

fokussiert



Ronald Stoyan, Chefredakteur



Titelbild: **Eines der vielleicht berühmtesten Fotos aller Zeiten** zeigt den Apollo-11-Astronauten Buzz Aldrin am 21.7.1969 auf dem Mond, fotografiert von seinem Kollegen Neil Armstrong. Dieses Bild – und viele tausend weitere – halten viele Menschen für in Hollywood-Studios nachgestellten Schwindel. Doch diese Verschwörungstheorien entbehren jeder Grundlage, wie der Beitrag ab Seite 14 zeigt. NASA

Liebe Leserinnen und Leser,

am 21.7.1969 betrat zum ersten Mal ein Mensch den Mond. Es ist erstaunlich, dass 40 Jahre später eine nicht unerhebliche Zahl von Menschen diese Tatsache nicht akzeptieren kann und Verschwörungstheorien Glauben schenkt, die Mondlandungen seien in amerikanischen Filmstudios inszeniert worden um die Welt zu täuschen. Nicht nur im nicht-astronomischen Bekanntenkreis werde ich immer wieder mit diesen Behauptungen konfrontiert, es ist erstaunlich wie viele Amateurastronomen dieser Meinung anhängen. Gerade sie müssten es besser wissen – und verstehen, warum die amerikanische Flagge auch ohne Luft wie vom Wind verweht aussehen kann und auf dem Mond aufgenommene Fotos keine Sterne zeigen. Der Profiastronom Florian Freistetter hat sich die Mühe gemacht, die Argumente der Verschwörungstheoretiker einzeln zu widerlegen. Sein Ergebnis ist die Entlarvung der Behauptungen als plumpe Lüge (Seite 14).

Das vierzigjährige Jubiläum der ersten Mondlandung ist der zweite große Höhepunkt des internationalen Jahres. Am ersten Aprilwochenende hatten zahlreiche Veranstaltungen im Rahmen der Aktion »100 Stunden Astronomie« auch in Deutschland, Österreich und der Schweiz vielen tausend Menschen ihren ersten Blick durch ein Fernrohr ermöglicht. Auch ich habe in John Dobson-Manier zusammen mit Sternfreunden in der Fußgängerzone von Erlangen mein Teleskop aufgebaut – fast 1000 Nachtschwärmer waren überwältigt von ihrem ersten Kontakt mit Mond und Saturn im Fernrohr. Berichten Sie uns über Ihre persönlichen Erlebnisse – wir berichten in der nächsten Ausgabe.

Die Witterungsbedingungen sind für mitteleuropäische Amateurastronomen immer eine kritische Angelegenheit. Neben der Wolkenbedeckung spielen auch die Luftbewegungen eine große Rolle, entscheiden sie doch als Seeing über die Qualität des Fernrohrbildes. Die Meteorologen der Baseler Universität haben ein Vorhersagemodell der Luftunruhe erstellt, das im Internet eine genaue Abschätzung des Seeings erlaubt (Seite 45). Die interstellarum-Leser sind aufgerufen, dieses Modell durch eigene Beobachtungen zu überprüfen – und damit den Meteorologen Rückschlüsse zu geben, wie gut ihre Berechnungen sind. Das Ergebnis wäre ein Traum für alle Sternfreunde: Eine verlässliche Wettervorhersage, die nicht nur Wolken, sondern auch das Seeing berücksichtigt.

klare Sommernächte wünscht

Ihr

Ronald Stoyan



Spektroskopie für Einsteiger

36



Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

42



Mehr Durchblick

45



Bewegter Himmel

50

Hintergrund

- **Hauptartikel**
- 14 **40 Jahre Mondlandung**
Warum die Verschwörungstheorie eine Lüge ist
- 19 **Astro-Wissen: Was ist die kosmische Geschwindigkeit?**
- **Schlagzeilen**
- 10 **Plutos eisige Atmosphäre**
Die Keimzelle der Galaxien
- 11 **Zerklüftete Mars-Lava spricht für Überflutung**
- 12 **Raumfahrt aktuell: Weltraumteleskop Kepler gestartet**

Himmel

- **Ereignisse**
- 20 **Der Mond in Aktion**
Die Plejadenbedeckung am 18. Juli 2009
Jahrhundert-Sonnenfinsternis in Asien
- 21 **Pluto in Opposition am 24. Juni**
- **Sonnensystem**
- 24 **Sonne aktuell: Kein Anstieg in Sicht**
- 25 **Planeten aktuell: Mondspiele um Jupiter und Saturn**
- 26 **Kometen aktuell: Zwei Kometen für das Fernglas**
- **Sternhimmel**
- 29 **Astronomie mit bloßem Auge: Der Vollmond**
Astronomie mit dem Fernglas: 61 Cygni
- 30 **Objekt der Saison: M 16**
- 31 **Objekt der Saison: M 17**
- 33 **Veränderlicher aktuell: R Scuti**

Praxis

- **Kometen**
- 34 **Der Schlechtwetter-Komet**
Die schönsten Bilder des Kometen Lulin
- **Deep-Sky**
- 36 **Spektroskopie für Einsteiger**
Teil 1: Ein spaltloses Gitterspektroskop zur visuellen Beobachtung
- 40 **Exotische Sterne**
Barnard 29 – ein heißer Stern in M 13
- 42 **Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter**
Objekt-Vielfalt im Sternbild Lyra

aktuell auf www.interstellarum.de

astroeinstieg.de

by [interstellarum](http://www.interstellarum.de) Zeitschrift für praktische Astronomie

Die interstellarum-Einsteigerseiten

AstronomieNewsletter

Beobachtungen, Forschung, Szene
aktuell informiert alle 14 Tage

Online-Ressourcen

Einstieg ins Hobby Astronomie
Teil 4: Das erste Teleskop.

Einstieg ins Hobby Astronomie
Teil 5: Benutzung eines Teleskops.

- 45 **Mehr Durchblick**
Moderne Vorhersagemethoden für Wolken und Luftunruhe
- 49 **Praxis-Wissen: Was ist die Bortle-Skala?**

Technik

- **Test**
- 54 **Astro-Funkzentrale**
Der Wireless Telescope Server von Meade im Test
- **Astrofotografie**
- 50 **Bewegter Himmel**
Zeitrafferaufnahmen mit digitalen Spiegelreflexkameras
- 60 **Technik-Wissen: Wie hilft das Histogramm bei der Bildbearbeitung?**

Beobachtungen

- **Rückblick**
- 61 **Die ISS erhält Besuch**
- **First Light**
- 62 **Geheimnisvolle Reflexe**
- **Objekte der Saison**
- 64 **M 12 / NGC 6210**
- **Galerie**
- 68 **Astrofotos unserer Leser**

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

40 Jahre Mondlandung

Warum die Verschwörungstheorie eine Lüge ist

14



Service

■ Szene

- 70 Astronomie ohne Grenzen
- 73 Termine für Sternfreunde: Juni-Juli 2009

■ Rezensionen

- 75 **The Sun**
Der Quantenkosmos
Sternstunden

■ Astromarkt

- 76 Kleinanzeigen

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

Test: Astro-Funkzentrale Der Wireless Telescope Server von Meade im Test

54



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

Plutos eisige Atmosphäre

Pluto ist ungefähr 40 Mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde, er hat nur etwa ein Fünftel des Erddurchmessers und auf seiner Oberfläche aus Gestein und Eis herrschen Temperaturen von ungefähr -220°C . Erst seit 1980 weiß man, dass Pluto eine dünne Atmosphäre besitzt, die hauptsächlich aus Stickstoff mit Spuren von Methan besteht. Möglicherweise enthält sie auch Kohlenmonoxid. Wenn sich Pluto auf seiner Bahn von der Sonne entfernt, friert seine Atmosphäre allmählich aus und setzt sich auf der Oberfläche ab. Sie wird wieder gasförmig, wenn er der Sonne näher ist und sich die Oberfläche erwärmt – wie es zurzeit der Fall ist. Bisher konnte man nur die obersten Schichten der Atmosphäre während Sternbedeckungen durch Pluto beobachten. Dabei wurde festgestellt, dass sie etwa 50° wärmer als die Oberfläche ist. Das VLT und der Cryogenic InfraRed Echelle Spectrograph (CRIRES) haben es nun ermöglicht,

auch die unteren Atmosphärenschichten zu untersuchen: Man entdeckte mehr als 17 Absorptionslinien von Methan, mit denen nicht nur die Dichte sondern auch die Temperatur in der Atmosphäre bestimmt werden konnte. So wurde festgestellt, dass die gesamte Atmosphäre eine mittlere Temperatur von -180°C hat, also wärmer als die Oberfläche ist. Die Verdampfung (Sublimation) des Oberflächeneises kühlt, ähnlich wie Schweiß bei seiner Verdunstung die Haut, Plutos Oberfläche. Obwohl auf Methan nur ein halbes Prozent der Moleküle entfallen, ist es für die Erwärmung der Atmosphäre verantwortlich. Auch die gefundene Temperaturinversion, d.h. der Temperaturanstieg mit zunehmender Höhe, geht auf das Konto von Methan: 3° bis 15° steigt die Temperatur pro 1000m Höhe. Zwei konkurrierende Modelle versuchen die Eigenschaften der Plutoatmosphäre zu erklären: Entweder existiert eine dünne Schicht ge-

frorenes Methan auf der Oberfläche, die die Verdampfung von Stickstoff verhindert, was den Anteil von Methan in der Atmosphäre verringern würde, oder es gibt kleine Teiche aus reinem Methan, die atmosphärisches Methan nachliefern. Wenn Pluto sich wieder von der Sonne entfernt, sollte das Methan ausfrieren und sein Anteil in der Atmosphäre zurückgehen. Je nachdem wie sich der Anteil auch im Verhältnis zum Stickstoff ändert, wird man zwischen den Theorien entscheiden können. [ESO Science Release 08/09; arXiv:0901.4882v1]

Die Atmosphäre von Pluto gefriert auf der Oberfläche, wenn sich der Zwergplanet von der Sonne entfernt. Steht Pluto jedoch nahe seines Perihels, könnte ein Teil des Methans in seiner Atmosphäre sogar in Teichen auf seiner Oberfläche vorkommen.



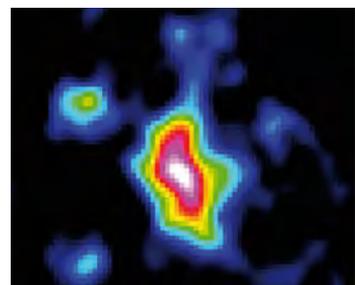
ESO PR Photo 08a/09

Die Keimzelle der Galaxien

Eine entscheidende Frage in der Entstehung der Galaxien ist bis heute nicht beantwortet: Entstand zuerst nur ein Zentralbereich mit Sternen, der mit der

Zeit anwuchs, oder bildeten sich die Sterne gleichmäßig im gesamten heutigen Volumen der Galaxie? Um einer Antwort näher zu kommen,

Abb. 1: Falschfarbenaufnahme der Galaxie J1148+5251, aufgenommen mit den Radioteleskopen des Very Large Array in New Mexiko.



NRAO/AUI/NSF

Abb. 2: In der Region Orion-KL im Orionnebel (schwarzer Rahmen) ist die Sternentstehungsaktivität ähnlich hoch wie in der Zentralregion von J1148+5251 – allerdings auf ein ungleich kleineres Volumen beschränkt.



NASA, ESA, ROBERTO STSCI/ESA; ORION TREASURY PROJECT TEAM

wurde eine der entferntesten bekannten aktiven Galaxien, ein Quasar mit der Bezeichnung J1148+5251, untersucht. Das Licht von dieser Galaxie erreicht die Erde erst nach einer Reisezeit von 12,8 Milliarden Jahren. Die Beobachtungen zeigen dieses Objekt daher so, wie es vor 12,8 Milliarden Jahren aussah – weniger als eine Milliarde Jahre nach dem Urknall, als die ersten Galaxien entstanden.

Die Untersuchung des Quasars in dieser Entfernung ist nicht einfach, da Details mit Größen von wenigen zehntel Bogensekunden aufgelöst werden müssen und zudem der Quasarkern alles überstrahlt. Im Licht einfach ionisierter Kohlenstoffatome, also Atomen, die ein Elektron verloren haben, bei einer Wellenlänge von 158µm leuchten jedoch Sternentstehungsgebiete heller als solch ein Quasarkern. Licht dieser Wellenlänge wird allerdings vollständig von der Erdatmosphäre absorbiert. Durch die Expansion des Universums und die damit verbundene Rotverschiebung kommt dieses Licht jedoch als Radiostrahlung mit ungefähr 1mm Wellenlänge auf der Erde an und ist messbar. Ein für solche Beobachtungen geeignetes Instrument ist das IRAM-Interferometer, das aus sechs zusammengeschalteten Einzelantennen besteht. Untersuchungen mit diesem Instrument ergaben, dass sich im Kern von J1148+5251 extrem viele Sterne bildeten – mit einer Gesamtmasse von mehr als 1000 Sonnenmassen pro Jahr. In unserer Milchstraße hingegen wird durchschnittlich in einem Jahr nur eine Sonnenmasse in Sterne umgesetzt. Zudem gelang es, die Ausdehnung des Sternentstehungsgebiets zu 5000 Lichtjahren zu

bestimmen und damit die Sternentstehungsrate pro Volumen abzuschätzen, die sowohl mit Modellen, als auch mit besonders aktiven Sternentstehungsgebieten in unserer eigenen Galaxis verglichen werden kann.

Sterne werden geboren, wenn kosmische Wolken aus Staub und Gas unter dem Einfluss der Schwerkraft kollabieren und sich aufheizen. Doch die dabei entstehende Strahlung treibt die Gas- und Staubwolken auseinander und erschwert den weiteren Kollaps und die Bildung neuer Sterne. Daraus ergibt sich eine Obergrenze dafür, wie viele Sterne in einer bestimmten Raumregion innerhalb einer gegebenen Zeit überhaupt entstehen können. Genau diese Obergrenze wird in dem beobachteten Sternengebiet erreicht. In unserer Milchstraße finden sich solche extremen Verhältnisse nur in ungleich kleineren Regionen, beispielsweise in Teilen des Orionnebels. Das Sternentstehungsgebiet in J1148+5251 entspricht einer Ansammlung von 100 Millionen Orion-Regionen! Dies steht im Widerspruch zu einigen bisherigen Schätzungen, die für die maximale Sternentstehungsrate in Galaxien auf einen zehnfach kleineren Grenzwert gekommen waren.

Offenbar entsteht die Sternansammlung in dieser Galaxie von innen heraus. Denn anfangs gibt es nur eine Kernregion, in der sich besonders viele Sterne bilden. Erst im Lauf der Zeit wächst der mit Sternen gefüllte Zentralbereich – etwa durch Kollisionen und Verschmelzungen mit anderen Galaxien – und erreicht die ungleich größere Ausdehnung, wie man sie charakteristischerweise in älteren Galaxien findet. [MPG Presseinformation SP/2009 (14)]

Zerklüftete Mars-Lava spricht für Überflutung

Eine Auswertung von Bildern des Mars Reconnaissance Orbiter, die im Februar 2009 veröffentlicht wurde, weist geologische Formen nach, die durch Vulkanismus entstanden sind. Es handelt sich dabei um säulenförmige Klüftungen, die sich ergeben, wenn sich langsam abkühlende Lava zusammenzieht. Auf der Erde sind solche Formen z.B. als Säulenbasalt bekannt. Der Mars-Orbiter konnte diese Strukturen nur dort finden, wo sie nicht senkrecht stehen, sondern gekippt liegen – vorwiegend an den Hängen von Impaktkratern. Die hochauflösende HiRISE-Kamera konnte Strukturen bis zu einer Größe von 0,75m–1m identifizieren. Interessant ist dabei, dass sich an einigen Stellen Störungen der Säulenformation nachweisen lassen, dort verlaufen die Bruchlinien im Gestein unregelmäßig und teilweise quer zur Richtung der Säulen. Dieses Phänomen kennt man auch auf der Erde, wo es durch in die abkühlende Lava eindringendes



NASA/JPL/CALTECH/UNIVERSITY OF ARIZONA

Der Ausschnitt einer Aufnahme der HiRISE-Kamera des Mars Reconnaissance Orbiter vom 31. Oktober 2007 zeigt den Abhang eines 16km großen ungestörten Kraters im Gebiet von Marte Valles; an den inneren Abhängen des Kraters (im linken Teil des Bildes) wurden geologische Strukturen gefunden, die irdischen Basaltsäulen ähneln.

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

Wasser erklärt wird: Dieses sorgt nämlich im Vergleich zur normalen langsamen Abkühlung von außen nach innen für eine schnellere und ungleichmäßigere Abkühlung. Die Beobachtung auf dem Mars legt deshalb nahe, dass es im Bereich der Lavafelder zu periodischen Überflutungen gekommen ist. Nach der ersten Entdeckung an einem Kraterabhang in Marte Valles wurden in den umliegenden vulkanischen Gebieten ebenfalls Basaltsäulenstrukturen an gut erhaltenen Kraterwänden gefunden. Teilweise konnte auch dort die unstrukturierte Zerklüftung nachgewiesen werden, die auf den Einfluss von Wasser deutet.

Eine andere neue Studie, die auf der Untersuchung von Kratern beruht, die vom Mars Odyssey Orbiter aufgenommen wurden, zeigt unmittelbare Hinweise auf Spuren ehemals fließenden Wassers. So sind beispielsweise Erosionsfurchen an den Kraterhängen und Ablagerungen am Kraterboden sowie deltaförmige Verzweigungen von eventuellen ehemaligen Wasserläufen zu sehen. [JPL News vom 25.2.2009 und 5.2.2009; USGS News Release vom 25.2.2009; University of Arizona; Milazzo, M. P. et al., *Geology* 37, 171; Milazzo, M. P. et al., 40th Lunar and Planetary Science Conference; Planetary Science Institute]

Surftipps

- JPL/NASA:
www.jpl.nasa.gov
- Space Telescope
Science Institute:
www.stsci.edu
- ESO Presse-
Mitteilungen:
[www.eso.org/
outreach/press-rel](http://www.eso.org/outreach/press-rel)
- Max-Planck-
Gesellschaft:
www.mpg.de

Raumfahrt aktuell Weltraumteleskop Kepler gestartet

Ziemlich genau bei Erscheinen dieses Heftes sollte sie beginnen, die große Jagd des NASA-Weltraumobservatoriums Kepler nach erdähnlichen Planeten fremder Sterne. 60 Tage sollte die Inbetriebnahme nach dem Start in der Nacht zum 7. März dauern, dreieinhalb Jahre mindestens die Mission – und erst ganz gegen Ende werden wir erfahren, ob auch nur einer der rund 150000 Sterne zwischen Lyra und Cygnus, die Kepler wieder und wieder photometrieren wird, einen erdähnlichen Planeten in einem Abstand besitzt, in dem lebensfreundliche Bedingungen herrschen würden. Verraten sollen sich diese Planeten durch Durchgänge vor den Scheiben ihrer Sterne, die sich als geringer Helligkeitsabfall bemerkbar machen. Drei solcher Transits werden mindestens benötigt, um die wichtigsten anderen Ursachen stellarer Helligkeitsschwankungen ausschließen zu können.

Ist ein Fall entdeckt, wird ein Netzwerk meist bodengebundener Teleskope aktiviert, um bei dem betreffenden Stern insbesondere nach Schwankungen der Radialgeschwindigkeit im gleichen Rhythmus zu suchen und ggf. die Masse zu bestimmen. Aber drei Transits plus Nachbeobachtungen werden unvermeidlich mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Jeden Dezember wird es eine Pressekonferenz geben, der im Januar die Präsentation der wissenschaftlichen Details auf einer Tagung folgt. Im Dezember 2009 darf nur mit Riesenplaneten mit kurzen Umlaufzeiten gerechnet werden, wie man längst von der Erde aus über 300 entdeckt hat. Ende 2010 könnten erdähnliche Planeten in der bewohnbaren Zone von Zwergsternen spruchreif geworden sein, weil M-Sterne viel lichtschwächer sind und prinzipiell lebensfreundliche Planeten kurze Umlaufzeiten hätten. Im Dezember 2011 wären bereits Erden von K-Sternen möglich – und im Dezember 2012 schließlich erdähnliche Planeten von G-Sternen wie unserer Sonne, die in passendem Abstand rund ein Jahr Umlaufzeit benötigen. Die Gesamtausbeute der Primärmission Keplers (die auf bis zu sechs Jahre verlängert werden könnte) wird dann Ende 2013 bzw. im Detail im Januar 2014 präsentiert. Dann wird man wissen, ob es überhaupt erdähnliche Planeten in »bewohnbaren« Zonen gibt, wie häufig sie sind (die beste heute mögliche Hochrechnung lässt 50 bis 100 Funde erwarten) – und wo die besten Kandidaten für eventuelle Nachfolgemissionen zu finden wären, die die fremden Erden direkt abbilden und untersuchen könnten.

Technisch gesehen setzt Kepler neue Maßstäbe: Sein Teleskop ist das größte jenseits

des Erdorbits und mit 0,95m großer Öffnung und 1,40m-Hauptspiegel sogar das neuntgrößte Schmidt-Teleskop, das je gebaut wurde. Auch seine Kamera aus 42 CCD-Chips mit zusammen 95 Millionen Pixeln ist die größte im Weltraum. Um 150000 Sterne permanent im Blick zu behalten, hat man Kepler auf eine Sonnenumlaufbahn mit 371 Tagen Periode geschickt, so dass das Teleskop ständig von der störenden Erde weg driftet. Die riesige Datenmenge der Kamera, die alle 30 Minuten dasselbe Feld von 100 Quadratgrad überwacht, könnte gar nicht gespeichert und zur Erde geschickt werden. Nur kleine Felder um die Zielsterne werden an Bord ausgeschnitten und einmal im Monat übertragen. Die Lichtkurven, die auch einiges über die Sterne selbst verraten, werden das Vermächtnis dieser ungewöhnlichen 600-Millionen-Dollar-Mission sein.

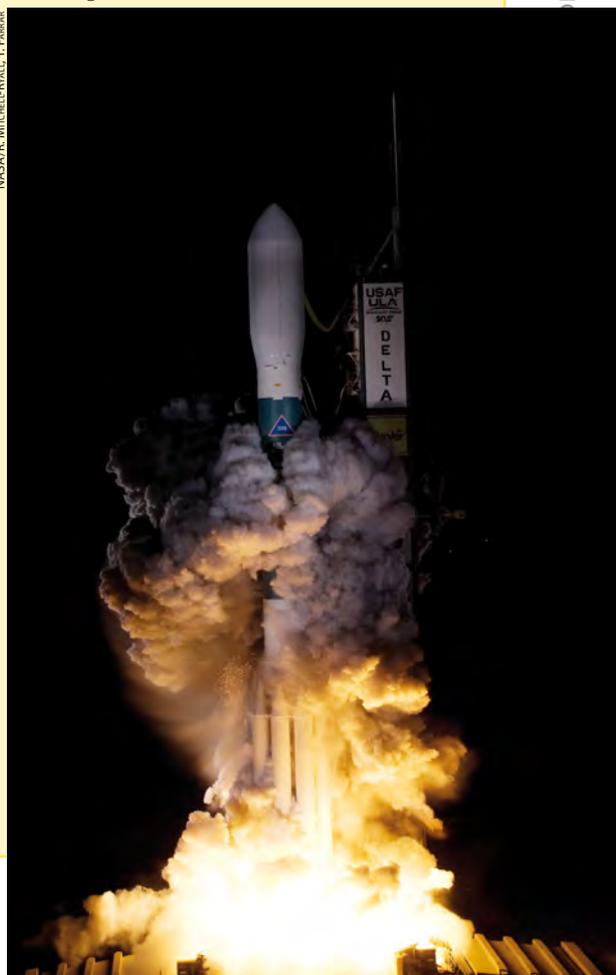
■ Daniel Fischer

Surftipps

Kepler-Weltraumteleskop:
kepler.nasa.gov

Start des Weltraumobservatoriums Kepler auf einer Delta II-Rakete bei deren 139. erfolgreichem Start in 20 Jahren – nur jeder 50. war gescheitert.

NASA/© MICHELLE RYALL, T. FISHER



privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

40 Jahre Mondlandung

Warum die Verschwörungstheorie eine Lüge ist

VON FLORIAN FREISTETTER



NASA

Am 21. Juli 1969, um 3:56 Mitteleuropäischer Zeit, betrat Neil Armstrong als erster Mensch den Mond. Ihm folgten Buzz Aldrin und 12 weitere Astronauten, die in den nächsten drei Jahren im Zuge des Apollo-Programms der NASA den Mond besuchten. Die bemannte Mondlandung stellt eine der außergewöhnlichsten und beeindruckendsten wissenschaftlichen und technischen Leistungen der Menschheit dar. Aber es gibt Menschen, die nicht daran glauben wollen, dass tatsächlich Astronauten den Mond betreten haben. Sie behaupten, die NASA hätte die Mondlandungen nur inszeniert. Die Live-Bilder vom Mond, die Fernsehzuschauer überall auf der Welt faszinierten, seien in Wirklichkeit in einem Fernsehstudio auf der Erde gedreht worden.

So absurd diese Verschwörungstheorie ist, so schwer ist sie auszurotten. Schon fünf Jahre nach der ersten Mondlandung, 1974, veröffentlichte der Amerikaner Bill Kaysing sein Buch »We never went to the moon: America's Thirty Billion Dollar Swindle«. Darin behauptete er, die NASA wäre technisch nicht in der Lage gewesen, einen Menschen sicher auf den Mond und wieder zurück zu bringen. Deshalb wäre die Landung auf dem Mond nur vorgetäuscht worden. Und er meinte sogar, für diese Behauptung »Beweise« zu haben. Kaysing arbeitete von 1957 bis 1963 in einer Firma, die Triebwerke für die Saturn V-Raketen der NASA herstellte. Er war allerdings kein Wissenschaftler oder Techniker, sondern nur Leiter der technischen Dokumentationsabteilung.

Das Wettrennen ins All

Kaysings Verschwörungstheorie fand bald Anklang. Auf den ersten Blick scheint seine »Theorie« nicht allzu weit her geholt: Die USA waren im Rennen um die Vorherrschaft im Weltall deutlich in Rück-

Abb. 1: Haben die Mondlandungen von 1969 bis 1972 wirklich stattgefunden? Viele Menschen glauben an eine gigantische Verschwörungstheorie. Das Bild zeigt eines der berühmtesten Motive der Apollo 11-Mission: Neil Armstrong fotografiert Buzz Aldrin. Der im Helm gespiegelte Schatten von Armstrong scheint dabei in eine andere Richtung zu verlaufen als der von Aldrin, was von Anhängern der Verschwörung als Argument für eine Fälschung genannt wird. Dieser Effekt ist jedoch auf die Krümmung des Helms zurückzuführen.

stand geraten. Die Sowjetunion hatte 1957 den ersten künstlichen Satelliten in eine Erdumlaufbahn gebracht. Ebenfalls 1957 schickte die UdSSR das erste Lebewesen, die Hündin Laika, in einen Erdorbit. 1961 wurde der nächste große Erfolg gefeiert: Juri Gagarin war der erste Mensch, der sicher ins Weltall und wieder zurück auf die Erde befördert wurde. 1963 flog Walentina Tereschkowa als erste Frau in den Weltraum; 1965 verließ Alexei Leonow als erster Mensch im All sein Raumschiff. Und mit dem Luna-Programm machte sich die UdSSR nun daran, den Mond zu erreichen.

Es ist also nicht verwunderlich, dass die USA alles daran setzen würden, beim Wettlauf zum Mond nicht schon wieder von der UdSSR geschlagen zu werden. Selbst Präsident John F. Kennedy hatte

in seiner Rede im Mai 1961 angekündigt, bis zum Ende des Jahrzehnts einen Menschen sicher auf den Mond und wieder zurück zur Erde zu bringen. Der öffentliche Druck, hier erfolgreich zu sein und den Mond vor der Sowjetunion zu erreichen, war groß. Es galt also auf jeden Fall, einen Fehlschlag zu vermeiden.

Gründe für die Verschwörung

Die Verschwörungstheoretiker meinen nun, die USA wären angesichts der immensen technischen Schwierigkeiten, die im Zuge der Mondmission auf sie zukamen, lieber auf Nummer sicher gegangen und hätten die Landung nur vorgetäuscht, anstatt tatsächlich Menschen ins All zu schicken. So könnte man auf jeden Fall den Erfolg garantieren. Viele Anhänger

einer vorgetäuschten Mondlandung sind auch der Ansicht, dass die Mondlandung eine dringend benötigte Aktion der amerikanischen Regierung war, um die Aufmerksamkeit der Bevölkerung vom desaströsen Vietnamkrieg abzulenken. Was auch immer die genauen Gründe sein mögen: Für viele Menschen – in den USA laut Umfragen 20% der Bevölkerung – steht fest, dass die Landung auf dem Mond nur ein großer Schwindel war – und das ließe sich beweisen!

Die Foto- und Filmaufnahmen, die von den Apollo-Astronauten während ihrer Mondspaziergänge gemacht wurden, sind in der Öffentlichkeit das bekannteste Ergebnis der Flüge zum Mond. Es ist also auch nicht verwunderlich, dass sich die meisten der »Beweise« der Verschwörungstheoretiker auch auf diesen Aufnahmen befinden sollen.

Fehlende Sterne

Das wahrscheinlich am meisten gehörte Argument für den Nachweis dieser Fälschungen sind die »fehlenden Sterne«. Betrachtet man die Fotos, die auf dem Mond gemacht wurden, dann ist der Himmel schwarz – und kein einziger Stern ist zu sehen. Wenn es nach den Verschwörungstheoretikern geht, ist das ein eindeutiger Hinweis: Die Aufnahmen wurden nicht auf dem Mond, sondern in einem Filmstudio gemacht. Allerdings können Astrofotografen leicht erklären, warum der Himmel auf den Mondfotos schwarz ist. Um Sterne fotografisch abzubilden, muss die Belichtungszeit ausreichend lang sein – dann wären aber die Astronauten in ihren weißen Anzügen vollkommen überbelichtet gewesen. Außerdem war man während den Apollo-Missionen nicht an Fotos des Sternhimmels interessiert. Man wollte die Oberfläche des Mondes und die Astronauten scharf abbilden und dementsprechend kurz war auch die Belichtungszeit gewählt.

Falsche Schatten

Auch in den Schatten auf den Fotos wollen die Verschwörungstheoretiker Beweise für eine vorgetäuschte Mondlandung sehen. Auf verschiedenen Aufnahmen ist zu sehen, dass die geworfenen Schatten nicht parallel sind. Das soll beweisen, dass die Szenerie nicht von der Sonne angeleuchtet wird, sondern von mehreren Studioscheinwerfern. Auch hier genügt eine kurze Überlegung,

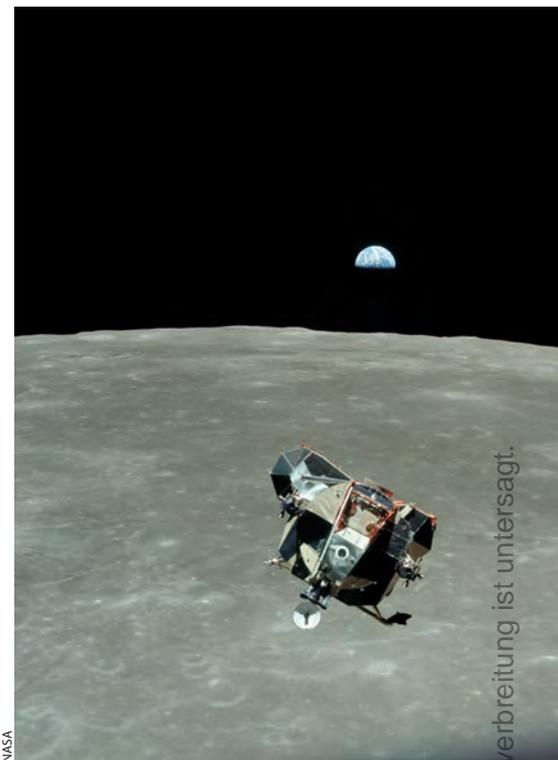
um den Einwand zu entkräften. Würden die Astronauten tatsächlich von mehreren künstlichen Lichtquellen beleuchtet werden, dann würden sie natürlich auch mehrere Schatten werfen. Das sieht man in jedem Fußballstadion mit Flutlichtanlage, in dem die Spieler je nach Anzahl der Scheinwerfer mehr als einen Schatten haben. Aber warum sind die Schatten dann auf manchen Bildern tatsächlich nicht parallel? Abb. 1 zeigt klar, dass der Schatten von Buzz Aldrin in eine andere Richtung verläuft als der Schatten von Neil Armstrong, der sich in Aldrins Helm spiegelt. Hier ist der Grund einfach zu finden: Der Helm ist gekrümmt und verzerrt den Schattenwurf. Auch sonst sind die unterschiedlichen Schatten auf die Perspektive zurückzuführen. Außerdem ist die Mondoberfläche nicht eben und deswegen verlaufen auch die Schatten nicht immer parallel.

»Zu gute« Fotos

Auch die Qualität der Fotos wird oft als Beleg für eine Fälschung angeführt. Wie kann es sein, dass alle Fotos der Mondmissionen so perfekt aussehen? Damals gab es ja keine komfortablen Automatikkameras wie heute. Außerdem konnten die Astronauten nicht durch den Sucher blicken, da die Kameras fix vor ihrer Brust am Anzug montiert waren. Sie mussten quasi blind fotografieren. Dass die Aufnahmen trotzdem alle so gut geworden sind, kann also nur bedeuten, dass sie gefälscht wurden. Aber auch das stimmt nicht: Erstens haben die Astronauten lange trainiert, wie man in ihrer speziellen Situation am besten fotografiert. Und zweitens gibt es selbstverständlich jede Menge schlechte Fotos. Aber natürlich hat die NASA hauptsächlich die Bilder veröffentlicht, die gut geworden waren. Verschwommene und schlecht belichtete Fotos vom Mond sind von geringem Interesse. Im Internet kann man jedoch heute auf alle Fotos der Apollo-Missionen zugreifen – auf die guten und auch die schlechten (siehe z.B. Abb. 4).

