch die weniger stark ausgeprägte Handruhe die freihändige und ungebundene Himmelsbeobachtung – ein großer Vorteil gegenüber der Teleskopbenutzung. Doch natürlich schließen sich Fernglas- und Teleskopbenutzung keineswegs aus, sondern ergänzen sich vielmehr. Ein Fernglas mit großem wahren Gesichtsfeld ist prädestiniert für die Vorbe-

reitung der Teleskopbeobachtung. Man kann sich damit dank sehr großem Überblick hervorragend in einer Himmelsregion orientieren und Sternmuster für das spätere Starhopping am Teleskop einprägen. Das Sehen mit beiden Augen ist dabei deutlich entspannter und zeigt meist auch mehr Details als das Sucherfernrohr.

Es lohnt sich deshalb durchaus, ein solches auf einem Fotostativ befestigtes Fernglas auf das gleiche Objekt auszurichten wie das Teleskop. Dank weitem Sehfeld kann völlig unproblematisch manuell nachgeführt werden und jederzeit zwischen binokularer Übersicht und Detailansicht gewechselt werden. Möchte man mit dem Fernglas wieder freihändig beobachten, lassen viele Stativadapter ein unkompliziertes Abnehmen zu.

Testarrangement

Im Herbst und Winter 2005/2006 standen eine Reihe hochklassiger Ferngläser des Typs 8×32 und 7×42 für einen



Abb. 2: **Die getesteten Gläser im Überblick:** Nikon 8×32 HG-L DCF, Zeiss Victory 8×32 T* FL, Swarovski EL 8×32 WB, Leica Ultravid 8×32 BR (oben), Swarovski SLC 7×42 B, Zeiss Victory 7×42 T* FL, Leica Ultravid 7×42 BR (unten).

Testbericht im Bereich Ornithologie zur Verfügung (Zeitschrift »Vögel«, Ausgaben 2/2006 und 3/2006). Einige Mitglieder des Optiktestteams sind gleichzeitig Hobbyastronomen und haben die Ferngläser auch unter dem Sternenhimmel ausgiebig unter die Lupe genommen.

Verglichen wurden die 8×32-Modelle Leica Ultravid, Nikon HG-L, Swarovski EL und Zeiss Victory FL sowie die 7×42-Versionen der Gläser Leica Ultravid, Swarovski SLC und Zeiss Victory FL. Außer Konkurrenz nahm ein 8×32-Glas von Vixen teil.

Bei allen Modellen handelt es sich um Prismenfeldstecher mit Dachkantprismen, Innenfokussierung, Drehaugenmuscheln und druckwasserdichter Bauweise mit Stickstofffüllung. Das Glas von Vixen ist in klassischer Bauweise mit Porroprismen realisiert.

Bis zu fünf Ferngläser wurden parallel auf einer Vixen DX-Montierung mittels eigens angefertigter Stativadapter und kleinen Kugelköpfen montiert. So konnte jederzeit bequem manuell nachgeführt

werden. Angesichts der großen Sehfelder im Testfeld war dies jedoch ungewohnt selten notwendig.

Besondere Stativadapter wurden für unseren Test benötigt, weil außer bei dem Vixen-Modell und dem Swarovski SLC keine Gewinde für einen standardmäßigen L-Fotostativadapter vorhanden waren.

Die Gläser wurden auch bei Temperaturen bis -15°C unter freiem Himmel getestet.

8×32 oder 7×42?

Die große Austrittspupille von 6mm in Verbindung mit der größeren Öffnung vom 42mm scheinen zunächst klar für die bessere Eignung eines 7×42-Fernglases für die Himmelsbeobachtung zu sprechen. Umso erstaunter waren wir, dass sich der 8×32-Feldstechertyp vergangenen Winter unter einem normalen Landhimmel im norddeutschen Flachland bei Grenzgrößen von rund $5^{\text{m}}0$ bis $5^{\text{m}}8$ praktisch immer den 7×42-Gläsern in Detailerkennbarkeit

und Kontrast bei flächigen, wie auch bei punktförmigen Himmelsobjekten überlegen zeigte. 8×32-Feldstecher stellen einen besseren Kontrast zwischen Himmelshintergrund und Beobachtungsobjekt her und zeigen dank der etwas höheren Vergrößerung mehr Details. Der Himmel ist in 8×32-Gläsern dunkler als mit 7×42-Modellen. 7×42-Ferngläser fangen durch ihr gesteigertes Lichtsammelvermögen auch das unerwünschte Streulicht des Himmelshintergrunds vermehrt auf. Vor diesem Hintergrund erstaunt die Tatsache, dass sogar der Feldstechertyp 7×50 mit seiner noch größeren Austrittspupille immer noch als besonders gut geeignetes Astroglas empfohlen wird. Schon ein 7×42-Glas benötigt unserer Einschätzung nach annähernd ideale Beobachtungsbedingungen, wie man sie heutzutage nur noch fernab von Städten in höheren Gebirgslagen bei bestem Beobachtungswetter finden mag.

Vergleicht man die Leistungsfähigkeit beider Ferngläsertypen nachts terrestrisch, zum Beispiel beim Beobachten einer Ge-



Abb. 3: Für den Test wurden die Gläser mit selbstgefertigten Adaptern aus Holz auf einer parallaktischen Montierung befestigt, da keine Gewinde für einen Stativ-Adapter vorhanden sind. Nur beim Swarovski SLC und beim Vixen-Modell sind diese vorhanden.

Muss es immer teuer sein?

einen geringen Kontrast und zeigt sich bei Streulicht viel empfindlicher. Für Brillenträger ist es nur bedingt zu empfehlen, weil sein Austrittspupillenabstand recht gering ist. Es verfügt aber mit $8,4^\circ$ bei den 8x-Gläsern über das größte Sehfeld, wengleich sich der Bereich hoher Schärfe auf die Bildmitte beschränkt. Die Sternabbildung in diesem Bereich kann als ausgesprochen gut, das heißt punktförmig bezeichnet werden. Es ist ein handliches

und besonders leichtes Glas. In einer Disziplin ist der Vixen-Feldstecher sogar Testsieger: Es zeigt als einziges Glas keine kissenförmige Verzeichnung. Gerade Kanten werden auch am Rand des Sehfeldes nicht durchgebogen. Der Mond bleibt am Rand rund und verformt sich nicht zum Oval, wie dies bei den anderen Ferngläsern mit kissenförmiger Verzeichnung mehr oder weniger der Fall ist. Die Mechanik (Mitteltrieb, Knickbrücke und Dioptrienausgleich) des Vixen-Glases war die temperaturanfälligste aller Gläser.

Das Vixen-Fernglas Ultima 8x32 – ein Vertreter klassischer Bauweise mit Porroprismen – wurde als Vertreter einer anderen Preisklasse in allen Disziplinen mitgetestet. Wir wollten so nebenbei auch die Frage untersuchen, was ein Glas der Mittelklasse von Modellen der aktuellen Spitzenklasse unterscheidet.

Das Vixen-Fernglas ist den Highendgläsern in fast allen Belangen optisch klar unterlegen. Insbesondere hat es

büschengruppe, fällt die Überlegenheit der 7x42-Version sofort auf: Man sieht wesentlich mehr Details. Sobald der Blick jedoch zu den Sternen gerichtet wird, kehrt sich die Situation unter einem weniger als idealen Himmel überraschend deutlich um. Das fällt am deutlichsten bei flächigen Deep-Sky-Objekten auf. Bei typischen Beispielen wie M 31 und M 33 sieht man auch von den Randbereichen dieser Galaxien mit den 8x32-Gläsern mehr. Der Beobachtungsstandort bestimmt also, welches Fernglas für astronomische Beobachtungen besser geeignet ist. Das Potential relativ kleiner und kompakter Ferngläser im Vergleich zu so genannten Dämmerungsgläsern sollte dabei nicht unterschätzt werden.

Optik

Beim Auflösungsvermögen haben wir in der Bildmitte ohne nachvergrößernde optische Hilfsmittel keine wesentlichen Unterschiede bei allen Ferngläsern feststellen können. Selbst das 8x32-Vixen Ultima konnte hier gut mithalten. Neben verschiedenen Trockentests mit Hilfe spezieller Testtafeln wurde das Auflösungsvermögen auch an Doppelsternen geprüft. Die Sternabbildungen waren bei nicht zu hellen Sternen (2^m und schwächer) in der Bildmitte perfekt punktförmig. Ab einer scheinbaren Helligkeit von ungefähr 1^m zeigten sich auch in der Bildmitte je nach Modell mehr oder weniger deutlich strahlenförmige Streuungserscheinungen.

Als besonders wichtige Kriterien für die Eignung kristallisierten sich zwei Optikmerkmale heraus: Kontrast und Größe des scharf abgebildeten Feldes. Unschärfe abseits der Bildmitte fällt bei auf unendlich fokussierter Optik sofort auf, wenn man punktförmige Objekte betrachtet. Benutzt man das Glas parallel zu einer gut abbildenden Teleskopoptik, fällt die Randunschärfe des Fernglases unangenehm auf. Diese Unschärfe wird meist durch Bildfeldwölbung oder auch durch Astigmatismus hervorgerufen. Einzig das Nikon-Glas konnte in dieser Disziplin überzeugen und auf den zweiten Blick auch die Ferngläser von Swarovski. Letztere und besonders das 8x32-Modell zeigten zwar eine deutliche Unschärfe am Rand. Dafür wird aber insgesamt ein sehr weites Feld mit guter Schärfe geboten.

Beim Thema Kontrast zeigte sich eine Überraschung, die so unserem Wissen nach noch nie in der Literatur beschrieben wurde. Mit Hilfe spezieller Testtafeln wurden die Gläser auf Farbkontrast und Hell-Dunkel-Kontrast untersucht. Dabei zeigte

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

sich, dass die Gläser mit dem stärksten Farbkontrast (Leica Ultravid) keineswegs auch den stärksten Kontrast im Bereich der Schwarz-Weiß-Töne (Swarovski SLC) aufwiesen.

In der Beobachtungspraxis zeigte sich das Fernglas mit dem besten Graukontrast, das Swarovski 7×42 SLC, bei terrestrischer Verwendung in der Dämmerung bis in die Nacht hinein als besonders leistungsstark, z.B. bei Beobachtung von Baumgruppen und Feldern. Dieser Effekt wirkte sich dabei so deutlich aus, dass trotz stärkerer Helligkeit des Bildes im Zeiss 7×42 Victory FL das Swarovski SLC 7×42 dieses beim Erkennen von Details im Dunklen gerade eben noch übertreffen konnte. Wir deuten diesen Befund so, dass eine auf die Lichtverhältnisse der Dämmerung und Nacht speziell abgestimmte Vergütung das Kontrastempfinden in einer Weise beeinflussen kann, die sich für die Wahrnehmung noch stärker auswirkt als die Lichttransmission. Voraussetzung ist dabei sicher ein gewisses Mindestmaß an Transmissionsleistung, über das im Spitzenbereich aber alle Ferngläser verfügen dürften. Leider ist eine solche speziell abgestimmte Vergütung für die Dämmerungsleistung oft mit einer gelblichen Farbtonung bei Tage verbunden. Das 7×42 Swarovski SLC zeigte allerdings nur eine sehr schwach gelbe Farbtonung.

Damit der Überraschungen noch nicht genug: Gegen den Himmel gerichtet, wendete sich das Blatt abermals. Die Ferngläser mit dem stärksten Farbkontrast (Leica) zeigten bei flächigen Objekten im Bereich Deep-Sky (Galaxien) die meisten Details. Referenzobjekt war beispielsweise die Triangulumgalaxie M 33, aufgrund ihrer Ausdehnung ein typisches Fernglasobjekt. Sie ist bei aufgehelltem Himmel immer eine Herausforderung für die Optik und zeigt vom Kern bis in die Randbereiche viele Abstufungen und Schattierungen. Dieser Befund überrascht, denn man würde erwarten, dass das Glas mit der besseren Kontrastleistung bei Grautönen besser abschneidet als das Instrument mit dem größten Farbkontrast.

Die Ferngläser in der Praxis

Leica Ultravid 8×32 BR

Das besonders kompakt gebaute und leichte 8×32 Leica war bei Tageslicht das farbkontraststärkste Fernglas im Testfeld. Insbesondere bei flächigen Objekten wie M 42, aber auch in Sternfeldern, ließ dieses Modell mehr Strukturen erkennen als alle anderen Gläser des Tests. M 33 und

sternreiche Regionen mit Dunkelwolken im Sternbild Schwan schienen geradezu plastisch dreidimensionale Formen anzunehmen. Dunkle Bereiche hoben sich dabei besonders deutlich von helleren ab. In

kontrastschwächeren Ferngläsern wie dem Vixen Ultima oder auch dem Nikon HG-L blieb der Eindruck meist mehr flächenhaft und vergleichsweise blass.

interstellarum-Produktvergleich

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 Produktvergleiche, 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 8×32-Ferngläser in der Praxis

Leica Ultravid

- + hervorragender Farbkontrast
- + beste Streulichtunterdrückung im Test
- + kompaktestes Gerät im Test
- + sehr leicht
- + Mechanik kälteunempfindlich
- ausgeprägte Randunschärfe
- Pupillenschnittweite für viele Brillenträger nicht ausreichend

Nikon HG-L

- + geringe Randunschärfe und Verzeichnung
- + wenig Farbsäume
- + gute Brillenträgereignung
- relativ streulichtempfindlich
- Kontrastleistung nicht optimal
- Schwächen bei Griffergonomie und Zubehör

Swarovski EL

- + helles Bild
- + großes und weit auskorrigiertes scharfes Sehfeld
- + gutes Einblickverhalten
- + gute Sternabbildung
- + sehr gute Griffergonomie
- Randunschärfe
- teuer

Zeiss Victory FL

- + sehr helles Bild
- + natürliche Farbwiedergabe
- + guter Kontrast
- + weites Sehfeld
- + Farbsäume selbst am Sehfeldrand kaum sichtbar
- + Streulicht gut unterdrückt
- + gute Brillenträgereignung
- + Mechanik kälteunempfindlich
- ausgeprägte Randunschärfe
- Einblick vergleichsweise anstrengend



Abb. 4: Die Gläser von Leica und Swarovski sind die Platzhirsche in der 42mm-Klasse: Leica Ultravid 7x42 BR (mit Tasche), Swarovski SLC 7x42 B.

Farben wirken bei Tage im Leica besonders leuchtend und gesättigt. Das Sehfeld des Leica ist minimal kleiner als das der anderen Spitzengläser. Der Bereich, der wirklich scharf abgebildet wird, ist, bedingt durch Bildfeldwölbung, jedoch deutlich kleiner. Das Leica lag beim Schärfefall zum Rand des Gesichtsfeldes deutlich hinter Nikon und Swarovski. Lediglich die zentralen 50% wurden einwandfrei punktförmig scharf abgebildet. Mechanisch war das Leica tadellos und zeigte auch bei tiefsten Temperaturen keinerlei Beeinträchtigung. Lediglich beim Betätigen der schwergängigen Drehaugenmuscheln musste das Glas immer festgehalten werden, damit es sich auf dem Stativadapter nicht verschob.

Nikon 8x32 HG-L

Das Nikonglas ist in vielem der Antipode zum Leica. Es ist das schwerste der 8x32-Gläser. Sein Kontrast am nächtlichen Sternenhimmel bei flächigen Deep-Sky-Objekten (z.B. M 42, M 31 und M 33) zeigt sich als überraschend deutlich geringer. Fährt man z.B. den Bereich um Deneb im Schwan mit seinen Gas- und Dunkelwolken ab, so zeigte das Nikon-Glas weniger Konturen und Details. Sofern störende Lichtquellen wie z.B. der Mond in der Nähe sind, verstärkt sich der Unterschied noch, denn das Nikon-Fernglas ist anfälliger für Streulicht. Dafür verfügt es aber über ein sehr weites und trotzdem schön geebnetes Feld mit ausgedehnter Schärfe bis fast zum Rand. In gewisser

Weise könnte man deshalb sagen, dass eine Kombination der positiven Eigenschaften der Optiken von Nikon und Leica das ideale Astrofernglas in dieser Klasse ergeben würde. Der Nikon-Feldstecher zeigte sich andererseits als recht unempfindlich für Farbränder z. B. am Mond. Die Austrittspupille befindet sich recht weit hinter den Okularen und das Glas verfügt über reichlich Überhub. Dadurch ist das Nikon zur Benutzung mit Brille besonders empfehlenswert. Bei Temperaturen unter -5°C wurden die beweglichen Teile dieses Fernglases (Mitteltrieb, Dioptrienausgleich, Augenmuscheln und Knickbrücke) merklich schwergängiger. Wegen der okularseitig angebrachten Ausbuchtungen ließ sich dieses Glas mit großen Händen weniger gut halten und nur schwer auf einem Stativadapter anbringen.

Swarovski EL 8x32 WB

Das Swarovski EL verfügt nach den beiden Modellen von Zeiss über das hellste Bild im Testfeld. Seine Kontrastwiedergabe ist gut, konnte jedoch die Leistung der Gläser von Leica und Zeiss nicht ganz erreichen.

Die Sternabbildung des Swarovski-Instruments wirkte besonders bei hellen Sternen (Beteigeuze, Rigel, Deneb, Wega) eine Idee sauberer als bei den anderen getesteten Modellen mit Dachkantprismen. Es hat in seiner Klasse die größte Baulänge und deshalb vermutlich eine längere Objektivbrennweite mit einem entspannteren Öffnungsverhältnis als die kom-

pakteren Konkurrenzmodelle. Es verfügt über das drittgrößte Sehfeld der Gläser nach dem 8x32-Modell von Vixen und ganz knapp hinter dem 32mm-Zeiss-Glas. Die Ausdehnung des Sehfeldbereichs der scharf abgebildet wird, ist aber deutlich größer als beim Zeiss-Modell und kann hier sogar mit dem Nikon-Fernglas mithalten. So kommt das Swarovski EL der oben beschriebenen Idealvorstellung aus einer Kombination von gutem Kontrastverhalten und möglichst ausgedehnt scharfem Feld wohl am nächsten.

Tiefe Minustemperaturen zeigten eine leichte Wirkung auf die mechanischen Bauteile, das Fokussierad lässt sich dann z.B. etwas schwerer drehen als bei Zimmertemperatur. Swarovski verwendet offenbar ein flüssigeres Schmierfett als Leica oder Zeiss. Man erkennt dies z.B. an den abgeschraubten Augenmuscheln. In der Handhabung ergibt das zwar den Eindruck »butterweich«, doch ist die Mischung offenbar temperaturabhängiger. Als weiteres Zubehör befindet sich ein DiGITalkameraadapter mit im Lieferumfang.

Zeiss Victory 8x32 T* FL

Dieses Fernglas war nach dem 7x42 des gleichen Herstellers das zweithellste im Testfeld. Es hatte unter den 8x32-Gläsern den zweitstärksten Kontrast und wies hier nach dem Vixen-Glas das größte Sehfeld auf, was es als Sucheroptik und Ergänzung zum Teleskop besonders prädestiniert. Die Farbwiedergabe am Tage wirkte besonders naturgetreu.

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

Sieben Kompaktgläser im Vergleich							
Modell	Leica Ultravid 8×32 BR	Nikon 8×32 HG-L DCF	Swarovski EL 8×32 WB	Zeiss Victory 8×32 T* FL	Leica Ultravid 7×42 BR	Swarovski SLCneu 7×42 B	Zeiss Victory 7×42 T* FL
Objektivdurchmesser	32mm	32mm	32mm	32mm	42mm	42mm	42mm
Vergrößerung	8×	8×	8×	8×	7×	7×	7×
Objektives Sehfeld	7,7°	7,8°	8°	8°	8°	8°	8,6°
Austrittspupille	4mm	4mm	4mm	4mm	6mm	6mm	6mm
Prismen- und Bauweise	Dachkantprismen vom Typ Schmidt-Pechan	Dachkantprismen vom Typ Abbe-König	Dachkantprismen vom Typ Schmidt-Pechan	Dachkantprismen vom Typ Schmidt-Pechan	Dachkantprismen vom Typ Schmidt-Pechan	Dachkantprismen vom Typ Schmidt-Pechan	Dachkantprismen vom Typ Abbe-König
Stativgewinde vorhanden	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein
Maße	116mm × 120mm	138mm × 129mm	114mm × 138mm	116mm × 129mm	121mm × 142mm	122mm × 164mm	128mm × 164mm
Gewicht	535g	695g	610g	550g	765g	950g	740g
mitgeliefertes Zubehör	Neopren-Trageriemen, gepolsterte Corduratasche, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch	Trageriemen, Ledertasche, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzkappen aus Hartplastik	Neopren-Trageriemen, Tasche, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch	Neopren-Trageriemen, gepolsterte Corduratasche mit verstellbarem Tragegurt, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch	Neopren-Trageriemen, gepolsterte Corduratasche, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch	Neopren-Trageriemen, Tasche, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch	Neopren-Trageriemen, gepolsterte Corduratasche mit verstellbarem Tragegurt, einteiliger Okularschutzdeckel, Objektivschutzdeckel mit O-Ring zur Befestigung am Objektivtubus, Mikrofaser-Reinigungstuch
Preis (UVP des Herstellers)	1530€	1099€	1695€	1530€	1585€	1390€	1595€

Die 7×42-Ferngläser in der Praxis:

Leica Ultravid

- + hervorragender Farbkontrast
- + gute Streulichtunterdrückung
- + kompaktestes 7×42-Glas im Test
- + Mechanik kälteunempfindlich
- ausgeprägte Randunschärfe

Swarovski SLC

- + gutes Einblickverhalten ermöglicht sehr entspanntes Beobachten
- + großes und weit auskorrigiertes Sehfeld mit guter Randschärfe
- + gute Sternabbildung
- + sehr gute Dämmerungsleistung
- relativ hohes Gewicht

Zeiss Victory FL

- + sehr helles Bild
- + natürliche Farbwiedergabe
- + guter Kontrast
- + sehr weites Sehfeld
- + Farbsäume selbst am Sehfeldrand kaum sichtbar
- + Streulicht gut unterdrückt
- + gute Brillenträgereignung
- + Mechanik kälteunempfindlich
- ausgeprägte Randunschärfe
- kissenförmige Verzeichnung

Farbsäume waren bei den Ferngläsern von Zeiss dank apochromatischer Optik nahezu unsichtbar. Das Sehfeld, das scharf abgebildet wurde, war etwas ausgedehnter als beim Leica, ohne jedoch an die diesbezügliche Leistung von Nikon und Swarovski heranzukommen. Für diese Unschärfe zeichnete nicht nur die Bildfeldwölbung verantwortlich, sondern auch ein zum Rand hin erkennbarer Astigmatismus. Dies ist möglicherweise die Ursache für ein im Vergleich etwas kritisches Einblickverhalten. Ansonsten bewies auch das Zeiss Victory vornehmlich durch seine Kontraststärke deutlich, wie gut auch vergleichsweise kleine Optiken für die Himmelsbeobachtung geeignet sind.

Die Mechanik der Victory Gläser beeindruckten auch tiefste Temperaturen nicht. Alles blieb beweglich wie bei Plus-temperaturen. Es fiel jedoch auf, dass beide Zeiss-Gläser deutlich eher beschlugen als die anderen Ferngläser. Schnell gefror der Taubeschlag über Glasflächen und Armierung zu Raureif, was eine weitere Benutzung unmöglich machte. Da die anderen Ferngläser im Unterschied zu den Modellen von Zeiss Metallgehäuse haben, liegt die Vermutung nahe, dass

die geringere Wärmeleitfähigkeit des bei Zeiss für die Gehäuse verwendeten Kunststoffs bzw. Kompositmaterials hierfür verantwortlich ist. Aus Pappe improvisierte Taukappen sorgten hier für eine deutliche Verbesserung. Es muss erwähnt werden, dass wir noch Modelle ohne die inzwischen eingeführte wasserabweisende »Lotutec«-Vergütung im Test hatten, die es inzwischen unter anderem Namen auch für die Gläser von Leica und Swarovski gibt. Inwieweit diese Beschichtung auch das Beschlagen der Glasoberflächen bei niedrigen Temperaturen beeinflusst, bleibt zu überprüfen.

7×42-Feldstecher

Die 7×42-Gläser sollen hier nicht mehr im Detail beschrieben zu werden. Grundsätzlich weist die Abbildungsqualität markenspezifisch ähnliche Eigenschaften wie die der kleineren Schwestermodelle auf. Gründe hierfür sind unter anderem die jeweils verwendeten gleichen Vergütungstechnologien und auch die »Philosophien« beim Optikdesign. Das Leica Ultravid hat bei flächigen Objekten erneut die Nase ganz leicht vorn. Allerdings ist der Abstand zum Zeiss geringer als bei den 8×32-Gläsern, so dass man ihn nur bei sehr kritischer Prüfung beider Gläser im direkten Vergleich wahrnehmen kann. Das 7×42-Glas von Zeiss hat das größte Sehfeld im Test, bei einer allerdings recht ausgeprägten Unschärfe und kissenförmigen Verzeichnung zum Sehfeldrand hin. Das Swarovski SLC brilliert mit einem sehr weiten Feld, das scharf abgebildet wird, und einer weit nach hinten gezogenen Austrittspupille (fast 20mm Augenabstand). Letzteres ist bei Beobachtung auf Stativ immer ein Vorteil, was vielen Sternenfreunden von Astro-Okularen her bekannt sein dürfte. Erneut war die Sternabbildung ab einer bestimmten Helligkeit (ca. 1^m) im Swarovski dem Ideal näher, als die der anderen Modelle.