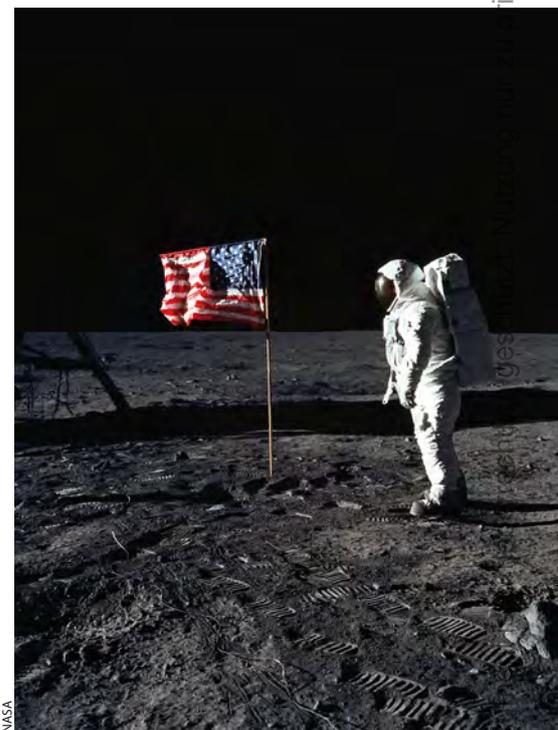
Die wehende Flagge

Fast so »berühmt« wie das Argument der fehlenden Sterne ist die wehende Flagge. Das Bild mit Buzz Aldrin, der auf dem Mond vor der amerikanischen Flagge steht, gehört zu den bekanntesten der Apollo-Missionen (Abb. 3). Auf diesem Bild scheint die Flagge zu wehen und auch auf dem entsprechenden Filmaus-



NASA

Abb. 2: Warum fehlen Sterne auf den Fotos der Mondlandungen? Auch diese Tatsache wird als Argument für eine angebliche Fälschung der Bilder benutzt. Fotografen ist dagegen klar, dass selbst auf dem Mond längere Belichtungszeiten dafür nötig sind – und dann die Mondoberfläche überbelichtet wäre. Hier sieht man den Lander der Apollo 11-Mission über dem Mond schweben – im Hintergrund die Erde.



NASA

Abb. 3: Buzz Aldrin und die amerikanische Flagge – ein Motiv, das um die Welt ging. Die Flagge scheint zu wehen – aber das ist nur eine optische Täuschung.

ivaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Dieses Do



Abb. 4: Die meisten Fotos vom Mond sehen perfekt aus, wie in einem Studio hergestellt. Doch während der Apollo-Missionen wurden nicht nur gute Fotos gemacht, auch solche schlechten Aufnahmen existieren.



Abb. 5: Einer der Laserreflektoren, die während der Apollo-Missionen auf dem Mond installiert wurden. Sie lassen sich von der Erde aus mit Laserstrahlen anpeilen – einer der kaum zu widerlegenden Gegenbeispiele für die angebliche Verschwörung.

schnitt wirkt es so, als würde die Flagge sich bewegen. Aber auf dem Mond gibt es keine Atmosphäre und demnach auch keinen Wind. Wie kann sich eine Fahne dort also bewegen? Für die Verschwörungstheoretiker ist klar: Die Aufnahmen wurden auf der Erde gemacht und die Flagge weht im Wind. In Wirklichkeit »weht« die Flagge nicht, sondern der Flaggenmast vibriert. Als der Astronaut ihn in den Mondboden rammte, wurde er in Schwingungen versetzt, die sich dann auf die Fahne übertragen haben. Da es keine Reibung mit der Luft gibt, dauert es sehr lange, bis diese Schwingungen zur Ruhe kommen – die Flagge »weht« also noch, als der Flaggenmast schon längst wieder losgelassen wurde. Verstärkt wurde dieser Effekt noch dadurch, dass die Querstange, an der die Flagge aufgehängt war, nicht ganz ausgefahren werden konnte, wodurch die Fahne etwas faltig war und auch auf den Fotos den Eindruck erweckt, sie würde vom Wind bewegt. Dieser Effekt gefiel den Verantwortlichen bei der NASA so gut, dass bei den nächsten Missionen zum Mond die Querstange absichtlich nicht ganz ausgezogen wurde – eben um genau diesen Effekt einer wehenden Fahne zu erreichen.

Falsche Physik

Es gibt aber noch viel seltsamere Argumente für eine Verschwörung. Während der Apollo 14-Mission im Jahr 1971 spielte der Astronaut Alan Shepard Golf auf dem Mond. Er schlug zwei Bälle ab und die Bodenstation scherzte »That looked like a slice to me, Al.«, also: »Der Ball sah angeschnitten aus.«. Diejenigen, die an eine gefälschte Mondlandung glauben, sehen auch diesen Satz als einen Beweis für ihre Thesen an: Auf dem Mond gibt es keine Luft und somit kann man einem Ball keinen Drall geben.

Aber nicht nur Fotos und Filme dienen den Verschwörungstheoretikern als »Be-

weise«, auch die Physik muss zur Begründung ihrer Thesen herhalten. So wird z.B. behauptet, die Astronauten könnten gar nicht lebendig bis zum Mond gelangt sein, da sie bei der Durchquerung des Van-Allen-Gürtels sofort sterben würden.

Der Van-Allen-Gürtel ist keine Erfindung der Verschwörungstheoretiker; er existiert tatsächlich. Dabei handelt es sich um einen Torus aus im Magnetfeld der Erde gefangenen geladenen Teilchen, der unseren Planeten umgibt. Die Strahlung dort kann tatsächlich schädlich sein. Elektronische Geräte an Satelliten, die diese Zone durchqueren, müssen entsprechend geschützt werden. Aber auch den Konstrukteuren des Apollo-Raumschiffs war die Existenz des Van-Allen-Gürtels bewusst und sie haben entsprechende Abschirmungsmaßnahmen getroffen. Außerdem wurde die Bahn der Apollo-Raumkapseln so gewählt, dass sie nur wenig Zeit in der Zone erhöhter Strahlung verbrachten. Bei der Durchquerung des Gürtels waren die Astronauten einer Dosis von 4,3 Millisievert ausgesetzt. Das ist nur doppelt so viel wie die natürliche Strahlungsdosis in Deutschland, der jeder Mensch ausgesetzt ist – in bestimmten Gegenden der Erde kann diese Dosis bis zu 20 Millisievert betragen. Es war also kein Problem für die Astronauten, den Van-Allen-Gürtel zu durchqueren.

Keine Bilder von der Landestelle

Bis heute wurde von keinem Satelliten oder bodengebundenen Teleskop eine Aufnahme der Landungsstelle am Mond gemacht. Das wird von den Verschwörungstheoretikern ebenfalls als Beweis für eine gefälschte Mondlandung angeführt. Es kann sich allerdings jeder leicht selbst ausrechnen, dass solche Aufnahmen technisch gar nicht möglich sind. Das Auflösungsvermögen der Teleskope auf der Erde ist viel zu gering, um solche Details am Mond wahrnehmen zu kön-

Daten und Fakten der Apollo-Missionen					
Mission	Start	Landung	Landegebiet	Astronauten	Bemerkung
Apollo 11	16.7.1969	20.7.1969	Mare Tranquillitatis	Neil Armstrong, Edwin Aldrin, Michael Collins	Erste bemannte Landung auf dem Mond
Apollo 12	14.11.1969	19.11.1969	Oceanus Procellarum	Charles Conrad, Alan L. Bean, Richard Gordon	Installation des ersten ALSEP (Apollo Lunar Surface Experiments Package)
Apollo 14	31.1.1971	5.2.1971	Fra Mauro	Alan Shepard, Edgar D. Mitchell, Stuart Roosa	Alan Shepard spielt auf dem Mond Golf
Apollo 15	26.7.1971	31.7.1971	Hadley-Rille	David R. Scott, Alfred M. Worden, James Irwin	Das »Mondauto« (Lunar Roving Vehicle) fuhr erstmals auf dem Mond
Apollo 16	16.4.1972	20.4.1972	Krater Descartes	John W. Young, Charles M. Duke, Thomas K. Mattingly	Das erste Mal wurde eine lunare Hochebene untersucht
Apollo 17	7.12.1972	11.12.1972	Taurus-Littrow	Eugene Cernan, Harrison H. Schmitt, Ronald E. Evans	Die bisher letzte bemannte Landung auf dem Mond

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

nen. Die größten der auf dem Mond zurückgelassenen Objekte, die Abstiegsstufen der Mondlandefahrer haben, einen Durchmesser von etwa vier Metern; das entspricht einem Winkeldurchmesser von 0,002 Bogensekunden. Die großen Teleskope auf der Erde (Very Large Telescope) erreichen nur ein Auflösungsvermögen von 0,1 Bogensekunden. Zusätzlich stört hier die Atmosphäre und verschlechtert die Beobachtungsbedingungen zusätzlich. Auch das Hubble-Weltraumteleskop kann bestenfalls Objekte mit einer Größe von 0,1 Bogensekunde auflösen. Das entspricht Strukturen auf der Mondoberfläche, die 200m groß sind. Viele Menschen vergessen oft, dass Teleskope nicht unbedingt dazu da sind, Dinge größer erscheinen zu lassen. Die astronomischen Instrumente dienen dazu, möglichst viele Photonen einzusammeln, um so auch noch äußerst lichtschwache Objekte sichtbar zu machen.

Ein Bild der Landestelle könnte allerdings der »Lunar Reconnaissance Orbiter« der NASA liefern, der im April in eine Mondumlaufbahn gebracht worden ist. Diese Sonde zur Monderkundung wäre prinzipiell in der Lage, die Spuren, die die Apollo-Missionen auf dem Mond hinterlassen haben, zu beobachten.

Unlogische Verschwörung

Die Argumente der Verschwörungstheoretiker lassen sich, so wie oben demonstriert, alle ziemlich leicht widerlegen. Aber selbst wenn man nur die Idee einer großangelegten Verschwörung an sich betrachtet, zeigt sich, dass so etwas kaum durchführbar wäre. Um eine Landung auf dem Mond vorzutäuschen, muss ein gewaltiger Aufwand betrieben werden. Es müssen viele Leute eingeweiht sein und keiner von ihnen darf die Wahrheit verraten. Die Leute, die erfolgreich getäuscht werden müssen, sind nicht nur ahnungslose Fernsehzuschauer, sondern auch Wissenschaftler und Raumfahrtexperten anderer Länder. Der große Gegner der USA, die Sowjetunion, hätte sicher keine Gelegenheit ausgelassen, eine Fälschung der Amerikaner publik zu machen – schon die kleinste Unstimmigkeit wäre hier zu viel gewesen. Und selbst wenn die NASA tatsächlich mit viel Mühe eine Mondlandung im Filmstudio nachgestellt und tausende Fotos gefälscht hätte, dann würden sie dabei sicherlich nicht einfach vergessen, die angeblich fehlenden Sterne einzufügen oder die angeblich falschen Schatten zu korrigieren.

Gegenbeweise

Die Mondlandung hat wirklich stattgefunden. Und im Gegensatz zu den »Beweisen« der Verschwörungstheoretiker gibt es ausreichend Material, dass dies eindeutig belegt. »Material« im wörtlichen Sinn ist zum Beispiel das Mondgestein, das von den Apollo-Astronauten zur Erde gebracht wurde. Die 382 Kilogramm Gestein, die gesammelt wurden, zeigen Eigenschaften, die man von Gesteinen auf der Erde nicht kennt, so wurde im Mondgestein das Mineral Armalcolit gefunden (benannt nach Armstrong, Aldrin und Collins).

Aber auch die Physik zeigt uns, dass Menschen tatsächlich auf dem Mond waren. Der Mond ist nicht wie die Erde. Er hat keine Atmosphäre und eine viel niedrigere Schwerkraft. Die Astronauten bewegen sich dort also gezwungenermaßen völlig anders als auf der Erde. Das Aufrichten aus dem Liegestütz in den Stand ist dort kein Problem, und das trotz des schweren Anzugs. Auf der Erde wäre das nicht möglich. Auch die langen Sprünge der Astronauten, die wir von den Filmaufnahmen kennen, sind nur auf dem Mond möglich. Diese Bewegungsabläufe in einem Filmstudio auf der Erde so täuschend echt nachzustellen, wäre mit den 1969 verfügbaren Spezialeffekten gar nicht möglich gewesen. Die Filmaufnahmen müssen also tatsächlich direkt auf dem Mond gemacht worden sein.

Auch die heute immer noch durchgeführten Laserabstandsmessungen des Mondes sind nur möglich, weil Menschen dort gelandet sind. Bei diesen Beobachtungen wird ein Laserstrahl von der Erde auf einen ganz bestimmten Punkt auf dem Mond gerichtet. Dort befindet sich ein genau ausgerichteter Laserreflektor, der während der Apollo 11-Mission aufgestellt wurde (Abb. 5). Auch spätere Missionen positionierten solche »Laser Ranging Retroreflektoren«. In den Observatorien auf der Erde können nun Photonen, die von diesen Reflektoren gespiegelt werden, wieder aufgefangen und registriert werden. Gäbe es diese Reflektoren nicht oder wären sie nicht genau dort, wo die Astronauten sie aufgestellt hätten, dann könnten diese Messungen nicht durchgeführt werden; man würde kein zurückgeworfenes Laserlicht vom Mond empfangen.

Die Verschwörung: eine Lüge

Eine genaue Betrachtung der »Beweise« der Verschwörungstheoretiker hat gezeigt, dass keiner davon einer strengen Prüfung



Abb. 6: Bei den Apollo-Missionen 15, 16 und 17 wurden Autos eingesetzt, damit die Astronauten größere Entfernungen zurücklegen konnten. Dass keines dieser auf dem Mond zurückgelassenen Vehikel von der Erde aus gesehen werden konnte, gilt den Verschwörungstheoretikern als weiteres Indiz für einen »Fake« – doch sind dazu selbst die größten Teleskope auf der Erde rein technisch nicht in der Lage.



Abb. 7: Der Fußabdruck von Buzz Aldrin auf dem Mond. Diese Spur der Besuche des Menschen auf dem Mond wird noch für einige zehntausend Jahre einen stichhaltigen Beweis dafür liefern, dass die Verschwörungstheorien nichts als eine plumpe Lüge sind.

Die Verschwörungs-Argumente widerlegt

1. Behauptung: Die Fahne im NASA-Originalvideo weht kräftig, obwohl es auf dem Mond – nach eigener Aussage der NASA – keine Atmosphäre gibt und somit auch keinen Wind.

Erklärung: Die Fahne wehte nur scheinbar. Die Bewegung wurde durch die Vibration der Fahnenstange beim Aufrichten der Fahne erzeugt.

2. Behauptung: Der Himmel ist mattschwarz, obwohl die Sterne auf dem Mond, besonders wegen fehlenden Wolken- und Gasschichten in der Luft, sehr klar und scharf zu sehen sein müssten. Es müssten sogar mehr und schwächere Sterne zu sehen sein als von der Erde aus.

Erklärung: Um auf den Fotos vom Mond Sterne sehen zu können, hätten die Bilder viel länger belichtet werden müssen. Dann wären aber die Astronauten und die Mondoberfläche überbelichtet gewesen.

3. Behauptung: Der weiche Sandboden unter der Raumkapsel ist weder verbrannt noch verbeult, obwohl die Kapsel dort mit Raketentriebwerk, welches dem Boden sehr nahe war, gelandet sein soll.

Erklärung: Im Vakuum expandiert das Gas aus den Triebwerken stark. Der Druck, den die Triebwerke ausgeübt haben, war sehr gering und es wurden nur sehr kleine Krater erzeugt.

4. Behauptung: Der Geräuschpegel eines Raketenantriebs geht bis in den Bereich von 140–150 Dezibel. Auf dem NASA-Video ist bei der Landung kein Motorengeräusch zu hören, obwohl die Stimmen der Besatzung klar wahrnehmbar sind.

Erklärung: Im Vakuum können die Abgase der Triebwerke nicht auf Luft treffen – es wird kaum Lärm erzeugt. Die Astronauten hatten außerdem spezielle Mikrofone, die Nebengeräusche unterdrücken.

5. Behauptung: Obwohl die Landung viel Staub hätte aufwirbeln müssen, waren überall deutlich Fußspuren zu sehen. Die Stützbeine der Kapsel waren wie poliert, nicht die geringsten Anzeichen von Staub oder Schmutz.

Erklärung: Im Vakuum bewegt sich der Staub nicht so wie auf der Erde. Nur in unmittelbarer Umgebung der Triebwerke wurde der Mondstaub bewegt. Überall woanders blieb er liegen.

6. Behauptung: Ein Flug zum Mond und zurück (jeweils 350000 Kilometer) ist wegen der hohen radioaktiven Strahlung im 800 Kilometer dicken Van Allen-Gürtel, einer Schutzschicht der Erde, und der Mondoberflächenstrahlung ohne mindestens zweimeterdicke Bleiummantelung der Raumkapsel nicht lebend machbar.

Erklärung: Die Flugbahn der Apollo-Kapseln wurde so gewählt, dass die Astronauten nur wenig Zeit im Van-Allen-Gürtel verbrachten. Die Strahlenbelastung war nicht viel höher als die durch die natürliche Strahlung auf der Erdoberfläche.

7. Behauptung: Die Lichtverhältnisse stimmen nicht mit der natürlichen Sonneneinstrahlung überein und obwohl die Astronauten angeblich keine Lichtquellen dabei hatten, ist zu sehen, dass die Schatten in verschiedene Richtungen zeigen, es also Lichtquellen neben der Sonne gegeben haben muss.

Erklärung: Die unterschiedlichen Schattenwürfe entstehen durch Unterschiede in der Beschaffenheit der Mondoberfläche bzw. der Perspektive (Fluchtpunkt). Wenn es mehrere Lichtquellen gegeben hätte, müsste man auch mehrere Schatten sehen.

8. Behauptung: Auf den Bildern der Mondlandung mehrerer Apollo-Missionen wurden zur Orientierung im Bild Fadenkreuze benutzt. Auf mehreren Bildern ist zu erkennen, dass Gegenstände, aber auch die Fahne und die Astronauten selbst, vor den Fadenkreuzen stehen und diese somit teilweise verdecken. Das ist aber unmöglich da Fadenkreuze stets di-

rekt auf das Bild platziert werden. Ein Fadenkreuz kann also nur deshalb von Gegenständen halb überdeckt sein, weil diese nach den Fadenkreuzen ins Bild eingefügt wurden.

Erklärung: Dies ist ein in der Fotografie bekannter Effekt (»Ausbluten«). Vor hellen Hintergründen verlaufen die Farbübergänge manchmal und das Fadenkreuz verschwindet scheinbar.

9. Behauptung: Die Tagesdurchschnittstemperatur auf dem Mond beträgt circa 140°C. Die von den Astronauten ungekühlt verwendeten Hasselblad-Kameras hätten selbst mit bester Isolierung Probleme gehabt zu funktionieren. Tagsüber wäre der Film geschmolzen (nach Angaben der Firma Kodak schmelzen die auf dem Mond verwendeten Ektachrome Dia-Filme bereits bei 65°C). Bei den nächtlichen Mondtemperaturen von –40°C hätten die Batterien der Kameras ausgesetzt und die Materialien wären brüchig geworden.

Erklärung: Die Tagesdurchschnittstemperatur auf dem Mond ist viel niedriger. 140°C entsprechen in etwa der höchstmöglichen Oberflächentemperatur. Die Landungen erfolgten aber nie in der Mondnacht bzw. am Mondmittag, wenn die Temperaturen extrem waren. Während die Astronauten auf dem Mond waren, betrug die Durchschnittsoberflächentemperatur etwa 20°C.

10. Behauptung: Die NASA hat bis heute keinen Beweis erbracht, dass die Mondlandung stattfand, obwohl es ein Kinderspiel wäre, das Weltraumteleskop Hubble oder eines der vielen Bodenteleskope auf den Mond zu richten, um die Überreste ihrer sechs angeblich erfolgreich verlaufenden Mondmissionen mit deren zurückgebliebenen Kapselbasen, Mondbuggys und Fahnen zu zeigen.

Erklärung: Selbst die besten Teleskope auf der Erde bzw. das Weltraumteleskop Hubble sind nicht fähig, so kleine Strukturen auf dem Mond aufzulösen. Das wird erst der »Lunar Reconnaissance Orbiter« schaffen, der im Sommer 2009 den Mond besucht.

standhält (vgl. Kasten). Im Gegensatz dazu gibt es genügend echte Beweise, dass die Mondlandung tatsächlich stattgefunden hat. Am 21. Juli 2009 sind genau 40 Jahre

vergangen, seit Neil Armstrong als erster Mensch seinen Fuß auf den Boden eines außerirdischen Himmelskörpers gesetzt hat. Dieses Ereignis wurde nicht vorge-

täuscht und wir können zu Recht feiern und stolz auf diese außergewöhnliche wissenschaftliche und technische Leistung sein.

von Peter und Susanne Friedrich

Was ist die kosmische Geschwindigkeit?

Im Jahre 1686 formulierte Isaac Newton in seiner *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, die 1687 in lateinischer Sprache erschien, das Gravitationsgesetz. Es besagt, dass jeder Massenpunkt auf jeden anderen Massenpunkt entlang der Verbindungslinie eine Kraft ausübt, deren Betrag proportional zum Produkt der Massen und umgekehrt proportional zum Quadrat des Abstandes ist. Das Newtonsche Gravitationsgesetz ist universell gültig: Es gilt für den berühmten Apfel, der angeblich Newton auf den Kopf fiel, genauso wie für den Mond auf seiner Bahn um die Erde, die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne, die Sonne auf ihrer Bahn um das galaktische Zentrum und die Bewegungen von Galaxien relativ zueinander.

Auch die Rakete, die von der Erde startet, kommt nicht an ihm vorbei. Mit Hilfe des Gravitationsgesetzes kann man berechnen, wie viel Energie sie benötigt bzw. wie schnell sie sein muss, um die Erdoberfläche, das Sonnensystem oder die Galaxis verlassen zu können. Die jeweils benötigten Geschwindigkeiten bezeichnet man allgemein als Fluchtgeschwindigkeit. Dabei unterscheidet man verschiedene Fälle:

1. kosmische Geschwindigkeit 7,91km/s:

Ein sich mit dieser Geschwindigkeit tangential zur Erdoberfläche bewegender Satellit fällt gerade nicht mehr zurück und bewegt sich auf der niedrigsten möglichen Kreisbahn um die Erde.

2. kosmische Geschwindigkeit 11,2km/s:

Diese Geschwindigkeit benötigt eine Rakete, um das Schwerefeld der Erde zu verlassen und »im Unendlichen« zur Ruhe zu kommen. Umgekehrt würde ein Gesteinsbrocken, der in der Unendlichkeit zunächst in Ruhe ist und dann vom Schwerefeld der Erde eingefangen wird, mit dieser Geschwindigkeit auf der Erdoberfläche aufprallen.

3. kosmische Geschwindigkeit 42,1km/s:

Diese Geschwindigkeit müsste eine Rakete haben, um dem Schwerefeld der Sonne von der Erdbahn aus zu entkommen. Da die Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne bereits 29,8km/s beträgt, ist bei günstiger Abschussrichtung nur eine Geschwindigkeit von 12,3km/s relativ zur Erde notwendig, um das Sonnensystem zu verlassen.

4. kosmische Geschwindigkeit 320km/s:

Diese Geschwindigkeit müsste eine Rakete haben, um dem Schwerefeld der Galaxis zu entkommen.

Bei diesen Betrachtungen wurden die Schwerefelder anderer Himmelskörper wie z.B. des Mondes und der Sonne sowie der Luftwiderstand in der Erdatmosphäre nicht berücksichtigt.

Am 4. Oktober 1957 wurde zum ersten Mal eine Rakete auf eine Geschwindigkeit gebracht, die über der 1. kosmischen Geschwindigkeit lag und die den ersten Satelliten in ein Erdorbit beförderte: den sowjetischen Sputnik 1. Er umkreiste die Erde mehrere Wochen bis er am 4. Januar 1958 in der Erdatmosphäre verglühte. Alle Körper, die Geschwindigkeiten zwischen der 1. und 2. kosmischen Geschwindigkeit haben, bewegen sich auf Ellipsenbahnen mit dem Erdmittelpunkt in einem der Brennpunkte. Auch um zum Mond zu fliegen, muss die 2. kosmische Geschwindigkeit nicht überschritten werden, vielmehr muss nur der Punkt erreicht werden, an dem sich die Anziehungskräfte von Erde und Mond aufheben. Jenseits davon befindet sich ein Körper im Anziehungsbereich des Mondes. Dieser Punkt liegt 344000km von der Erde entfernt.

Abb. 1: Die Bahnen von Flugkörpern, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten die Erdoberfläche verlassen.

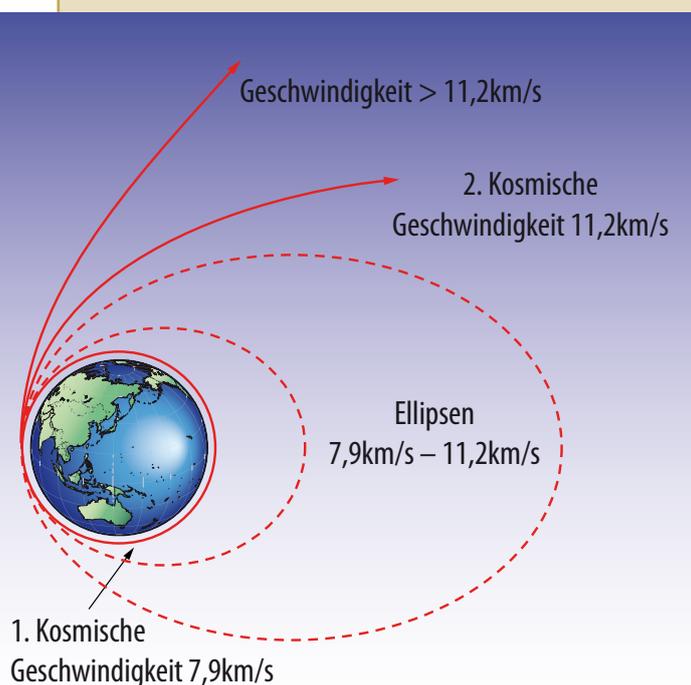


Abb. 2: Beim Start einer Rakete muss eine Geschwindigkeit von mindestens 7,91 Kilometer pro Sekunde erreicht werden, damit diese in eine Umlaufbahn um die Erde gelangt.



Himmelsereignisse im Juni/Juli 2009

Der Mond in Aktion

Die Plejadenbedeckung am 18. Juli 2009

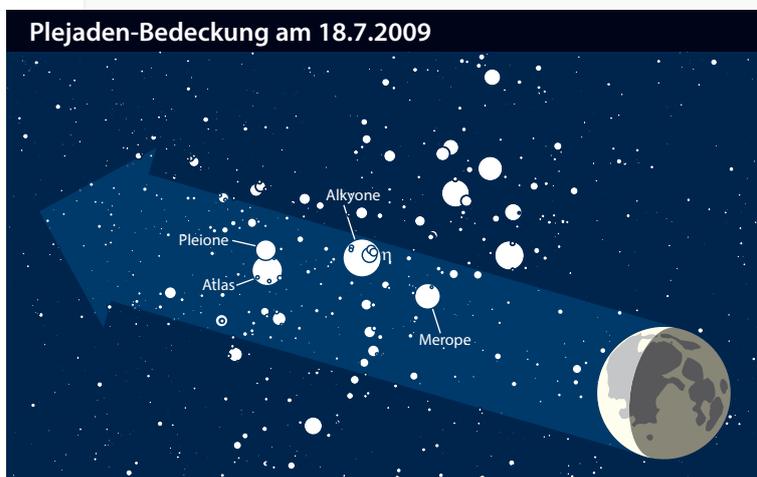
Die zweite in Mitteleuropa beobachtbare Bedeckung von helleren Plejadensternen durch den Mond in diesem Jahr ist etwas für Frühaufsteher. In den Morgenstunden des 18. Juli, beobachterfreundlich an einem Samstag, werden für mitteleuropäische Beobachter die Plejadensterne Alkyone (η Tau, 2^m9), Atlas (27 Tau, 3^m6), Merope (23 Tau, 4^m1) und Pleione (28 Tau, 5^m1) bedeckt. Leider kann der Austritt der Sterne nur im südwestlichen Mitteleuropa halbwegs ungestört beobachtet werden, da sich in den nördlichen und östlichen Bereichen die Dämmerung bereits störend bemerkbar macht (die Austritte von Atlas und Pleione finden sogar nach Sonnenaufgang statt).

Der Eintritt erfolgt am östlichen beleuchteten Teil der schmalen Mondsichel (vier Tage vor Neumond). Merope eröffnet gegen 3:10 MESZ den Reigen – der Mond steht zu diesem Zeitpunkt abhängig vom Beobachtungsort zwischen 14° und 20° über dem Ostnordost-Horizont. Gegen 3:45 MESZ folgt dann der hellste der Plejadensterne, Alkyone, wobei der Mond dann eine Höhe zwischen 20° und 25° hat. Gegen 4:00 MESZ erscheint bereits wieder Merope am unbeleuchteten westlichen Mondrand. Mit nur wenigen Minuten Abstand verschwinden dann gegen 4:15 MESZ Atlas und Pleione, gefolgt vom Austritt von Alkyone rund zehn Minuten später. Für Beobachter im Norden und Osten hat

dabei bereits die bürgerliche Dämmerung eingesetzt. Die erfolgreiche Beobachtung der Austritte von Atlas und Pleione bei weit fortgeschrittener bürgerlicher Dämmerung bzw. nach Sonnenaufgang in 34° bis 40° Höhe über dem Osthorizont ist dann abhängig vom verwendeten Instrumentarium und den atmosphärischen Bedingungen.

Diese in den Nachtstunden beobachtbare Plejadenbedeckung ist die letzte in dieser Sichtbarkeitsserie für die nächsten rund 15,5 Jahre. Im Jahr 2010 werden nur noch Beobachter auf der Südhalbkugel Plejadenbedeckungen erleben können, bis erst im Jahre 2023 eine neue Serie beginnt. Am 10. Januar 2025 wird dann von Mitteleuropa aus wieder ein Plejadenstern vom Mond bedeckt. Der Grund dieser langen Pause ist die Verschiebung der Mondbahn relativ zum Sternhimmel im Laufe der Jahre. Die abgeplattete Erde und der Einfluss der Sonne sorgen dafür, dass die Mondbahn wie ein Kreisel torkelt. Eine solche volle Kreisbewegung dauert 18,6 Jahre, so dass sich die Beobachtungsbedingungen in diesem Zeitraum wiederholen.

■ André Knöfel



Plejadenbedeckung am 18.7.2009

Ort	Merope	Alkyone	Atlas	Pleione
Bonn	01:16:19 MESZ	01:52:34 MESZ	02:17:43 MESZ	02:23:53 MESZ
	02:01:48 MESZ	02:25:23 MESZ	03:14:10 MESZ	03:14:10 MESZ
Hamburg	01:20:10 MESZ	01:52:22 MESZ	02:22:40 MESZ	02:29:06 MESZ
	02:06:15 MESZ	02:29:55 MESZ	03:19:52 MESZ	03:19:37 MESZ
Nürnberg	01:12:26 MESZ	01:47:18 MESZ	02:15:32 MESZ	02:20:48 MESZ
	02:01:30 MESZ	02:27:33 MESZ	03:14:07 MESZ	03:15:22 MESZ
Potsdam	01:17:09 MESZ	01:53:10 MESZ	02:20:53 MESZ	02:26:38 MESZ
	02:06:00 MESZ	02:31:39 MESZ	03:19:51 MESZ	03:20:32 MESZ
Wien	01:08:38 MESZ	01:42:33 MESZ	02:14:16 MESZ	02:18:26 MESZ
	02:01:33 MESZ	02:30:11 MESZ	03:14:47 MESZ	03:17:29 MESZ
Zürich	01:09:44 MESZ	01:43:57 MESZ	02:11:54 MESZ	02:17:00 MESZ
	01:58:10 MESZ	02:23:57 MESZ	03:09:35 MESZ	03:10:58 MESZ

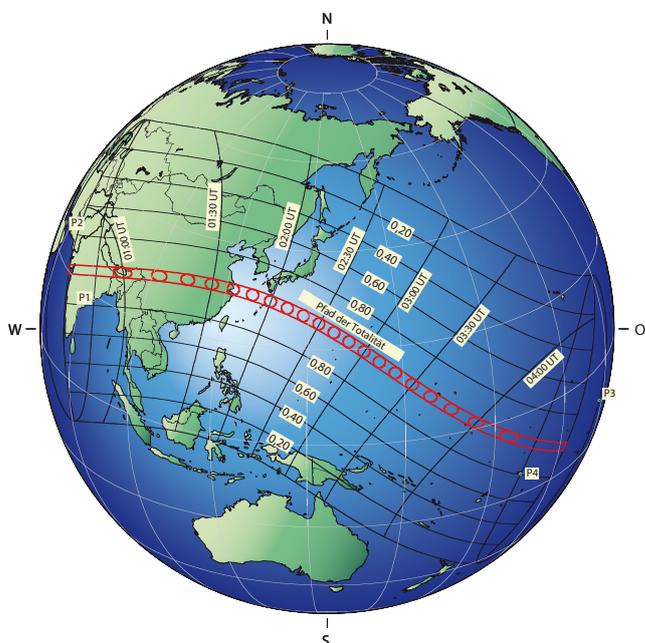
Jahrhundert-Sonnenfinsternis in Asien

Am 22. Juli ereignet sich über Asien die mit sechs Minuten 39 Sekunden längste totale Sonnenfinsternis dieses Jahrhunderts. Der Mond steht bei diesem Neumond in der Nähe eines seiner Bahnknoten und damit genau zwischen Erde und Sonne. Da er erst ein paar Stunden zuvor seinen erdnächsten Punkt passiert hat, ist die Mondscheibe von der Erde aus betrachtet besonders

groß und gleichzeitig die Sonnenscheibe wegen der im Juli größeren Entfernung zwischen Erde und Sonne kleiner, wodurch es zu einer besonders langen totalen Bedeckung der Sonne kommt. 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 die totale Sonnenfinsternis beobachtet werden.

Die Finsternis beginnt um 00:53 UT im Golf von Khambhat vor der nördlichen Westküste von Indien. Über Indien steht die verfinsterte Sonne zur Totalität noch recht niedrig über dem Osthorizont und die Dauer der



totalen Phase beträgt auch nur gut drei Minuten. Um 1:05 UT erreicht der Mondschatten die chinesische Grenze, passiert Tibet und läuft mitten durch Sichuan. Hier dauert auf der Zentrallinie die Totalität schon 4min 52s. 9,7 Millionen Menschen werden um 1:27

UT in Wuhan, der viertgrößten Stadt Chinas und 20km südlich der Zentrallinie gelegenen, die Finsternis für 5min 25s verfolgen können. Mittlerweile hat die Sonne auf der Zentrallinie eine Höhe von 48° erreicht. Um 1:39 UT wird Shanghai, mit 18,7 Millionen Bewohnern

die größte Stadt Chinas, erreicht. Obwohl die Metropole 66km nördlich der Zentrallinie liegt, dauert die Totalität immerhin 5min, auf der Zentrallinie sogar 5min 55s. Der Schatten verlässt jetzt das Festland und erreicht um 1:57 UT die japanischen Inseln Ryukyu (Riukiu). Von den vielen Inseln ist Akuseki-shima der Zentrallinie am nächsten, was ihr eine Totalitätsdauer von 6min 20s beschert. In Tokio hingegen ist nur eine partielle Finsternis zu sehen. Um 2:35:19 UT wird schließlich über offenem Meer der Punkt mit der größten Totalitätsdauer von 6min 39s erreicht. Die Sonne steht dort mit 86° fast im Zenit. Im weiteren Verlauf der Finsternis liegen nur noch kleinere Atolle auf der Zentrallinie. Um 4:11 UT berührt der Schatten bei den Phönix-Inseln (Kiribati) zum letzten

Mal Land, sieben Minuten später endet die totale Sonnenfinsternis. Eine ausführliche Vorschau einschließlich einer Einschätzung der klimatischen Bedingungen ist in interstellarum 61 erschienen.

■ Peter Friedrich

Astronomische Ereignisse im Juni/Juli 2009

5.6.	23:07:50 MESZ	Venus in größter westlicher Elongation 45,9°
7.6.	20:11:49 MESZ	Vollmond
13.6.	13:52:21 MESZ	Merkur in größter westlicher Elongation 23,5°
16.6.	00:14:40 MESZ	Mond Letztes Viertel
21.6.	07:45:35 MESZ	Sommeranfang
21.6.	08:12:00 MESZ	Venus bei Mars, Venus 1° 58' südlich
22.6.	21:35:03 MESZ	Neumond
23.6.	09:41:42 MESZ	Pluto in Opposition
29.6.	13:28:29 MESZ	Mond Erstes Viertel
4.7.	10:35:09 MESZ	Iris in Opposition
7.7.	11:21:30 MESZ	Vollmond
9.7.	15:24:00 MESZ	Jupiter bei Neptun, Jupiter 34' südlich
14.7.	04:15:35 MESZ	Merkur in Oberer Konjunktion
15.7.	11:53:14 MESZ	Mond Letztes Viertel
18.7.	01:08:38 MESZ	Mond bedeckt Plejaden
22.7.	02:53 MESZ	Totale Sonnenfinsternis, in Mitteleuropa unsichtbar
22.7.	04:34:41 MESZ	Neumond
28.7.	–	Südliche δ Aquariden (SDA), Dauer: 12.7.–19.8., ZHR: 20
28.7.	23:59:52 MESZ	Mond Erstes Viertel

Kontaktzeiten für einige Städte in China

Ort	1. Kontakt (UT)	2. Kontakt (UT)	Mitte (UT)	3. Kontakt (UT)	4. Kontakt (UT)	Dauer Totalität
Chengdu (China)	00:07:06,3 UT	01:11:10,9 UT	01:12:48,3 UT	01:14:26,4 UT	02:26:23,3 UT	3min 16s
Chongqing (China)	00:07:59,9 UT	01:13:16,4 UT	01:15:18,8 UT	01:17:22,2 UT	02:30:50,5 UT	4min 6s
Wuhan (China)	00:14:54,6 UT	01:23:59,9 UT	01:26:41,6 UT	01:29:24,5 UT	02:46:17,4 UT	5min 25s
Shanghai (China)	00:23:26,3 UT	01:36:48,4 UT	01:39:18,0 UT	01:41:48,5 UT	03:01:38,1 UT	5min

Pluto in Opposition am 23. Juni

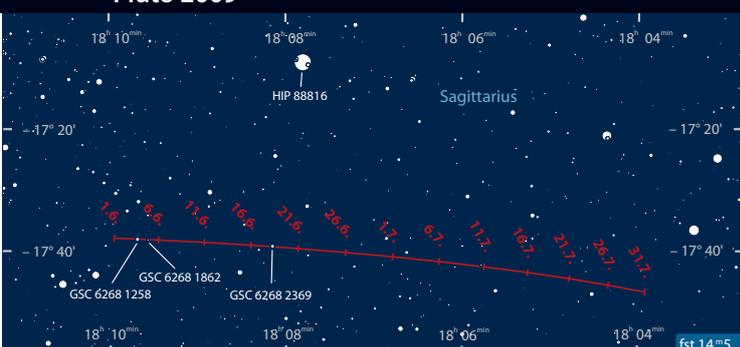
Der ehemalige zehnte Planet und jetzige Zwergplanet und Plutoid (134340) Pluto, Ziel der amerikanischen Raumsonde »New Hori-

zons«, kommt am 23. Juni in seine Oppositionsstellung im Sternbild Schütze (Sagittarius). Seine Helligkeit beträgt dabei 14^m3. Er erreicht in Norddeutschland nur eine Kulminationshöhe von knapp 19°, im Süden Deutschlands, Österreich und der Schweiz 24° bis 25° über dem Südhorizont. Dabei bewegt er sich mit rund 0,06"/min westwärts über den Himmel. Im Juni kommt es zu mehreren Begegnungen mit helleren Sternen. Am

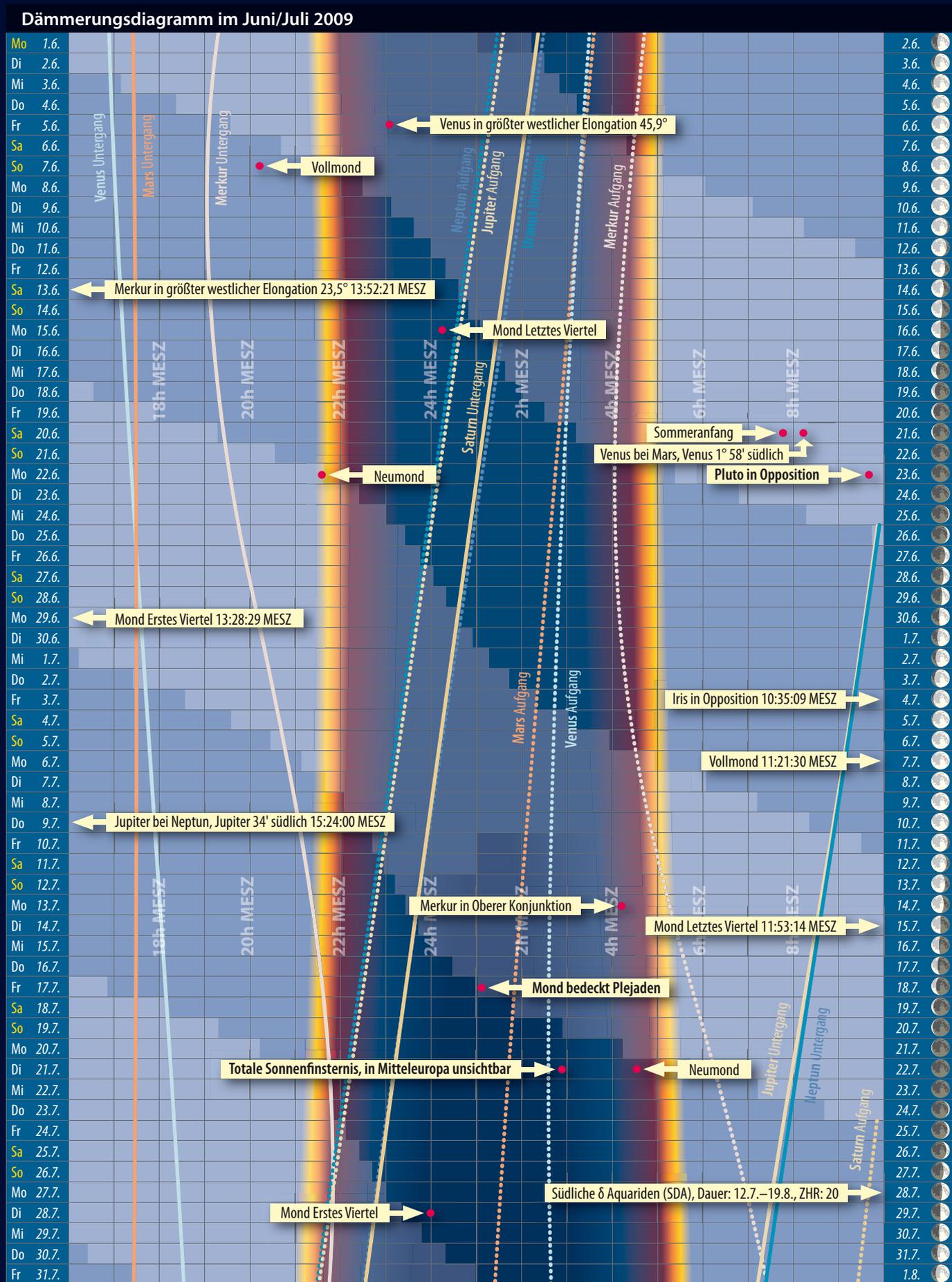
4. Juni bewegt er sich nur rund 3" nördlich am Stern GSC 6268 1258 (10^m5) vorbei. In der darauf folgenden Nacht steht Pluto dann zwischen diesem und dem Stern GSC 6268 1862 (12^m5), an dem er sich am Abend des 5. Juni wiederum nördlich in einem Abstand von rund 2" vorbeibewegt. In der Nacht vom 18. auf den 19. Juni passiert Pluto dann den Stern GSC 6268 2369 (10^m7) in 4" Abstand südlich auf seiner Bahn. Bei allen drei Begegnungen bedeckt Pluto diese Sterne allerdings nicht. Eine guter Anhaltspunkt zur Suche des Planeten ist der Stern HIP 88816 (5^m5). Etwa 31' südlich des Sternes steht Pluto zum Oppositionszeitpunkt.

■ André Knöfel

Pluto 2009



Das Sonnensystem im Juni/Juli 2009



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

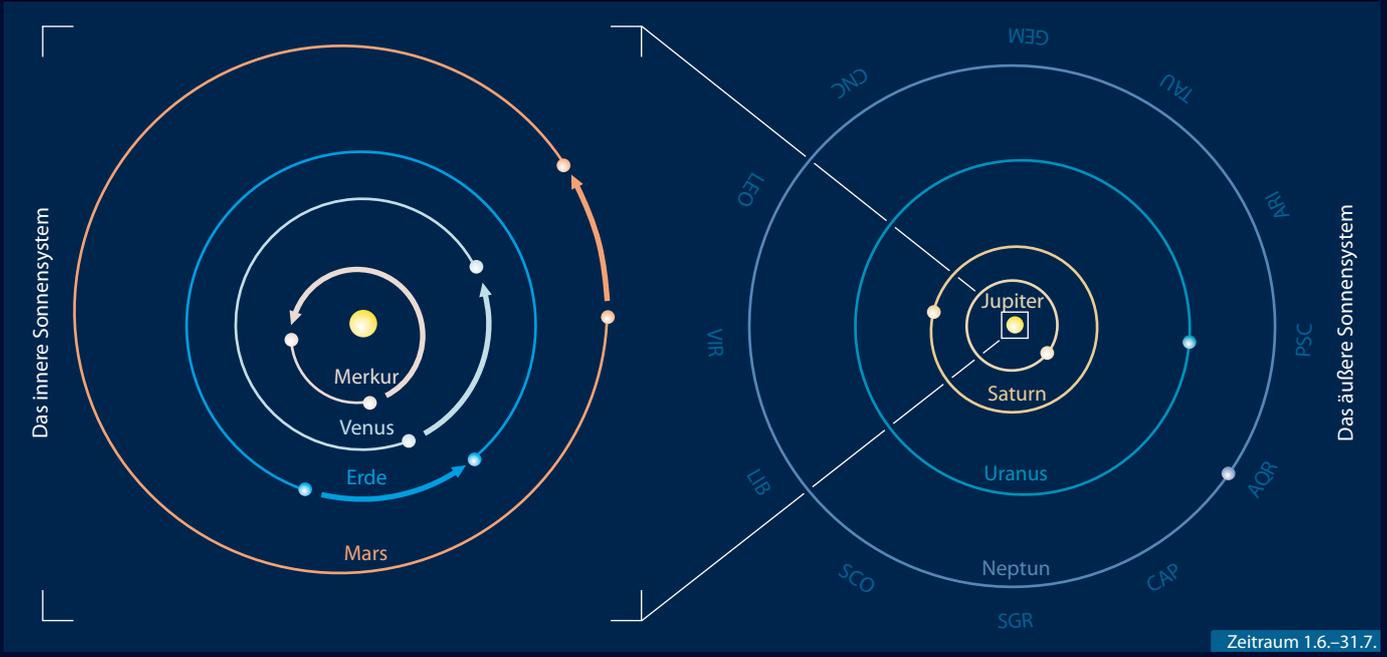
Der Lauf der Planeten im Juni 2009



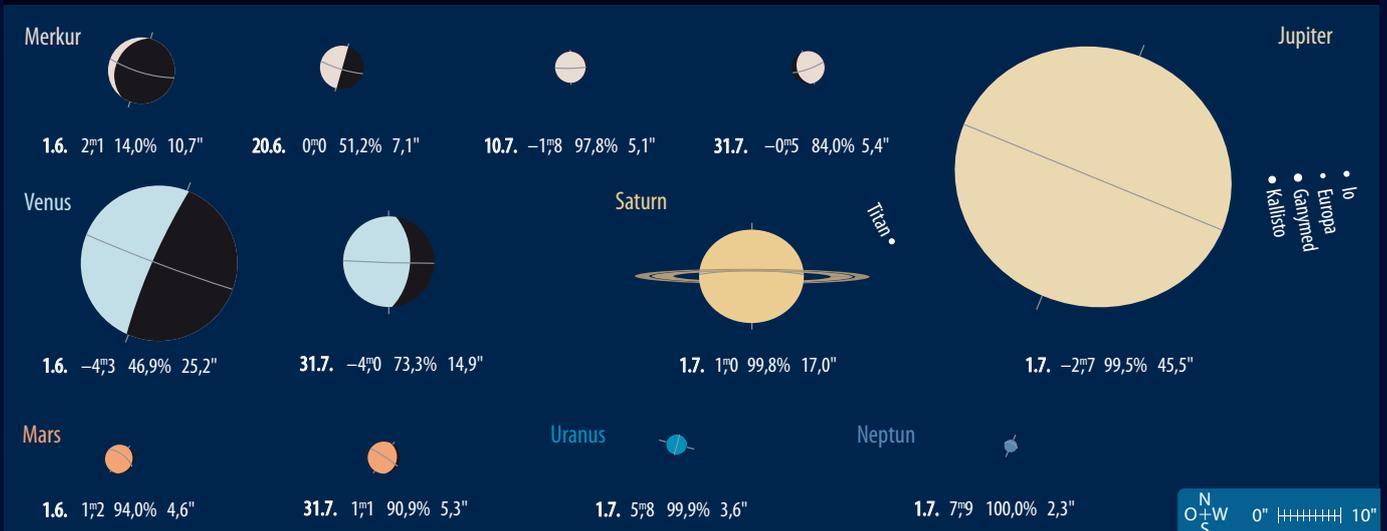
Der Lauf der Planeten im Juli 2009



Die Planeten auf ihren Bahnen im Juni/Juli 2009



Die Planeten im Fernrohr im Juni/Juli 2009



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

Sonne aktuell Kein Anstieg in Sicht

Abb. 1: Magere Kost für Sonnenbeobachter ist derzeit angesagt. Sonnenfleckengruppe am 10.1.2009, 12:53 MEZ, 1/250s belichtet, 3"-Refraktor bei 5000mm Brennweite. *Erich Kopowski*

Allen Erwartungen zum Trotz ist die Sonnenaktivität immer noch sehr niedrig und auch in den ersten Wochen des Jahres 2009 nicht spürbar angestiegen. Hin und wieder konnten für kurze Zeit zwar kurzlebige Fleckengruppen des neuen 24. Fleckenzklus gesehen werden, doch ist die Anzahl der fleckenfreien Tage nach wie vor sehr hoch. Sowohl die oft nur für wenige Stunden beobachtbaren Flecken, als auch die fleckenlosen Perioden zwischen dem Auftreten aktiver Regionen deuten eigentlich auf eine Nähe zum Fleckenminimum hin. Ein gutes halbes Jahr nach dem vermeintlichen Minimum im Juli oder August 2008 hat sich an der Gesamtsituation bisher kaum etwas geändert.

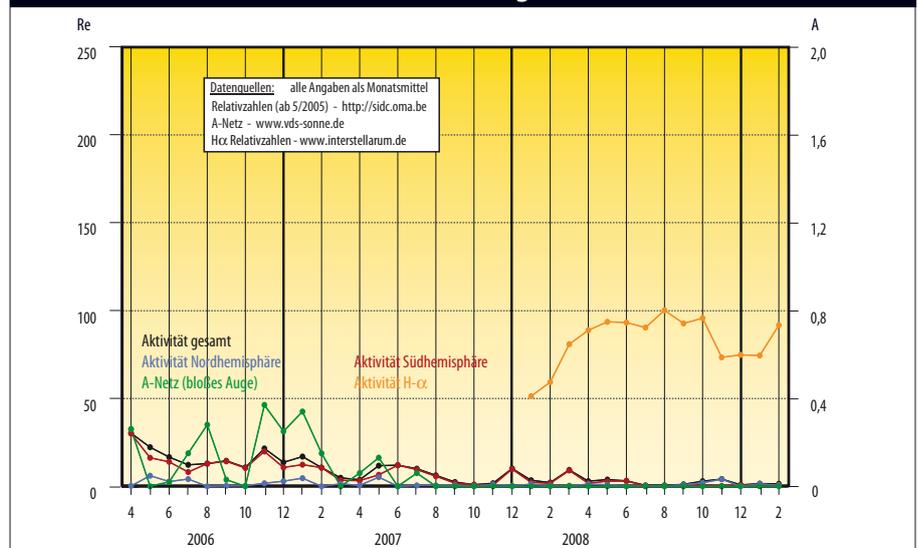
Das zeigt sich besonders in den Prognosen für das kommende Maximum. Die Forschergruppe um Mausumi Dikpati vom National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado, die die These vertritt, dass der sog. meridionale Plasmafluss im Sonneninneren die Intensität des Sonnenfleckenzklus bestimmt (vgl. *interstellarum* 52), geht weiter von einem deutlich höheren Maximum im 24. als im 23. Fleckenzklus aus. Das würde eine relativ kurze Anstiegsdauer vom Minimum zum Maximum zur Folge haben.

Dem aber widerspricht David Hathaway vom Marshall Space Flight Center in Huntsville, Alabama, ganz entschieden. Er erstellt seine Prognosen durch den Langzeitvergleich von früheren Zyklen und kommt zu einem eher ernüchternden Ergebnis: Die Vorhersage für das Maximum des 24. Zyklus wurde deutlich nach unten korrigiert, der 25. Zyklus könnte sogar einer der niedrigsten seit Beginn der Aufzeichnungen werden. Dieser offensichtliche Widerspruch erklärt sich ausschließlich durch das gegenwärtige Verhalten der Sonne. Je länger die inaktive Phase andauert, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit für ein eher bescheidenes nächstes Maximum, dessen Zeitpunkt daher immer weiter in die Zukunft verschoben werden muss und statt 2012 wohl erst um 2014 herum eintritt.

Gut ins Bild passt da auch die allerdings schon zwei Jahre alte Studie von Piyali Chatterjee vom Department of Physics des Indian Institute of Science in Bangalore, Indien, die in ihrem Dynamo-Modell die Aktivität



Relativzahlen und Flecken mit bloßem Auge



des solaren Magnetfeldes an den Polen über mehrere Zyklen hinweg zugrunde legt. Danach könnte die Aktivität des 24. Zyklus um 35%, nach neueren Rechnungen aber auch nur um 24% niedriger liegen als im 23. Zyklus.

Einen ganz weiten Blick in die Zukunft haben dagegen M. I. Pishkalo et al. von der Sternwarte der Universität in Kiew geworfen. Die Sonnenforscher gehen davon aus, dass das kommende Maximum im Zeitraum zwischen April und Juni 2012 bei einer mittleren Relativzahl von $110,2 \pm 33,4$ stattfindet. Das darauf folgende Minimum sollte dann zwischen Dezember 2018 und Januar 2019, das Maximum des 25. Zyklus zwischen April und Juni 2023 eintreten. Wenngleich ein derartiger Ausblick auch mehr als spekulativ

ist, so deutet auch er auf ein niedrigeres Maximum im 24. als im vorhergehenden 23. Sonnenfleckenzklus hin.

■ Manfred Holl

Surftipps

Sunspot Influences Data Center:
sidc.oma.be

Sonnenobservatorium Kanzelhöhe:
www.solobskh.ac.at

Die Veröffentlichung von Pishkalo et al.:
www.springerlink.com/content/n685562l365j1601/fulltext.pdf?page=1

Piyali Chatterjees Dynamo-Modell:
www.physics.iisc.ernet.in/~arnab/prl.pdf

Planeten aktuell Mondspiele um Jupiter und Saturn

Saturn ist im Juni und Juli nur noch am Abendhimmel zu sehen. Die Anzahl der während des Frühjahrs noch häufig zu sehenden Monderscheinungen (vgl. interstellarum 62) nimmt damit deutlich ab. Während noch einige Ereignisse mit Rhea anstehen, verpassen mitteleuropäische Beobachter wieder alle Titan-Ereignisse.

Jupiter im Steinbock übernimmt das Zepter in der zweiten Nachthälfte. Da die Erde im April Jupiters Äquatorebene, in der sich auch in etwa seine Monde bewegen, gekreuzt hat (vgl. interstellarum 63), lassen sich zahlreiche interessante gegenseitige Monderscheinungen beobachten.

Tab. 1: Gegenseitige Saturnmonderscheinungen

Datum	Beginn	Ereignis
14.7.	23:02:52 MESZ	Dione verfinstert Rhea
16.7.	21:59:43 MESZ	Dione verfinstert Rhea

Tab. 2: Saturnmonderscheinungen mit Rhea

Datum	Zeit	Ereignis
4.6.	22:24 MESZ	VE
6.6.	23:28 MESZ	DA
7.6.	00:45 MESZ	SA
	02:33 MESZ	DE
13.6.	23:21 MESZ	VE
16.6.	00:22 MESZ	DA
	01:40 MESZ	SA
23.6.	00:18 MESZ	VE

Venus zeigte vom Januar bis März eine beeindruckende Vorstellung am Abendhimmel. Die Untere Konjunktion mit



Abb. 1: Zwei Saturnansichten aus dem Frühjahr

a) 26.1.2009, 4:33 MEZ, 8"-Newton bei 4700mm, DMK 21AU04.AS, RGB-Filter. *Torsten Hansen*
 b) 3.2.2009, 23:53 MEZ, 16"-Newton bei 12000mm, DMK 21AF04.AS, Astronomic RGB. *Thomas und Claudia Winterer*

Tab. 3: Gegenseitige Ereignisse der Jupitermonde

Datum	Beginn	Ende	Ereignis	Helligkeitsabfall/Größe
2.6.	3:50:16 MESZ	4:04:24 MESZ	Kallisto verfinstert Europa	1 ^m 56
15.6.	3:14:06 MESZ	3:19:16 MESZ	Io bedeckt Europa	0,54%
16.6.	2:43:33 MESZ	2:50:02 MESZ	Ganymed bedeckt Europa	0,37%
16.6.	3:26:58 MESZ	3:32:45 MESZ	Ganymed verfinstert Io	0 ^m 25
20.6.	1:14:57 MESZ	–	Kallisto verfinstert Ganymed	–
24.6.	4:29:48 MESZ	4:34:35 MESZ	Ganymed verfinstert Io	0 ^m 81
17.7.	1:00:27 MESZ	1:07:05 MESZ	Io bedeckt Europa	0,53%
24.7.	1:06:52 MESZ	1:14:48 MESZ	Kallisto verfinstert Europa	0 ^m 4
24.7.	2:13:13 MESZ	2:18:02 MESZ	Io verfinstert Europa	0 ^m 54
24.7.	3:10:13 MESZ	3:17:42 MESZ	Io bedeckt Europa	0,59%
31.7.	4:40:27 MESZ	4:46:23 MESZ	Io verfinstert Europa	0 ^m 69

dem großen Sonnenabstand von 8° konnte wegen schlechten Wetters leider kaum beobachtet werden. Inzwischen steht un-

ser innerer Nachbarplanet am Morgenhimmel.

■ Ronald Stoyan

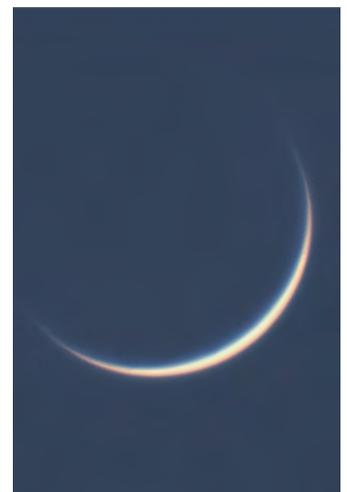


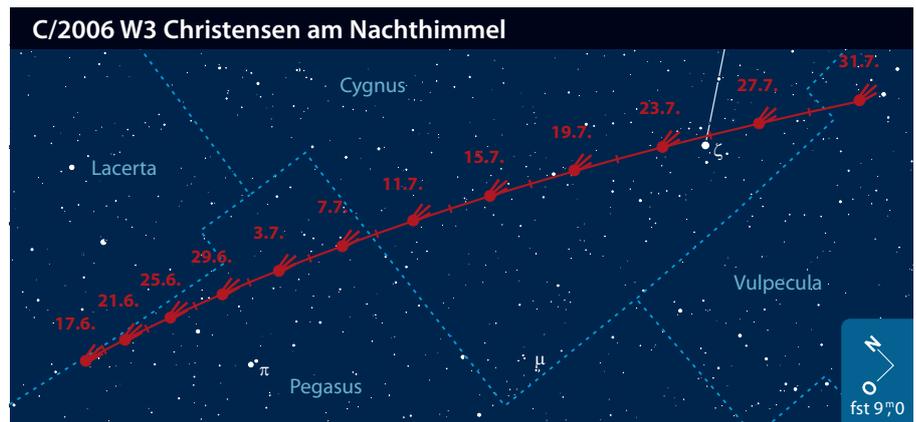
Abb. 2: Venus in der Abendsichtbarkeit 2009 *Mario Weigand*

a) 11.1.2009, 14"-SCT, DMK 21BF04, RG1000, Astrolon UV., b) 25.1.2009, 14"-SCT, DMK 21BF04, RG1000, Astrolon UV., c) 29.1.2009, 14"-SCT, DMK 21BF04, RG1000, Astrolon UV., d) 20.3.2009, 14"-SCT, DBK 31AF03, UV/IR-Sperrfilter.

Kometen aktuell Zwei Kometen für das Fernglas

Die Sommermonate bringen zwei hellere Kometen, die beide mit einem guten Fernglas oder kleinen Teleskop beobachtet werden können. **C/2006 W3 (Christensen)** durchläuft am 6. Juli sein Perihel im gewaltigen Abstand von 3,12AE – weit außerhalb der Marsbahn. Da er dennoch eine respektable Helligkeit von rund 8^m erreichen wird, muss es sich um einen Kometen mit riesigen Ausmaßen handeln. Wäre er etwas weiter ins innere Sonnensystem vorgedrungen, hätte er zweifellos zu einem spektakulären hellen Kometen werden können. Die absolute Helligkeit (in 1,0AE Abstand von Erde und Sonne) für C/2006 W3 wird mit rund -1^m bis -2^m angenommen. Nur die allerwenigsten Kometen erreichen hier negative Werte, Christensen liegt damit in der Größenordnung des Kometen Hale-Bopp (-0^m bis -2^m).

Während der kurzen Sommernächte im Juni steht C/2006 W3 ausreichend hoch am nordöstlichen Himmel. Er wandert zunächst noch recht langsam entlang der Grenze zwischen Pegasus und Eidechse. Mitte Juli wechselt der Komet ins Sternbild Schwan und steht nun ideal am Nachthimmel – um Mitternacht findet man ihn hoch im Osten. Der Erdabstand sinkt im Juli auf unter 2,5AE und er bewegt sich rascher. Ende des Monats erreicht der etwa 7^m helle Schweifstern die Sommermilchstraße und passiert den Cirrusnebel etwa 2° südlich. Damit beginnt die beste



Beobachtungsphase für diesen Kometen, der inzwischen bereits seit einem Jahr am nördlichen Himmel zu beobachten ist.

Der periodische Komet **22P/Kopff** ist auch nach seinem Periheldurchgang am 25. Mai ein Objekt am Morgenhimmel. Er bewegt sich Anfang Juni vom Steinbock in den Wassermann und zieht dabei $2,5^\circ$ nördlich am Planeten Jupiter vorüber. Die Helligkeit sollte im Lauf des Monats von etwa 8^m auf 8^m ansteigen. Im Juli verlangsamt sich die Bewegung des Kometen und er setzt zu einer Oppositionsschleife an. 22P ist dann schon bald nach Mitternacht im Südosten zu finden, die Helligkeit dürfte leicht zurückgehen. Im Gegensatz zu Komet C/2006 W3 ist 22P/Kopff ein sehr kleiner Komet. Nach Beobachtungen mit dem Hubble Space Telescope 1996 und dem Spitzer Space Telescope 2007 wurde

der Durchmesser des annähernd runden Kometenkernes nur zu 1,7km bis 1,9km ermittelt.

■ Burkhard Leitner

Surftipps

Monats- und Jahresübersichten, Aufsuchkarten, Bilder:

www.kometarium.com

Aktuelle Neuigkeiten, Bilder, Beobachtungen:

kometen.fg-vds.de

Aufsuchkarten,

Beobachtungshinweise:

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

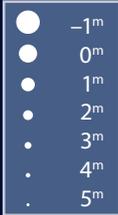
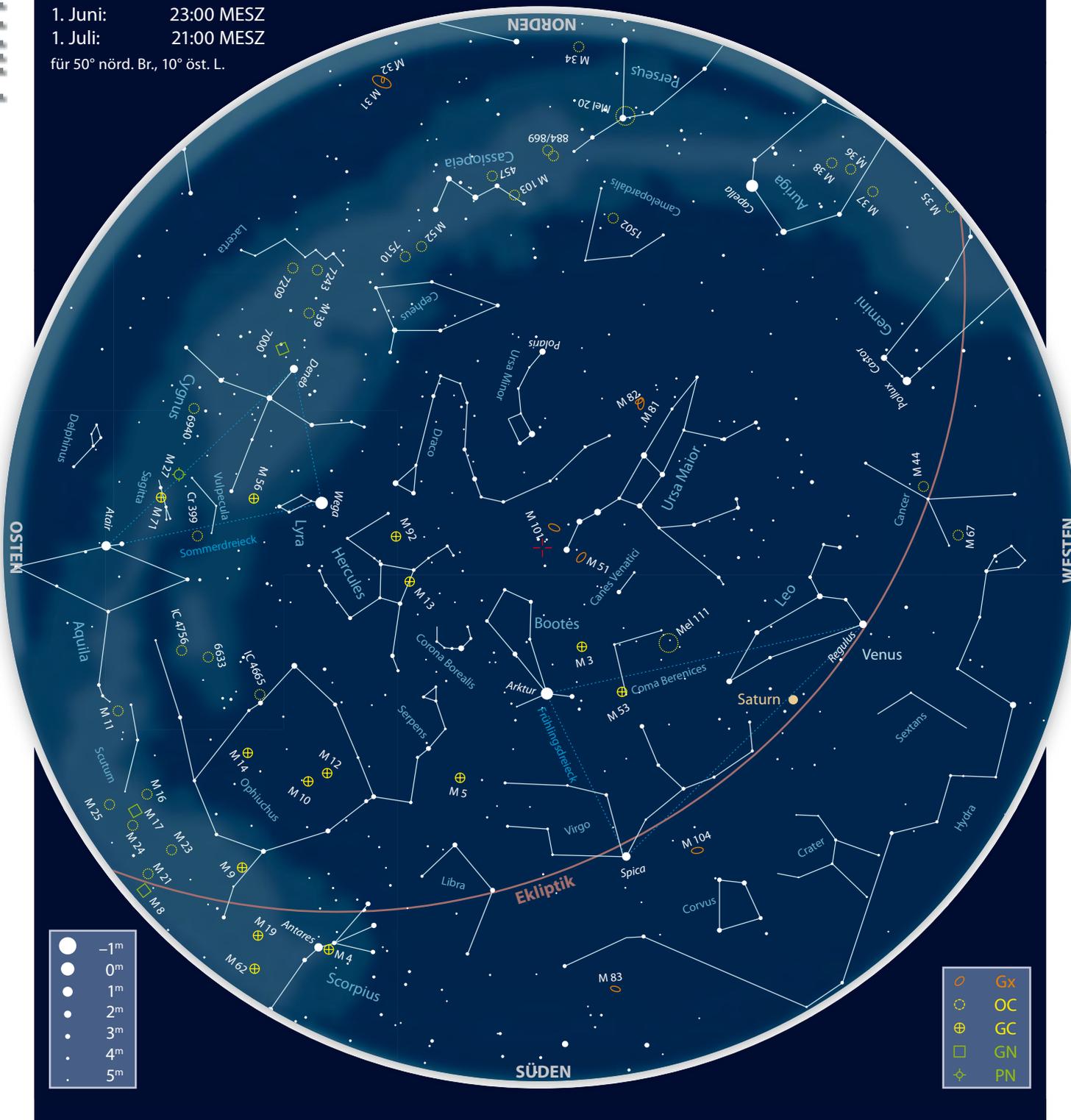
interstellarum-Newsletter:

www.oculum.de/interstellarum/newsletter.asp

Kometen im Juni/Juli					
Name	Entdeckung	Perihel	Erdnähe	Beobachtungsfenster	erwartete Helligkeit
C/2006 W3 (Christensen)	18.11.2006	6.7.2009 (3,12AE)	13.8.2009 (2,31AE)	November 2008 bis Oktober 2009	8^m
22P/Kopff	23.8.1906	25.5.2009 (1,58AE)	4.8.2009 (0,77AE)	April bis September 2009	8^m-9^m

Der Sternhimmel im Juni/Juli 2009

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



Beobachtungsempfehlungen für Juni/Juli								
Name	Empfehlung für	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	DSRA/Uran.
Mond	bloßes Auge	Mond	-	-	>-12 ^m 5	29,5' - 33,2'	357476km-406231km	-
61 Cygni	Fernglas	DS	21 ^h 6 ^{min} 54,6 ^s	+38° 44' 45"	5 ^m 2 / 6 ^m 1	31"	11,4Lj	15/121
M 16	Teleskop	OC/GN	18 ^h 18,8 ^{min}	-13° 47'	6 ^m 0	7'	5700Lj	22(30)/294
M 17	Teleskop	OC/GN	18 ^h 20,8 ^{min}	-16° 11'	6 ^m 0	11'	5220Lj	30(22)/294
R Scuti	Fernglas	Vr	18 ^h 47,5 ^{min}	-5° 42'	4 ^m 2-8 ^m 6	-	1400Lj	-/250

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

Entdeckungen am Sommerhimmel

Astronomie mit bloßem Auge **Der Vollmond**

Deep-Sky-Beobachtern erscheint der Mond als störende Lichtquelle, insbesondere der helle und die ganze Nacht scheinende Vollmond, der zudem als »langweilig« gilt: Durch den hohen Sonnenstand gibt es nur sehr kurze Schatten auf dem Mond, Details sind so kaum zu erkennen. Trotzdem lohnt sich der Blick auf unseren Erdtrabanten. Vergleicht man den Anblick des Mondes mit einer Karte oder einem Foto, stellt man große Unterschiede fest: Einige Mondmeere sind leicht erkennbar, andere hingegen fast gar nicht; besonders auffällig ist dies bei dunklem Nachthimmel. Erklären lässt sich dieses Phänomen dadurch, dass durch die Helligkeit des Mondes schwache Kontraste nicht mehr wahrgenommen werden können. Einige Mondmeere reflektieren immer noch so viel Sonnenlicht, dass Beobachter auf der Erde diese

nicht bzw. nur sehr schwach von den hellen Hochländern unterscheiden können.