Fazit

Die vorgestellten Ferngläser wurden primär für die Naturbeobachtung konzipiert. Die dabei gewünschte Leichtbauweise geht häufig, aber nicht immer mit einer geringeren Randschärfe einher, die noch Wünsche offen lässt. Die großen Sehfelder in Verbindung mit starker Kontrastleistung machen die hier vorgestellten Kompaktferngläser jedoch auch für den Astrogebrauch ausgesprochen attraktiv. Die hochwertigen 8×32-Feldstecher mit Dachkantprismen werden ihrem Ruf als gute Allroundtalente auch unter dem Sternenhimmel überraschend klar gerecht. Die 7×42-Feldstecher erwiesen sich eher als Spezialisten für sehr dunklen Himmel und terrestrische Beobachtung in der Dämmerung. Sollten Sie sich zur Anschaffung eines der vorgestellten Kompaktferngläser entschließen, könnte es sich sehr schnell herausstellen, dass es Ihr am häufigsten benutztes optisches Gerät wird – und das nicht nur, weil man es auch am Tage gerne benutzt.

Neues vom Fernglasmarkt



Dachkant-Ferngläser mit 42mm Öffnung sind bei den meisten renommierten Herstellern die Flaggschiffe ihrer Modellreihen. Nun präsentieren drei weitere Hersteller aktuelle Instrumente auf diesem viel umkämpften Markt.

Pentax schickt seine Gläser der Baureihe »DCF HRc« ins Rennen. Die beiden Modelle mit 8- und 10-facher Vergrößerung beeindrucken mit gerade einmal 670g Gewicht und erstaunlichen Gesichtsfeldern von 7,5° und 6°. Beide Geräte sind wasserdicht und gegen Beschlagen von innen mit Stickstoff gefüllt. Sie verfügen über die von den Pentax-Okularen bekannte SMC-Vergütung. Die unverbindlichen Preisempfehlungen liegen bei 369€ für das 8×42-Glas und 399€ beim 10×42-Modell.



Minox führt neue Gläser der BD-Baureihe mit 8,5-facher und 10-facher Vergrößerung ins Feld. Beide Instrumente besitzen ca.

6° wahres Gesichtsfeld und wiegen jeweils 695g. Die Gläser sind staubdicht montiert und halten kurzzeitig auch bis zu 5m Wassersäule stand. Das Innere ist gegen Beschlagen mit Argon gefüllt. Beide Instrumente werden mit Trageriemen und Bereitschaftstasche geliefert. Die vom Hersteller vorgegebenen unverbindlichen Preise liegen bei 699€ (8,5×42) und 749€ (10×42). Es sind auch Modelle mit 52mm Öffnung erhältlich.

Nikon setzt mit der EDG-Reihe auf den Trend der apochromatischen Fernglasobjektive mit ED-Gläsern, die zuvor in Fotoobjektiven verwendet wurden. Für astronomische Anwender interessant sind die 8×42 und 10×42-Modelle. Auch die Nikon-Gläser sind wasserdicht und mit Stickstoff gefüllt. Das Gesichtsfeld übertrifft mit 7,7° bzw. 6,5° selbst das der renommierten Konkurrenz von Leica, das Gewicht ist mit 810g bzw. 820g jedoch deutlich höher. Auch bei den Preisen liegt man auf Augenhöhe: Für ein EDG 8×42 muss man 1949€ ausgeben, das 10×42 gibt es für 1999€.

■ Ronald Stoyan

Neues Einstiegeteleskop von Meade



Beim neuen Meade Teleskop DS-2090 MAK GT handelt es sich um einen Reflektor in Maksutov-Bauweise mit 90mm Öffnung und 1250mm Brennweite (Öffnungsverhältnis f/14), der auf einer azimuthalen Einarmgabelmontierung montiert ist. Das vollständig computergesteuerte Teleskop ist mit einer Objektbank von über 1400 gespeicherten Himmelsobjekten ausgestattet, die mittels der mitgelieferten Handsteuerbox

und Steuersoftware auf Knopfdruck angefahren werden können. Das Teleskop richtet sich damit speziell an Astronomieeinsteiger, denen das automatische Goto-Steuersystem Objekte am nächtlichen Sternenhimmel auffinden hilft.

Der Lieferumfang beinhaltet neben dem optischen Tubus und der Montierung nebst Handsteuerbox auch ein Kunststoffstativ, zwei 1 ¼"-Super-Plössl Okulare mit 26mm und 9,7mm Brennweite und einen LED-Leuchtpunktsucher. Das Gesamtgewicht beträgt 10kg, der Preis wird mit 599€ angegeben.

■ Frank Gasparini

Multiaadapter von Gerd Neumann

Die Firma Gerd Neumann bietet einen neuen, vielseitig verwendbaren Multiaadapter an. Er ist zugleich Reduzierstück, Filterhalter und Komponente zur Okularprojektion in einem und bietet fünf Anschlussmöglichkeiten. Teleskopseitig weist der Adapter einen 2"-Steckdurchmesser (50,8mm) mit konischer Sicherungsnut, ein Filtergewinde für 2"-Filter (M48×0,75) und ein T2-Muttergewinde (M42×0,75)



auf. Okularseitig beträgt der Steckdurchmesser 1,25" (31,8mm). Außerdem sitzt hier ein T2-Bolzenschraubgewinde (M42×0,75). Der schwarz eloxierte Alukörper kann damit für vielseitige Anpassungen an Instrumenten mit 2"-Steckanschluss verwendet werden, an denen 1,25"-Zubehör benutzt werden soll.

■ Frank Gasparini

Selbstbau in Perfektion

Eine selbstgebaute Deutsche Montierung



VON MARTIN RAABE

Eine gute Montierung führt das Teleskop zuverlässig einem Objekt nach und lässt sich dabei von äußeren Störeinflüssen wenig beeindrucken. Im mobilen Einsatz ist sie schnell aufgebaut und auf den Pol justiert, und zu später Stunde mit wenigen Handgriffen wieder abgebaut. Der Transport gestaltet sich so einfach wie möglich. Kommerzielle Montierungen mit diesen Qualitäten sind bereits für mittelgroße Teleskope teuer, und lassen trotzdem oft noch Wünsche offen. Wie bei Teleskopen liegt daher die Frage nah: warum eigentlich kein Selbstbau?

Eine alte Weisheit der Amateurastronomie besagt, dass meist die verwendeten Optiken leistungsfähiger sind als die Montierungen. Das gilt insbesondere auch für Selbstbauten in beiden Bereichen. Jedoch ist eine Montierung ein komplexes mechanisches System, dessen Feinheiten sich erst bei genauer Betrachtung erschließen. Nur durch gründliche Planung und konsequente Umsetzung lässt sich im Selbstbau ein überzeugendes Ergebnis erreichen, das einem Vergleich mit guten kommerziellen Montierungen standhält. Zudem hat man seine eigenen Ideen verwirklicht, eine Menge über Mechanik gelernt, versteht die Funktion von Montierungen wirklich bis ins Detail, und hat nicht zuletzt seine handwerklichen Fertigkeiten perfektioniert.

Die Montierung als elastische Struktur

Beim Fokussieren eines hoch vergrößerten Planetenbildes wird dem Beobachter die wesentliche mechanische Eigenschaft einer Montierung buchstäblich vor Augen geführt. Bereits das Betätigen des Fokussierknopfes leitet Kräfte über den Teleskop-tubus in die Montierung ein, worauf das System mit einer elastischen Verformung reagiert. Dadurch entsteht eine Winkelabweichung der optischen Achse von der ur-

sprünglichen Blickrichtung und das Objekt verschiebt sich im Okular.

Die Steifigkeit der gesamten Struktur, bestehend aus Tubus, Montierung und Stativ bestimmt, wie stark sich ein Objekt in der Bildebene bewegt, wenn am Okularauszug hantiert wird, Wind aufkommt, oder sonstige Kräfte auf das Teleskop einwirken. Genauso wie eine Blattfeder oder Schraubenfeder bildet jedes einzelne Bauteil der Montierung ein elastisches Federelement. Mithilfe der Gesetze der technischen Mechanik lässt sich für ein Bauteil bestimmen, welcher Belastung es im Betrieb unterliegt und wie groß sein Beitrag zur gesamten Elastizität der Montierung ist.

Hierbei kann man zwischen statischen und dynamischen Belastungen unterscheiden: Durch die Gewichtskräfte von Teleskop-tubus, Gegengewicht und den Bauteilen der Montierung selbst wird jedes Teil statisch belastet und dadurch elastisch verformt. Diese Verformung ist für die visuelle Beobachtung in der Regel unbedeutend, kann jedoch bei langbelichteten Aufnahmen stören, wenn durch die zeitliche Variation der Richtung der Gewichtskraft Winkelabweichungen zwischen Aufnahme- und Leitoptik auftreten.

Wichtiger für die Beurteilung einer Montierung sind die im Betrieb auftretenden dynamischen Belastungen. Sie zeigen sich nach einem Anstoßen des Tubus als Hin-

Abb. 1: **Eine deutsche Montierung im Selbstbau** ist eine besonders anspruchsvolle Herausforderung – umso mehr, wenn auch das Äußere überzeugen soll und Wert auf eine kompakte Bauform gelegt wird.

und Herschwingen des Objekts, oder während einer Windböe als kurzzeitige Verschiebung des Bildes.

Generell ist für eine Montierung eine möglichst hohe Steifigkeit wünschenswert. Eine steifere Montierung reagiert weniger stark auf die von außen einwirkenden Störungen. Im Fall einer stoßförmigen Anregung entsteht eine Schwingung mit der Resonanzfrequenz des Systems, und bei einer steiferen Montierung liegt diese Frequenz höher, die maximale Auslenkung des Bildes ist bei gleicher Stoßanregung kleiner und die Schwingung ist nach kürzerer Zeit soweit abgeklungen, dass sie nicht mehr wahrnehmbar ist. Dafür wesentlich ist auch das Dämpfungsverhalten der Konstruktion bzw. der verwendeten Werkstoffe. Ein stark gedämpftes System wandelt die Energie der Schwingung in kürzerer Zeit in Wärme um.

Die Steifigkeit von Bauteilen

Für einfach gestaltete Bauteile ist eine näherungsweise Berechnung der Steifigkeit mit den Gleichungen der Elastome-



Abb. 2: **Die beiden Hauptachsen** und die zugehörigen Lagergehäuse. In der Bildmitte ist eines der vier Kegelrollenlager zu sehen.

chanik möglich. Hierbei werden die realen Bauteile idealisiert, und die grundlegenden Verformungsarten, also Dehnung, Biegung und Verdrehung (Torsion), als Reaktion auf Kräfte und Drehmomente berechnet. Der interessierte Leser muss hier auf die entsprechende Literatur der Technischen Mechanik verwiesen werden. Eine gute Einführung mit konkreter Anwendung auf den Montierungsbauteile findet sich in [1].

Generell besteht der Rechengang aus drei Abschnitten:

- Ermittlung der Belastungen, die auf die einzelnen Bauteile wirken
- Bestimmung der Einzelverformung der Teile unter den jeweiligen Belastungen
- Ermittlung, welche Winkelneigung der optischen Achse durch die Summe der Einzelverformungen entsteht

Die Gestaltung der Bauteile kann nun so erfolgen, dass alle wesentlichen Einzelteile ungefähr den gleichen Beitrag zur Bildverschiebung bei einer bestimmten angenommenen Belastung leisten. Sinnvoll ist etwa die Annahme einer Kraftwirkung von 1 Newton (entsprechend der Ge-

Abb. 3: **Die Flansche zur Schwalbenschwanzklemmung** und – nicht im Bild – zum Deklinationsgehäuse stützen sich axial auf dem Innenring des Lagers ab, nicht auf der Stirnseite der Achse.



wichtskraft einer Masse von 0,1kg) am Ort des Okularauszugs, wie sie leicht beim Fokussieren auftreten kann.

Hierbei kann sich z.B. ergeben, dass unter dieser Belastung das obere Ende der Rektaszensionsachse eine Winkelverkipfung um 1" zeigt, bezogen auf das als »fest eingespannt« gedachte Lagergehäuse. Wenn nun der Polblock eine Neigung von 5" gegenüber seiner Lagerung zeigt, bildet er bei dieser Konfiguration einen Schwachpunkt. Seine Steifigkeit sollte erhöht werden, oder alternativ könnten die beiden Hauptachsen weniger steif und somit entsprechend leichter konstruiert werden.

Mit zunehmender Komplexität der Bauteile wird der Rechenaufwand sehr groß, und zudem bei kurzen und dicken Teilen ungenau. Um auch solche Bauteile untersuchen zu können, bedient man sich üblicherweise einer Analyse unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM). Sie beruht auf der Zerlegung einer komplexen Struktur in eine Vielzahl kleiner Volumenelemente, deren Verformung numerisch berechnet werden kann. Entsprechende Software zur FEM-Analyse ist kostenfrei verfügbar (siehe Surfipp).