Das Mondlicht bildet keine Gefahr für die Augen, für die Detailerkennbarkeit ist eine gewisse Filterung aber sinnvoll. Man kann es mit einer Sonnenbrille versuchen oder, noch einfacher, in der Dämmerung beobachten. Da dann der Vollmond tiefer steht als während der Kulmination gegen Mitternacht, ist der Blick zum Mond auch wesentlich bequemer. In Sommernächten haben es Beobachter durch angenehmere Temperaturen und die geringe Kulminationshöhe des Vollmonds am leichtesten. Zudem können die in Horizontnähe häufig vorkommenden Dunstschichten durch ihre Wirkung als natürlicher Filter für den freizügigen Beobachter von Vorteil sein. Als Nachteil muss die kurze Zeit zwischen Auf- und Untergang des mittsommerlichen Vollmonds erwähnt werden. Die dunkleren so

genannten Maria (Singular Mare) und helleren Hochländer geben dem Mond ein bewegtes Antlitz, das verschiedene Kulturen u.a. als Gesicht, Tier oder Jungfrau deuteten. Trotzdem sind aus vortelevisiver Zeit nur wenige Mondzeichnungen überliefert, wie z.B. die um 1600 entstandene, aber erst nach 1650 veröffentlichte des englischen Naturforschers und Arztes William Gilbert (1544–1603). In unserer Zeit ist vielleicht das »Mondgesicht« die von den meisten Beobachtern wahrgenommene Gestalt: Die Augen werden vom Mare Imbrium und dem Mare Tranquillitatis gebildet, die Nase ergibt sich als Linie vom Mare Serenitatis zum Mare Vaporum und der Mund aus dem Mare Nubium und dem Mare Humorum. Bei genauerem Hinsehen fallen weitere Formationen auf: Im Osten, also dort, wo für einen Beobachter auf dem Mond die Sonne aufgeht, die Maria Nectaris und Fecunditatis sowie als kleiner Fleck das Mare Crisium, im Westen der Oceanus Procellarum und Teile des Mare Frigoris. Der Gebirgszug der Apenninen am Südostrand des Mare Imbrium lässt sich ebenso erkennen wie einige Krater mit ihren Strahlengebieten: Auffällig ist der Krater Kopernikus, etwas schwieriger Kepler, besonders scharfäugige Beobachter können helle Regionen in der Nähe von Tycho um den Krater Deslandres oder östlich der Maria Nectaris und Tranquillitatis erkennen. Wie immer bei visuellen Beobachtungen gilt auch hier, dass eine Zeichnung des Gesehenen hilft, genauer zu beobachten und Fortschritte zu dokumentieren.

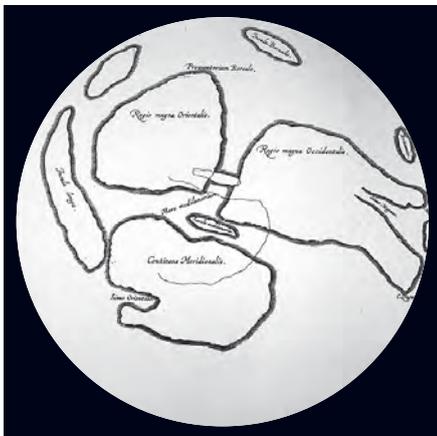


Abb. 1: Eine der ersten Mondzeichnungen überhaupt schuf William Gilbert um 1600 noch vor der Erfindung des Teleskops.

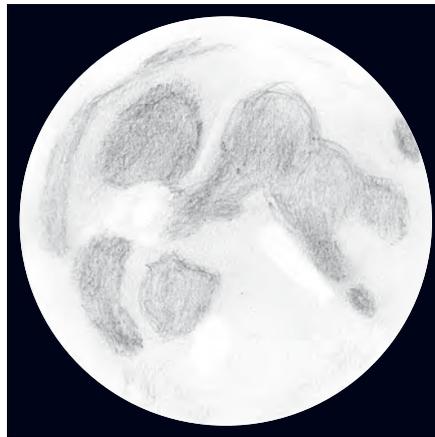


Abb. 2: Vollmondzeichnung des Autors vom 16.12.2005.

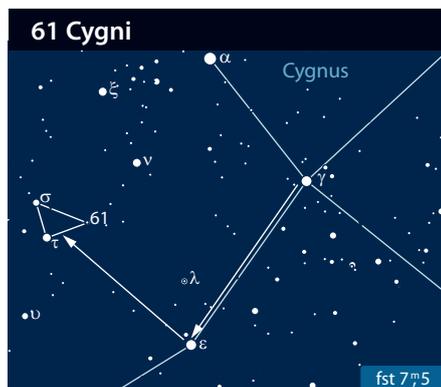
■ Kay Hempel

Astronomie mit dem Fernglas **61 Cygni**

Infolge der Umlaufbewegung der Erde um die Sonne ergibt sich im Laufe eines Jahres eine scheinbare Verschiebung naher Sterne, die als Parallaxe bezeichnet wird. Diese relative Positionsänderung vor weit entfernten Hintergrundsternen ist die Projektion der Bewegung des Erdumlaufs an den Himmel. Dass die Beobachtung dieses

Effekts die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbildes direkt beweisen würde, erkannte bereits der Philosoph Aristoteles, Schüler Platons und Schöpfer der Logik, doch erst 2200 Jahre nach ihm konnten diese winzigen Ellipsen tatsächlich gemessen werden. Es war der in Minden geborene Direktor der Sternwarte Königsberg (heutiges

Kaliningrad), Friedrich Wilhelm Bessel, dem es gelang, die erste erfolgreiche Messung einer Fixsternparallaxe durchzuführen. In dem 5^m0 hellen Stern 61 Cyg fand er sein Studienobjekt mit »größerer Aussicht auf eine merkliche Parallaxe«, denn nach Bessels Meinung bot ein Doppelsternsystem mit hoher Eigenbewegung die beste Chan-



ce auf Erfolg. Im Oktober 1838 beendete er seine 14-monatige Beobachtung am von Fraunhofer gebauten 6,25"-Heliometer mit

folgendem Ergebnis: Die jährliche Positionsänderung von 61 Cyg beträgt nur 0,31". Damit ist das Paar laut Bessel 10,3 Lichtjahre entfernt, der heutige Wert beträgt rund 11,4 Lichtjahre.

Gerade jetzt bietet sich die Beobachtung von Bessels Parallaxenstern an, denn sobald der Schwan im Hochsommer zenitnahe Bereiche einnimmt, geht sein Anblick auf Kosten einer bequemen Beobachtungshaltung. Einen geeigneten Ausgangspunkt zum Aufsuchen bieten γ (Sadr) und ϵ Cyg, der erste Stern im östlichen Schwänenflügel. Verlängert man von letzterem den gegenseitigen Abstand im rechten Winkel nach Norden, stößt man auf zwei helle

Sterne: σ und τ Cyg, die auch in stadtnahen Gebieten mit dem bloßen Augen zu sehen sind. Mit einem weiteren, nahe stehenden Stern bilden sie fast ein rechtwinkliges Dreieck: Das ist bereits Bessels Stern 61 Cyg. Schon ein stativgestütztes 8×40-Fernglas genügt, um diesen 5^m,0 hellen Lichtpunkt in zwei Sterne aufzulösen; die Komponenten sind ca. 5^m,2 und 6^m,1 hell und ihr Abstand beträgt 31". Auch die orange Färbung des Sternpaares lässt sich mit einem Fernglas beobachten.

■ Nico Schmidt

Objekt der Saison M 16

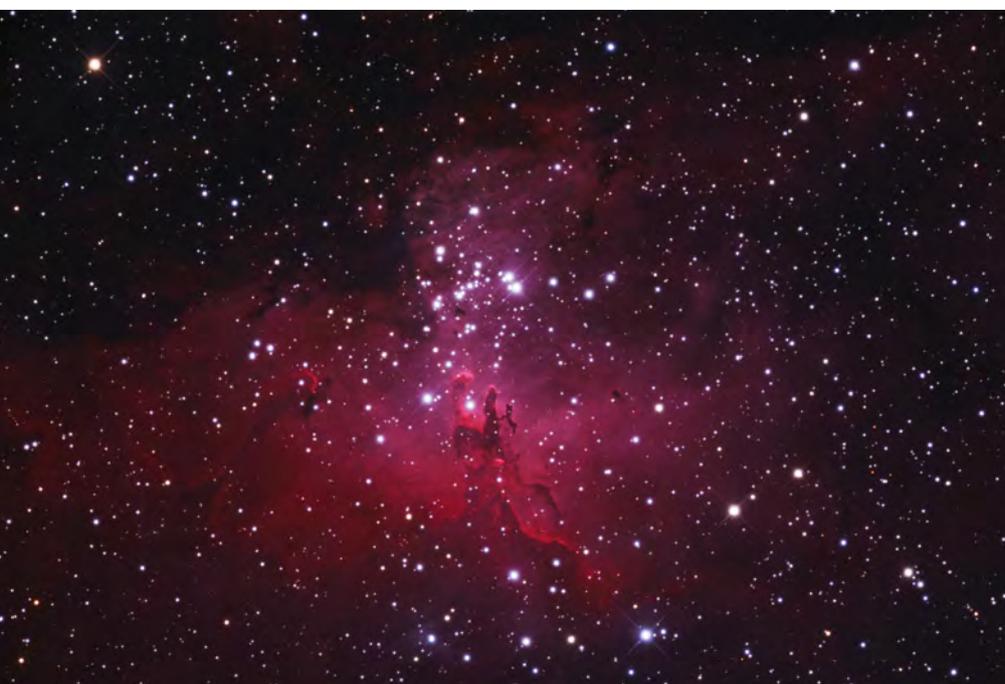
Unter den vielen Himmelswundern, die der Milchstraßenabschnitt zwischen Schild und Schütze beherbergt, nimmt der Adlernebel M 16 eine prominente Stellung ein. Die Kombination aus großer Helligkeit und einzigartiger Charakteristik sowie die imposante Umgebung machen ihn zu einem der attraktivsten Beobachtungsobjekte des gesamten Himmels und zu einem beliebten Ziel visueller und fotografischer Streifzüge durch die sommerliche Milchstraße. Der Name der Sternentstehungsregion bezieht sich im Übrigen nicht, wie ab und an behauptet, auf das gleichnamige Sternbild (das Objekt ist in der südöstlichen Ecke der Schlange beheimatet), sondern auf das Aussehen der HII-Region; tatsächlich erscheint der hellste Teil des Emissionsnebels einem Raubvogel mit ausgebreiteten Schwingen nicht unähnlich.

Abb. 1: Der Offene Sternhaufen M 16 ist von roten Emissionsnebeln umgeben, die die Katalogbezeichnung IC 4703 führen. Bemerkenswert sind die berühmten Dunkelsäulen im Nebel, die auch visuell erreichbar sind.

M 16 gehört zu den Messierobjekten, die bereits in der Zeit vor Messier bekannt waren. Erstmals erwähnt wird das Objekt im Jahr 1746 durch den Schweizer Astronomen de Chéseaux als »Sternhaufen zwischen den Konstellationen Ophiuchus, Sagittarius und Antinous«. Messier entdeckt das Objekt in der Nacht von 3. auf 4. Juni 1764 und beschreibt es als »Haufen schwacher Sterne, eingehüllt in einen schwachen Schein« mit einem Durchmesser von 8'. Uneinigkeit herrscht allerdings darüber, ob der von Messier beobachtete Nebelschimmer mit dem Emissionsnebel identisch ist oder ob Messier lediglich das Leuchten der unaufgelösten schwächeren Mitglieder des Sternhaufens beobachtet hat. Gegen eine Beobachtung des Nebels spricht jedenfalls der Umstand, dass dieser – trotz weitaus besseren Instrumentariums – von

keinem anderen der großen visuellen Beobachter des 18. und 19. Jahrhunderts bemerkt wurde; erst Ende des 19. Jahrhunderts wurde die HII-Region auf fotografischem Weg durch E. E. Barnard und Isaac Roberts zweifelsfrei nachgewiesen. Dies ist im Übrigen auch der Grund, warum Sternhaufen und Nebel im NGC- und IC-Katalog unter verschiedenen Bezeichnungen firmieren: Der Sternhaufen wird dort als NGC 6611 geführt, der Nebel hingegen als IC 4703.

M 16 ist eine der am besten untersuchten Sternentstehungsregionen unserer Galaxis und beliebtes Studienobjekt der professionellen Astronomie. Eine schöne Zusammenstellung der wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Objekt findet man in [1]: Demnach ist M 16 knapp 5700 Lichtjahre von der Erde entfernt und dürfte vor knapp 2 bis 3 Millionen Jahren aus dem Kollaps der selben Molekülwolke entstanden sein, die auch die benachbarte HII-Region Sharpless 54 sowie den Omeganebel M 17 (siehe Seite 31) hervorgebracht hat. Der zentrale Sternhaufen umfasst mehrere tausend Mitglieder innerhalb eines Raumgebietes von etwa 15 Lichtjahren und besitzt eine Gesamtmasse von 25000 Sonnenmassen. Das hellste Mitglied, der Stern HD 168076, besitzt eine scheinbare Helligkeit von 8^m,18 und ist mit einer Masse von mehr als 60 Sonnenmassen und einer Leuchtkraft, die jene der Sonne um das 700000-fache übertrifft, ein wahrer Gigant des Himmels [2]. Gemeinsam mit drei weiteren Sternen des Spektraltyps O ist dieser Stern auch die primäre Ionisationsquelle der HII-Region, die vom Sternhaufen aus gesehen etwas versetzt nach Südwesten liegt. Neben diesen Sternen tummeln sich in M 16 weitere knapp 50 Sterne heller als 13^m sowie eine beachtliche Population von jungen stel-



Wolfgang Koenig

laren Objekten (engl.: Young stellar objects, YSOs), die zum Teil noch von Überresten ihres Gaskokons umgeben sind. Darüber hinaus konnten auch einige Dutzend Braune Zwerge vor kurzem in M 16 nachgewiesen werden [3].

Die berühmteste Einzelheit in M 16 sind jedoch zweifelsohne jene fingerartigen Dunkelwolken, die südwestlich des Haufenzentrums in die helle Nebelmaterie hineinragen und als »Säulen der Schöpfung« Eingang in die wissenschaftliche Literatur gefunden haben. Bei diesen Säulen handelt es sich um Überreste der ursprünglichen Dunkelwolke, aus der M 16 entstanden ist; durch die intensive Strahlung von HD 168076 und anderer O-Sterne werden die Säulen langsam erodiert und sich im Laufe der nächsten Jahrtausende allmählich vollständig auflösen. An der dem Sternhaufen zugewandten Seite der Säulen bildet sich dabei eine Stoßfront aus, die zur Verdichtung der Materie und damit zur Bildung neuer Sterne führt. Tatsächlich konnten durch Sugitani et al. mehrere Protosterne in unmittelbarer Umgebung der Säulen beobachtet werden, die vermutlich im Zuge dieses Prozesses entstanden sind [4].

M 16 ist mit einer Gesamthelligkeit von 6^m0 eines der hellsten Deep-Sky-Objekte in der Schlange und unter visuellen Beobachtern wie Astrofotografen ein gleichermaßen beliebtes Objekt. In klaren Nächten peilt man den Haufen am besten über die Sternwolke M 24 und den Omeganebel M 17 an, mit denen M 16 ein sehr flaches, gleichschenkeliges Dreieck bildet. Alternativ kann auch der Stern γ Scuti als Aufsuchhilfe dienen, der knapp 2 1/2° von M 16 entfernt im Schild steht. Die freisichtige Beobachtung gestaltet sich aufgrund der etwas geringeren Helligkeit und der südlichen Lage etwas schwieriger als etwa bei M 13 und verlangt nach einem klaren, streulichtarmen Himmel mit guter Horizontsicht. Im kleinen Feldstecher steht M 16 zusammen mit M 17 im gleichen



Abb. 2: Die »Säulen der Schöpfung« in M 16, das vielleicht berühmteste Motiv des Hubble-Weltraumteleskops.

Gesichtsfeld und bildet mit diesem einen auffälligen Doppelnebel. Die hellsten Haufensterne sind schon im 10x50-Fernglas, besser aber im kleinen Teleskop erkennbar. Ein Vierzöller zeigt bei geringen Vergrößerungen und guter Durchsicht bereits einige Dutzend Sterne auf nebligem Untergrund; südwestlich davon versetzt können schon ohne Filter die hellsten Kondensationen der HII-Region als kontrastarme Aufhellungen ausgemacht werden. Der Einsatz eines UHC- oder [OIII]-Filters verbessert die Sichtbarkeit des Nebels enorm und lässt seine Größe auf 10' bis 15' wachsen. Ab 10" Öffnung ist das Objekt eines der spannendsten Beobachtungsobjekte des gesamten Himmels und unter exzellenten äußeren Bedingungen von fast berückender Schönheit. Neben der charakteristischen Adlerform und einer Vielzahl von Details an den Rändern der HII-Region zeichnen sich in einem Instrument dieser Größe auch eine oder mehrere der Säulen als markante, längliche Dunkelgebiete vor der hellen Nebelma-

terie ab. Aber auch für Astrofotografen bietet sich hier ein reichhaltiges Betätigungsfeld, das von Großfeldaufnahmen des Nebels und der umgebenden Milchstraßenwolken bis hin zu Detailaufnahmen der Dunkelwolken im Nebel reicht.

■ Matthias Kronberger

- [1] Oliveira, J. M., Reinpurth, B. (Hrsg.): Star formation in the Eagle Nebula, Handbook of Star forming Regions; Volume II: The Southern Sky, Astron. Soc. Pac. Conf. Ser., 599 (2008)
- [2] Dufton, P. L. et al.: The VLT-FLAMES Survey of Massive Stars. *Astron. Astrophys.* 457, 265 (2006)
- [3] Oliveira, J. M., Jeffries, R. D., van Loon, J. T.: The low-mass initial mass function in the young cluster NGC 6611, *MNRAS* 392, 1034 (2009)
- [4] Sugitani, K. et al.: Near-Infrared Study of M 16: Star Formation in the Elephant Trunks, *Astrophys. J.* 565, 25 (2002)

Objekt der Saison M 17

Auch wenn in den kurzen Sommernächten das Zentrum der Milchstraße in Mitteleuropa nur knapp über den Horizont streicht, zieht die Region um den Schützen mit ihrer überreichen Objektvielfalt alle Augen in ihren Bann. Vergleichbar mit einer Schönheitskonkurrenz tummeln sich hier Sternhaufen und Gasnebel auf engstem Raum. Eine der beeindruckendsten Erscheinungen bietet zwei-

fellos die als Schwanen- oder Omega-Nebel bezeichnete HII-Region M 17.

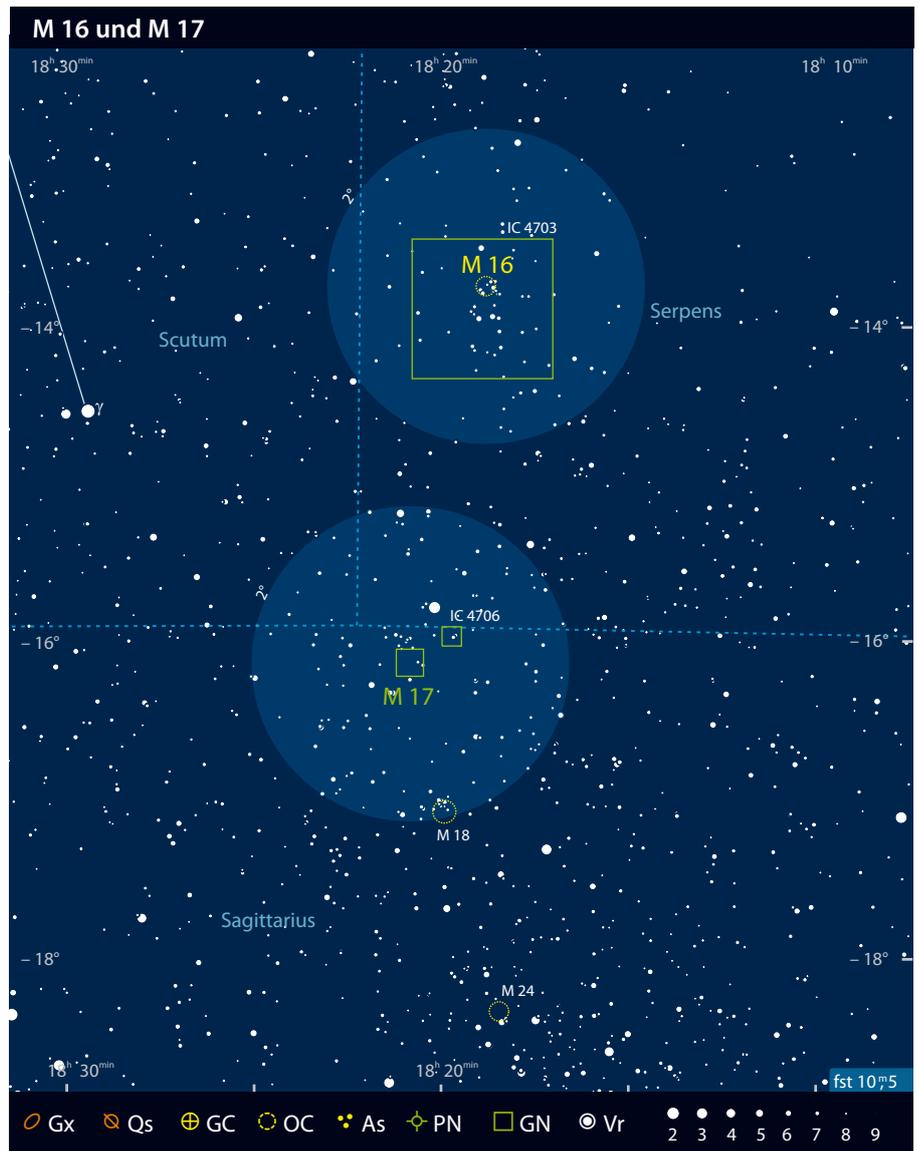
Die erste dokumentierte Beobachtung gelang dem Schweizer Philippe Loys de Chéseaux, der den Nebel im Jahr 1745 entdeckte [1] und mit dem Schweif eines Kometen verglich. Da de Chéseaux seine Entdeckungen jedoch nicht publizierte, sondern lediglich durch seinen Großvater an der Akademie der

Wissenschaften verlesen ließ, gerieten seine Objekte bis zur Wiederentdeckung seiner Liste im Jahr 1884 in Vergessenheit. Somit entdeckte Messier den scheinbar unbekanntem Nebel am 3.6.1764 unabhängig ein zweites Mal. Er verglich die Erscheinung dieses »Lichtstreifs« mit der des Andromedanebels (M 31). Das Objekt zog auch die Aufmerksamkeit von Wilhelm Herschel auf sich, der es zunächst als

Übergangsstufe zwischen dem Orionnebel (M 42) und anderen Objekten klassifizierte, später jedoch sah er M 17 als weit entfernte Ansammlung von Einzelsternen. Auch sein Sohn John Herschel widmete sich dem Nebel in zahlreichen »Sweeps«. Seine Beobachtungen sind der Ursprung der heute geläufigen Bezeichnung Omega-Nebel.

Aus astrophysikalischer Sicht handelt es sich bei M 17 um eines der leuchtkräftigsten Sternentstehungsgebiete unserer Galaxis. Laut Povic et al. [2] beträgt die Entfernung 1,6kpc, was etwa 5220 Lichtjahren entspricht. Damit gehört das Objekt zum Sagittarius-Spiralarm unserer Milchstraße und verfügt mit Objekten wie M 16 über eine ebenso prominente Nachbarschaft. M 17 wird durch die leuchtkräftigen jungen Sterne eines eingebetteten Sternhaufens angeregt. Dieser verbirgt sich jedoch weitestgehend in den ihn umhüllenden Gasnebeln. Während die Extinktion auf dem Weg von uns zu M 17 das Licht lediglich um $1^m,8$ schwächt, so wird es laut Chini et al. [3] innerhalb des Nebels um 30^m reduziert. Aufnahmen zeigen M 17 als Musterbeispiel eines Sternentstehungsgebietes, das kompakte, undurchdringliche Dunkelnebel, Globulen und so genannte »Elefantenrüssel« enthält. Das in den umgebenden Molekülwolken enthaltene Gas bietet noch ausreichend Materie für die Entstehung vieler Tausend Sterne mit Sonnenmasse.

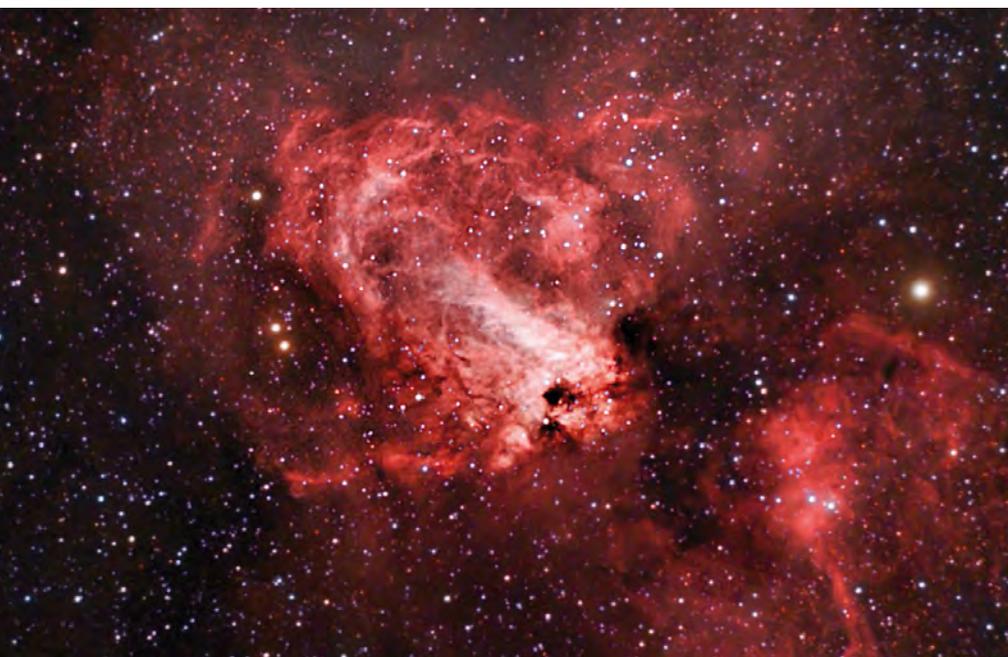
Obwohl sich M 17 am nördlichen Rand des Sternbildes Schütze (Sagittarius) befindet und somit für Mitteleuropa in maximal 20° – 25° Höhe über dem Horizont kulminiert, ist der Nebel in einer klaren Sommernacht bereits mit bloßem Auge erkennbar. Das Objekt findet sich etwa $2,5^\circ$ nordöstlich der auffälligen Sternwolke M 24. Mit einem 10×50 -Fernglas zeigt sich ein Nebelstreif mit großer Flächenhelligkeit, der recht gut die Beschreibung Messiers veranschaulicht. In einem $2,5''$ -Teleskop erscheint der Nebel bei



niedriger Vergrößerung als nach Osten hin spitz zulaufender Nebelbarren. Erst mit der Steigerung der Vergrößerung und vor allem durch den Einsatz von Schmalbandfiltern erscheint die berühmte Form des Nebels. In einem umkehrenden Fernrohr bietet sich die perfekte Illusion eines im Sternenmeer

treibenden Schwans. Im Vergleich hierzu ist Herschels Ω weder visuell noch fotografisch besonders prägnant und so ist es erstaunlich, dass sich trotzdem die Bezeichnung Omega-Nebel durchgesetzt hat.

Mit jeder Steigerung der Öffnung zeigt der Nebel mehr Details. Im $8''$ -Teleskop zerfällt die Hals- und Kopf-Partie des Schwans in einzelne, von Dunkellinien abgetrennte Bereiche. Südlich des Kopfes findet sich ein einzeln stehender 11^m -Stern eingebettet in einen Nebelhalo. Spätestens mit dem Einsatz eines Schmalbandfilters wird klar, dass der helle Bereich des »Schwanz« nur etwa ein Drittel der sichtbaren Nebelfläche ausmacht. Vom Schwanz des Schwans zieht sich nun ein Nebelbogen nach Südosten, um nach einer 180° Drehung im Hintergrund zu verblassen. Mit $12''$ oder $14''$ Öffnung kann man bereits viele Stunden mit der Zeichnung der unzähligen Details verbringen. Was hierbei



Der Omega- oder Schwanennebel M 17 ist nur der hellste Teil eines ausgedehnten Emissionsnebel-Gebietes.

erreichbar ist, kann man sich anhand der historischen und aktuellen Zeichnungen in [4] veranschaulichen. Wer die Gelegenheit hat, M 17 von einem südlichen Standort mit großem Gesichtsfeld zu beobachten, wird vom Kontrast des Nebelfeldes gegenüber den westlich angrenzenden Dunkelwolken begeistert sein. Diese Dunkelwolken trennen

M 17 auch vom sehr schwachen Nebel IC 4706 15' nordwestlich.

■ Matthias Juchert

[1] Steinicke, W.: Historic NGC, www.klima-luft.de/steinicke/ngc/Historic_NGC.txt (2008)

- [2] Povich, M. S. et al.: Interstellar Weather Vanes: GLIMPSE Mid-Infrared Stellar Wind Bow Shocks in M 17 and RCW 49, *Astrophys. J.* 689, 242 (2008)
- [3] Chini, R. et al.: The Stellar Content of the Young Cluster in M 17, in *Galactic Star Formation Across the Stellar Mass Spectrum*, ASP Conference Series 287, 415 (2003)
- [4] Stoyan, R.: *Atlas der Messier-Objekte*, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)

Veränderlicher aktuell R Scuti

Ganz in der Nähe des Sternhaufens M 11 im Sternbild Schild befindet sich ein guter Bekannter vieler Fernglasbeobachter von Veränderlichen Sternen: R Scuti. Er ist 1° nordwestlich des Sternhaufens zu finden.

R Scuti wurde schon 1795 von Edward Pigott entdeckt und belegt damit Platz 11 auf der Liste der Entdeckungen Veränderlicher Sterne [1]. Der Stern ändert seine Helligkeit zwischen 4^m2 und 8^m6 und ist damit immer mit dem Fernglas sichtbar. Er wird zur seltenen Gruppe der RV Tauri-Sterne, Untergruppe RVa (konstante mittlere Helligkeit), gezählt. Der Lichtwechsel ist bemerkenswert: Hellere und schwächere Minima wechseln sich in unregelmäßiger Folge ab (siehe Abb. 2). Die Lichtkurve ist ein interessantes Gemisch aus periodischem und etwas unregelmäßigem Verhalten. Die Periode wird zu 146 Tagen angegeben.

Die RV Tauri-Sterne sind pulsierende, leuchtkräftige gelbe Überriesensterne. R Scuti selbst wechselt den Spektraltyp zwischen G0 und K2 und die Leuchtkraftklasse zwischen Ia und Ib. Außerdem sind RV Tauri-Sterne von Staub umgeben, der

aus dem Verlust größerer Anteile ihrer Masse entstanden ist und daher starke Infrarotquellen. Sie haben etwa eine Sonnenmasse und scheinen entwickelte Sterne in einer kurzen Entwicklungsphase – wenige tausend Jahre – ihres Sternenlebens zu sein. Sie dürften kurz vor dem Ausstoß eines Planetarischen Nebels und der Kontraktion zu einem Weißen Zwerg stehen. Das macht sie für die Astrophysiker besonders interessant, da die Entwicklung eines Riesensterns zum Weißen Zwerg noch wenig verstanden ist.