Designhinweise in Kurzform

Auch wenn keine derartigen Rechnungen durchgeführt werden, sollten die zugrunde liegenden Zusammenhänge und prinzipiellen Auswirkungen auf eine Konstruktion bekannt sein. Die folgenden Hinweise mögen der Orientierung bei eigenen Projekten dienen.

Alle Bauteile im direkten Kraftfluss sollten für optimale Steifigkeit mit kurzer Baulänge und großen Querschnitten gestaltet werden, denn der wichtigste konstruktive Freiheitsgrad zur Erhöhung der Steifigkeit liegt in der Vergrößerung der Querschnitte. Wird der Durchmesser einer runden Achse verdoppelt, so vergrößert sich die Steifigkeit bei einer Biegebelastung auf das 2⁴-fache, wird also 16 Mal so groß. Das ist auch der Grund warum Montierungen oft anhand ihres Achsendurchmessers klassifiziert werden.

Die minimalen Längen ergeben sich durch die erforderlichen Bauräume für Polblock, Getriebe, Motoren etc. und den benötigten Abstand der Getriebe zum Tubus bzw. zwischen Tubus und Stativbeinen bei zenitnaher Beobachtung. Die Achsen länger zu gestalten als unbedingt erforderlich, macht keinen Sinn, sondern verringert erheblich deren Steifigkeit. Die

bei kurzen Lagerabständen erhöhte Lagerbelastung oder die größere Auswirkung von Lagerspiel stellt bei Verwendung geeigneter Lager kein Problem dar. Insgesamt sollte die Montierung »keinen Platz verschenken«, also sind alle Bauteile so dicht zu packen wie funktional möglich.

Bei der Optimierung des Verhältnisses von Steifigkeit zu Masse sind die Werkstoffe Stahl und Aluminium im wesentlichen gleichwertig. Für die Steifigkeit entscheidend ist das Elastizitätsmodul, das bei Stahl etwa dreimal so groß ist wie bei Aluminium. Allerdings hat auch das spezifische Gewicht von Stahl ungefähr den dreifachen Wert. Bezüglich der Steifigkeit gibt es keinen bedeutsamen Unterschied zwischen den verschiedenen Stahlsorten. Das gleiche gilt für die einzelnen Aluminiumlegierungen untereinander. Sehr ungünstig bezüglich des Verhältnisses von Steifigkeit zu Masse ist Messing, welches aber als Gleitwerkstoff zwischen zwei Aluminiumteilen gut einsetzbar ist. Bei direktem Kontakt roher Aluminiumflächen unter Druck und Bewegung kommt es zum Fressen, wodurch die Oberflächen zerstört werden.

Man muss hier verschiedene Werkstoffeigenschaften auseinander halten. Die Steifigkeit eines Werkstoffes, beschrieben durch den Elastizitätsmodul, charakterisiert sein elastisches Verhalten unter Einwirkung einer Kraft, sein Federverhalten. Die Festigkeit gibt an, bei welcher Belastung sich der Werkstoff bleibend verformt oder bricht. Die Härte eines Werkstoffes ist ein Maß für die Widerstandsfähigkeit seiner Oberfläche, z.B. sein Verschleißverhalten. Festigkeit und Härte des Werkstoffes haben aber keinen Einfluss auf die Steifigkeit einer Montierung.

In erster Linie sollten die fertigungstechnischen Möglichkeiten, die eigene handwerkliche Erfahrung und die erhältlichen Rohmaterialien die Werkstoffwahl bestimmen. Einige Fälle müssen jedoch beachtet werden: Unterschiedliche thermische Ausdehnungen und der Verschleiß aufeinander gleitender Teile schränken die möglichen Werkstoffpaarungen im Detail ein.

Bei der Gestaltung der Teile ist anzustreben möglichst nur Zug- oder Druckbelastungen entstehen zu lassen. Die dabei auftretenden Verformungen sind wesentlich geringer als bei Biege- oder Torsionsbelastung. Ideal in dieser Hinsicht, insbesondere für minimiertes Gewicht, sind Fachwerkkonstruktionen.



Abb. 4: **Der Polblock ist über einen Flansch mit Hohlkehle mit dem Rektasziensgehäuse verschraubt.** Die Bauteile sind zusätzlich großflächig verklebt.

Schraubverbindungen sollten mittels großer ebener Berührflächen zwischen den Bauteilen erfolgen. Wird die Schraube dann genügend stark angezogen, so dass ihre Vorspannkraft größer ist als alle im Betrieb auftretenden Kräfte, ist ihre üblicherweise geringe Steifigkeit kein Nachteil.

Treten bei einer Montierung innerhalb des Achsenkreuzes Verformungen von weniger als einem Mikrometer auf, sind diese bereits deutlich im hoch vergrößerten Bild erkennbar. So winzige Verformungen entziehen sich den üblichen praktischen Erfahrungen. Deshalb muss man jedes einzelne Teil im Kraftfluss quantitativ betrachten, um seine Verformung und die daraus re-

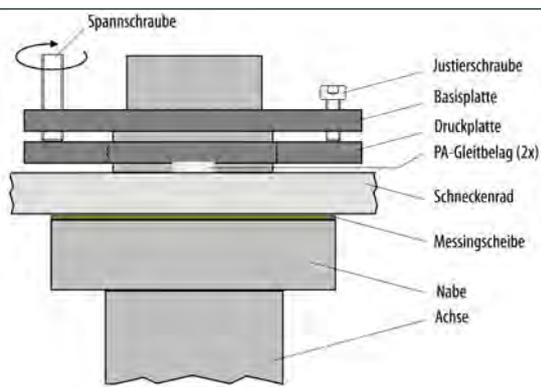


Abb. 5: **Die Klemmung der Achsen erfolgt über eine Rutschkupplung.** Die achsfeste Basisplatte übt durch zwei Schrauben Kraft auf die bewegliche Druckplatte aus. Auf dieser befinden sich zwei Gleitstücke aus Polyamid, die wiederum gegen das Schneckenrad drücken. Dadurch entsteht auf der anderen Seite des Schneckenrades die Klemmwirkung, indem das Rad mehr oder weniger stark gegen die achsfeste Nabe gepresst wird.

sultierende Verschiebung im Bild einschätzen zu können. Auch wenn ein Teil noch so massiv ausgeführt ist, irgendeine Verformung unter Belastung tritt immer auf. Entscheidend ist deren Größe und Auswirkung auf die optische Achse.

Das schwächste Glied in der Kette ist wesentlich. Ein überdimensioniertes Bauteil führt nur zu unnötig hohem Gewicht. Die starke Verformung eines unterdimensionierten Bauteils kann aber durch die übrigen Teile nicht mehr kompensiert werden.

Das Grundkonzept der Montierung

Im hier beschriebenen Selbstbauprojekt sollte eine Montierung entstehen, die nach den vorstehend beschriebenen Prinzipien konstruiert ist. Somit kommt der Optimierung der Steifigkeit eine zentrale Bedeutung zu. Der Einsatz erfolgt hauptsächlich mobil, in erster Linie zusammen mit einem ebenfalls selbst gebauten 8"-Newton-Teleskop. Als Obergrenze bezüglich des Transportgewichts wurde für das Achsenkreuz 18kg angesetzt.

Eine weitere Zielsetzung bestand darin möglichst alle Teile selbst anzufertigen. Hierzu wurde eine kleine Drehmaschine verwendet, die sich zuvor bereits bei der Fertigung etlicher Teile für den Newton-Tubus bewährt hatte.

Die wichtigsten Schritte in der Anfangsphase eines solchen Bauprojekts bestehen in der groben Festlegung der Abmessungen für die Hauptachsen, insbesondere bezüg-

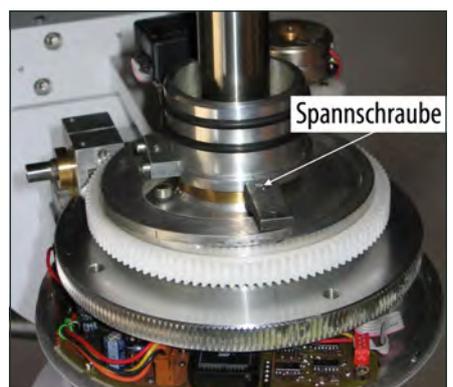


Abb. 6: **Die Spannschraube der Kuppelung** folgt über zwei Hebel der Drehung des Handrades.

lich des Durchmessers von Achse und Achsgehäuse, der Entscheidung für eine bestimmte Ausführung der Lagerungen und der Auswahl der Werkstoffe. Es wurden für verschiedene konstruktiv sinnvolle Kombinationen von Achsendurchmesser, Lager, Gehäuseabmessungen und Werkstoff

(Stahl und Aluminium) die zu erwartenden Steifigkeiten näherungsweise rechnerisch bestimmt. Mit zu bewerten ist dabei natürlich der jeweilige fertigungstechnische Aufwand, beziehungsweise die Beschränkung der konstruktiven Freiheit durch das vorhandene Fertigungswerkzeug. Es zeigte sich, dass eine hohle Achse aus Aluminium, mit Kegelrollenlagern in einem Aluminiumgehäuse gelagert, ein günstiges Verhältnis von Steifigkeit zu Masse ergibt. Eine vergleichbar gute Lösung mit einer dünnwandigen Stahlachse wurde nicht weiter verfolgt, da deren Fertigung mit der vorhandenen Drehmaschine schwierig gewesen wäre. Der schließlich gewählte Außendurchmesser der Hauptachsen beträgt zwischen den Lagerstellen 70mm, der Bohrungsdurchmesser 30mm.

Die Lagerung der Achsen

Jeweils zwei Kegelrollenlager mit einem Innendurchmesser von 50mm lagern die Achsen in den Gehäusen, deren Außendurchmesser 100mm beträgt. Allgemein kommen für die Lagerung Gleitlager oder Wälzlager (das sind Kugel-, Rollen- oder Nadellager) in den verschiedenen erhältlichen Bauformen in Frage. Für einen Selbstbau bieten sich Kegelrollenlager an, vorzugsweise aus der leichten Baureihe 32000. Bezüglich der Steifigkeit sind sie fast nicht zu überbieten, und ermöglichen aufgrund des abnehmbaren Außenrings einen einfachen Einbau der Achse in das Gehäuse. Das Lagerspiel kann durch eine radiale Verstell-



Abb. 7: **Die Drehgeber werden über ein Stirnradgetriebe angekoppelt.** Auf der Welle des Drehgebers (schwarz) befindet sich ein Messinggritzel, auf der Hauptachse ein Kunststoff-Zahnkranz.

möglichkeit praktisch völlig beseitigt werden. Der einzige Nachteil besteht im relativ großen Gewicht dieser Bauform.

Die einfachste und günstigste Lagerbauform, das einreihige Rillenkugellager,

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

sollte nicht verwendet werden. Bei idealen Verhältnissen mag die Steifigkeit ausreichend sein, es kommen aber durch die kombinierte Radial- und Axialbelastung des Lagers in der Montierung Unsicherheiten hinzu, die die Steifigkeit wesentlich beeinflussen. Ursache ist die lastabhängig veränderliche Berührsituation der Kugeln mit den Laufbahnen. Bei einer ungünstigen Konfiguration begrenzt die innere Federwirkung des Lagers die Steifigkeit der Achskombination deutlich. Falls doch ein Rillenkugellager eingesetzt wird, achte man auf möglichst viele möglichst kleine Kugeln, da diese Lager steifer sind als solche mit wenigen großen Kugeln. Hinweise zur konkreten Gestaltung einer Lagerung werden in den Katalogen der Lagerhersteller gegeben.

Gleitlager ermöglichen sehr kompakte und steife Lagerungen. Die fertigungstechnischen Anforderungen sind jedoch hoch, deshalb wurde diese Variante für die Hauptachsen nicht weiter verfolgt.

Kritische Verbindungsteile

Neben den eigentlichen Achsen und deren Gehäusen ist besondere Aufmerksamkeit auf die verbindenden Bauteile zu richten. Hierzu gehören die Übergänge von der Rektaszensionsachse zum Deklinationsgehäuse, von der Deklinationsachse zu den Rohrschellen des Tubus und der Polblock zwischen Stativkopf und Gehäuse der Rektaszensionsachse.



Abb. 8: **Am Stativkopf sind die Stativbeine schwenkbar gelagert.** Die Gleitflächen zur Montierung sind in Messing ausgeführt.

Die Verbindung der beiden Achsen erfolgt durch einen Flansch, dessen Oberseite sich durch eine Hohlkehle großflächig an das Deklinationsgehäuse anschmiegt, während die Unterseite mit dem Innenring des oberen Lagers der Rektaszensionsachse verspannt wird. Gegenüber einer einfachen Befestigung am überstehenden Ende der Achse erhöht sich die Steifigkeit erheblich (Abb. 3). Eine entsprechende Konstruktion findet sich am Übergang der Deklinationsachse zur Schwalbenschwanzklemmung für die Tubusbefestigung. Generell sollte der Überstand einer Achse über das obere Lager so kurz und so dick wie möglich ausgeführt werden, da diese Stelle einen großen Einfluss auf die Steifigkeit der Achse hat.

Für die Gestaltung des Polblocks wurden verschiedene Konzepte mit Hilfe von FEM-Analysen verglichen. Neben der klassischen Ausführung, wie in Abb. 4 zu sehen, wurden auch scharnier- bzw. wiegenähnliche Konstruktionen untersucht. Dabei hat sich die klassische Ausführung als vorteilhaft erwiesen in Bezug auf die Steifigkeit in allen Belastungsrichtungen unter Berücksichtigung des Gewichtes der Baugruppe.

Die Antriebe

Zur Nachführung in Rektaszension sowie zur Feinverstellung in beiden Achsen werden Schneckengetriebe verwendet. Deren lange Tradition im Montierbau resultiert aus ihren herausragenden Eigenschaften für diese Anwendung.

Die Antriebe wurden an das untere



Abb. 9: **Der Stativfuß setzt das für die Steifigkeit optimale Dreieck bis zum Auflegepunkt fort.**

die Achsendurchmesser genügend groß zu wählen. Entscheidend für die Anordnung am unteren Achsenende war die Unsicherheit in der frühen Konstruktionsphase, welche Schneckengetriebe letztendlich zum Einsatz kommen würden.

Die Schneckenräder haben einen Durchmesser von 171mm bei 264 Zähnen für die Rektaszensionsachse, und 137mm bei 216 Zähnen für die Deklinationsachse. Die Dicke der Räder beträgt 11mm. Die Lagerung auf den Hauptachsen erfolgt über eine Innenbohrung von 45mm, wobei eine auf die Achsen aufgeschraubte Messingbuchse als radiale Gleitfläche dient. Der Werkstoff für die Schneckenräder ist hochfestes Aluminium. Die Schnecken mit einem Durchmesser von 16mm bestehen aus Stahl.

Gelagert werden die Schnecken in Messingbuchsen, die in Lagerböcke aus Aluminium eingelassen sind. Diese können auf der Getriebe-Montageplatte so justiert werden, dass eine genaue und spielarme Ausrichtung der Schnecke zum Rad möglich ist.

Generell stellen die Lagerungen der Schnecken und Schneckenräder hohe Anforderungen an die Genauigkeit. Es ist auch wichtig an dieser Stelle den Steifigkeitsaspekt nicht aus dem Auge zu verlieren. So muss beispielsweise die Montageplatte des Schneckengetriebes, die die Schneckenlagerung mit dem Lagergehäuse der Hauptachse verbindet, genügend steif ausgeführt werden. Hier wurde eine Aluplatte mit 20mm Dicke verwendet, die nach der FEM-Analyse keineswegs überdimensioniert ist.



Abb. 10: **Mit dieser Drehmaschine wurden alle Teile hergestellt.** Das Bild zeigt die Bearbeitung der Passungen der Rektaszensionsachse für Lager und Schneckenrad.

Die Feststellung der Achsen erfolgt durch Klemmung auf die Schneckenräder über einstellbare Rutschkupplungen. Mittels eines Handrades kann die Klemmwirkung für die jeweilige Beobachtungssi-

Ende der Achsen platziert. Das lässt größere Freiheiten bei der Gestaltung der Getriebe in Aufbau und Abmessungen, jedoch mit dem Nachteil, dass die Achsen über ihre gesamte Länge als Drehfeder wirken. Hier ist es dann besonders wichtig

Surftipps

Homepage des Autors:
www.astroselbstbau.homepage.t-online.de
 FEM Software (Freeware): www.z88.de

situation feinfühlig eingestellt werden. Somit ist es möglich ohne Betätigen einer Klemmung den Tubus von Hand neu auszurichten, und in der Zielposition einfach loszulassen. Die Kupplung basiert auf dem Hebelplatten-Prinzip (Abb. 5), wobei die Einstellung der Spannschraube mittels zweier Umlenkhebel durch ein zentrales Handrad erfolgt (Abb. 6). Der Betätigungsbereich beträgt 90° von minimaler bis maximaler Klemmwirkung. Der Vorteil dieser Konstruktion mit kleiner äußeraxialer Spannschraube liegt darin, dass bereits bei Betätigung mit zwei Fingern eine hohe Klemmkraft erreicht werden kann und die gewählte Einstellung beim Schwenken der Achse erhalten bleibt. Mittels der Justierschraube wird die maximale Klemmwirkung begrenzt zum Schutz der Schneckengetriebe vor Überlast.

Die Antriebs-Elektronik

Neben den Schrittmotoren sind in den Antriebsgehäusen Drehgeber integriert, die die Winkelposition der Hauptachsen erfassen (Abb. 7). Hiermit werden elektronische Teilkreise für Stundenwinkel und Deklination realisiert. Die Anbindung an die Hauptachsen erfolgt mit einer Übersetzung von 5:1 über Stirnzahnräder. Dadurch ergeben sich bei Drehgebern mit 500 Impulsperioden pro Umdrehung und einer elektronischen Vierfachauswertung 10000 Inkremente auf 360° , entsprechend einer Auflösung von 2,16 Winkelminuten.

Die Elektronik zum Ansteuern der Schrittmotoren und Auswerten der Drehgeber befindet sich direkt im jeweiligen Antriebsgehäuse unter dem Schneckenrad. Dabei stellt die Elektronik des Rektaszensionsantriebs zusätzlich die Schnittstellen für das Handbediengerät, einen Autoguider und den Anschluss für die 12V Stromversorgung zur Verfügung. Ein versehentliches Lösen der Kabel wird durch verriegelbare Steckverbinder verhindert. Über ein Spiralkabel für Versorgung und serielle Datenübertragung ist der Deklinationantrieb angeschlossen.

Außer der Nachführgeschwindigkeit in Rektaszension können in beiden Achsen Korrekturen mit ein- bzw. zweifacher Geschwindigkeit durchgeführt werden und es kann mit 32-facher Geschwindigkeit zentriert werden. Zurzeit erfolgt die Bedienung über eine kleine Handsteuerbox mit Richtungstasten. Im Bau befindet sich ein Bediengerät mit Grafikdisplay und Objektbibliothek, das zum einen die aktuellen Teleskopkoordinaten numerisch und auf einer einfachen Sternkarte anzeigen wird

und zum anderen das Einstellen eines zuvor selektierten Objekts unterstützt.

Das Stativ

Nur mit einem passend konstruierten Stativ zahlt sich die Steifigkeit des Achsenkreuzes im Betrieb aus. An dieser Stelle bietet sich eine sehr schöne Möglichkeit durch eine geeignete Wahl der geometrischen Konfiguration eine steifigkeits-optimierte Lösung bei begrenztem Maximalgewicht zu realisieren. Idealerweise verzichtet man auf alle Bauformen bei denen die Stativbeine auf Biegung beansprucht werden, und verwendet eine fachwerkähnliche Konstruktion. Diese ist dadurch gekennzeichnet, dass das Stativbein aus zwei Streben besteht, deren Mittelachsen am Fuß zu einem Punkt zusammenlaufen. Das Bein hat somit die Form eines spitzen Dreiecks. Die im Betrieb auftretenden Belastungen führen nur zu einer Dehnung oder Stauchung der Streben, was eine optimale Steifigkeit ergibt. Die Streben bestehen aus Edelstahlrohren mit 33mm Außendurchmesser bei 2mm Wandstärke. Um Spielfreiheit an den Lagerpunkten am Stativkopf sicherzustellen wurden kegelförmige Lagerbuchsen bzw. -sitze verwendet.

Der größte Nachteil einer solchen Konfiguration ist die fehlende Höhenverstellung. Bei dem als Hauptinstrument vorgesehenen Newton ist jedoch eine einfache Verstellung der Einblickhöhe durch ein drehbares Tubusvorderteil möglich. Das Gewicht des Stativs liegt bei 10,4kg.

Ergonomische Bedienung

Verschiedene konstruktive Details unterstützen die leichte Handhabung der Montierung beim Auf- und Abbau, sowie im Betrieb. So erfolgt die Befestigung auf dem Stativ mittels einer Zentralschraube mit ausreichend groß dimensioniertem T-Griff. Die Handräder zur Bedienung der Rutschkupplungen sind aufgrund ihrer Anordnung auch im Dunkeln immer leicht zu finden. Somit entfällt ein lästiges Suchen, das man von Montierungen kennt, bei denen sich die Klemmhebel je nach Ausrichtung an einer anderen Stelle befinden.

Wie bei transportablen Montierungen üblich ist in der Rektaszensionsachse ein Polsucher zur schnellen Polausrichtung integriert. Die 21mm-Objektivlinse und die Linsen des 16mm-Okulars wurden aus alten Feldstechern ausgebaut. Ein Skalenplättchen lässt sich mittels Diafilm herstellen. Am oberen Ende des Dekli-

nationsgehäuses befindet sich eine rote Hellfeldbeleuchtung, versorgt von der Elektronik des Deklinationsmotors. Ein Glasfenster dient als Fingerschutz vor der Quetschgefahr durch die darunter befindliche quer durchbohrte Deklinationsschse. Zur Feinjustage auf den Pol ist eine Azimut- und Polhöhenfeineinstellung am Polblock vorhanden.

Der Transport des Achsenkreuzes wird erleichtert durch je einen Handgriff am Rektaszensions- und Deklinationssgehäuse. Mit beiden Händen gepackt kann das Achsenkreuz somit dicht am Körper getragen werden. Auch das Gegengewicht verfügt über einen Handgriff.

Werkzeuge und Material

Für die Fertigung der Montierung stand eine kleine Drehmaschine aus chinesischer Produktion zur Verfügung. Sie wurde hauptsächlich für dieses Projekt angeschafft, aber bereits im Vorfeld zur Herstellung etlicher Teile für den Newton-Tubus eingesetzt, wodurch sich die Anschaffungskosten von ca. 1200€ inklusive Zubehör relativiert haben. Mit der Maschine wurden sämtliche Dreharbeiten durchgeführt, sowie mittels entsprechender selbstgebaute Zusätze auch die Fräsarbeiten, Sägeschnitte und genauen Bohrungen. Außer einer Stichsäge für Blechzuschnitte kam keine weitere Maschine zum Einsatz.

Als Rohmaterial wurde überwiegend Aluminium in Dreh- und Fräsqualität verwendet, für Gegengewichtsstange und Stativbeine V2A-Stahl. Einige Lagerbuchsen und Gleitscheiben wurden aus Messing angefertigt. Die Antriebsgehäuse wurden aus abgedrehten Scheiben und gebogenen Blechteilen zusammengesetzt. Alle Schrauben sind aus Edelstahl.

Die meisten äußeren Oberflächen wurden mit Sprühlack grundiert und mit einem lichtgrauen Decklack versehen. Die Kratzfestigkeit dieser Oberflächen lässt jedoch zu wünschen übrig. Je nach den individuellen Möglichkeiten sollte man eine robustere Lackierung oder andere Oberflächenbehandlungen vorziehen.

Insgesamt wurden für die Materialbeschaffung ca. 750€ aufgewendet. Die Fertigungszeit für die Einzelteile der Montierung beläuft sich auf ca. 800 Stunden. Das Projekt erstreckte sich seit den ersten Konzepten über etwa vier Jahre.

[1] Roth, G. D. (Hrsg.): Handbuch für Sternfreunde, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1989)

Wie lang kann belichtet werden, um noch punktförmige Sterne zu erhalten?

Die Erdrotation bewirkt, dass sich alle Sterne in 23h 56min 4s scheinbar um den Himmelspol drehen, und ermöglicht Astrofotografen damit schöne Strichspuraufnahmen. Sollen die Sterne auf einer Aufnahme jedoch punktförmig sein, muss entweder die Kamera nachgeführt werden oder die Belichtungszeit so kurz gehalten werden, dass die Bewegung der Sterne in diesem Zeitraum nicht sichtbar wird.

Die maximal mögliche Belichtungszeit wird von drei Faktoren bestimmt: der Auflösung des Chips oder des Films, der verwendeten Brennweite und der Deklination des fotografierten Sternfeldes. Langbrennweitige Teleobjektive und Teleskope vergrößern alles, auch die scheinbare Bewegung der Sterne. Mit einem Teleobjektiv ist die gleiche Bewegung stärker sichtbar als mit einem Weitwinkelobjektiv, daher kann mit einem Teleobjektiv weniger lang belichtet werden als mit einem Weitwinkelobjektiv.

Die Sterne beschreiben umso kleinere Kreise, je näher sie dem Himmelspol stehen. Somit scheinen sich die Sterne in der Nähe des Himmelspols langsamer zu bewegen als die Sterne in der Nähe des Himmelsäquators.