Vor 25 Jahren war die Ursache des besonderen Lichtwechsels noch unklar [1]. Mittlerweile gibt es zwei Hypothesen [2]: Die Sterne könnten in zwei Perioden schwingen, die gerade im Verhältnis 2:1 stehen, also in der Fundamentalfrequenz und im ersten Oberton. Eine weitere Idee ist, dass die Sterne zusätzlich chaotische Schwingungen ausführen, die der Grundperiode überlagert sind.

Die Beobachtung von R Scuti ist nicht nur durch den interessanten Lichtwechsel lohnend. Der Stern könnte auch in relativ kurzer Zeit wahrnehmbare Änderungen

zeigen, da seine Entwicklung so schnell vor sich geht. R Scuti erscheint in Mitteleuropa im März am Morgenhimmel, ist um den 2. Juli die ganze Nacht sichtbar und kann am Abendhimmel bis Mitte November beobachtet werden.

■ Wolfgang Vollmann

- [1] Hoffmeister, C., Richter, G., Wenzel, W.: *Veränderliche Sterne*, Springer-Verlag, Berlin (1984)
- [2] Percy, J.: *Understanding Variable Stars*, Cambridge University Press, Cambridge (2007)

Surftipps

AAVSO Variable Star of the Season:
www.aavso.org/vstar/vsots/0700.shtml

RV Tauri – the strange prototype of a strange class: www.aavso.org/vstar/vsots/rvttau.shtml

AAVSO Light Curve Generator:
www.aavso.org/data/lcg/

AAVSO Variable Star Plotter:
www.aavso.org/observing/charts/vsp/

Abb. 1: Umgebungskarte von R Scuti mit Vergleichssternehelligkeiten (ohne Dezimalpunkt, 70 = 7^m0), erstellt mit dem Variable Star Plotter der AAVSO.

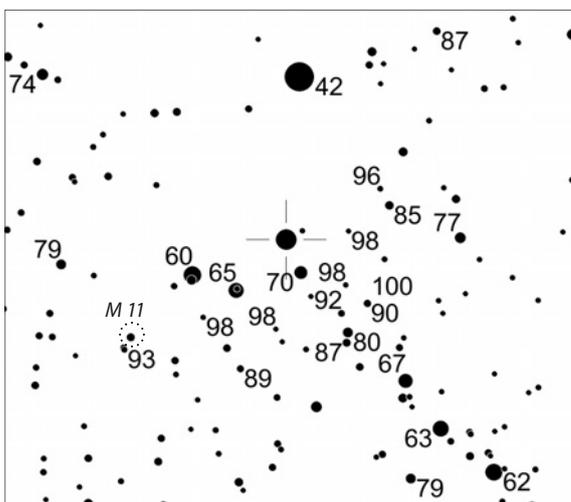
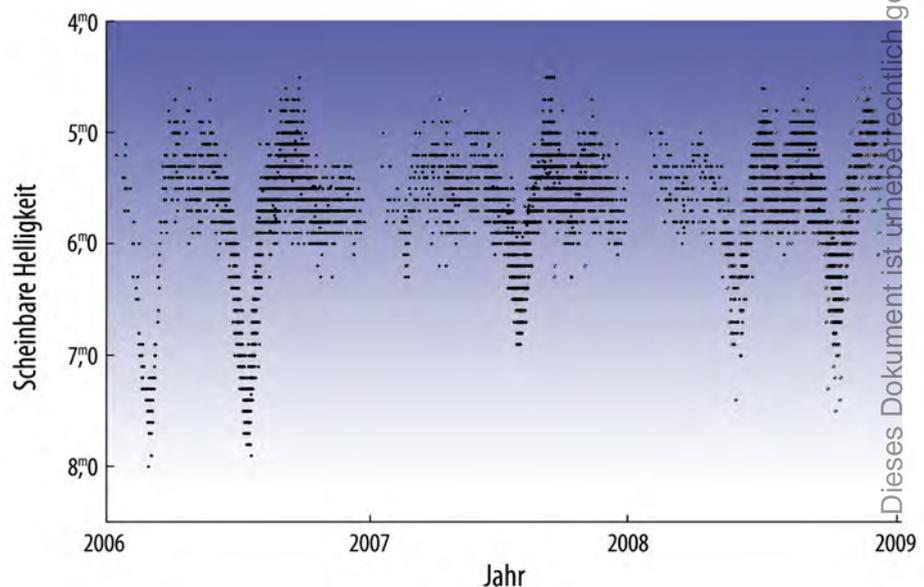


Abb. 2: Lichtkurve von R Scuti vom 1.1.2006 bis 1.1.2009, erstellt mit dem Lichtkurven-Generator der AAVSO.



Der Schlechtwetter-Komet

Die schönsten Bilder des Kometen Lulin

VON BURKHARD LEITNER

Fast unbemerkt von der astronomischen Öffentlichkeit ist im Februar und März ein heller Komet am Nachthimmel erschienen. Komet C/2007 N3 (Lulin) stand außergewöhnlich günstig nahezu gegenüber der Sonne – doch schlechtes Wetter machte visuelle und fotografische Beobachtungen des Schweifsterns weitgehend zunichte.

Abb. 1: Komet Lulin mit ausgeprägtem Gegenschweif am 20.2.2009. Digitalfoto, 7"-Astrograph bei 500mm, Canon 5D modifiziert, ISO 800, 120×1min.

Ende Februar 2009 zog Komet C/2007 N3 (Lulin) in nur 0,41AE Abstand an der Erde vorüber und erreichte eine maximale Helligkeit von 5^m0. Damit war er unter guten Bedingungen mit freiem Auge zu sehen. Nach seinem Perihel am 10. Januar war Lulin zunächst noch tief stehend am Morgenhimmel zu finden – die Helligkeit betrug etwa 7^m0. In den folgenden Wochen wanderte er – langsam heller werdend – rückläufig entlang der Ekliptik durch die Sternbilder Waage, Jungfrau und Löwe. Die Annäherung an die Erde machte sich bald durch die rascher werdende Bewegung am Himmel bemerkbar. Besonders außergewöhnlich für den Kometen war Mitte Februar ein scheinbar zur Sonne weisender, ausgeprägter Gegenschweif (Abb. 1, 2). Ab dem 20. Februar konnte Lulin am



Abb. 2: Die kräftige türkise Farbe ist typisch für die Emissionslinien von Kometen. Digitalfoto, 20.2.2009, 6"-Astrograph bei 520mm, Canon 20D modifiziert, ISO 1600, 15×1min.

Abb. 3: Eine seltene Perspektive bot der Schweifabriss vom 23.2.2009, der hinter dem Kometenkopf stattfand. Digitalfoto, 3,5"-Refraktor bei 400mm, Canon 450D, 50min.



MARCO MURTI

PETER STÄTTMAYER

WALDEMAR SKORUPA

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

mondlosen Nachthimmel auch mit freiem Auge gesehen werden. Kurz vor der Opposition (26. Februar) war gut zu sehen, wie der Gasschweif sich perspektivisch mehr und mehr verkürzte und schließlich hinter der nun 25' messenden Kometenkoma ver-

schwand (Abb. 3). Interessant waren auch die Begegnungen des Kometen mit hellen Sternen und Planeten entlang der Ekliptik: In der Nacht von 27. auf 28. Februar etwa zog der Schweifstern in geringem Abstand an α Leonis (Regulus) vorbei (Abb. 6). Im

März bewegte sich Lulin langsamer werdend und mit abnehmender Helligkeit durch die Sternbilder Krebs und Zwillinge, blieb aber bis in den April hinein sehr günstig am Abendhimmel sichtbar.



GEORGE ZITLER
MARIO WEGANO

Abb. 4: Zwei Tage später war der Abriss kaum noch zu sehen. Digitalfoto, 25.2.2009, 6"-Astrograph bei 500mm, Canon 40D, ISO 1600, 15x2min.



Abb. 5: Kleinere Jets umgeben die Koma am 27.2. 2009. CCD-Aufnahme, 3"-Refraktor bei 500mm, SBIG STL-11000M, Baader RGB-Filter.



NOBERT MAOZEK
MICHAEL DIEB

Abb. 6: Der Komet passierte am 27.2.2009 Regulus und Leo I. Digitalfoto, 3,5"-Refraktor bei 400mm, Canon 450D, 38min.

Abb. 7: Ende Februar ließ sich noch eine helle, ausgedehnte Koma mit Schweif beobachten. CCD-Aufnahme, 28.2.2009, 4,5"-Newton bei 440mm, SBIG ST-2000XM, 8x2min (L), 2x2min (je RGB), LRGB-Filter.

Abb. 8: Auch der visuelle Anblick überzeugte. Zeichnung, 28.2.2009, 25x150-Fernglas, Bortle 3–4.



EVELYN FETROW

Spektroskopie für Einsteiger

Teil 1: Ein spaltloses Gitterspektroskop zur visuellen Beobachtung

VON ULLRICH DITTLER

Vor genau 150 Jahren entwickelten die Herren Bunsen und Kirchhoff die Spektralanalyse. In den Observatorien hat diese Technik die visuelle Beobachtung (nahezu) verdrängt. Inwieweit stehen heute auch dem Amateur Instrumente und Möglichkeiten zur Spektroskopie zur Verfügung und welche sinnvollen Beobachtungen können damit von einem Hobbyastronomen durchgeführt werden? Der erste Teil widmet sich der visuellen Beobachtung, während im zweiten Teil auf fotografische Techniken eingegangen wird.

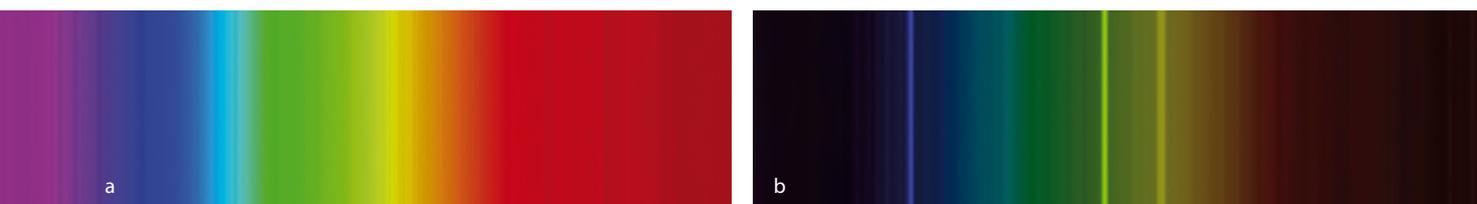


Abb. 1: Die Spektroskopie ist ein faszinierendes Feld auch für Hobby-Astronomen – und erfordert im Gegensatz zur landläufigen Meinung keinen großen instrumentellen Einsatz. Diese Spektren von Wega (a) und des Ringnebels M 57 (b) entstanden mit dem Deep Sky Spektrograph von SBIG an einem 8"-SCT mit einer ST-7 CCD-Kamera.

Vor mehr als 200 Jahren, genau 1802, entdeckte der Engländer William Hyde Wollaston im Sonnenspektrum auffällige dunkle Linien. Unabhängig davon studierte der Münchener Optiker Joseph von Fraunhofer 1814 das Sonnenspektrum und gab den 570 Linien, die er entdeckte, eindeutige Bezeichnungen. Auf dieser Entdeckung der Fraunhoferlinien aufbauend, entwickelten 1859 Robert Wilhelm Bunsen und Gustav Robert Kirchhoff die Spektralanalyse, die es erlaubt, chemische Elemente durch Spektroskopie eindeutig nachzuweisen.

Schlüsseltechnik der Astrophysik

Bunsen und Kirchhoff entwickelten damit vor genau 150 Jahren die Grundlagen der Werkzeuge, denen wir den größten Teil unseres aktuellen astronomischen Wissens verdanken. Denn seit Ende des 19. Jahrhunderts erlangt die Spektroskopie gegenüber der visuellen Astronomie

als Instrument zur Erkenntnisgewinnung zunehmend an Bedeutung und aktuelle Großteleskope werden nicht selten fast ausschließlich spektroskopisch genutzt. So ermöglichte die Spektroskopie beispielsweise schon früh den Nachweis des Doppler-Effektes an Sternen und schon um 1920 auch an Galaxien. Eine weitere, für die Astronomie zentrale auf der Spektroskopie beruhende Erkenntnis, ist die Feststellung der chemischen Zusammensetzung von Sternen: Über die Intensitätsverteilung innerhalb eines Sternspektrums können Aussagen über chemische Elemente und Temperaturen sowie Dichten gemacht werden. Hierauf aufbauend ergibt sich die Möglichkeit der Definition von Spektralklassen im Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD-Diagramm) und damit von Aussagen über die Sternentwicklung.

Die Klassifizierung von Sternen auf der Basis ihrer Spektren wurde in Harvard von Edward C. Pickering und seinen Mitarbeiterinnen Annie Jump Cannon, Anto-

nia Maury und Williamina Fleming um 1890 begonnen, da sie erkannten, dass die beobachtbaren Absorptionslinien innerhalb einzelner Spektren eine Gruppierung von Sternen erlauben. Auf der Basis dieser Erkenntnis wurde die Harvard-Sequenz der Spektralklassen O, B, A, F, G, K, M (Merksatz: Oh Be A Fine Girl Kiss Me!) definiert, die 1999 um die Klasse L und 2002 um die Klasse T erweitert wurden. Da dieses 9-stufige Raster recht grob ist, kann jede Klasse ihrerseits wieder in Subklassen von 0–9 unterteilt werden, die durch eine angehängte Ziffer benannt werden.

Generell gilt für die Spektralklassen, dass sich mit dem Übergang von O-Sternen in Richtung der Klasse der T-Sterne das Maximum der spektralen Energieverteilung immer mehr in Richtung zu größeren Wellenlängen (Rot) verschiebt. Der auffälligste Unterschied zwischen den Spektralklassen ist dabei die Zunahme von Absorptionslinien von den O-Sternen zu den T-Sternen, wobei sowohl die An-

zahl der sichtbaren Linien steigt als auch deren Linienstärke zunimmt: Bei O-Sternen, wie beispielsweise bei Mintaka (einem Gürtelstern des Orion), dominieren die Linien des einfach ionisierten Heliums und das Maximum des Kontinuums liegt weit im ultravioletten Bereich. Bei den A-Sternen erreicht die Linienstärke der Balmer-Serie des Wasserstoffs ihr Maximum. F-Sterne, wie Prokyon im Sternbild Kleiner Hund, zeichnen sich hingegen durch auffällige Absorptionslinien der Metalle (Elemente schwerer als Helium) insbesondere des Kalziums aus, während sich ihr Kontinuumsmaximum in den Bereich zu größeren Wellenlängen verschiebt. Bei der neuen Gruppe der T-Sterne hingegen sind im visuellen Bereich nur noch geringe Informationen sichtbar, dafür treten breite Absorptionslinien von Methan auf und das Kontinuumsmaximum liegt im infraroten Spektralbereich.

Auch wenn sich die Spektren der Sterne einzelner Klassen durch ihre Gemeinsamkeiten auszeichnen, so lassen sich dennoch Unterschiede finden, die William Wilson Morgan und Philip Childs Keenan dazu veranlassten, das Modell der Spektralklassen um Aspekte der Leuchtkraft der Sterne zu erweitern. Die eingeführten sechs Leuchtkraftklassen werden angezeigt, indem der Spektralklasse eine römische Ziffer angehängt wird (von I= Überriese bis VI= Unterzwerg).

Die ausführliche Darstellung der in den Sternen ablaufenden astrophysikalischen Prozesse, die zu den Ursachen der unterschiedlichen Sternspektren führen, und Ausführungen zu Aspekten der Sternentwicklung, würden den Rahmen dieses Beitrags deutlich sprengen, es sei daher auf entsprechende Literatur verwiesen (s. Kasten Literatur).

Instrumente zur Spektroskopie

Ehe eine Klassifikation eines Sterns in die Spektralklassen erfolgen kann, ist dessen Licht mit Hilfe eines Spektroskops (zur visuellen Beobachtung eines Spektrums) oder eines Spektrographen (zur Aufzeichnung eines Spektrums mittels eines Detektors) aufzuspalten. Dieser als Dispersion bezeichnete Vorgang kann entweder klassisch über ein Prisma erfolgen (Prismenspektroskop) oder mittels eines optischen Gitters (Abb. 2). Prismen brechen dabei das einfallende blaue Licht stärker als das rote Licht, so dass eine Aufspaltung in einem Spektrum sichtbar wird. Bei spektroskopischen Gittern, d.h. konkret bei Transmissionsgittern, hingegen ent-

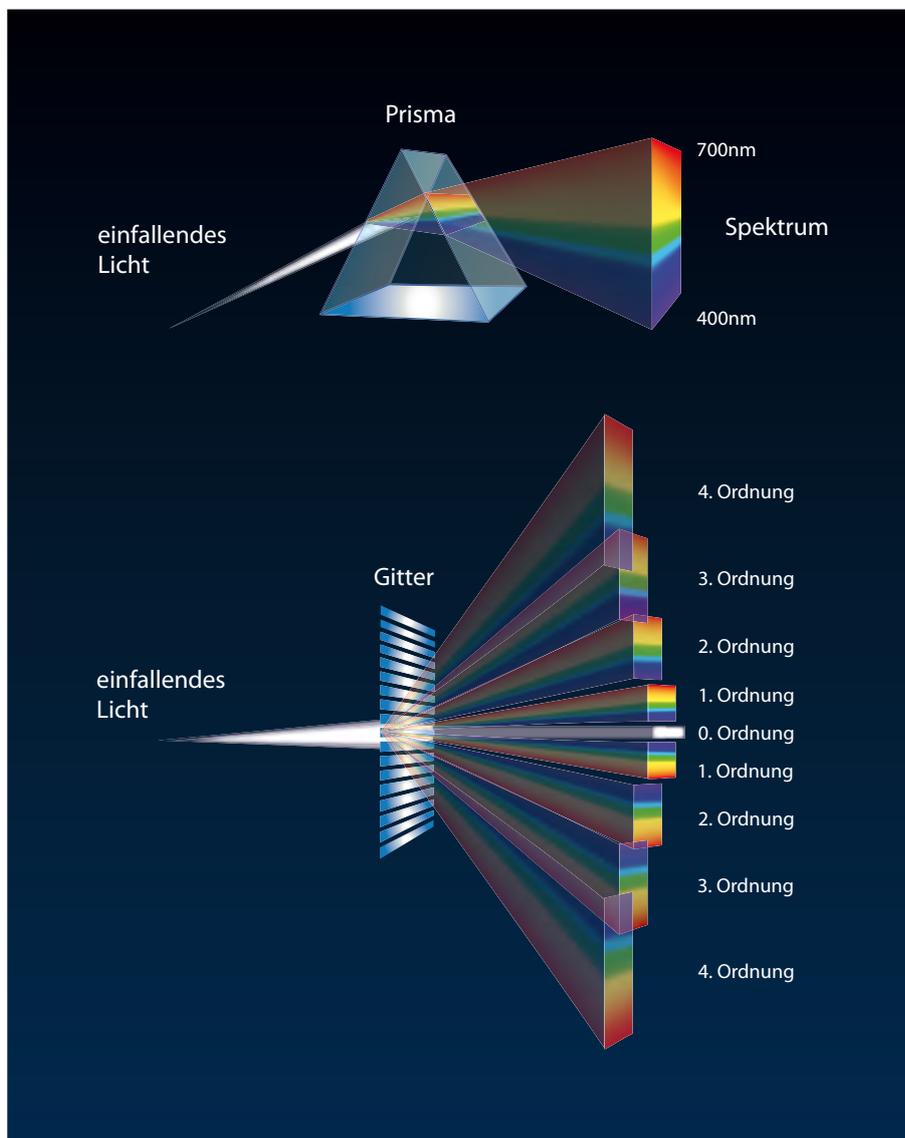


Abb. 2: Spektren können entweder mit einem Prisma oder einem Gitter erzeugt werden. In Prismen wird Licht verschiedener Wellenlängen unterschiedlich gebrochen und so weißes Licht in seine Spektralfarben aufgespalten. An einem Gitter wird Strahlung gebeugt und es kommt zu Interferenz, wodurch sich einzelne Wellenlängen verstärken oder abschwächen können.

interstellarium GRUNDLAGEN

Die Entstehung von Emissionslinien und Absorptionslinien

In Spektren können zwei verschiedene Arten von Linien auftreten: dunkle Absorptionslinien und helle Emissionslinien. Absorptionslinien entstehen, wenn elektromagnetische Strahlung, also z.B. Licht, ein Gas durchdringt. Die Atome (oder Moleküle) des Gases absorbieren die Strahlung bei für das Element typischen Wellenlängen, was zu dunklen Linien auf dem Hintergrund eines kontinuierlichen Spektrums führt. Auf atomphysikalischer Ebene wird von Elektronen dabei eine bestimmte Energieportion aufgenommen, die durch die Energiedifferenz zwischen zwei möglichen Energieniveaus des Elektrons festgelegt ist. Emissionslinien entstehen, wenn Elektronen absorbierte Energie wieder emittieren, um in ein energieärmeres Niveau zu gelangen. Gase wie sie z.B. in Leuchtstoffröhren enthalten sind, zeigen ein Emissionslinienspektrum.

stehen an jeder Gitterfurchen Beugungsbilder, wobei sich die Abbilder verschiedener Furchen überlagern. Reflexionsgitter

wiederum basieren in der Regel auf einer reflektierenden Glasplatte, in die einige hundert bis einige Tausend parallele Rillen

geritzt sind und werden bei Spaltspektroskopen und -spektrographen eingesetzt. Gitterspektroskope spalten daher das einfallende Licht mittels Beugung in mehrere Spektren auf, so dass auch die verfügbare Lichtmenge auf mehrere Spektren verteilt wird und diese somit weniger leuchtstark sind. Das direkte Abbild des Sterns wird Spektrum 0. Ordnung genannt, das Spektrum 1. Ordnung ist das hellste (und damit das, welches für die Beobachtung oder Fotografie verwendet wird), die Spektren 2. Ordnung, 3. Ordnung usw. werden zusehends weniger hell. Um den Nachteil dieses Lichtverlustes zu kompensieren, sind so genannte Blaze-Gitter als Sonderform der Gitter so gestaltet, das nahezu das ganze aufgespaltene Licht im Spektrum 1. Ordnung abgebildet wird.

Gitter oder Prisma?

Ein Vorteil der Gitter-Spektroskope im Vergleich zu den Prismen-Spektroskopen besteht darin, dass bei Gittern die Aufspaltung unabhängig von der Wellenlänge erfolgt, während bei Prismen die einzelnen Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen werden. Dieser Aspekt ist vor allem bei der Auswertung und Interpretation der erzeugten Spektren relevant.

Neben dem dispergierenden Element (Prisma oder Gitter) unterscheiden sich Spektroskope auch grundsätzlich dahingehend, dass sie spaltlos oder als Spaltspektroskope gebaut sein können. Ein spaltloses Spektroskop, im einfachsten Fall ein in Verbindung mit einem Teleskop eingesetztes Prisma, kann leicht selbst gebaut werden und ermöglicht die gleichzeitige Spektroskopie aller Objekte im Gesichtsfeld. Der Nachteil dieser Bauweise besteht darin, dass sich die erzeugten Spektren

u.U. teilweise überlappen und nicht mehr so einfach eindeutig einer Strahlungsquelle zuordnen lassen. Viele von Amateurastronomen selbstgebaute Spektroskope wurden lange Zeit als spaltlose Prismenspektroskope gebaut.

Spaltspektroskope hingegen haben einen im Strahlengang eingebrachten schmalen Spalt, der es erlaubt das Licht genau eines Sterns zu spektroskopieren. Auch bei der Spektroskopie flächiger Objekte mit Emissionslinienspektrum, z.B. Nebel, sind Spaltspektroskope klar im Vorteil, da spaltlose Spektroskope in jeder Wellenlänge ein Abbild des Objektes erzeugen und diese Abbilder sich in der Regel so stark überlagern, dass eine eindeutige Identifikation nicht möglich ist. Spaltspektroskope hingegen liefern auch bei flächigen Objekten ein eindeutig auswertbares Spektrum.

An den Großobservatorien werden seit rund 20 Jahren Weiterentwicklungen klassischer Spektrographen eingesetzt: Mit Multiplex-Spektrographen können während einer Belichtung mehrere Spektren von verschiedenen Objekten gewonnen werden, da hierzu Lichtleiter das Licht von definierten Aufnahmepunkten an jeweils unabhängige Spektrographen zur Dispersion weiterleiten. Integralfeld-Spektroskope können hingegen sogar zu jedem Bildpunkt ein vollwertiges Spektrum erzeugen.

Für den Einstieg

Für den Amateur bietet sich der Einstieg in die Dispersion von Sternlicht mit einem relativ preiswerten Transmissions-Gitter an. Amateurastronomisch genutzte Transmissions-Gitter haben in der Regel

zwischen 100 und 1000 Linien pro Millimeter, wobei mit höherer Anzahl auch die Auflösung zunimmt, während gleichzeitig die Lichtstärke abnimmt. Derartige Transmissionsgitter werden von unterschiedlichen Firmen unter verschiedenen Namen angeboten: bei Baader als Blaze Gitter Spektroskop, von Rainbow Optics das Star Spectroscope, und von Rigel Systems das RS-Spectroscope.

Bei einer geplanten überwiegend fotografischen Nutzung ist ggf. die Anschaffung eines Spektrographen interessant, beispielsweise dann, wenn eine CCD-Kamera mit entsprechender spektraler Empfindlichkeit schon vorhanden ist. Die für den Amateur angebotenen Spektrographen (beispielsweise SBIG DeepSkySpectrograph (DSS-7), SBIG Self-GuidingSpectrograph (SGS), Baader DADOS Spaltspektrograph, Shelyak LHIRES) unterscheiden sich dabei in Bauart und Preis teilweise erheblich.

In dieser Artikelserie sollen mit dem »Rainbow Optics Star Spectroscope« Beispiel für ein preiswertes Okular-Gitterspektroskop für den Einstieg (Teil 1), mit dem SBIG DSS-7 ein SpaltSpektrograph für den engagierten Amateur und mit dem Shelyak LHIRES III ein sehr leistungsfähiger und universell einsetzbarer Spektrograph (Teil 2) näher vorgestellt werden. Im Teil 3 wird schließlich der Baader DADOS Spaltspektrograph vorgestellt.

Das Star Spectroscope von Rainbow Optics

Das »Rainbow Optics Star Spectroscope« ist als klassisches spaltloses Transmissions-Spektroskop aufgebaut: Es besteht aus zwei Elementen, dem eigentlichen Blaze-

Empfehlenswerte Literatur:

- Kaler, J. B.: Sterne und ihr Spektrum: Astronomische Signale aus Licht, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford (2001)
- Robinson, K. D.: Spectroscopy: The Key to the stars – Reading the Lines in Stellar Spectra, Springer (2007)
- Tonkin, S. F. (Hrsg.): Practical Amateur Spectroscopy, Springer (2002)
- Weigert, A., Wendler, H. J., Wisotzki, L.: Astronomie und Astrophysik: Ein Grundkurs, Wiley-VCH, Weinheim (2005)

Abb. 3: Das Rainbow Optics Star Spectroscope stellt ein preiswertes spaltloses Okular-Gitterspektroskop für den Einstieg dar. Das Gitter wird einfach in vorhandene Okulare eingeschraubt und das Spektrum mit Hilfe einer auf das Okular gesteckten Linse betrachtet.



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



Abb. 4: Das Rainbow Optics Star Spectroscope beim Einsatz am Teleskop.

Gitter, das in einen 1¼"-Filterhalter eingearbeitet ist, und aus einer in einem Okularaufsatz befestigten Linse (»Lens Cell«), die das Bild bzw. Spektrum (in nur eine Richtung) vergrößert, d.h. verbreitert.

Das Blaze-Gitter, das 200 Linien/mm besitzt, kann nach der Fokussierung eines hellen Sterns (Anfänger sollten, um ein auffälliges Spektrum zu erhalten, zunächst helle A-Sterne wie Sirius oder Wega wählen) problemlos in ein vorhandenes Okular geschraubt werden. Durch die Ausgestaltung als Blaze-Gitter werden (nach Herstellerangaben) rund 75% des Lichtes im Spektrum 1. Ordnung gebündelt, so dass ein recht helles Spektrum für die Beobachtung entsteht. Beim ersten Blick sind nach dem Einsetzen des Gitters zunächst zwei unterschiedlich helle Spektren zu sehen. Das Hellere ist nun mit der Teleskopsteuerung in die Mitte des Okularbildes zu fahren und anschließend nachzufokussieren, so dass ein langgezogenes, aber sehr dünnes Spektrum entsteht.

Im nächsten Schritt ist der Okularaufsatz (»Lens Cell«) mit den drei Schrauben mittig auf dem Okular zu positionieren und so zu drehen, dass das lange Spektrum durch die Vergrößerung auch in der Breite ausgeweitet wird. Das entstandene Spektrum ist deutlich länger als breit und sein blaues Ende reicht dicht an das unveränderte Sternbild (Spektrum 0. Ordnung) heran. Nach einem erneuten Nachfokussieren werden die typischen Absorptionslinien des Spektrums als dünne dunkle Striche sichtbar.

Durch den Wechsel des verwendeten Okulars, sowie durch die Veränderung des Abstandes zwischen Okular und (Blaze-)

Gitter kann die Darstellung des beobachteten Spektrums verändert werden: Okulare mit kurzer Brennweite und damit hoher Vergrößerung erzeugen ein längeres Spektrum als Okulare mit geringer Vergrößerung. Eine weitere Verlängerung des Spektrums kann erreicht werden, indem der Abstand des Gitters zum Okular beispielsweise durch einen leeren Filterhalter vergrößert wird.

Im nächtlichen Einsatz

Der nächtliche Einsatz des Rainbow Optics Star Spectroscope gestaltet sich in Verbindung mit einem klassischen 8"-SCT völlig problemlos: Das Gitter lässt sich mit seinem leicht geriffelten Rand (zumindest ohne Handschuhe) problemlos in die verwendeten Okulare schrauben, und auch die »Lens Cell« ist so groß gestaltet, dass sie gut und griffig nachts aufgesetzt, gedreht und fixiert werden kann. Schon nach wenigen Sternen und Doppelsternen klappt der Wechsel von der visuellen Beobachtung zur Beobachtung der Spektren routiniert.

Für den Spektroskopie-Einsteiger bietet sich auch Beteigeuze als relativ kühler, aber heller Stern der Spektralklasse M1 an, da die dunklen Absorptionslinien recht leicht und deutlich zu sehen sind. Auch die Linien der hellen Wega (Spektralklasse A0) sind einfach zu identifizieren. Schwieriger sind hingegen die dünnen Linien von Deneb (Spektralklasse A2) zu sehen.

Es zeigen sich aber auch die Nachteile beim nächtlichen Einsatz des Star Spectroscope: Stehen mehrere helle Sterne im Sichtfeld des Okulars werden auch mehrere Spektren dargestellt; das sieht zwar sehr hübsch und bunt aus, erschwert aber die Zuordnung von einzelnen Spektren zu den

Sternen erheblich und auch die Analyse der jeweiligen Absorptionslinien ist durch die sich teilweise überlappenden Spektren erschwert.

Recht eindrucksvoll hingegen ist die Spektroskopie von Doppelsternen, da hierbei die beiden Spektren (durch Drehen der Einheit aus Gitter, Okular und Vergrößerungslinse) parallel zueinander dargestellt werden können und somit direkt vergleichbar sind.

Fazit

Ein Nachteil des Rainbow Optics Star Spectroscope im praktischen Einsatz ist darin zu sehen, dass die »Lens Cell« lediglich einen Innendurchmesser von 38mm aufweist und daher nicht zusammen mit Okularen verwendet werden kann, die am oberen Ende einen größeren Durchmesser haben. Der Einsatz an zahlreichen hochwertigen Okularen, wie beispielsweise vielen TeleVue-Okularen ist daher nicht möglich. Hier bietet sich ggf. alternativ der Einsatz des RS-Spectroscopes an, das speziell für einige TeleVue-Okulare entwickelt wurde, aber auf einer leicht veränderten Funktionsweise beruht.

Ein weiterer konstruktionsbedingter Nachteil ist darin zu sehen, dass rund 25% des Lichtes in Spektren höherer Ordnung verwendet werden, die bei der Beobachtung unberücksichtigt bleiben; die Bildhelligkeit ist dadurch wahrnehmbar vermindert.

Die spaltlose Konstruktion führt darüber hinaus zu dem beschriebenen Nachteil, dass bei mehreren Sternen im Gesichtsfeld die eindeutige Zuordnung eines Spektrums zu seinem Stern nicht immer möglich ist.

Im zweiten Teil: Der SBIG Deep-Sky Spectrograph und der HIRES III-Spektrograph von Shelyak.

Surftipps

Optics Star Spectroscope: www.starspectroscopy.com

Fachgruppe Spektroskopie des VdS: spektroskopie.fg-vds.de

Einführungen in die Spektroskopie: www.astronomie.de/fachbereiche/spektroskopie/einfuehrung/index.htm

Homepage des Autors mit weiteren spektroskopischen Aufnahmen: www.sternenstaub-observatorium.de

Exotische Sterne

Barnard 29 – ein heißer Stern in M 13

VON NICO SCHMIDT



STEFAN HEUTZ, WOLFGANG RIES

Wenn im Frühsommer das Sternbild Herkules gegen Mitternacht kulminiert, erreicht der prächtige Kugelsternhaufen M 13 seinen höchsten Stand am gestirnten Nachthimmel. Mit seinen lichtschwachen Haufenmitgliedern, die auf tiefen Deep-Sky-Aufnahmen sichtbar werden, bedeckt er eindrucksvoll eine Kreisfläche von 20' bzw. 160Lj Durchmesser. Auf diese Fläche sollen sich bis zu eine Million Sterne projizieren [1]. Bei diesen Sternen handelt es sich (fast) ausschließlich um alte Rote Riesen, doch nicht alle Haufensterne gleichen einander. So gibt es auch Exoten wie den hellblauen Barnard 29, der mit seiner Farbe gar nicht in den Sternhaufen zu passen scheint.