Damit ein Stern punktförmig abgebildet wird, darf die Strichlänge, die er aufgrund der Erdrotation auf dem Chip oder dem Film erzeugt, nicht größer sein als das Auflösungsvermögen des Aufnahmemediums.

Werden die beeinflussenden Faktoren Auflösung, Brennweite und Deklination in einer Formel verpackt, ergibt sich der folgende Zusammenhang zwischen Belichtungszeit t in

Sekunden und Länge der Strichspur s in mm:

$$t = \frac{13713 \cdot s}{F \cdot \cos\delta}$$

mit F = Brennweite in mm, δ = Deklination

Berücksichtigt man, dass mindestens zwei Detektorelemente zur Auflösung eines Bilddetails benötigt werden (Nyquist-Kriterium), sollte die Sternspur nicht länger als ein, maximal zwei Pixel sein. Praktisch bedeutet das, dass je länger die Brennweite ist und je näher die Deklination an 0° herankommt, und je kleiner ein Pixel oder das Filmkorn ist, desto kürzer die längste Belichtungszeit, bei der die Sterne noch punktförmig erscheinen, ausfällt.

So ergibt sich z.B. für eine Brennweite von 28mm, eine Pixelgröße von $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$ ($=0,015\text{mm} \times 0,015\text{mm}$) und ein Sternfeld in der Nähe des Himmelsäquators ($\cos\delta=1$) eine Belichtungszeit von etwa 7s oder 15s, je nachdem ob die Strichspur ein oder zwei Pixel lang sein darf.

Dies kann auch experimentiell ermittelt werden. Um dies zu verdeutlichen wird die Formel umgestellt, es ergibt sich $t \cdot F = 13717 \cdot s$. Liefert beispielsweise eine 15s-Belichtung mit einer

Nicht nur für die Sterne, auch für Mond und Planeten in der Dämmerung ist es gut zu wissen, wie lang mit der Kamera ohne Nachführung maximal belichtet werden kann, ohne dass die Himmelsobjekte durch die Erddrehung verwischen. 2s bei 300mm mit Canon EOS 10D.



Digitalkamera und 28mm-Objektiv gerade noch punktförmige Sterne, die 20s-Belichtung dagegen schon zu deutliche Strichspuren, ergibt sich $t \cdot F = 15 \cdot 28 = 420$. Setzt man diesen Faktor für $13713 \cdot s$ ein, kann für jede beliebige Brennweite und Deklination die entsprechende Belichtungszeit berechnet werden – solange kein anderer Chip oder Film Verwendung findet.

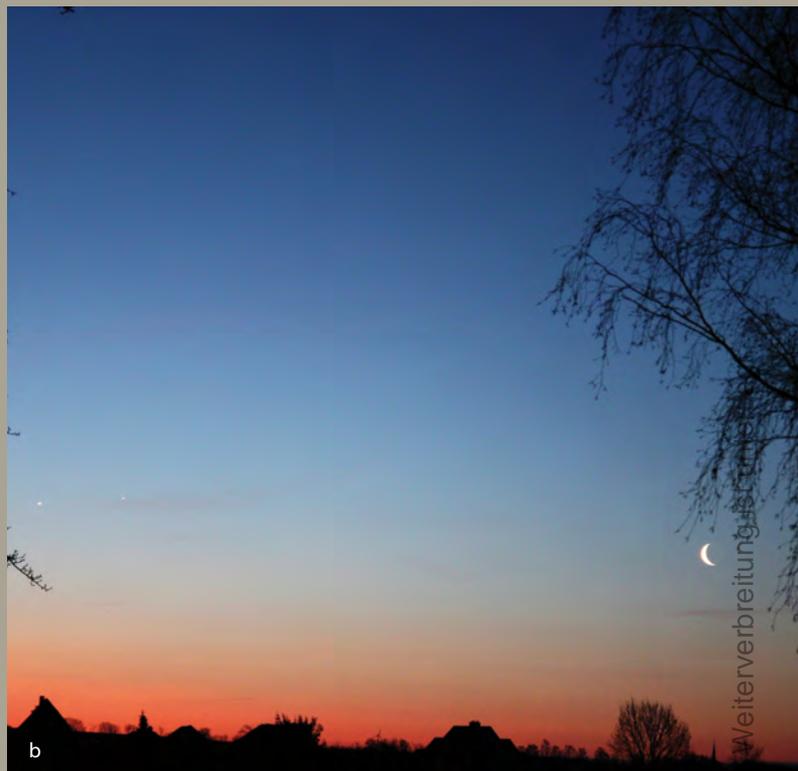
Die Mondfinsternis am 21.2.2008



Während in weiten Teilen Deutschlands schlechtes Wetter herrschte, war der Himmel in Österreich weitgehend klar, so dass dieses Komposit aus zwei Aufnahmen gelang. Digitalfoto, 5,5"-Refraktor bei 980mm, Canon 40D, 4x3s (Mond) und 16"-Cassegrain bei 1220mm, SBIG STL-11000M, 5min (je LRGB, Sterne). *Johannes Schedler*



Konjunktion von Venus und Jupiter Anfang Februar 2008



Mehreren interstellarum-Lesern gelang es, die enge Begegnung beider Planeten zu dokumentieren. Der geringste Abstand war am 1.2.2008 mit 35' erreicht.

a) 1.2.2008, Digitalfoto, 280mm-Teleobjektiv, Canon EOS 5D. *Peter Wienerroither*

b) 3.2.2008, Digitalfoto, 50mm-Objektiv bei f/2,8, Canon EOS 400D, 800 ASA, 1/25s. *Frank Berger*

c) 4.2.2008, Digitalfoto, 135mm-Teleobjektiv bei f/3,5, Canon EOS 350D, 100 ASA, 0,1s. *Erwin Filimon*

◀ **Auch am Poseidon-Tempel in Sounion**, Griechenland herrschte gutes Wetter. Die Beleuchtung des Tempels geschah mit den Scheinwerfern des Wagens des Autors. Digitalfoto, 78mm-Objektiv bei f/4, Canon EOS 300D, 400 ASA, 4s. *Anthony Ayiomamitis*



Objekte der Saison

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

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Einsendeschluss
Nr. 59, Aug./Sep. 2008	NGC 7000	GN	Cyg	20 ^h 58,8 ^{min}	+44° 20'	20.5.2008
	NGC 7293	PN	Aqr	22 ^h 29,6 ^{min}	-20° 48'	
Nr. 60, Okt./Nov. 2008	NGC 457	OC	Cas	01 ^h 19,1 ^{min}	+58° 20'	20.7.2008
	M 76	PN	Per	01 ^h 42,4 ^{min}	+51° 34'	
Nr. 61, Dez./Jan. 2009	M 38	OC	Aur	05 ^h 28,6 ^{min}	+35° 50'	20.9.2008
	IC 410	GN	Aur	05 ^h 22,6 ^{min}	+33° 31'	
Nr. 62, Feb./Mär. 2009	M 46	OC	Pup	07 ^h 41,8 ^{min}	-14° 49''	20.11.2008
	M 47	OC	Pup	07 ^h 36,6 ^{min}	-14° 30'	
Nr. 63, Apr./Mai 2009	M 106	Gx	CVn	12 ^h 19,0 ^{min}	-47° 18'	20.1.2009
	NGC 4449	Gx	CVn	12 ^h 28,2 ^{min}	-44° 06'	
Nr. 64, Jun./Jul. 2009	M 12	GC	Oph	16 ^h 47,2 ^{min}	-01° 57'	20.3.2009
	NGC 6210	PN	Her	16 ^h 44,5 ^{min}	+23° 48'	

NGC 6633



CCD-Aufnahme, 24"-Astrograph bei 1800mm, SBIG ST-11000M, 100min. Stefan Binnewies, Rainer Sparenberg

NGC 6633

bloßes Auge: Bortle 3–4; der Sternhaufen ist für das freie Auge nicht schwierig. Er liegt inmitten des Milchstraßenarms und ist als länglich erkennbar. Der nahegelegene Sternhaufen IC 4665 ist im selben Blickfeld zu sehen und rund. *Uwe Pilz*

8x24-Fernglas: Bortle 3–4; etwa 10 Sterne bis 9^m liegen verstreut in Bildfeld. Der Haufen ist deutlich länglich NO-SW. 8x. *Uwe Pilz*

10x50-Fernglas: Bortle 3–4; etwa 20 Sterne bilden diesen hellen und auffälligen Haufen. Er hebt sich sehr gut vom Hintergrund der Milchstraße ab und ist ein ausgesprochenes Fernglasobjekt. 10x. *Uwe Pilz*

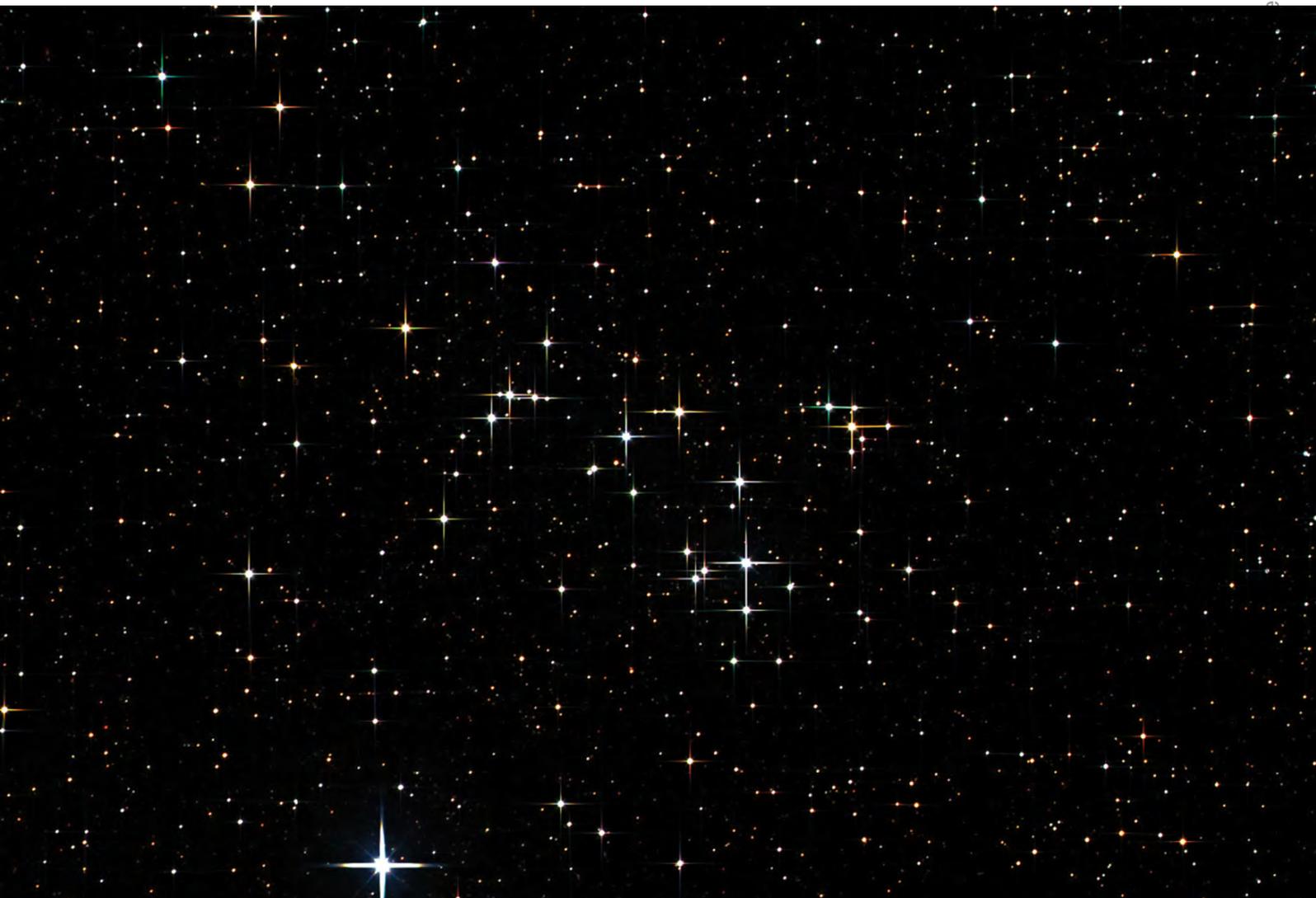
70/700-Refraktor: fst 5^m5; weniger, aber deutlich hellere Sterne als der Nachbarhaufen IC 4756. Wirkt insgesamt recht kompakt und länglich. Genau in Nord-Süd Richtung eine Kette heller Sterne (ca. 7^m). Im Nordosten ebenfalls eine auffällige Sternenkette, im Osten noch zwei hellere Sterne. Im Nordwesten ist eine Mini-Cassiopeia zu erkennen und östlich der Nord-Süd-Kette noch ein kleines Dreieck. 56x. *Frank Lange*

80/480-Refraktor: Bortle 3–4; dieser charakteristische Sternhaufen darf nicht zu hoch vergrößert werden, damit er sich noch von der umgebenden Milchstraße abhebt. Die 20 Sterne bilden eine markante längliche Form, in der Mitte ist eine auffällig sternarme Stelle. 30x. *Uwe Pilz*

85/510-Refraktor: Bortle 4; prägnanter Sternhaufen, der sich in ein reiches Sternfeld einschmiegt und bei steigender Vergrößerung an Charakter verliert. *Evelyn Petkow*

200/800-Newton: fst 5^m6; ein sehr großer Sternhaufen, der nicht ins Gesichtsfeld (2,03°) vom Okular passt. Man muss den Sternhaufen abfahren um ihn ganz zu sehen. Die Sterne sind im Haufen locker angeordnet. Verschieden helle, weiße Sterne. Im Haufen sind viele Sternketten und Ballungen. Es sind auch große Bereiche mit nur schwachen Sternen im Haufen. 32x. *Gerd Kohler*

254/1140-Newton: fst 6^m8; ein schöner, etwas verstreuter Haufen aus ca. 40 blauweißen Mitgliedern ab 8^m. Bester Anblick bei niedrigen Vergrößerungen, bei höheren Vergrößerungen geht der Gesamteindruck etwas verloren. 45x. *Matthias Kronberger*



CCD-Aufnahme, 10"-Astrograph bei 850mm, SBIG ST10, 2x2min (L), 1x2min (R), 1x2min (G), 1x2min (B), LRGB-Filter, Spikes in Photoshop hinzugefügt. *Ullrich Dittler*



NGC 6572

8x24-Fernglas: Bortle 3–4; sternförmig, aber mit etwa 7^m unerwartet hell. 8x. *Uwe Pilz*

80/480-Refraktor: Bortle 3–4; das Spektiv zeigt bei seiner Maximalvergrößerung einen ganz leicht unscharfen grünblauen Stern. 60x. *Uwe Pilz*

150/750-Newton: fst 5^m;6; der Nebel ist nur bei hohen Vergrößerungen als kleines Scheibchen zu sehen. Bei geringeren Vergrößerungen bleibt er sternförmig. Er hat eine leicht grünliche Färbung. 159x. *Gerd Kohler*

250/1250-Newton: fst 5^m;3; von 42x bis 125x ist deutlich eine blau-grüne Färbung wahrzunehmen (ohne Filter), mit 170x und 210x ist sie dann zugunsten einer Graufärbung verschwunden. Die grünliche Nuance wird deutlich bei 5–6mm Austrittspupille. Mit 340x und 420x zeigte der NGC 6572 deutlich seine nicht gleichmäßigen Konturen (oval-ungleichmäßig und etwas ausgefranst). Auch bei den kleinen Austrittspupillen von 1,45mm und 1,2mm sowie 0,97mm erscheint NGC 6572 bei direkter Betrachtung noch grün-bläulich. Jedoch verblassen die Farben bei indirekter Blickweise und der Nebel erscheint dann deutlich größer (ohne jedes Filter). *Randolf Kunkel*

250/2500-SCT: fst 5^m;0; kleiner blauer Planetarischer Nebel, bei 100x nicht von einem Stern zu unterscheiden. Erst ab 200x als Nebel erkennbar, kreisrund. 200x. *Johannes Kohr*

254/1140-Newton: fst 6^m;0; recht kleines, dafür sehr helles, grünblaues Scheibchen, das nicht scharf begrenzt erscheint, sondern nach außen hin diffus ausläuft. Keine weiteren Details erkennbar. 175x. *Matthias Kronberger*

254/2500-SCT: fst 4^m;5; leichtes blau, nicht intensiv, sondern nur leicht angedeutet. Keine türkise oder grüne Färbung sichtbar. 63x. *Uwe Glahn*

254/2500-SCT: Bei 100-facher Vergrößerung fällt NGC 6572 durch seine beachtliche Helligkeit und die türkise Farbe sofort auf, zumal sich im Blickfeld keine helleren Sterne befinden. Bei 260-facher

Vergrößerung ist die leicht ovale Form von NGC 6572 deutlich zu erkennen, jedoch bleibt der Nebel im Okular insgesamt strukturlos. Der Zentralstern ist im Okular nicht auszumachen, er wird wohl von der hellen Gaswolke völlig überstrahlt. *Klaus Hohmann*

300/1500-Newton: bei 60x (5mm AP) sehr intensive grüne Farbe mit Stich nach Türkis, auch bei 167x (1,8mm AP) noch sehr farbig. Bei 300x (1mm AP) ließ die Farbe stark nach, nur noch ein blasses Grün war zu sehen. Von einem Unterschied zwischen direktem und indirektem Sehen kann ich nicht berichten. *Michael Wilk*

317/1490-Newton: indirekt weiß, direkt bei mittleren Austrittspupillen leicht hellgrün, bei großen und kleinen Austrittspupillen wird der Farbeindruck wieder sehr schwach. Es ist dann nur ein leichter Grünschimmer zu erahnen. Die Farbe entspricht genau der eines hellen Sterns im [OIII]-Filter (hellgrün). *Christian Schreiner*

320/1440-Newton: Bortle 3–4; oval 2:3 in Richtung Süd-südwest-Nordnordost. Im Südosten befindet sich eine kleine dunkle Stelle, während im Nordosten eine flächige Aufhellung wahrnehmbar ist. Das äußere Halo ist indirekt gut sichtbar. Sie umgibt den hellen Nebel vollständig, ist aber im NW deutlich schwächer ausgeprägt. 430x. *Uwe Pilz*

360/1780-Newton: bei 130x extrem grün, ich würde sagen neon-laubfroschgrün. Bei 300x immer noch grünlich, vielleicht mit einem Schuss türkis. Bei 600x ist es schwer zu sagen ob es mehr bläulich oder grünlich angehaucht ist. *Ronald Stoyan*

500/2150-Newton: fst 6^m;6; bei Austrittspupillen von 8,1mm, 4,7mm und 3,3mm intensiv türkis-grün, mit starkem Hang zum grünen. Einen bläulichen Anteil sahen wir keinen. Bei einer Austrittspupille von 1,9mm nahm die Farbwahrnehmung stark ab, der Nebel erschien im fahlen, türkisen Licht. Ab ca. AP 1mm war die Farbwahrnehmung so schwach, dass man keine genaue Farbe mehr definieren konnte. Ich hab mich dann mit einer roten LED-Taschenlampe geblendet, am Farbeindruck des Nebels machte das aber keinen Unterschied. *Uwe Glahn*

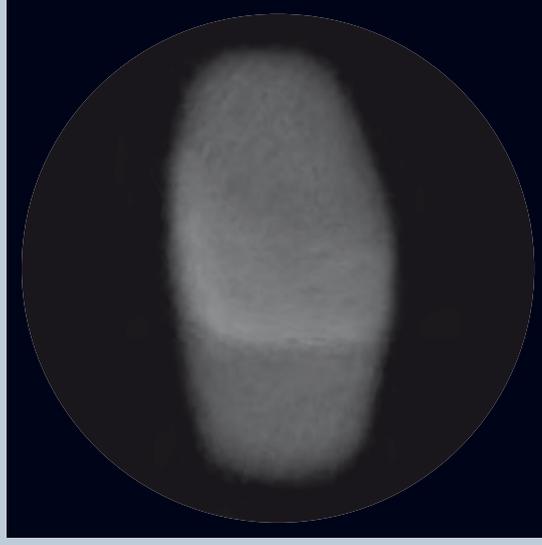


◀ **CCD-Aufnahme**, 4"-Refraktor bei 540mm, ST-2000XM, 9×4min (R), 9×2min (je G, B).
Bernhard Hubl

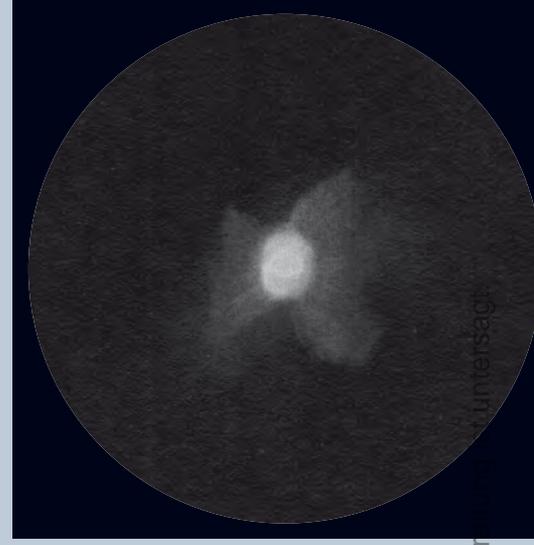


Zeichnung, 3,3"-Refraktor, 33x.
Evelyn Petkow

NGC 6572



Zeichnung, 24"-Cassegrain, 1277x. *Markus Dähne*



Zeichnung, 14"-Newton, 593x. *Ronald Stoyan*

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

Astrofotos unserer Leser



Die Plejaden über den Grat des Ama Dablam (6856m) in Nepal. Digitalfoto, 105mm-Objektiv bei $f/6,3$, Canon EOS 5D, 800 ASA, 1min. *Manuel Jung*

Sonnenaufgang über Augsburg. Digitalfoto, 300mm-Objektiv, Canon EOS 350D. *Partik Rosyk*



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken



Die Plejadennebel. CCD-Aufnahme, 8"-Newton bei 900mm, QHY8, 12x15min. *Michael Posavec*

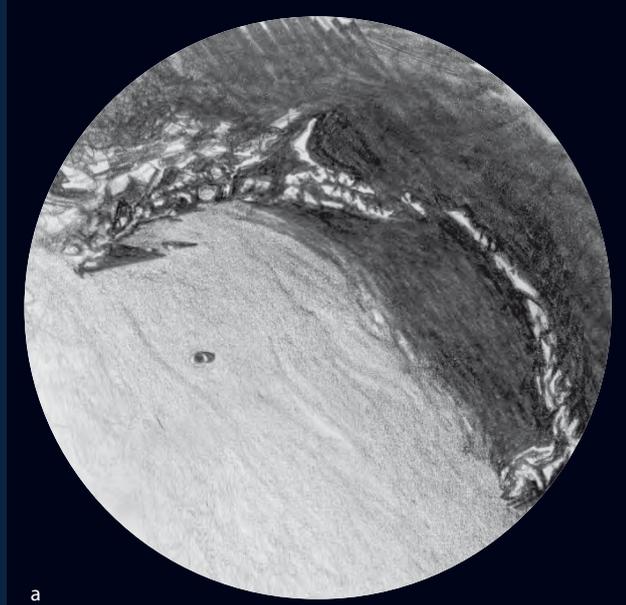
Der Orionnebel. Digitalfoto, 4"-Refraktor bei 504mm, Canon EOS 40D, ISO 400, Komposit aus fünf Aufnahmen mit 13min, 10min, 8min, 5min und 18s Belichtungszeit. Norden ist links. *Peter Heinzen*



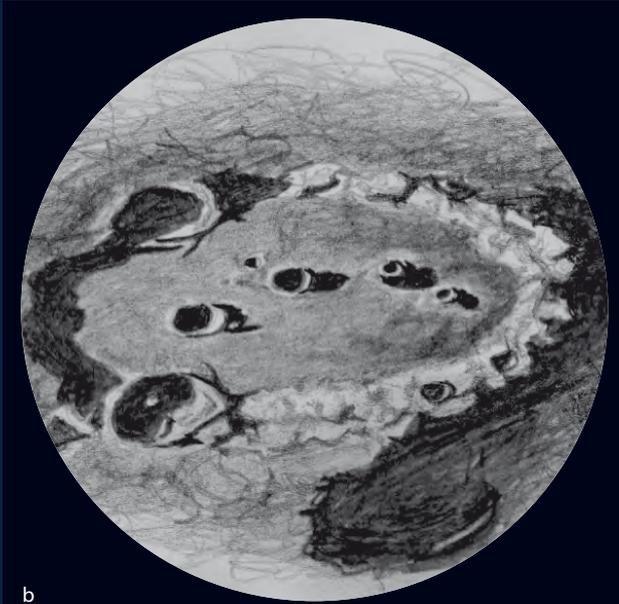
Zeichnungen unserer Leser

Das Ringgebirge Copernicus auf dem Mond. 4"-Refraktor bei 233x. *Cai-Uso Wohler*

Drei Mondzeichnungen. 4"-Refraktor, 200x. *Lambert Spix*
a) Goldener Henkel am 16.2.2008; b) Krater Clavius;
c) Krater Langrenus



a



b



c

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

Der Wolkenatlas

Wir Sternfreunde heben oft den Blick nach oben – nur selten gefällt es uns, wenn wir Wolken sehen. Doch diese im wahren Wortsinn verkürzte Sichtweise wird der Formenvielfalt und Schönheit der Wasserdampfansammlungen über uns nicht gerecht.