Entdeckung auf Potsdamer Fotoplatten

Im Januar 1887 trat der 28-jährige Julius Scheiner seine Assistenzstelle am Astrophysikalischen Observatorium auf dem Potsdamer Telegrafenberg an. Die Faszination für die Astronomie wurde bei ihm schon während der Schulzeit in Köln-Deutz bei einem Besuch der Bonner Sternwarte geweckt; und jetzt untersuchte er in Potsdam Sternspektren und beschäftigte sich mit der Astrofotografie, die praktisch noch in den Kinderschuhen steckte. Dafür nutzte er den fotografischen Refraktor, der in einem 1889 errichteten kleinen Kuppelgebäude (Abb. 2), etwas abseits vom prachtvollen Klinkerbau des Hauptgebäudes mit seinen drei großen Kuppeln aufgestellt war. An diesem Steinheil-Doppelrefraktor mit 13" und 9" Öffnung sowie 3,4m Brennweite (Abb. 3) führte Scheiner grundlegende Arbeiten zur Astrofotografie durch und verbesserte dabei seine Aufnahmetechniken. Für seine »Testaufnahmen« be-

Abb. 1: In dem sehr alten Kugelsternhaufen M 13 findet man überraschenderweise auch bläuliche Sonnen: die hellste ist der 13m,0-Stern Barnard 29.

lichtete er u.a. im September 1891 zwei Fotoplatten mit dem Kugelsternhaufen M 13. Auf einer allein vermaß er die Positionen und Helligkeiten von über 800 Haufensternen.

Diese 9cm×12cm große Fotoplatte wurde an das Yerkes-Observatorium ausgeliehen, wo sie Edward Emerson Barnard mit einer am dortigen 40-Zöller gemachten Aufnahme verglich. Dabei fielen ihm einige helle Haufensterne auf, der hellste Stern auf der Potsdamer Fotoplatte war der von Scheiner mit der Nummer 148 katalogisierte Lichtpunkt. Barnard stellte fest, dass auf den Fotografien Scheiner 148 gegenüber Scheiner 133 4- bis 5-mal heller erschien, obwohl sie visuell fast eine identische Helligkeit von ca. 13^m,0 besaßen; er schreibt in seiner 1900 veröffentlichten Arbeit: »[...] Nr. 148 ist schon photographisch abnormal hell.« [2] Neben der erstaunlichen fotografischen Helligkeit (Blauhelligkeit) erweckte allerdings auch

die ungewöhnliche blaue Sternfarbe von Scheiner 148 Barnards Interesse.

Barnards blauer Stern

Größtenteils bestehen Kugelsternhaufen nur aus rötlichen Riesensternen, doch in dieser dichten Sternansammlung hatte der Yerkes-Astronom Barnard einen Stern mit einem auffälligen blauen Farbton entdeckt. In Hans Ludendorffs Abhandlung »Der grosse Sternhaufen im Hercules Messier 13« von 1905, in der 1136 Haufensterne erfasst sind, ist er als 222. Stern jener Liste aufgeführt [3]. Erst später taucht diese eigenartige Sonne, die Barnard das eindrucksvollste Beispiel eines blauen Sterns nennt, unter der heute bekannteren Bezeichnung auf: Barnard 29. Aus der besonderen Sternfarbe dieses Haufensterns von M 13 schließt er bereits, dass er eine energiereichere Strahlung abgeben muss.

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

Anfang der 1970er Jahre beschäftigten sich auch die Astronomen Zinn, Newell und Gibson mit der Suche nach farblich seltener erscheinenden Haufensternen und werteten dazu Fotoplaten von fast 30 Kugelsternhaufen aus. Obwohl Kugelsternhaufen meist aus leuchtkräftigen rötlichen (kühlen) Sternen bestehen, die sich auf den Riesenästen des Hertzsprung-Russell-Diagramms (HRD) befinden, fanden sie immerhin 115 auffällig blaue (heiße) Sterne [4], für die sie den Begriff »UV-bright stars« einführten. Nach ihrer Untersuchung enthielt M 13 sieben dieser einzigartigen Sonnen – an erster Stelle Barnards blauer Stern mit der Nummer 29: ZNG 1. Aber wie lassen sich die hellblauen Sterne in Kugelsternhaufen erklären? Blaue Sterne sind meist massereiche Sonnen, die bereits nach Jahrtausenden in gleißenden Supernovae explodieren, dagegen handelt es sich bei Kugelsternhaufen um die ältesten Strukturen der Milchstraße, sogar älter als 10 Milliarden Jahre. Heiße, im ultravioletten Spektralbereich helle Sterne dürfte es in diesen alten Objekten somit gar nicht geben.

Heiße Vorstufe eines Weißen Zwergs

Schließlich deuteten in den 1990er Jahren durchgeführte Studien [5] darauf hin, dass es sich bei Barnard 29 um einen 20000 Kelvin heißen Post-AGB-Stern handelt. Dies ist eine Entwicklungsstufe von sonnenähnlichen Sternen (0,8 bis 8 Sonnenmassen), die den Asymptotischen Riesenast (AGB, Asymptotic Giant Branch) im HRD verlassen haben, nachdem sie ihre äußere wasserstoffreiche Hülle abgestoßen haben. Dieses nur etwa 10000 Jahre dauernde Zwischenstadium bildet die Vorstufe eines Planetarischen Nebels: Während dieser Zeitspanne leuchtet in

Abb. 2: Das Kuppelgebäude für den großen 13"-Doppelrefraktor, in Potsdam wurde 1889 errichtet.

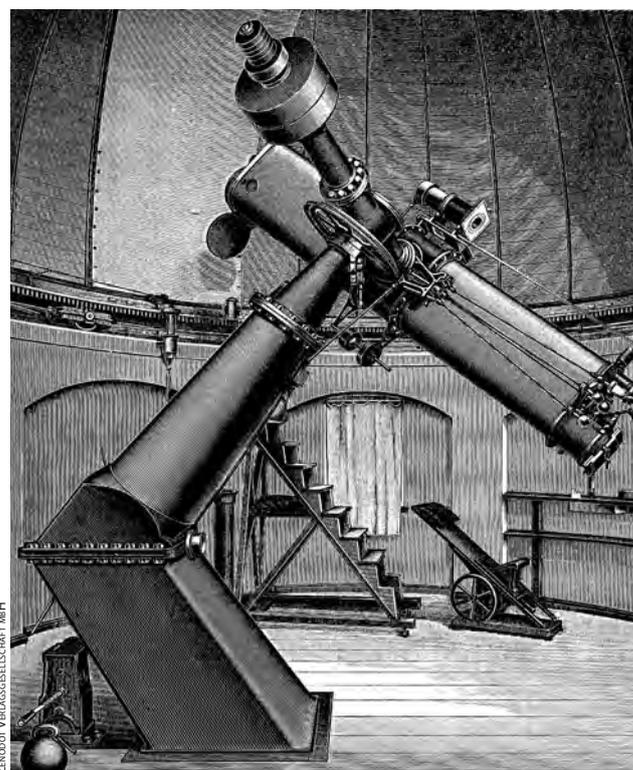
einem so genannten Proto-Planetarischen Nebel (PPN) ein sich aufheizender Post-AGB-Stern, der Kernrest des Roten Riesen. Erst wenn der Überrest eine Oberflächentemperatur von 20000 bis 30000 Kelvin erreicht hat, kann seine energiereiche UV-Strahlung die abgegebene Sternhülle zum Leuchten anregen: Ein Planetarischer Nebel wird sichtbar.

Nach gegenwärtigen Sternmodellen soll Barnard 29 nur doppelt so groß wie die Erde sein, während seine Masse bei 0,55 Sonnenmassen liegt [6]. Aus der Masse des Kernrests und dem Alter von M 13 lässt sich die Masse des Vorgängersterns zu 1,1 Sonnenmassen ableiten. Da seine Oberfläche bereits eine Temperatur von 20000 Kelvin (Spektralklasse B2) erreicht, wird der glühende Sternrest schon in wenigen tausend Jahren beginnen, die während des Riesen-Stadiums abgestoßene Wasserstoffhülle zu ionisieren. Der Überrest eines der Sonne ähnlichen Sterns leuchtet dann als heißer Zentralstern eines Planetarischen Nebels nahe dem dichten Kernbereich des beeindruckenden Kugelsternhaufens M 13.

Mit Barnard 29 sehen wir also die – in astronomischen Maßstäben – kurze Übergangsphase (Post-AGB/PPN-Phase) von einer kühlen roten Riesenstern zu einem winzigen heißen Weißen Zwerg von der Größe der Erde. Es ist nur die etwas größere Masse des Vorgängersterns, die ihn so einzigartig erscheinen lässt: Barnards besonderer, leuchtend blauer Stern ist in der Entwicklung weiter fortgeschritten als das ihn umgebene 13 Milliarden Jahre alte Sternenmeer aus hunderttausenden roten Sonnen und befindet sich bereits auf dem Weg zu einem Weißen Zwerg.



RAINER ABEL, AIP



ZINHOFF VERLAGSGESellschaft, MH

Abb. 3: Die Optik des fotografischen Doppelrefraktors wurde von der Firma Steinheil gefertigt, die besondere Montierung stammt von der Firma Repsold.

- [1] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag (2006)
- [2] Barnard, E. E.: Some abnormal stars in the cluster M 13 in Hercules, *Astrophys. J.* 12, 176 (1900)
- [3] Ludendorff, H.: Der grosse Sternhaufen im Hercules Messier 13, *Publ. Astrophys. Obs. Potsdam* 15/6, 56 (1905)
- [4] Zinn, R. J., Newell, E. B., Gibson, J. B.: A search for UV-bright stars in 27 globular clusters, *Astron. Astrophys.* 18, 390 (1972)
- [5] Conlon, E., Dufton, P. L., Keenan, F. P.: Abundance analysis of the hot post-AGB star Barnard 29, *Astron. Astrophys.* 290, 897 (1994)
- [6] Serenelli, A. M., Fukugita, M.: Life Products of Stars, *Astrophys. J. Suppl.* 172, 649 (2007)

Barnards blauer Stern in M 13

Name	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Entfernung	DSRA
Barnard 29, Scheiner 148, L 222, ZNG 1	St	16 ^h 41 ^m 33,68 ^s	+36° 26' 07,7"	13 ^m 14	25100Lj	13

Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter

Objekt-Vielfalt im Sternbild Lyra

VON KARL-PETER JULIUS

Am Sternbild der Leier (lat.: Lyra) lässt sich sehr gut demonstrieren, dass es auch am Großstadthimmel eine durchaus attraktive Artenvielfalt von Deep-Sky-Objekten gibt, denn hier versammeln sich innerhalb eines überschaubaren Himmelsabschnitts die unterschiedlichsten Objekte. Auch Einsteiger mit einem kleinen Teleskop können so ermitteln, welcher Typ von Deep-Sky-Objekt sich an ihrem Himmel erfolgreich beobachten lässt.

Bei der im Folgenden beschriebenen Tour kamen ein ED-Refraktor mit 80mm Öffnung ($f/7,5$) sowie ein 8"-Spiegelteleskop ($f/10$) zum Einsatz. Mit bloßem Auge gerade noch erkennbar war das charakteristische Leier-Parallelogramm mit den Sternen ζ ($4^m,1$), δ ($4^m,2$), γ ($3^m,2$) und β Lyrae ($3^m,3-4^m,2$), sodass die visuelle Grenzgröße bei einem Wert von ca. $4^m,5$ lag.

Wega – ein »geschichtsträchtiger« Stern

Die Leier zählt zu den beliebtesten Beobachtungsgebieten am nächtlichen Sommerhimmel. Da das Sternbild durch Wega, den hellsten Stern des Sommerhimmels, markiert wird, ist es selbst am lichtverschmutzten Himmel schnell und sicher aufzufinden. Mit Wega verbindet sich eine Reihe von interessanten astronomischen Begebenheiten: So diente sie im Jahr 1856 bei der Festlegung der Größenklassen der Sterne als Nullpunkt und bekam den scheinbaren Helligkeitswert von $0^m,0$ zugewiesen. Wenige Jahre zuvor begann mit ihr die Ära der Astrofotografie. In der Nacht vom 16. auf den 17. Juli des Jahres 1850 sollen, so wird berichtet, John Adams Whipple, ein Fotograf aus Boston, und William Cranch Bond, Direktor des Harvard College Observatory, mit dem 15"-Refraktor des Harvard Observatoriums eine 100 Sekunden belichtete Daguerreotypie von Wega hergestellt und damit die erste verwertbare fotografische Abbildung eines Sterns angefertigt haben [1, 2].

Zwei faszinierende »Doppel-Doppel«

$1,5^\circ$ östlich von Wega trifft man auf ϵ Lyrae, ein Mehrfachsternsystem, das neben dem Doppelstern Albireo im Schwan und dem Trapez im Orion sicherlich zu den schönsten Exemplaren dieser Art zählt. Der Abstand zwischen den beiden Komponenten ϵ^1 und ϵ^2 ist mit $209''$ ungewöhnlich groß und daher schon im Sucherfernrohr zu erkennen. Berühmt ist ϵ Lyrae aber vor allem deswegen, weil sich jede der beiden Sonnen wiederum in zwei Komponenten auflösen lässt, eine Erscheinung, die im amerikanischen Sprachkreis

Abb. 1: Die Leier ist eines der markantesten Sternbilder des Sommerhimmels. Rund um Wega finden sich zahlreiche auch für Großstadtbeobachter erreichbare Deep-Sky-Sehenswürdigkeiten.



Deep-Sky-Objekte in der Leier						
Name	Typ	R.A.	Dekl.	Helligkeit	Größe/Abstand	DSRA/Uran.
α Lyrae	Stern	18 ^h 36,9 ^{min}	+38° 78'	0 ^m 0	–	14/117
ϵ^1 Lyrae	DS	18 ^h 44,4 ^{min}	+39° 37'	5 ^m 1/6 ^m 0	2,7"	14/82
ϵ^2 Lyrae	DS	18 ^h 44,3 ^{min}	+39° 40'	5 ^m 1/5 ^m 4	2,3"	14/82
Σ 2740	Opt. DS	19 ^h 08,7 ^{min}	+36° 46'	7 ^m 0/8 ^m 6	13,8"	14/–
Σ 2774	Opt. DS	19 ^h 09,4 ^{min}	+34° 36'	6 ^m 7/8 ^m 0	16,2"	14/–
δ Lyrae	Opt. DS	18 ^h 54,0 ^{min}	+37° 78'	5 ^m 6/4 ^m 2–4 ^m 3	10,5'	14/117
Stephenson 1	OC	18 ^h 63,5 ^{min}	+36° 55'	3 ^m 8	20'	–/–
LeDrew 6	Ast	19 ^h 13,3 ^{min}	+36° 20'	5 ^m 5	37,0'	–/–
M 57	PN	18 ^h 53,6 ^{min}	+33° 02'	8 ^m 8	1,2'	14/117

als ein sog. »Double-Double« bezeichnet wird. Um ϵ Lyrae als doppelte Doppelsterne beobachten zu können, muss man allerdings sehr stark vergrößern. Bei den mäßigen Sichtverhältnissen einer Großstadt schiebt sich erst ab 120-facher Vergrößerung ein ganz schmaler Steg zwischen die 2,7" entfernten Komponenten des nördlichen Pärchens ϵ^1 . ϵ^2 zeigt sich bei gleicher Vergrößerung lediglich als eine langgestreckte »Acht«, was darauf beruht, dass der scheinbare Abstand der Komponenten des südlich gelegenen Paares mit 2,3" noch geringer ist.

ϵ Lyrae ist unbestritten eines der Glanzlichter des Sommersternhimmels. Sehr viel weniger bekannt ist, dass sich in der Leier mit **Struve 2470** und **Struve 2474** ein weiteres »Doppel-Doppel« verbirgt, das vor allem wegen der Position der einzelnen Komponenten ein überaus reizvolles Beobachtungserlebnis bietet. Die beiden häufig übersehenen Paare findet man, wenn man das Teleskop über eine gedachte Linie von ζ Lyrae und δ Lyrae, den beiden nördlichen Ecksternen des Leier-Parallelogramms, hinaus in südöstlicher Richtung bis zu ι Lyrae, einem auffälligen Stern der 5. Größenklasse, bewegt und von diesem hellen Stern ca. 1,5° südlich schwenkt. Bereits bei 24 \times lassen sich die beiden Doppelsterne, die mit einem schwächeren, westlich gelegenen Stern ein gleichseitiges Dreieck bilden, so trennen, dass sich ein kleiner dunkler Steg zwischen die Komponenten schiebt. Bei 85 \times treten dann Struve 2470/2474 mit ϵ Lyrae in den Wettstreit um das attraktivste »Doppel-Doppel«: Wie die Sonnen von ϵ Lyrae besitzen ihre Komponenten eine ähnliche Helligkeit (7^m0/8^m4 und 6^m8/7^m9) und stehen in annähernd gleichem Abstand zueinander (13,6" und 15,8"). Wegen ihrer nahezu identischen Positionswinkel von 268° und 262° stehen die Pärchen jedoch nicht rechtwinklig zueinander, sondern parallel und wirken dadurch wie »eineilige Zwillinge«, die dem Betrachter den Eindruck vermitteln,

er würde ein Sternenpaar doppelt sehen. Wer der Faszination von Doppelsternen erlegen ist, sollte also nicht versäumen, den beiden Struves in der Leier einen Besuch abzustatten – ungeachtet der Tatsache, dass zwischen den einzelnen Komponenten kein physischer, sondern lediglich ein optischer Zusammenhang besteht.

Zwei ungewöhnliche Offene Sternhaufen

Nach diesem doppelten Doppelsternerlebnis führt der Weg zurück zu δ Lyrae, dem nordöstlichen Eckpunkt des Leier-Parallelogramms. Der Blick durch den kleinen Refraktor zeigt schon bei geringer Vergrößerung, dass δ Lyr aus zwei Komponenten besteht, die ein beträchtlicher visueller Abstand trennt (10,5"). Die hellere Sonne, δ^2 , erscheint leicht rötlich, was darauf zurückzuführen ist, dass es sich hierbei um einen relativ kühlen roten Überriesen handelt. Der etwas lichtschwächere Partner, δ^1 , ist sehr viel heißer und leuchtet daher weißlich mit einem Stich ins Bläuliche. Wenn man nun die Vergrößerung auf das 80- bis 100-fache erhöht, erscheinen im Gesichtsfeld acht bis zehn nadelfeine Punkte, die sich fächerförmig vor allem um δ^2 , die rötliche Sonne im Süden, scharen. Diese Lichtpunkte bilden das Zentrum von **Stephenson 1**, einem Offenen Sternhaufen, der nach Bruce C. Stephenson benannt ist. Der US-amerikanische Astronom hat im Jahre 1959 die physikalische Verbindung der rund 80 Mitglieder umfassenden Sterngruppe untersucht und sich dabei auf eine vorangegangene Arbeit eines Astronomen namens Gordon Grant gestützt [3]. Neuere historische Untersuchungen lassen jedoch den Schluss zu, dass sich weder Grant noch Stephenson als erste mit dem Sternhaufen rund um δ Lyrae beschäftigt haben, sondern vielmehr der Engländer Thomas William Webb (1806–1885), der vor allem als Entdecker des Planetarischen Nebels NGC

7027 und als Autor des Buches »Celestial Objects for Common Telescopes« bekannt wurde [4]. Bereits in der ersten Auflage dieses Standardwerkes für astronomische Beobachtungen finden sich versteckte Hinweise darauf, dass Webb bei seinen Beobachtungen mit einem 3,7"-Refraktor – neben vier anderen, heute unter den Namen späterer »Entdecker« geführten Sternhaufen – auch auf die δ -Lyrae-Sterngruppe gestoßen war [4]. Doch nicht nur aus historischer Sicht wirft Stephenson 1 Fragen auf. Auch die physikalische Natur von Stephenson 1 dürfte noch nicht restlos aufgeklärt sein. So findet sich in vielen Deep-Sky-Beobachtungsführern der Hinweis, dass es sich bei δ^1 und δ^2 um Mitglieder des Sternhaufens handelt [5, 6]. Geht man jedoch auf der Grundlage neuerer Entfernungsberechnungen davon aus, dass δ^1 Lyrae 1080 Lichtjahre und δ^2 Lyrae 900 Lichtjahre entfernt liegen, so dürfte eine physikalische Verbindung zwischen den beiden Sternen ausgeschlossen sein. Außerdem kommt bei einer angenommenen Entfernung des Sternhaufens von rund 1100 Lichtjahren nur δ^1 als ein mögliches Mitglied von Stephenson 1 in Frage [7]. Wer für den Sternhaufen die Bezeichnung » δ Lyrae-Cluster« verwendet, müsste somit eigentlich genauer von » δ^1 Lyrae-Cluster« sprechen.

Auf eine zweite, recht ungewöhnliche Sternengruppe trifft man, wenn man das Teleskop von δ Lyrae aus wiederum auf ι Lyrae richtet und dann leicht in östliche Richtung bewegt. Dort erkennt man eine weit verstreute (Durchmesser 37,0') Ansammlung von rund 10 bis 15 unterschiedlich hellen Sternen, die als Sternhaufen bislang weder in offiziellen Sternkarten verzeichnet ist, noch in Katalogen Erwähnung gefunden hat. Lediglich in dem umfassenden Sternhaufen-Verzeichnis von Archinal und Hynes findet sich der Hinweis, dass es sich bei der Gruppe von zwölf Sternen, die Ende des letzten Jahrhunderts vom kanadischen Astronomen

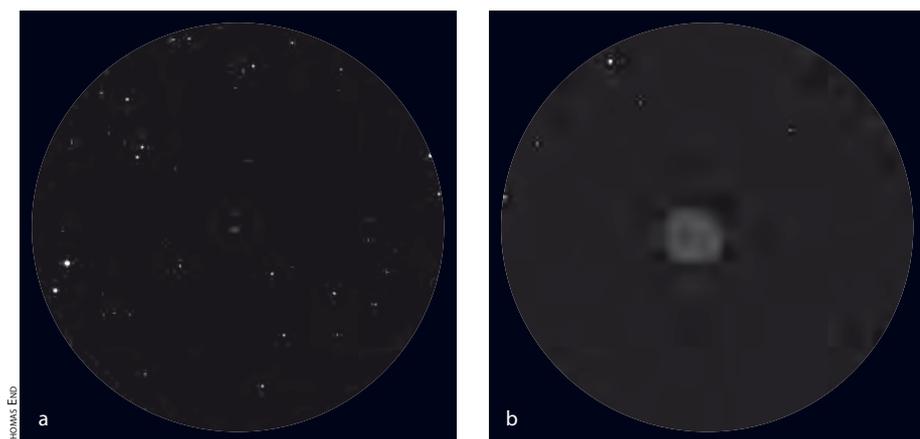


Abb. 2: Der Ringnebel ist eine besondere Berühmtheit, aber in der Stadt gar nicht so leicht zu sehen. Bei kleiner Vergrößerung (a: 66mm-Teleskop, 32 \times) ist er kaum von einem Stern zu unterscheiden. Erst mit größerer Öffnung und Vergrößerung (b: 102mm-Teleskop, 200 \times) kommt die Rauchringform zum Vorschein.

Glenn LeDrew beobachtet wurde, »möglicherweise« um einen Offenen Sternhaufen handeln könnte [8]. Doch auch wenn ihr physikalischer Charakter noch völlig offen ist, lohnt sich ein Abstecher zu der Sterngruppe: **LeDrew 6** erfüllt nämlich sehr viel eher als Stephenson 1 die optischen Kriterien eines visuell wahrnehmbaren Sternhaufens, vor allem was die Anordnung der einzelnen »Mitglieder« angeht. Für deren Beobachtung erweist sich eine Vergrößerung von 37 \times als ideal: Im Okular formieren sich dann sechs Sterne zu einer gestreckten Ellipse, an deren südöstlichen bzw. nordwestlichen Endpolen zwei helle Sterne leuchten. Zusätzlich ist westlich davon eine kreuzförmige Ansammlung von fünf Sternen zu sehen, so dass sich insgesamt schon bei geringer Vergrößerung ein attraktives okularfüllendes Bild ergibt.

Der schönste Ring am Sommerhimmel

Planetarische Nebel gehören nicht gerade zu den Standardobjekten von Deep-Sky-Touren am Großstadthimmel. Der Ringnebel M 57 ist eine der wenigen Ausnahmen, ebenso wie M 27, der bekannte Hantelnebel, über dessen »Stadttauglichkeit« bereits berichtet wurde [9]. Obwohl M 57 im Vergleich zu M 27 mit 8^m8 um eineinhalb Größenklassen lichtschwächer erscheint und der erkennbare zentrale Ring mit einer scheinbaren Größe von 86" \times 62" erheblich kleiner ist, kann man auch den Ringnebel als ein ideales City-Objekt bezeichnen – vorausgesetzt man beachtet beim Auffinden und Beobachten einige großstadtbedingte Besonderheiten: M 57 liegt auf einer gedachten Linie zwischen β Lyrae und γ Lyrae, den südlichen Eck-

punkten des Parallelogramms, und wird daher häufig als relativ leicht auffindbar beschrieben. Um den Nebelcharakter eindeutig definieren zu können, ist jedoch bei einem aufgehellten Nachthimmel ein Okular mit einer Vergrößerung von mindestens 60 \times erforderlich. Da man sich mit einer derartigen Vergrößerung bei der Suche leicht verirren kann, sollte man zunächst ein schwach vergrößerndes Okular, am besten 15 \times , verwenden und mit diesem von β Lyrae aus in südöstliche Richtung schwenken. Bereits nach kurzer Strecke trifft man auf ein gleichseitiges Dreieck gleichheller Lichtpunkte der 8. Größenklasse, dessen Spitze nach Süden zeigt. Diese »Südspitze« ist der Planetarische Nebel M 57, der mit zunehmender Vergrößerung seinen stellaren Charakter verliert und sich im Gegensatz zu den beiden anderen Dreieckspunkten nicht mehr scharf stellen lässt. Bei 85-facher Vergrößerung wird aus dem verschwommenen Stern eine konturierte Nebelscheibe und man kann sehr gut nachvollziehen, dass der Entdecker von M 57, Antoine de Darquier de Pellepoix, den Nebel im Jahre 1779 mit einem »verlöschenden Planeten« verglich und damit die Initialzündung zur Namensgebung der Planetarischen Nebel lieferte [10, 11].

Eine interessante Frage ist, ob sich bei der Beobachtung des Ringnebels zwischen einem kleinen Refraktor und einem Reflektor mit 200mm Öffnung signifikante Unterschiede ergeben. Mit dem 80mm-Teleskop verwandelt sich die Nebelscheibe ab 120-facher Vergrößerung in einen Ring mit einem dunklen Zentralbereich. Diese Form bleibt relativ konstant, auch wenn die Vergrößerung weiter gesteigert wird. Mit dem 8-Zöller erscheint M 57 bei 97 \times zunächst ebenfalls deutlich als ein »rau-

chiger« Ring, der allerdings mit indirektem Sehen seine rundliche Form verändert und zeitweilig eine ovale Gestalt erhält. Diese Formveränderung könnte darauf beruhen, dass der Ringnebel an seinen Endpunkten feine Filamente aufweist [12], die erst mit einer größeren Öffnung sichtbar werden. Damit würde sich die schon bei der Beobachtung des Orion-Nebels gewonnene Erkenntnis bestätigen, dass Teleskope mit großen Öffnungen kleineren Refraktoren zumindest bei hellen Nebeln etwas überlegen sind [13].

Über die tatsächliche Gestalt von M 57 besteht noch keine Klarheit, wobei jüngere Untersuchungen von einem elliptischen Zylinder ausgehen [14]. Als gesichert gelten allerdings die Erkenntnisse über die Dimensionen des Ringnebels. Bei einer Entfernung von rund 2000 Lichtjahren geht man davon aus, dass der Durchmesser des sichtbaren hellen Rings 0,9 Lichtjahre beträgt, während sich der gesamte Nebel einschließlich des äußeren Halos über eine Strecke von 2,5 Lichtjahren ausdehnen soll, und dies mit einer Expansionsgeschwindigkeit von 50km/s, was ungefähr einem Zuwachs von 1" pro Jahrhundert entspricht [10].

- [1] Burnham, R.: Burnham's Celestial Handbook, Volume Two, Dover Publications, New York (1978)
- [2] Mayer, P.: Die Anfänge der Astrofotographie im 19. Jahrhundert, VdS-Journal 22, 55 (2007)
- [3] Stephenson, C. B.: A possible new galactic cluster involving Delta Lyrae, PASP 71, 145 (1959)
- [4] Steinicke, W.: Nebel und Sternhaufen, Geschichte ihrer Entdeckung, Beobachtung und Katalogisierung, Books on Demand, Norderstedt (2009)
- [5] Crossen, C., Rhemann, G.: Sky Vistas, Springer, Wien (2004)
- [6] French, S.: Celestial Sampler, Sky Publishing Corp., Cambridge (2005)
- [7] Kaler, J.: www.astro.uiuc.edu/~kaler/sow/delta1lyr.html
- [8] Archinal, B. A., Hynes, S. J.: Star Clusters, Willmann-Bell, Richmond, Virginia (2003)
- [9] Julius, K.-P.: Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter, Von Albireo zum Hantelnebel, interstellarum 58, 46 (2008)
- [10] Stoyan, R.: Atlas der Messier-Objekte, Oculum-Verlag, Erlangen (2006)
- [11] Steinicke, W.: Herschel, Uranus und die Planetarischen Nebel, VdS-Journal 22, 10 (2007)
- [12] Stoyan, R.: Objekte der Saison: M 57, interstellarum 47, 24 (2006)
- [13] Julius, K.-P.: Deep-Sky-Nächte für Großstadtbeobachter, Vergleichende Beobachtungen am Orionnebel, interstellarum 62, 46 (2009)
- [14] Schröder, K.-P.: Objekte des Monats: Der Ringnebel in der Leier und der Sternhaufen M 11, SuW 8/2006, 58 (2006)

Wie funktioniert eine NMM-Wettervorhersage?

Ein NMM (Numerisches Mesoskalen-Modell) funktioniert ähnlich wie ein globales Wettermodell, nur wird die Vorhersage in feinerer Auflösung für 1km bis 20km (Mesoskala) berechnet. Voraussetzung dafür ist eine mindestens 10-fache Erhöhung der Rechengeschwindigkeit, um die 4–16-fach höhere Anzahl an Gitterzellen im Modellbereich in wenigen Stunden zu berechnen. Dafür werden neue Modellierungs- und Rechentechniken eingesetzt. In einer öffentlich verfügbaren GFS-Vorhersage ist das Wetter für eine Fläche von ca. 1600km² gleich. Beim NMM-3 wird pro 9km² eine Vorhersage berechnet, was die Wirklichkeit viel besser widerspiegelt.

Meist wird ein NMM in ein »gröberes« Modell (z.B. GFS) eingebettet, um die Berechnungen auf den wesentlichen Bereich (Kontinent, Land) einzugrenzen, und die Anfangsbedingungen und Wetterentwicklung am Modellrand zu definieren. Das NMM

wird dann mit detaillierten Landoberflächen- und Topographie-Daten ausgestattet, welche dem Modellgitter angepasst und bei jeder Modellierung verwendet werden. Spezielle Funktionen für den Umgang mit starken Höhenunterschieden werden benötigt, um die Physik der Luftströmungen z.B. über Bergen abzubilden. Nun wird für jeden Punkt eine Datenquelle für die Anfangsbedingungen definiert, und schließlich muss das NMM auf einem leistungsfähigen Großrechner betrieben werden, um die Berechnungen der Vorhersage in minimaler Zeit durchzuführen.

Ein NMM berechnet dann die Wetterentwicklung in der gesamten Atmosphäre des umfassten Bereichs. Damit werden nicht nur die großflächigen und kleinräumigen Wettervorgänge gleichzeitig beschrieben; auch die Schichtung der gesamten Atmosphäre, die Wolkenbildung und die Luftbewegung der einzelnen Schichten können extrahiert und dargestellt werden.

Wie genau sind Wettervorhersagen?

Die Vorhersagegenauigkeit im Tagesbereich (bei der Auswertung von stündlichen, Tagesmittel- oder Extremwerten) reicht heute schon bis drei Tage in die Zukunft, bei stabilen Wetterlagen bis zu zehn Tagen. Bei Temperaturen werden Abweichungen von unter 3°C in 85% der Fälle und bei Niederschlagsereignissen 80% Trefferquote erzielt. Dies reicht für eine grobe Planung und bei langen Schönwetterlagen vollkommen aus.

Weniger genau werden die Vorhersagen, wenn es darum geht, die örtliche Wolkenbedeckung, ein Sichtfenster von 6–12 Stunden oder die Lufttrübung vorherzusagen und eine ortsgenaue Vorhersage zu erstellen. Dann liefern gängige Vorhersagemodelle nur annähernde Prognosen, deren Genauigkeit bedeutend geringer ist als die der vorhergesagten Tagesmittel. So kann ein bewölkungsfreier Zeitraum von 3–6 Stunden kaum mehr als einen Tag im Voraus vorhergesagt werden.

Die heute im Internet angebotenen Wettermodelle sind daher nur begrenzt in der Lage, lokale Wetterphänomene zu beschreiben, die durch unterschiedliche Topographie, unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit (z.B. Wasser-Land, Feld-Wald) oder Strömungsdynamik (z.B. Föhn) verursacht werden, und sie können das – mit Ausnahme von kurzfristig rechnenden Modellen – nur gemittelt über Intervalle von 3 bis 6 Stunden. Daher werden Modellvorhersagen in der Regel mit Hilfe von Messungen lokaler Wetterstationen »verfeinert« (MOS – Model Output Statistics). Diese seit 20 Jahren kontinuierlich weiterentwickelte Methode verbessert die lokale Temperatur- und Windvorhersage dort, wo langjährige und aktuelle Wettermessungen verfügbar sind. Eine Verbesserung der Wolken- und Luftschichtenvorhersage ist jedoch damit technisch nicht möglich, da Wetterstationen keine Auskunft über die höheren Luftschichten der Atmosphäre geben.