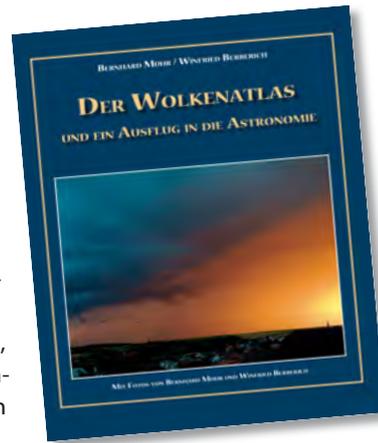
Der Wolkenatlas von Bernhard Mühr und Winfried Berberich gönnt sich eine breitere Perspektive. Auf ca. 400 zum Teil betörend schönen Farbfotos führen uns die Autoren die kurzlebigen himmlischen Landschaften vor. Fundierte Essays erläutern die Entstehung der einzelnen Wolkentypen und helfen bei ihrer Bestimmung und Unterscheidung. Die zugrunde gelegte wissenschaftliche Systematik gibt dem Werk Substanz und Rückgrat.

Dies geschieht auf unterhaltsame Art: Jede Aufnahme erzählt die kleine Geschich-

Bernhard Mühr, Winfried Berberich: Der Wolkenatlas, Kunstschatze-Verlag 2008, ISBN 978-3-934223-18-9, 320 S., 49,80€

te einer Wettersituation, festgehalten in einem mit Datum, Uhrzeit, Ort und Blickrichtung dokumentierten Bild. Dadurch werden die meteorologischen Konstellationen, die zu den beschriebenen Wolkentypen führten, auch für den Laien nachvollziehbar.

Entgegen dem Titel führt der Wolkenatlas jedoch noch mehr vor: Er zeigt optische Phänomene wie Regenbogen oder Aureole, geht auf besonders seltene Himmelsschauspiele ein und eröffnet auch einen Blick an den nächtlichen Himmel. Dieser im ersten Eindruck nicht so recht passen



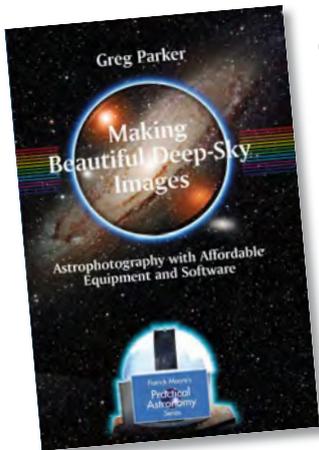
gelungener Weise ab.

Mühr und Berberich ist mit dem Wolkenatlas eines jener Kleinodien unter den Büchern gelungen, die das Internet in ihrer Erlebnis- und Informationsdichte niemals erreichen und ersetzen können wird.

■ Ronald Stoyan

wollende Ausflug in die Astronomie setzt das tagsüber aufgenommene Kaleidoskop konsequent an den nächtlichen Sternhimmel fort und rundet das Buch in

Making Beautiful Deep-Sky Images



Greg Parker: Making Beautiful Deep-Sky Images – Astrophotography with Affordable Equipment and Software. Patrick Moore's Practical Astronomy Series, Springer-Verlag 2008, ISBN 978-0-387-71352-6, ca. 28,84€.

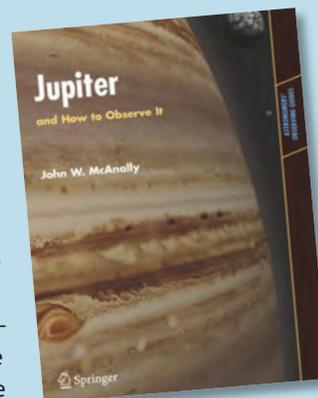
Erstellung und Bearbeitung von Astrofotos mit Amateur-CCD Kameras bilden das Thema dieses bei Springer-London erschienenen Buches. Greg Parker hat das Buch in erster Linie für Einsteiger konzipiert. Daher bildet eine Einführung in Astrofotografie, Teleskope, CCD-Kameras, Kollimation und Polausrichtung der Montierung den Anfang. Dabei findet ein Gerätespektrum vom Low-Cost-Teleskop bis zum 11"-SCT Beachtung. Dann folgen die praktischen Aspekte der Astrofotografie: Vorbereitung einer Beob-

achtung und Bildgewinnung. Die weitere Bearbeitung der Aufnahmen in der elektronischen Dunkelkammer wird im letzten Teil des Buches schrittweise anhand von Beispielen verdeutlicht – von einfachen Bildbearbeitungsoperationen bis zu aufwändigeren Techniken und Mosaiken. Das 178 Seiten umfassende Buch deckt als praxisnahe Anleitung für CCD-Astrofotografen in begrenztem Umfang auch die Astrofotografie mit digitalen Spiegelreflexkameras ab.

■ Thomas Rattei

Jupiter and How to Observe It

Beinahe in inflationärem Maßstab veröffentlicht Springer-London Bücher zur praktischen Astronomie. In vielen Fällen mussten wir mangelnde Qualität und schlechtes Lektorat attestieren. Auf den ersten Blick umgeht diese praktische Anleitung für Jupiterbeobachter diese Mängel, doch im Detail stellt man erschreckende Unkenntnis fest. Nicht nur bei den Möglichkeiten zur Auswertung von eigenen Planetenfotos ist dieses Buch ein Rückschritt im Vergleich zu den gängigen Anleitungen in deutscher Sprache. So erwähnt der Autor zwar das Auswertungsprogramm Jupos, mit dem sich digitale Jupiterportraits hochgenau ausmessen lassen, empfiehlt aber für diese Aufgabe den Ausdruck des Bildes und das Ausmessen mithilfe



eines Nomogramms. Derart anachronistische Empfehlungen führen zu einem klaren Urteil: Nicht kaufen, es gibt besseres.

■ Ronald Stoyan

John W. McNally: Jupiter and How to Observe It, Astronomers' Observing Guides, Springer-Verlag, London 2008, ISBN 978-1-85233-750-6, ca. 37€

Termine für Sternfreunde Juni – August 2008

Messe

- 4 **14.6.: Astro-Technik- und Vereinstreff (ATV)** Uebigau bei Herzberg
 Ⓜ Ralf Hofner, Walther-Rathenau-Str. 4b, D-04895 Falkenberg, 0176/22837911, astro-service-hofner@t-online.de, www.herzberger-teleskoptreffen.de

Teleskoptreffen

- 1 **6.–8.6.: 1. Esener Spechtel Tage (EST)**
 Ⓜ Astronomie-Freunde Esens, Folstenhausener Str. 15, 26427 Stedesdorf, 04971/949076, www.astronomie-freunde-esens.info
- 2 **6.–8.6.: 3. Sächsisches Sommernachts-teleskoptreffen**, Lindenhof Peritz bei Riesa, Hauptstraße 18, 01609 Peritz
 Ⓜ Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, 0173/8076841, SternwarteRiesa@web.de
- 3 **6.–8.6.: 8. Teleskop-Treffen Johannismühle (TTJ)**, Gelände des Wildparks Johannismühle bei Baruth, Brandenburg
 Ⓜ Uwe Banisch, Tel.: 033704/97017, kontakt@teleskoptreffen.com, www.teleskoptreffen.com
- 8 **7.–10.8.: Teleskoptreffen am Selenter See, Pülsen**
 Ⓜ Raffael Benner, www.aft-info.de/selent/index.htm
- 9 **16.8.: 8. H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR)**, Vereinsgelände Am Schnepferberg, 65468 Rüsselsheim
 Ⓜ Dietmar Sellner, 06147/936310, d.sellner@t-online.de, www.sternfreunde-ruesselsheim.de
- 12 **26.8.–31.8.: 6. Amateur-Teleskoptreffen-Burgwald (ATB)**, Wohnatal-Hertingshausen
 Ⓜ Astronomie-Gruppe Lahn/Eder e.V., astronomie@onlinehome.de, www.astronomie-lahn-eder.de
- 14 **29.–31.8.: WAA Summer Starparty 2008**, Gasthof Postl bei Maiersdorf, Naturpark Hohe Wand
 Ⓜ Wiener Astronomische Arbeitsgemeinschaft, Fraungrubergasse 3/1/7, A-1120 Wien, 0043/664/2561221, www.waa.at/treff/ssp.html



- 15 **29.–31.8.: 20. 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

- 13 **26.8.–31.8.: ESOP XXVII**, Sternwarte Drebach
 Ⓜ Volkssternwarte und Zeiss-Planetarium Drebach, Straße der Jugend 14, 09430 Drebach, 037341/7435, esop2008.vds-astro.de/

Fachtagung

- 5 **14.–15.6.: 11. Kleinplanetentagung**, Starkenburg-Sternwarte Heppenheim
 Ⓜ www.kleinplanetenseite.de
- 11 **23.–31.8.: Veränderlichen-Beobachtung**, Sternwarte Kirchheim/Thüringen BAV e.V., Fachgruppe Veränderliche der VdS, Ⓜ Werner Braune, Münchener Str. 26-27, 10825 Berlin, 030/7848453, braune.bav@t-online.de

Sternwartenfest

- 10 **23.8.: Lange Nacht am Aasee**, Astronomisches Programm der Sternfreunde Münster LWL Museum für Naturkunde/Westfälisches Landesmuseum mit Planetarium, Sentruper Straße 285, 48161 Münster, Ⓜ www.sternfreunde-muenster.de



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

Jugendlager

⑥ 20.7.–9.8.: 44. International Astronomical Youth Camp (IAYC), Sayda, Deutschland, Sachsen
 ⓘ Ana Brajovic, Svetog Save 20/1a, 11000 Beograd, Serbia, 00381/642623182, info@iayc.org, www.iayc.org/next_camp.php

⑦ 26.7.–9.8.: Astronomisches Sommerlager (ASL), Bischofsheim/Rhön
 ⓘ Tobias Opialla, Reinickendorfer Str. 75, D-13347 Berlin, 030/80615870, tobias@vega-astro.de, www.vega-astro.de/sommerlager/

Kleinanzeigen

Verkaufe Großfernglas Miyauchi BJ-100iB 45°, Zubehör: Okulare 20-fach, Okulare 20-fach mit eingebauten UHC-Filter, Okulare 37-fach und ICS-Montierung, Preis VBI • Werner Schneider, Tel.: 08375-8020 (ab 17:00 Uhr), E-Mail: schneider.weitnau1@freenet.de

Demnächst in interstellarum

Aktueller Stand der Planungen für die nächsten Ausgaben. Aufgrund von aktuellen Ereignissen können sich Verschiebungen ergeben.

Meteoriten-suche

Stellen Sie sich vor, Sie fahren mit dem Auto, und während Sie aus dem Fenster blicken, finden Sie einen Meteorit. Das funktioniert nicht? Im Gegenteil: Ein Enthusiast hat auf diese Weise sogar mehrere hundert Steine aus dem All gefunden.



SEGFRIED HÄBERER

Chiemgau-Krater

Hat es im Chiemgau vor mehr als 2000 Jahren einen großen Meteoriteneinschlag gegeben? Einige Forscher führen Gründe für einen Impact an, während die Mehrheit darin keine Beweise sieht. Wir lassen einen ausgewiesenen Experten berichten.



STEPHAN SCHURIG

Peilsucher im Test

Suchen war einmal – finden ist in: Gerade im Einsteigerbereich werden optische Sucherteleskope immer mehr von Leuchtpunktsuchern verdrängt. Wir vergleichen 8 aktuelle Modelle.

Heft 59 ab 18.7.2008 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

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

Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	71	Astrotreff	71	Oculum-Verlag	8/79
AP Nidderau	77	Fujinon Europe	6	nimax GmbH	Beilage
Astronomie.de	18	Intercon Spacetec	4/5	Sahara Sky	77
AstroInfo	7	Kosmos-Verlag	80	Farm Tivoli	77
Astrocom	U3	Wolfgang Lille	77	Teleskop-Service	80
Astro-Messe	58	Lunt Solar Systems	9	Astro Optik GmbH	33
Astro-Shop	U2	Meade Instruments	U4	William Optics	27
Astrolumina	74	Gerd Neumann jr.	24	Wissenschaft Online	13

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

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

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

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

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

Bezug: Jahresbezugspreise 2008 inkl. Zustellung frei Haus: 39,90 € (D), 44,80 € (CH), 42,90 € (A), 44,80 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez.



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: Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

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

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

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

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

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

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

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

Wir behalten uns vor, bei der Bearbeitung Randpartien einer Aufnahme abzuschneiden und diese zu verkleinern/vergrößern, sowie orthografische und sprachliche Korrekturen vorzunehmen. Eingesandte Beiträge werden nicht 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. 9 vom 1.11.2007

Stephan Schurig, Anzeigenleitung, Fax: 09131/978596,

E-Mail: werbung@interstellarum.de

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