Gibt es Hoffnung für eine bessere »Sternuckervorhersage«?

Seit einigen Jahren sind numerische Mesoskalen-Modelle in Betrieb, mit denen Wettervorhersagen in 2–4-facher Auflösung und stündliche Vorhersagen für den doppelten Zeitraum der gängigen Modelle berechnet werden (vgl. Tab. 1). Ein derartiges Modell berechnet die Wetterentwicklung in der gesamten Atmosphäre

Wettermodelle für Mitteleuropa

Nr.	Modell	Gängige Modellbezeichnung	Auflösung ¹	Zeitraum ²
1	GFS	Global Forecast System	40/80km	168h/336h
2	ECWMF	European Centre	25km	168h/336h
3	UKMo	Unified Model	12/40km	48h/144h
4	GME	Globalmodell	40km	72h
5	AIMo-7	Alpine Model	14 (7)km	72h
6	HIRLAM	High-Resolution Limited Area Model	11km	48h
7	ALADIN	Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational	10km	48h
8	NMM-13	Numeric Mesoscale Model	12km	168h
9	COSMO-2	Consortium for Small-Scale Modelling	14 (7)km	36h
10	NMM-3	Numeric Mesoscale Model	3km	72h

¹ Auflösung: mittlerer Durchmesser einer Gitterzellen; diese ändern sich je nach Modell mit den Breitengraden

² Maximaler Zeitraum einer Vorhersage ab Beginn der Berechnung in Stunden (h)

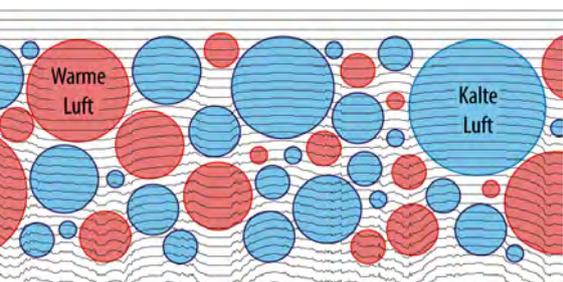


Abb. 3: Schema zur Entstehung optischer Turbulenz (Seeing) in der Erdatmosphäre: Die ungestörte Lichtwellenfront trifft auf kalte und warme Luftblasen in der Atmosphäre. Dadurch entstehen Variationen des Brechungsindex der Luft, die in einer gestörten Lichtwellenfront resultieren.

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

des umfassten Bereichs in sehr kleinen »Zellen«. So werden die großflächigen und kleinräumigen Wettervorgänge gleichzeitig beschrieben; auch die Schichtung der gesamten Atmosphäre, die Wolkenbildung und die Luftbewegung der einzelnen Schichten kann extrahiert und dargestellt werden (vgl. Kasten). Damit werden mehrtägige ortsgenaue Wettervorhersagen mit Wolkenvorhersagen in stündlichen Intervallen verfügbar, und der Traum der Astronomen, ihr Wochenendziel schon am Montagabend zu planen, rückt ein Stück näher.

Eine genauere Wettervorhersage ist bei der Planung von Beobachtungsnächten willkommen. Dabei leistet eine numerische Mesoskalen-Vorhersage in mehrerer Hinsicht gute Dienste:

1. Stundengenaue Beschreibung des Wettergeschehens über 6–7 Tage (Abb. 2). Damit werden Planungen für eine ganze Woche möglich.
2. Visualisierung von Wolkenbildern (Abb. 2, 4). Damit kann ein Astronom die Art der Bewölkung und die zu erwartende Sternensicht besser beurteilen, sowie kleinere Wolkenlücken erkennen.
3. »Seeing-Vorhersage«: eine Vorhersage der Luftunruhe (Szintillation), von der die Bildschärfe bei der Beobachtung von astronomischen Objekten bestimmt wird.

Was ist Seeing?

Das »Seeing« bezeichnet die Bildunschärfe, die durch atmosphärische Störungen bei der Beobachtung des Nachthimmels entsteht. Bestimmt wird das Seeing durch Turbulenzen in der Atmosphäre (vgl. Abb. 3), die durch Konvektion (Aufsteigen warmer Luft) und Winde in unterschiedlichen Luftschichten (z.B. jet stream) ausgelöst werden. Seeing wird üblicherweise in Bogensekunden angegeben und dabei oft über die Halbwertsbreite FWHM (full width at half maximum) der Abbildung einer Punktquelle (z.B. eines entfernten Sterns) gemessen.

Um das Seeing direkt aus einer Bildaufnahme zu bestimmen, muss das Bild mindestens mehrere Sekunden lang beleuchtet (integriert) werden. Typische Werte für das europäische Festland liegen bei 2" bis 5". An Standorten mit besonders gutem

Wettermodelle für Europa

Für Europa sind im öffentlichen Bereich acht Wettermodelle in Gebrauch (vgl. Tabelle, Nr. 1–8), zwei weitere decken Mitteleuropa ab (Nr. 9–10). Die Genauigkeit der Vorhersagen hängt ab von der räumlichen und zeitlichen Auflösung der verwendeten Wettermodelle. Ein Wettermodell mit 40km Auflösung erkennt die Alpen nur grob und kann Phänomene wie Föhn, tiefe Bewölkung oder lokale Gewitter nicht vorhersagen. Mit 13km Auflösung werden regionale Wetterphänomene (Föhn, Land- und Seewind) vorhersagbar. Von den feiner aufgelösten Modellen (unter 20km Auflösung) macht nur das NMM-13 Vorhersagen über 3 Tage (72 Stunden) hinaus. Weitere Modelle mit 1km bis 5km Auflösung werden lokal betrieben, decken bedeutend weniger als 1000km im Quadrat ab und liefern überwiegend nur Vorhersagen für 1–3 Tage.

Welche NMM gibt es und wie genau sind sie?

Das erste und derzeit einzige großflächige NMM, das ganze Kontinente abdeckt, wird von meteoblue in Basel, Schweiz, betrieben. Dieses Modell ging aus einer mehrjährigen Zusammenarbeit der Universität Basel mit der NOAA/NCEP in den USA hervor, in der ein moderner NMM-Kern weiter entwickelt wurde.

Es ist seit Jahren für mehrere Kontinente im Betrieb und hat sich als zuverlässig, erweiterbar und in hohem Maße genau erwiesen. Ergebnisse der Vorhersagegenauigkeit werden auf der Webseite von meteoblue veröffentlicht und zeigen beim Vergleich der Vorhersagegenauigkeit mit Messdaten von Wetterstationen z.T. deutliche Verbesserungen gegenüber den bisherigen Vorhersagemethoden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Vorhersagequalität für Standorte ohne Messungen ebenso hoch ist, da einerseits die Vorhersage ohne den direkten Einbezug einzelner Messstandorte errechnet wird, andererseits die Messpunkte für die Qualitätsüberprüfung rein zufällig – und nicht aufgrund vorhandener Vorhersagen – gewählt wurden.

Guadarrama (4.08°N / 40.68°N) last update: 23.03 07:47 UTC

Astronomy Seeing Prediction - based on our high resolution meteorological models

Mon 23.03.2009		06:18 18:27 meteoblue.com																								
Time (UTC)		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
High Clouds (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	33	0	2	25	85	90	92	88	
Mid Clouds (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	45	87
Low Clouds (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Seeing Index 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Seeing Index 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Seeing arcSeconds	1.49	1.53	1.49	1.48	1.48	1.47	1.51	1.56	1.65	1.72	1.79	1.84	1.86	1.74	1.59	1.43	1.37	1.36	1.39	1.41	1.44	1.48	1.51	1.58		
Jet stream (m/s)	9	7	5	7	7	7	8	9	8	10	11	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Zm Rel. Hum. (%)	41	41	40	39	38	37	36	36	37	37	37	38	37	36	33	32	31	30	33	35	36	36	36	34		
Bad Layers Top (km)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Bad Layers Bot (km)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
Bad Layers K/100m	0.59	0.59	0.58	0.58	0.58	0.59	0.73	0.81	0.63	0.62	0.52	0.59	0.59	0.51	0.52											
Tue 24.03.2009		06:18 18:28 meteoblue.com																								
Time (UTC)		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
High Clouds (%)	85	99	99	95	82	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	
Mid Clouds (%)	100	100	100	100	100	95	45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Low Clouds (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Seeing Index 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Seeing Index 2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Seeing arcSeconds	1.65	1.68	1.66	1.59	1.54	1.35	1.56	1.48	1.73	1.83	1.88	1.77	1.66	1.45	1.40	1.48	1.52	1.54	1.58	1.49	1.57	1.49	1.44	1.41		
Jet stream (m/s)	12	11	11	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
Zm Rel. Hum. (%)	33	33	36	37	35	30	23	19	23	31	35	34	30	27	27	25	27	30	35	40	42	44	47	51		
Bad Layers Top (km)	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	
Bad Layers Bot (km)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
Bad Layers K/100m	0.84	0.89	0.93	0.92	0.88	0.79	0.74	0.71	0.72	0.72	0.77	0.77	0.72	0.62	0.54	0.54										
Wed 25.03.2009		06:15 18:29 meteoblue.com																								
Time (UTC)		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
High Clouds (%)	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
Mid Clouds (%)	33	100	100																						10	
Low Clouds (%)	0	0	10	22	22	22	22	22	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Seeing Index 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Seeing Index 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Seeing arcSeconds	1.40	1.39	1.27	1.32	1.32	1.22	1.20	1.17	1.21	1.25	1.27	1.30	1.36	1.58	1.51	1.39	1.37	1.41	1.38	1.30	1.29	1.50	1.57	1.54		
Jet stream (m/s)	10	11	10	10	9	9	7	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Zm Rel. Hum. (%)	54	57	61	62	57	51	44	39	38	43	45	43	38	31	28	28	22	23	31	40	38	35	36	33		
Bad Layers Top (km)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Bad Layers Bot (km)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
Bad Layers K/100m	0.84	0.89	0.93	0.92	0.88	0.79	0.74	0.71	0.72	0.72	0.77	0.77	0.72	0.62	0.54	0.54										

Abb. 4: Seeing-Vorhersage für Guadarrama in Spanien: Beispiel einer 2-Tageswettervorhersage mit stündlichen Intervallen, wechselnder Wolkenbedeckung und Seeing. Gute Bedingungen Montag 0–6 Uhr, Dienstag 19–22 Uhr und Mittwoch 19–23 Uhr. Die guten (niedrigen) Seeing-Werte in Bogensekunden am 25.3. von 2–5 Uhr werden durch die stabilere Luftschichtung unter der Bewölkung erreicht.

Surftipps

meteoblue: www.meteoblue.com
 myMapServer von meteoblue:
my.meteoblue.com/my/

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

Seeing – wie in der Atacamawüste in Chile, auf den Kanarischen Inseln, der südspanischen Sierra Nevada, Hawaii oder anderen bevorzugten Standorten für Großteleskope – ist der Mittelwert besser als 1", bei sehr guten Bedingungen kann es sich auf weniger als 0,4" verbessern.

Visuelle Beobachter bestimmen das Seeing dagegen am Erscheinungsbild von Planeten oder Sternen im Okular. Am bekanntesten ist die Antoniadi-Skala (nach ihrem Erfinder Eugène Michel Antoniadi) [3], die hauptsächlich in der Amateurastronomie verwendet wird und eine qualitative Einordnung des Seeing vornimmt. Die Bewertung erfolgt in fünf Gruppen: I= perfektes Bild ohne die geringste Bildruhe bis V= sehr schlechtes Seeing, welches kaum das Anfertigen einer groben Skizze zulässt.

Seeing-Vorhersagen

Anhand der Atmosphärenschichtung in einem numerischen Mesoskalen-Modell sind Seeing-Vorhersagen möglich, in denen die lokal zu erwartenden Luftschichtungen berücksichtigt werden. Dabei kommen verschiedene Turbulenzmodelle zur Anwendung, mit denen die Luftschichtungen und mögliche Bewölkung bewertet werden.

Eine Seeing-Vorhersage, die aus Luftschichtungsdaten berechnet wird, gibt es von meteoblue: Sie stützt sich auf gängige in der Literatur beschriebene Verfahren, die von Brice-Olivier Demory [1] verfeinert wurden und wird ebenfalls in fünf Stufen, jedoch in umgekehrter Reihenfolge zur Antoniadi-Skala angegeben (von 1 = schlecht bis 5 = sehr gut). Die Bewölkung wird dabei nicht berücksichtigt, da diese sich aus der Darstellung (Abb. 4) von selbst ergeben lässt. Gutes Seeing ist daher bei meteoblue eine Vorhersage der Luftbewegung. Der gesamte »Durchblick« ergibt sich aus dem »Seeing« und der Wolkenbedeckung. So kann der Nutzer beurteilen, ob eine Beobachtung sich bei wechselhafter Bewölkung noch lohnt. Die Seeing-Vorhersagen von meteoblue sind über myMapServer (s. Surftipps) kostenlos zugänglich; lediglich eine Registrierung ist erforderlich.

[1] Demory, B.-O.: Prédiction de tendance de seeing avec NMM22, www.meteosurf.com/spastro/seeing/index.html (2004)

[2] Janjic, Z. et al.: The NCEP WRF core, www.mmm.ucar.edu/mm5/workshop/ws04/Session7/Janjic.Zavisa.pdf (2004)

[3] Pilz, U.: Wie bestimmt man die Luftruhe?, *interstellarum* 60, 52

Mitarbeit

Helfen Sie mit: Verbesserung der Seeing-Vorhersage

Zur Verbesserung der Seeing-Vorhersagen bietet meteoblue in einer auf interstellarum-Leser zugeschnittenen Aktion die Möglichkeit der Beteiligung der Beobachter an. Dabei können Seeing-Beobachtungen (in Bogensekunden oder nach der Antoniadi-Skala) für eine bestimmte Uhrzeit und einen bestimmten Standort eingetragen werden, zusammen mit der Vorhersage. Diese Daten werden dann als Grundlage für eine Prüfung und Verbesserung der aktuellen Seeing-Vorhersage verwendet. Diese Aktion ist von Juli 2009 – März 2010 auf der Internet-Seite von meteoblue verfügbar.

www.meteoblue.com/de/hilfe/sky/

Was ist die Bortle-Skala?

Wie dunkel ist der Himmel am Beobachtungsplatz? Für die Beobachtung und Fotografie schwacher nebliger Objekte ist eine genaue Antwort auf diese Frage von erheblicher Bedeutung. Um einen Beobachtungsplatz zu suchen oder um Fotografien oder visuelle Ergebnisse vergleichen zu können, sind Aufzeichnungen über die Transparenz und die Hintergrundhelligkeit ebenfalls nötig. Eine rein verbale Einschätzung der Himmelsgüte ist jedoch ungenau und oft irreführend.

Traditionell bestimmen Amateurasstronomen die Himmelsgüte durch den

schwächsten mit dem bloßen Auge sichtbaren Stern (faintest star, fst). Hierzu müssen spezielle Karten verwendet werden, die fein abgestufte Sternhelligkeiten angeben. Der große Nachteil der Methode besteht in der Subjektivität: Erfahrene Beobachter werden sehr viel schwächere Sterne sehen als Neulinge, eine leichte Fehlsichtigkeit erschwert das Erkennen schwacher Sterne.

John Bortle schlug deshalb eine Skala vor, die auf der Sichtbarkeit flächiger Objekte beruht [1]. Diese ist zwar auch subjektiv, aber die Unterschiede zwischen den Beobachtern sind viel geringer. Eine

leichte Fehlsichtigkeit spielt für die Wahrnehmbarkeit leuchtender Flächen keine Rolle. Zudem ist die Benutzung bequemer, man benötigt keine Karten. Aus diesem Grund hat sich die Bortle-Skala rasch durchgesetzt. Die Skala hat jedoch auch Nachteile: Die Genauigkeit ist begrenzt und es ist kaum möglich, zwischen verschiedenen Himmelsregionen zu unterscheiden. Außerdem ist die Benutzung am Frühlingshimmel schwierig, da die Milchstraße dann nicht sichtbar ist.

[1] Bortle, J. E.: Introducing the Bortle Dark-Sky Scale, Sky & Telescope 101/2, 126 (2001)

Die Bortle-Skala						
Bortle	Milchstraße	Deep-Sky	Zodiaklicht / Sternbilder	atmosphärisches Leuchten / Wolken	nächtliche Landschaft	fst
1	außergewöhnlich detailreich, hellste Gebiete werfen auffällige Schatten	M 33 ist ein auffälliges Objekt, auch mit direktem Sehen	Zodiaklicht, Gegenschein und Lichtband sind leicht zu sehen	Airglow ist bis in 15° Höhe als bläuliches Leuchten leicht zu sehen	Umgebung ist dunkel und unsichtbar, Jupiter und Venus beeinträchtigen Dunkeladaptation	7 ^m 6–8 ^m 0
2	helle Teile der Sommermilchstraße sind stark strukturiert	M 33 und andere Messier-Objekte sind leicht zu sehen	gelbliche Farbe des Zodiaklichts steht im Kontrast zur bläulichen Milchstraße, kurz nach Ende und vor Beginn der Dämmerung wirft es schwache Schatten	atmosphärisches Leuchten ist schwach am Horizont wahrnehmbar	Wolken sind am Himmel schwarz, Umgebung ist schwach und nur umrissartig gegen den Himmel zu erkennen	7 ^m 1–7 ^m 5
3	Milchstraße erscheint noch komplex, dunkle und helle Gebiete und der unregelmäßige Umriss sind sichtbar	M 13, M 15, M 4, M 5, M 22 sind auffällige Objekte, M 33 ist mit indirektem Sehen wahrnehmbar	Zodiaklicht ist im Frühjahr und Herbst auffallend und bis in 60° Höhe sichtbar, gelbliche Farbe gerade eben wahrnehmbar	Wolken sind am Horizont schwach erleuchtet, Airglow ist unsichtbar	geringe Lichtverschmutzung am Horizont, nähere Umgebung ist schwach sichtbar	6 ^m 6–7 ^m 0
4	Milchstraße ist im Zenit eindrucksvoll, aber feinere Einzelheiten bleiben verborgen	M 33 ist ein schwieriges Objekt, nur bei großem Horizontabstand sichtbar	Zodiaklicht ist nach Ende oder vor Beginn der Dämmerung höchstens bis 45° Höhe sichtbar	Wolken sind außer im Zenit erleuchtet	Lichtdome von Ortschaften sind sichtbar, Umgebung ist auch in größerer Entfernung klar erkennbar	6 ^m 1–6 ^m 5
5	Milchstraße ist im Zenit matt sichtbar	M 31, M 42 sind erkennbar	Zodiaklicht ist nur andeutungsweise im Frühjahr und im Herbst zu sehen	Wolken sind deutlich heller als der Himmels hintergrund	Lichtverschmutzung ist in fast jeder Richtung sichtbar	5 ^m 6–6 ^m 0
6	Milchstraße ist nur im Zenit sichtbar	M 31 erfordert indirektes Sehen, M 42 ist schwierig	Zodiaklicht ist unsichtbar	Wolken sind ziemlich hell	Lichtdome reichen bis in 35° Höhe, Umgebung ist ohne Schwierigkeiten erkennbar	5 ^m 1–5 ^m 5
7	unsichtbar	M 31, M 44 sind mit bloßem Auge sichtbar aber unauffällig	schwächere Sternbilder wie Krebs, Kleiner Löwe, Haar der Berenike sind nur schwierig zu erkennen	Wolken sind leuchtend hell	graues oder gelbliches Leuchten überzieht den gesamten Himmel, helle Lichtquellen sind in allen Richtungen vorhanden	4 ^m 6–5 ^m 0
8	unsichtbar	M 31, M 44 sind nur von erfahrenen Beobachtern auffindbar	schwächere Sterne gehen im Himmelsleuchten unter	Wolken sind leuchtend hell	Himmels hintergrund ist weiß oder orange, man kann ohne Probleme lesen	4 ^m 1–4 ^m 5
9	unsichtbar	außer M 45 sind keine Deep-Sky-Objekte sichtbar	nur die hellsten Sternbilder erkennbar	Wolken sind leuchtend hell	gesamter Himmel leuchtet hell, auch im Zenit	<4 ^m 0

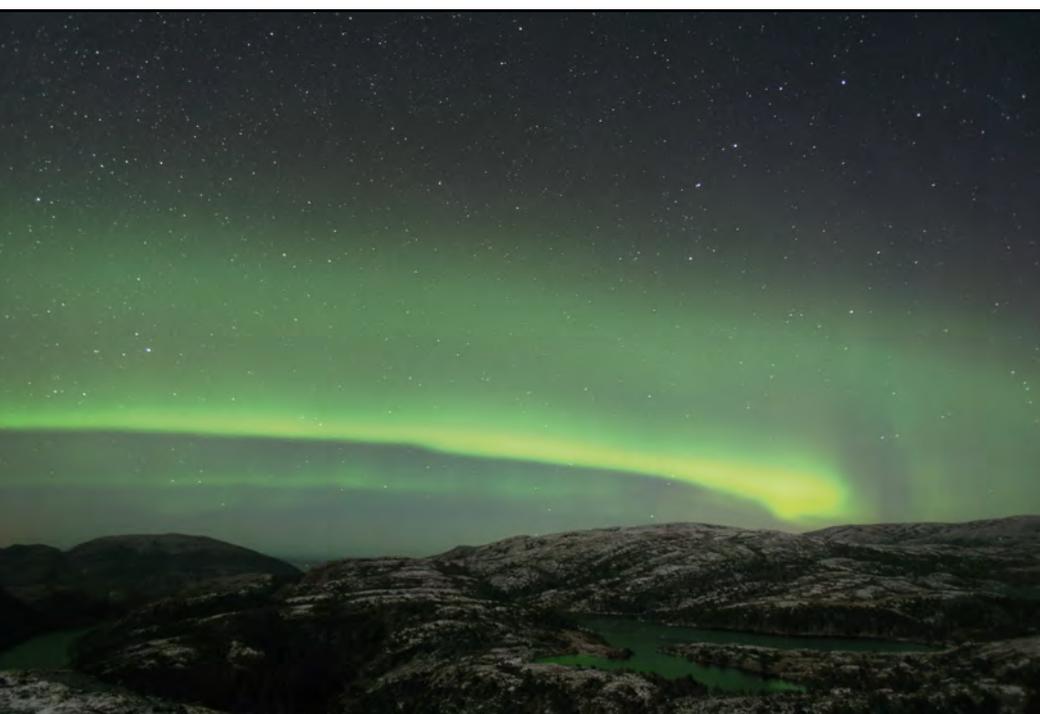


Bewegter Himmel

Zeitrafferaufnahmen mit digitalen Spiegelreflexkameras

VON BERND PRÖSCHOLD

Seit einigen Jahren haben digitale Spiegelreflexkameras verbreitet Einzug in die Astrofotografie gehalten. Damit lassen sich nicht nur am Teleskop, sondern auch mit Weitwinkelobjektiven erstaunliche Ergebnisse erzielen. Der technische Fortschritt hat es sogar möglich gemacht, auf eine Nachführung zu verzichten und die Landschaft in die Bildgestaltung einzubeziehen. Mehr noch: Mit Hilfe von Zeitrafferfilmen können die Vorgänge am Firmament und die wechselnden Lichtstimmungen der Dämmerung erst richtig zum Leben erweckt werden.



ng nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist u

ment ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung



Abb. 1: Drei Einzelbilder aus einer Polarlicht-Sequenz, aufgenommen im Syljan-Gebirge in Mittelnorwegen. Als Kamera wurde eine Canon EOS 5D mit 24mm-Objektiv bei Blende 1,8 und 1600 ASA verwendet.

Das Grundprinzip der Zeitrafferproduktion ist denkbar einfach: Kamera aufs Stativ, große Speicherkarte einstecken, Timer-Intervall einstellen, fertig. Die Steuerung übernimmt entweder ein Auslöser mit Timer-Funktion oder eine Software, mit der sich die Kamera vom Computer aus bedienen lässt. Alle namhaften Kamera-Hersteller führen geeignete Auslöser und Software zur Fernsteuerung.

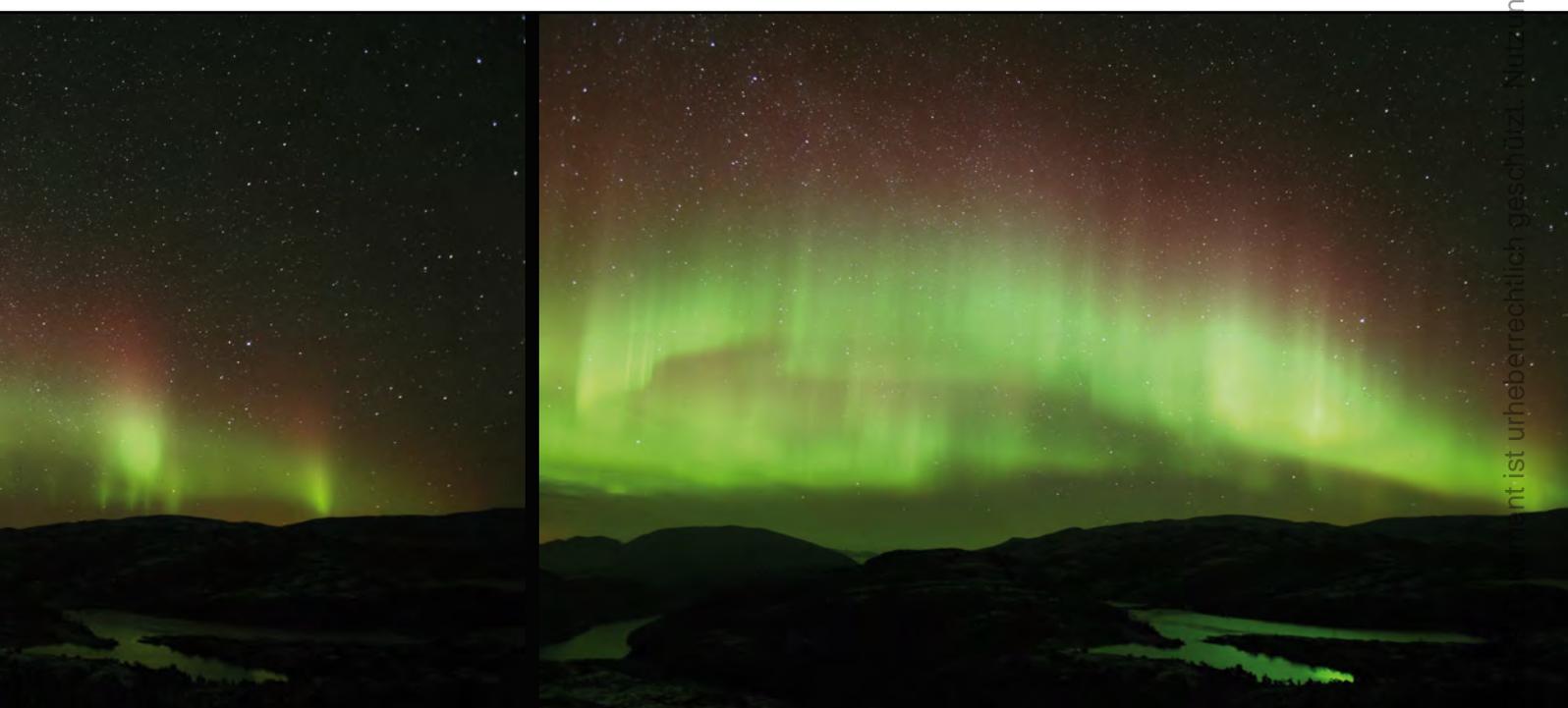
Um die entstandene Bildsequenz in einen Film umzuwandeln, stehen dem Fotografen zahlreiche Computer-Programme

zur Verfügung. Die Palette reicht von Freeware (z.B. Startrails) über preiswerte Tools (z.B. Quicktime-Player Pro) bis hin zu professioneller Videoschnitt-Software (z.B. Adobe Premiere). Mit wenigen Mausklicks lassen sich die aufgenommenen Einzelbilder einlesen und als digitales Video ausgeben. Aus 25 Fotos wird dabei eine Sekunde Filmmaterial. Soweit die Theorie. Sollen die Ergebnisse jedoch über den bloßen Experimentalcharakter hinausgehen, ist ein verhältnismäßig hoher Aufwand erforderlich.

Kamera-Einstellungen

Ausgangsüberlegung bei der Wahl der Kameraeinstellungen sollte die gewünschte Pixel-Auflösung des Films sein, denn je höher die Auflösung, desto eher werden die Sterne als Strichspuren abgebildet. Sinnvoll erscheint eine Produktion in 1920×1280 Pixel. Das entspricht der Bildbreite des HDTV-Standards. Empfehlenswert ist außerdem eine Brennweite von etwa 20mm bis 28mm bei Aufnahmen im Kleinbild-Format. Längere Brennweiten

Abb. 2: Drei Einzelbilder aus einer Polarlicht-Sequenz, aufgenommen auf der Halbinsel Fosen in Mittelnorwegen. Als Kamera wurde eine Canon EOS 5D mit 16–35mm-Objektiv bei 18mm, Blende 2,8 und 1600 ASA verwendet.



begünstigen Strichspuren, kürzere Brennweiten haben meist eine relativ geringe Lichtstärke.

Erfahrungsgemäß ergibt sich bei diesen Ausgangswerten eine ungefähre Obergrenze von 20s Belichtungszeit in der Nähe des Himmelsäquators, ohne dass unerwünschte Strichspuren entstehen. Mit einem lichtstarken Objektiv ($f/2,0$) und einer Empfindlichkeit von 1600 ASA erscheint die Sommermilchstraße nach einer Kontrastanpassung schon recht hell und detailreich. Um das Rauschen des Bildes zu minimieren, sollte man in jedem Fall in der höchstmöglichen Auflösung fotografieren und die Bilder hinterher auf 1920×1280 Pixel herunterrechnen.

Ein Dunkelbildabzug führt bei Kameras mit CMOS-Chips nicht unbedingt zu einer Verbesserung des Bildes. Ob eine Subtraktion dennoch sinnvoll ist, hängt vom jeweiligen Kameramodell ab und sollte individuell getestet werden.

Geeignete Motive

Das Firmament hält eine breite Palette an Motiven für astronomische Zeitrafferaufnahmen bereit. Der Himmelspol, die Milchstraße sowie der Auf- und Untergang der Gestirne eröffnen einen großen Raum an Gestaltungsmöglichkeiten. Eine astronomische Nachführung kann dabei als spielerische Komponente ein-

gesetzt werden. Entweder man schwenkt mit zum Zenit zeigender Polachse parallel zum Horizont oder man folgt den Sternen und lässt die Landschaft durch das Bild wandern.

Besonders spektakulär wirken Sequenzen, die Sonnenauf- und -untergang in die Aufnahme einbeziehen. Am Tage kann die Kamera mit Zeitautomatik betrieben werden, in der Nacht mit festen Werten für Blende und Belichtungszeit. Problematisch ist allerdings die Zeit kurz nach Dämmerungsbeginn bzw. kurz vor Dämmerungsende. Einige Kameras tendieren hier zur Überbelichtung. Ein regelmäßiger Blick auf das Histogramm (vgl. interstellarum 63) und eine entsprechende Korrektur der Belichtungszeit hilft Enttäuschungen zu vermeiden.

Ein äußerst lohnenswertes Motiv für Zeitrafferaufnahmen ist das Polarlicht. Wer nicht bis zum nächsten Sonnenfleckenmaximum warten möchte, muss für solche Aufnahmen allerdings bis nach Skandinavien reisen. Polarlichter sind in der Regel erheblich heller als die Milchstraße, so dass wenige Sekunden Belichtung bei 1600 ASA und Blende 2,0 bereits ausreichen. Um die manchmal schnellen Bewegungen der Lichter einzufangen, kann die Belichtungszeit – und damit der Abstand zwischen zwei Aufnahmen – gar nicht kurz genug sein. Eine leistungsfähige Kamera, die auch bei 3200 ASA noch ver-

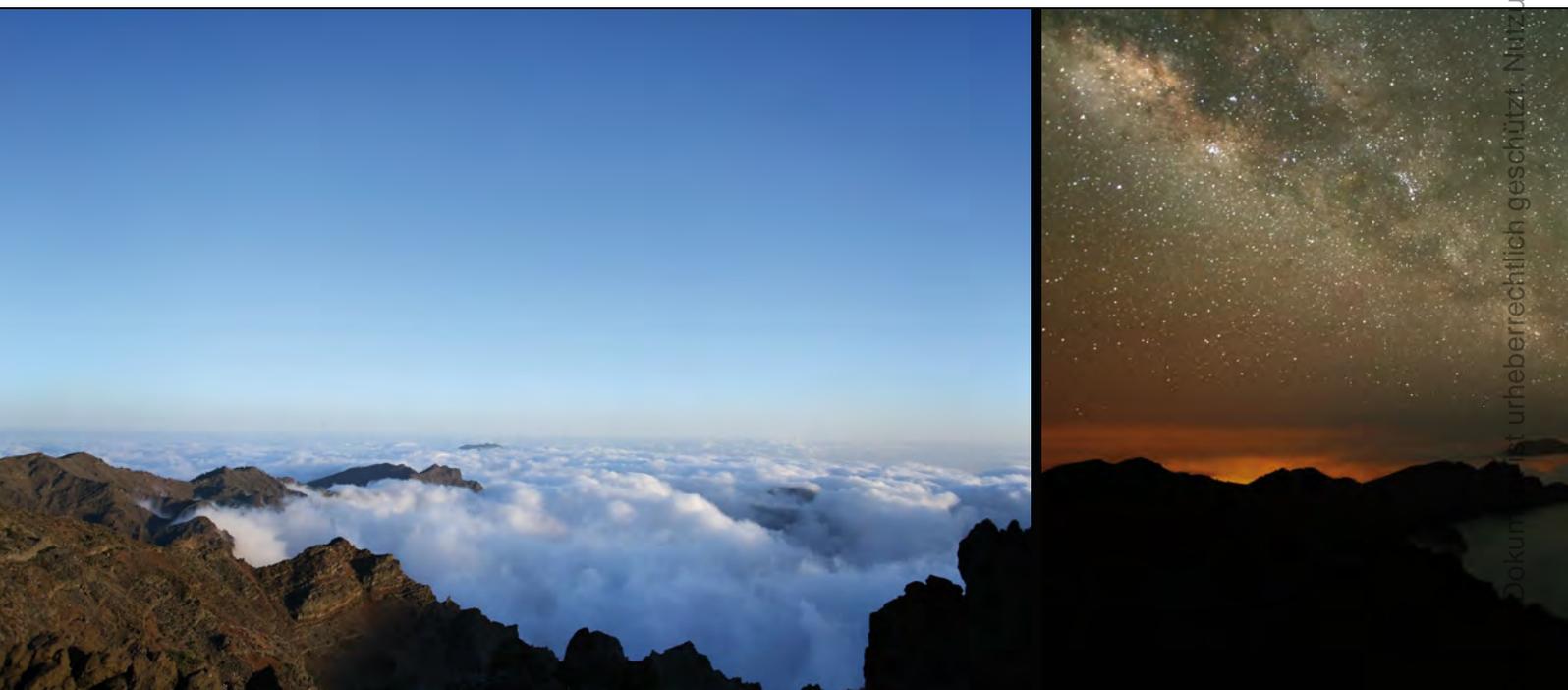
nünftige Bildqualität liefert, ist hier natürlich im Vorteil. Da sich die Strukturen oft über den ganzen Himmel verteilen, sollte man eine möglichst kurze Brennweite von 14mm – 24mm wählen.

Fit für den Dauerbetrieb

Die schönsten Standorte für eindrucksvolle Landschaftsaufnahmen finden sich häufig fernab von Häusern und Straßen – und damit auch fernab von Steckdose und Autobatterie. Bereits eine zweiminütige Filmsequenz erfordert 3000 Einzelaufnahmen – zu viel für so manchen Batteriegriff. Spätestens bei mehrstündigen Aufnahmen und kühler Witterung wird eine zusätzliche Stromquelle unabdingbar. Als Lösung bieten sich Bleiakkus an, mit denen sich die Kamera tagelang im Dauereinsatz betreiben lässt. Das Gewicht der Akkus verlangt dem Fotografen allerdings eine gewisse Sportlichkeit ab: 24 Stunden Stromversorgung bedeuten etwa 10kg Zusatzgepäck.

Ein weiteres, vielen Astronomen bekanntes Problem in langen Nächten stellt die Taubildung dar. Elektrische Lösungen sind hier nur bedingt zu empfehlen, denn sie erfordern eine weitere Energiequelle. Bewährt haben sich hingegen Einmal-Handwärmer, wie sie von Outdoor-Geschäften vertrieben werden. Sie lassen sich mit einem Haushaltsgummi am Objektiv befestigen und spenden ausreichend Wär-

Abb. 3: Einzelbilder aus einer Milchstraßen-Sequenz, aufgenommen auf La Palma. Als Kamera wurde eine Canon EOS 5D mit 24mm-Objektiv bei Blende 2,0 und 1600 ASA verwendet. Die Aufnahme zeigt die Caldera de la Taburiente zunächst bei Tage, anschließend in dunkler Nacht und schließlich im Licht des abnehmenden Mondes. Von unten beleuchten die Ortschaften Sta. Cruz (links) und Los Llanos (rechts) die Wolken.



me für mehrere Stunden. Noch effektiver sind benzinbetriebene Handwärmer, die bis zu 24 Stunden durchhalten und beliebig oft verwendbar sind. Das benötigte Feuerzeugbenzin gibt es an vielen Kiosks und Tankstellen in kleinen 125ml-Behältern. Damit kommt man gleich mehrere Nächte lang aus.

Die Speicherung der Aufnahmen muss dem Fotografen heutzutage kein Kopfzerbrechen mehr bereiten. Auf eine 16GB-Compact Flash-Karte passen etwa 8000 Aufnahmen im JPEG-Format mit einer Größe von 12 Megapixeln. Die resultierende Filmsequenz wäre über fünf Minuten lang. Alternativ lassen sich die Aufnahmen natürlich auch direkt auf einen angeschlossenen Computer speichern. Doch Notebooks sind mindestens ebenso stromhungrig wie Kameras: Auch die stärksten Akkus machen im Feld nach einigen Stunden schlapp.

Bildgestaltung

Traditionell erfordert die Astrofotografie ein vergleichsweise hohes technisches Know-how. In dem Augenblick, wo die Landschaft ins Bild einbezogen wird, kommt ein weiterer Aspekt hinzu: die Bildgestaltung. Bei rein astronomischen Motiven ist die Perspektive vorgegeben. Für einen frontaleren Blick auf M 31 müsste man ziemlich weit durchs All reisen. Oben und unten gibt es im Welt- raum ja ohnehin nicht. Kommt jedoch irdische Landschaft ins Spiel, ergibt sich ein Universum an neuen Möglichkeiten. Das

macht die Fotografie mit Weitwinkelobjektiven besonders reizvoll.

Der Fotograf sollte bemüht sein, das Bild so einfach wie möglich zu halten und nicht mit unnötigen Details zu überfrachten. Ein einzelner Baum macht sich z.B. viel besser als ein Waldrand oder kreuz und quer gewachsenes Gebüsch. Manchmal lässt sich auch Tiefe erzeugen, z.B. durch einen zweiten, weiter entfernten Baum oder durch einen Weg, der vom Betrachter wegführt. Das alles sollte sich jedoch nur im unteren Drittel des Bildes abspielen. Das Hauptmotiv ist schließlich das Geschehen am Himmel.

Lichtverschmutzung

Die allgegenwärtige Lichtverschmutzung ist für die meisten Astrofotografen zum akzeptierten Ärgernis geworden. Bei Zeitraffer-Aufnahmen macht sie sich jedoch besonders störend bemerkbar: Aufgrund der geringen Brennweite haben es die Sterne schwerer, sich gegen den Lichtschleier zu behaupten. Außerdem ist in der Regel der Horizont im Bild, wo sich auch die Lichtkuppeln weit entfernter Städte störend bemerkbar machen. Selbst am 3100m hoch gelegenen Gornergrat hat es die Milchstraße im Sternbild Schütze in Horizontnähe schwer, sich gegen das 120km entfernte Mailand durchzusetzen. Ist die Milchstraße das Hauptmotiv, so sollte man mindestens in die Hohen Tauern oder auf die Nordseeinseln reisen.

Erheblich geringer ist der Reiseaufwand, wenn man gezielt mit Mondlicht arbei-

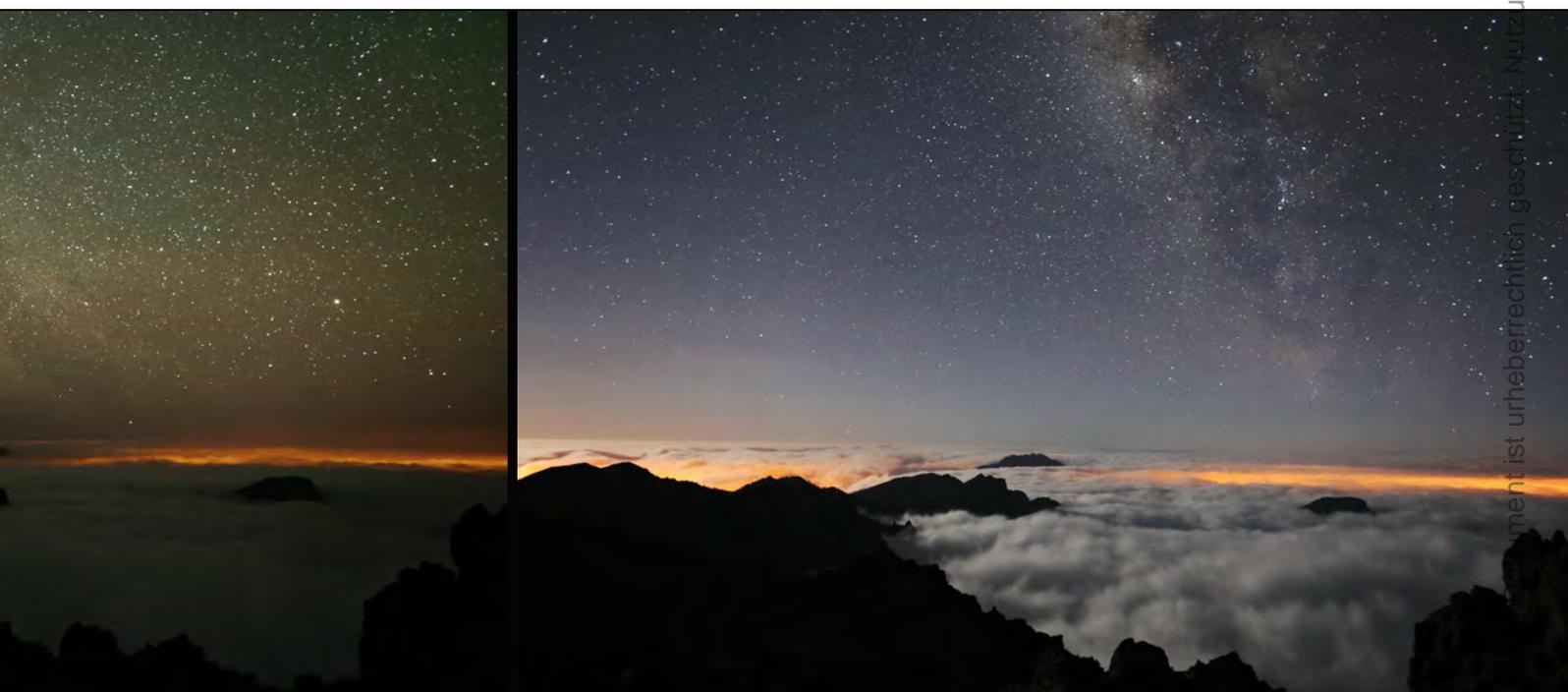
tet. An Milchstraßendetails ist dann zwar nicht mehr zu denken, doch der Himmel bekommt eine tiefblaue Farbe und die Landschaft kommt viel besser zur Geltung als in einer mondlosen Nacht. Besonders stimmungsvoll können mondbeschienene Winterlandschaften sein.

Die richtige Kamera

Prinzipiell lassen sich mit fast jeder digitalen Spiegelreflexkamera, die in den letzten Jahren auf den Markt gekommen ist, astronomische Zeitrafferaufnahmen erstellen. Bereits die Canon EOS 10D aus dem Jahre 2003 lieferte beeindruckende Ergebnisse. Die neuerdings erschwinglichen Vollformat-Kameras wie die Canon 5D und die Nikon D3 bieten gegenüber kleineren Sensoren allerdings den Vorteil eines größeren Bildwinkels bei gleicher Brennweite. Die soeben erschienene Canon 5D Mark II gilt dabei als das neue Nonplusultra. Bevor man allerdings in eine solche Kamera investiert, sollte man überlegen, ob man bereit ist, weit zu reisen. Denn nur unter wirklich dunklem Himmel wie auf La Palma oder in Namibia kann eine solche Kamera ihre Stärken bei Zeitrafferaufnahmen ausspielen. Auch die teuerste Kamera dringt nicht durch die Lichtverschmutzung Mitteleuropas.

Surftipp

Homepage des Autors:
www.sternstunden.net



Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Astro-Funkzentrale

Der Wireless Telescope Server von Meade im Test

VON ULLRICH DITTLER

In lauen Sommernächten ist es oft sehr reizvoll, die ganze Nacht im Freien zu verbringen und mit dem Fernglas in der Sommermilchstraße spazieren zu schauen, während ein gut eingenordetes Teleskop mit angeschlossener Kamera das Licht entfernter Objekte für lang belichtete Aufnahmen sammelt. Im Herbst und Winter lässt man hingegen gerne die Ausrüstung in der kalten Nacht alleine Photonen sammeln, während man sich lieber in wärmerer Umgebung aufhält. Mit dem Wireless Telescope Server (WTS 1.0) bietet Meade nun eine Lösung an, die es mit wenig Aufwand ermöglichen soll, zwischen Wohnung und Astro-Ausrüstung eine Funkverbindung zur Steuerung der Aufnahme aufzubauen – dieser Testbericht prüft das interessant klingende Gerät.



Abb. 1: Montierung, CCD-Kamera, DSLR, Webcam, Fokussierer – alle Komponenten gleichzeitig steuern, und das noch ferngesteuert vom warmen Wohnzimmer aus? Diesen Traum wahrzumachen verspricht der Wireless Telescope Server von Meade, eine WLAN-Zentrale für die Astro-Ausrüstung.

Der Wireless Telescope Server (WTS 1.0) von Meade ermöglicht den Aufbau eines Funknetzes zwischen Aufnahmegerät und Wohnung. Der WTS wird hierzu beim Teleskop und der Kamera im Garten positioniert. Er sammelt die Daten der Aufnahmeausrüstung und funkt diese in ein (bestehendes) WLAN, so dass die Aufnahmedaten und Teleskop ferngesteuert vom heimischen PC aus kontrolliert und gesteuert werden können. Die Vorteile einer Remote-Steuerung der Astro-Aufnahmen liegen dabei auf der Hand: kein Warten und Frieren in der Kälte, keinen Kabelsalat bis in die Wohnung.

Herausforderungen für ein Funknetzwerk zwischen Teleskop und Wohnhaus ergeben sich vor allem im Bereich der Übertragung aller notwendigen Funktionen, bei der Reichweite der Funkverbindung sowie im Bereich des Datendurchsatzes.

Testarrangement

Ob der Wireless Telescope Server tatsächlich geeignet ist, die vielfältigen Anforderungen der Astrofotografie abzubilden, wurde am Beispiel der Fotografie mit einem Deep Sky Imager Pro II an einem azimutal montierten Meade LX 200ACF und der Fotografie der Sonne im H α -Licht mit einer TIS-Kamera an einem Coronado-Sonnenteleskop betrachtet. Aber auch die Astrofotografie mit einer DSLR, die Deep-Sky-Fotografie mit einer gekühlten SBIG-Kamera sowie die Steuerung einer mittelgroßen deutschen Montierung wurden dem WTS in diesem Test übertragen.

Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, wie der WTS mit den teilweise hohen Datenvolumina umgeht und inwieweit zeitliche Verzögerungen bei der Weitergabe von Steuerinformationen die Arbeit des Astrofotografen ggf. beeinträchtigen. Die

Stabilität der WLAN-Verbindung musste sich messen lassen mit der hohen Zuverlässigkeit und dem hohen Datendurchsatz einer direkten Anbindung der Aufnahmetechnik an einen PC im Feld, denn nichts wäre ärgerlicher als der Verlust von lang belichteten Aufnahmen auf dem Funkweg ins Haus. Die Stabilität der vom WTS aufgebauten Funkverbindung war jedoch zu keinem Zeitpunkt – soviel sei schon vorweggenommen – ein Problem. Die für den Datentransfer benötigte Zeit wurde jeweils mit einer Stoppuhr gemessen.

Der Meade Wireless Telescope Server

Der nur rund 13cm \times 11cm \times 3cm große und 170g leichte Wireless Telescope Server von Meade erscheint auf den ersten Blick unspektakulär: Das Gerät verfügt über drei LEDs zur Anzeige des Betriebszu-

standes (»Wireless«, »Status« und »Link«) sowie über eine USB2.0-Schnittstelle, eine 10/100-LAN-Schnittstelle und eine Buchse für die Stromversorgung. Zur Aufnahme und Weitergabe der Daten verfügt das WTS über eine seitlich abstehende, rund 10cm lange Antenne.

Im Inneren des WTS arbeitet eine von Meade Europe entwickelte Firmware in Verbindung mit einem 16MB-Arbeitsspeicher. Zum Lieferumfang des Wireless Telescope Server gehören zudem noch ein Stellfuß für den WTS, ein 5,0-Volt-Netzteil, eine Software-CD und eine kleine gedruckte Anleitung für die mitgelieferte Windows-Software »Meade Virtual Link«.

Zum Aufbau eines WEP (64-, 128bit), WPA- oder WPA2-verschlüsselten Funknetzes (IEEE 802.11b/g) mit dem WTS muss der Anwender über einen stromversorgten (!) USB-Hub, einen WLAN-AccessPoint und einen an den AccessPoint angeschlossenen PC verfügen.

Aufbau und Installation des WTS

Aufbau und Installation des Wireless Telescope Server gelingen – wenn schon ein funktionierendes WLAN vorhanden ist – in wenigen Schritten und innerhalb kurzer Zeit: Zunächst ist der WTS mit dem mitgelieferten Netzteil an die Stromversorgung anzuschließen und im vorhandenen Netzwerk zu konfigurieren. Wenn nun noch ein stromversorgter USB-Hub (nicht im Lieferumfang des WTS enthalten) mit dem WTS verbunden ist, können die fernzusteuerten Instrumente, d.h. Teleskop und Kamera an den USB-Hub angeschlossen werden (ohne Hub steht am WTS nur ein einziger USB-Port zur Verfügung).

Auf dem zur Aufnahme und Teleskopsteuerung verwendeten Rechner im Haus ist nur die mitgelieferte Software »Meade Virtual Link« zu installieren. Diese erkennt automatisch den WTS und die daran angeschlossenen Instrumente, wenn der WTS im Funkbereich des WLAN-AccessPoint aufgestellt ist. Nach dem Aktivieren der Verbindung zwischen Rechner und WTS sollte die Bedienung von Teleskopsteuerung und Aufnahmesoftware in gewohnter Weise erfolgen können.

Um dem WTS das WLAN uneingeschränkt zur Verfügung zu stellen, waren während dieses Tests keine anderen Geräte per WLAN in Betrieb, d.h. auch das zur Steuerung eingesetzte Notebook (ein älteres IBM Thinkpad R52 mit 2GHz-Prozessor und Windows XP) war per LAN-Kabel mit dem AccessPoint verbunden. Für den täglichen Betrieb ist dies jedoch nicht notwendig; andere über das WLAN aktive Rechner schränken die Funktionsfähigkeit nicht ein (verlangsamen jedoch ggf. den Datendurchsatz im Netz).

Fotografie mit dem Deep Sky Imager Pro II am LX 200

Die Verwendung eines Meade Deep Sky Imager Pro II (DSI) in Verbindung mit einem Meade LX 200-ACF stellt die erste Herausforderung für den Wireless Telescope Server in diesem Test dar. Da es sich hierbei ausschließlich um Komponenten der gleichen Firma handelt, wurde ein reibungsloses Zusammenspiel von WTS, Kamera und Teleskop erwartet.

Der Aufbau der Funkstrecke zwischen dem Teleskop im Garten und dem Remote-PC (Notebook) im Haus erfordert erstaunlicherweise zunächst den Einsatz zahlreicher Kabel: Bei der Verwendung des Deep Sky Imagers Pro II an einem Notebook sind bisher lediglich drei Kabel erforderlich: Ein USB-Kabel, das von der Kamera zum Notebook führt und jeweils ein Netzkabel zum Notebook sowie eines zum Teleskop. Bei Verwendung des WTS wird die Verkabelung insgesamt aufwändiger: Teleskop, WTS und USB-Hub benötigen zunächst jeweils einen eigenen Anschluss an die Spannungsversorgung, darüber hinaus ist ein USB-Kabel zwischen DSI und USB-Hub erforderlich und ein weiteres zwischen USB-Hub und Teleskopmontierung und natürlich vom USB-Hub zum WTS (Abb. 3). Die Verkabelungen zwischen AccessPoint und PC sowie zwischen AccessPoint und DSL-Splitter etc. wird als bestehend vorausgesetzt.



Abb. 2: Im Lieferumfang enthalten ist die Software Meade Virtual Link, die die verschiedenen Endgeräte im Überblick behält.

In einem ersten Schritt wurden bei einsetzender Abenddämmerung die Funktionsfähigkeit der Software und der Datendurchsatz bei einer direkten Verbindung der Kamera mit einem Notebook im Vergleich zum Einsatz der Funkstrecke gemessen. Zur Messung des Datendurchsatzes wurde mit dem DSI zunächst eine Serie von Dunkelbildern mit Belichtungszeiten zwischen 1s und 30s erstellt, wobei jeweils 5 Bilder zu einem Dunkelbild gemittelt wurden; letztere wurden im Format FITS und im Modus »Save all uncombined Images« gespeichert.

Beim direkten Anschluss des Deep Sky Imagers Pro II an das Notebook (d.h. ohne WTS) benötigt die Erstellung und der Transfer der elf Dateien mit einem Volumen von insgesamt 18,1 MB genau 9 Minuten und 36,3 Sekunden.

Die gleiche Serie von Dunkelbildern wurde auch unter Verwendung des WTS durchgeführt, hierbei lag die benötigte Zeit bei 10 Minuten und 53,3 Sekunden. Die um 13% längere Dauer der Aufnahmesession ergibt sich aus dem geringeren Datendurchsatz, der mittels WLAN im Vergleich zum direkten USB-Anschluss erreicht wurde. Bei einer Serie von Dunkelbildern mit bis zu 60s Belichtungszeit ergab sich eine um 11% verlängerte Gesamtzeit (siehe Tabelle).

Es zeigte sich bei diesem ersten Test, dass die Bedienung der Kamera mittels der dazugehöriger Software »Autostar Suite« auch bei Verwendung des WTS in gewohnter Weise erfolgen konnte: Alle getesteten Funktionen standen zur Verfügung – das

interstellarum-Tests

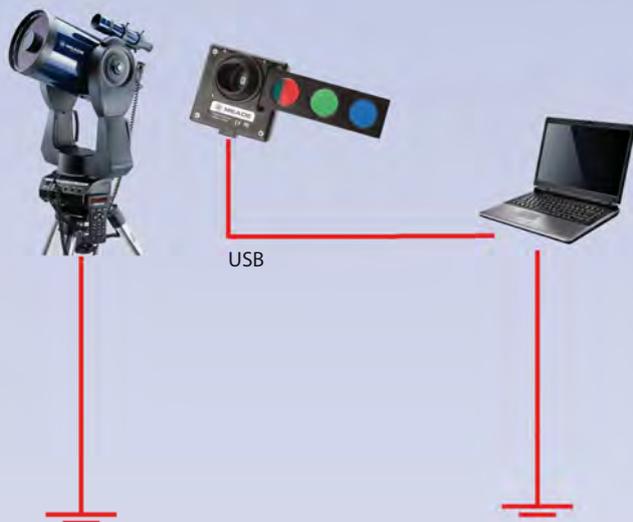
Wirklich neutrale Aussagen über Teleskope und Zubehör – das wünschen sich viele Sternfreunde. Die vielfach veröffentlichten, fälschlicherweise als »Test« ausgegebenen Erfahrungsberichte in Zeitschriften und dem Internet sind nicht dazu geeignet. Oft hat man den Eindruck, dass Händlerinteressen die Artikel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

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

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

Anschlusschema für die Deep-Sky-Fotografie

Ohne WTS



Mit WTS



Abb. 3: Verkabelung ohne (oben) und mit Einsatz des WTS (unten). Ohne den Einsatz des WTS besteht die Verkabelung aus einem USB-Kabel, das von der Kamera zum Notebook führt, und jeweils einem Netzkabel zum Notebook sowie zum Teleskop. Bei Verwendung des WTS wird die Verkabelung insgesamt aufwändiger: Teleskop, WTS und USB-Hub benötigen jeweils eine eigene Spannungsversorgung und darüber hinaus sind USB-Kabel zwischen Kamera und USB-Hub, zwischen USB-Hub und Teleskopmontierung und zwischen USB-Hub und WTS erforderlich.

wichtigste Kriterium für den nächtlichen Einsatz war damit uneingeschränkt erfüllt.

In der hereinbrechenden Nacht war die Aufnahme von Sternhaufen geplant. Auch die Steuerung des Meade LX 200-ACF über den WTS funktionierte ohne Einschränkungen: Die Software Meade Virtual Link stellte die Funkverbindung zwischen PC und Teleskop her, so dass die Autostar Suite die Befehle zur Objektauswahl, zur Steuerung und zur Positionierung auf diesem Weg in den Garten weitergeben konnte. Mit der DSI-Kamera wurde anschließend eine Aufnahmeserie von M 35 durchgeführt. Hierzu wurden 100 Bilder mit einer Belichtungszeit von je 10s aufgenommen. Bei direktem Anschluss an das Notebook benötigte der DSI Pro II für das Erstellen und Abspeichern der 166MB insgesamt 18 Minuten und 5 Sekunden.

Auch diese Aufnahmeserie wurde wiederholt, während der WTS für die Steuerung und Übertragung der Daten verantwortlich war: Auch hierbei ergab sich eine Verlängerung der Aufnahmezeit auf insgesamt 21 Minuten und 1 Sekunde für die 100 Aufnahmen des Sternhaufens. Bei einer größeren Entfernung zwischen WTS im Garten und AccessPoint im Haus wuchs die Aufnahmedauer für die 100 Bilder auf über 24 Minuten; damit war die Aufnahmesession mit dem WTS um 16% bis 32% länger als bei der direkten Verbindung zwischen Kamera und Notebook.

Fazit: Deep Sky Imager Pro II am LX 200

Beim Einsatzes des Meade Wireless Telescope Servers (WTS 1.0) zur Aufnahme mit einem Meade Deep Sky Imager Pro II am Meade LX 200GPS ACF lässt sich festhalten, dass alle zur Steuerung des Teleskops und der Kamera notwendigen Funktionen problemlos übertragen wurden und ein Zusammenspiel der Komponenten uneingeschränkt gewährleistet ist.

Dennoch gibt es ein paar Kleinigkeiten, die bei diesem Einsatz unangenehm aufgefallen sind: Es wäre schön, wenn der WTS über mehr als nur einen USB-Anschluss verfügen würde, damit nicht zusätzlich noch ein Hub mit einem zusätzlichen eigenen Netzteil betrieben werden muss. Schade ist auch, dass weder WTS noch USB-Hub über den Stromausgang (12V DC out)

des LX 200 gespeist werden können. Dies würde helfen, den »Kabelsalat« unter dem Teleskop zu vermeiden, der dann entsteht, wenn man den WTS zum Aufbau einer kabellosen Verbindung einsetzt.

Fotografie der Sonne mit einer Kamera von The Imaging Source

Während der erste Einsatz des WTS im Zusammenspiel mit anderen Meade-Komponenten ausgesprochen erfolgreich verlief, war der zweite Test ernüchternder: Der Versuch, bei der Fotografie von Sonnenprotuberanzen mit einer Kamera von The Imaging Source (TIS) ebenfalls auf die Dienste des WTS zurückzugreifen, scheiterte. Zum Zeitpunkt des Tests unterstützte die WTS-Firmware die auch bei Planetenfotografen so beliebten TIS-Kameras noch nicht.

Rückfragen bei Meade ergaben, dass die Liste der unterstützten Kameras kontinuierlich erweitert wird – und so befindet sich derzeit auch die Unterstützung der TIS Kameras noch in der Testphase. Wann die Kameras vom Telescope Server unterstützt werden, war zum Redaktionsschluss noch unbekannt. Dennoch ist die Liste der vom WTS unterstützten Kameras und Schnittstellen schon jetzt beeindruckend umfassend (siehe Kasten).

Deep-Sky-Fotografie mit einer DSLR

Aufnahmen mit DSLR Focus

In einem weiteren Test wurde der Wireless Telescope Server eingesetzt, um die Aufnahme von Weitwinkelfotos der Sommermilchstraße zu steuern: Mit einer digitalen SLR vom Typ Canon 10D wurden hierzu 15 Aufnahmen à 2 Minuten durch ein Takahashi FS-60 angefertigt. Zur Steuerung der Canon D10 wurde die Software DSLR Focus verwendet und die Bilder wurden jeweils in höchster Auflösung, d.h. als RAW-Daten gespeichert. Beim Speichern auf die kamerainterne CF-Card wurden für die 15 Aufnahmen und deren Speicherung insgesamt 30 Minuten und 11 Sekunden benötigt. Wurden die gewonnenen Aufnahmen (mit einem gesamten Datenvolumen von 81,8MB) hingegen zur Speicherung auf den mittels USB-Kabel angeschlossenen PC übertragen, so wurden hierfür 40 Minuten und 56 Sekunden benötigt.

Der Einsatz des WTS in diesem Test bietet den entscheidenden Vorteil, dass die schon gewonnenen Aufnahmen direkt im Haus weiterverarbeitet (z.B. Abzug des Dunkelbildes) und aufaddiert werden

können, während von Teleskop und Kamera im Garten parallel noch Aufnahmen gewonnen werden. So kann der Astrofotograf spontan weitere Aufnahmen anfertigen, wenn er beim Entstehen des Endergebnisses zu der Überzeugung kommt, dass zusätzliche Fotos für die gewünschte Bildqualität notwendig sind. Unter Verwendung des WTS 1.0 zur Überbrückung der USB-Strecke ergab sich für Aufnahme und Übertragung der Weitwinkelfotos eine Gesamtdauer von 51 Minuten und 15 Sekunden. Der Einsatz des WTS führt damit zu einer Verlängerung der notwendigen Aufnahme- und Übertragungszeit von 25% für die 81,8MB. Auch hier war die Bedienung der Software in gewohnter Weise und ohne Funktionseinschränkungen möglich.

Es muss an dieser Stelle aber darauf hingewiesen werden, dass für den Einsatz der Software DSLR Fokus bei den verwendeten Belichtungszeiten von mehr als 30s zusätzlich noch eine Kabelverbindung vom LPT-Port des Notebooks zum Fernauslöser-Port der Camera nötig war.

Aufnahmen mit dem Timer Remote Controller

Mit einer Vollformat-DSLR vom Typ Canon 5D entstanden unter Verwendung des Timer Remote Controller TC-80N3 in einer weiteren klaren Nacht ein erster Satz von Strichspuraufnahmen. Die Aufnahmen wurden sowohl kameraintern parallel als RAW- und auch als JPG-Daten gespeichert und nach der Aufnahmeserie auf das Notebook heruntergeladen. Bei Verwendung des USB-Kabels zwischen Kamera und Notebook war das Datenvolumen von rund 330MB mit Hilfe der Software EOS Utility nach weniger als 2,5

Kompatible Endgeräte

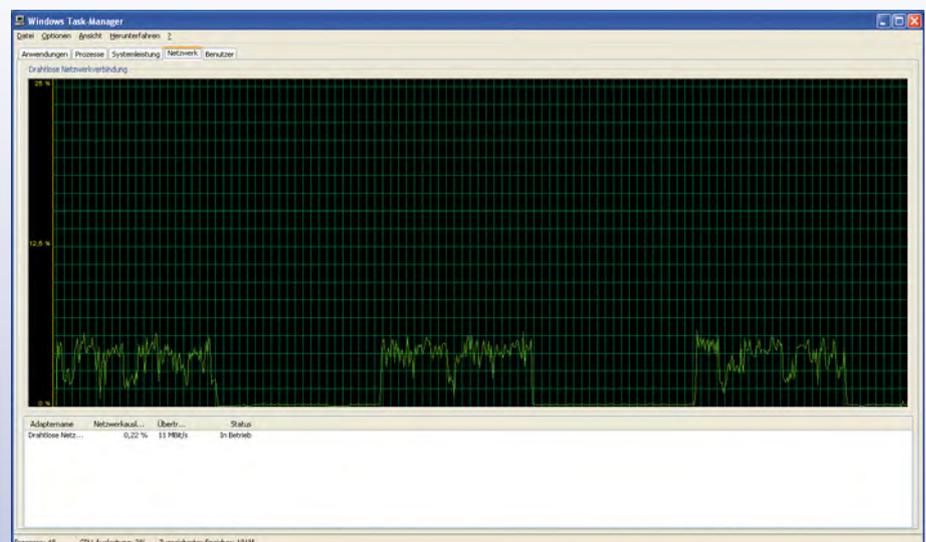
Derzeit vom Wireless Telescope Server (WTS 1.0) unterstützte Kameras und Teleskope:

- Meade DSI I
- Meade DSI II
- Meade DSI III
- SBIG ST7 /-9/-2000/ST-8/10/11000 (USB1.1-Variante) getestet!
- Meade LPI
- Meade LX 200
- Meade LX 400
- Meade LX 90
- Meade LXD 75
- Meade ETX
- Meade Autostar Suite
- Canon DSLR
- Nikon DSLR
- Webcams
- Starlight Xpress SXVH 9/H16
- DOME controls
- Regensensoren/Windsensoren
- RS232/USB-Fokussierer
- ASCOM-kompatible Geräte

Minuten übertragen. Erfolgte die Datenübertragung hingegen über eine vom WTS aufgebaute Funkverbindung, so dauerte der Download mehr als 21 Minuten.

Auch wenn der gemessene Zeitunterschied für den Download der Strichspuraufnahmen gewaltig ist, so ist zu bedenken, dass der verwendete Aufbau wenig realistisch ist: Wer seine Kamera auf dem Feld mit einem Kabelauslöser bedient, wird die Bilder kaum über eine Funkstrecke auf ein Notebook kopieren, sondern entweder die Kamera nach dem Fotografieren direkt per USB anschließen oder die Speicherkarte (hier: CF-Card) in einem Cardreader auslesen. Dies dauert bei den gewonnenen

Abb. 4: Die Netzwerkauslastung während des Datentransfers mit dem WTS.



Datentransfer im Vergleich			
	Dauer von		
	Aufnahme und Datenübertragung bei direktem Anschluss der Kamera an das Notebook	Aufnahme und Datenübertragung bei Datentransfer an Notebook mittels WTS	Unterschied
kleine Dunkelbildserie (1s – 30s) mit DSI Pro II (11 Dateien mit insgesamt 18,1MB)	9min 36,3s	10min 53,3s	+13%
große Dunkelbildserie (1s – 60s) mit DSI Pro II (13 Dateien mit insgesamt 21,4MB)	17min 48,3s	19min 50,8s	+11%
Kugelsternhaufen mit DSI Pro II (100 Aufnahmen à 10s, insgesamt 166MB)	18min 5,3s	21min 1,4s	+16%
Weitwinkel-Aufnahme mit DSLR Canon D10 (15 Aufnahmen mit je 120s, insgesamt 81,8MB)	40min 56s bei Speicherung auf Notebook	Globalmodell	72h
30min 11s bei Speicherung auf kamerainterne CF-Card	51min 15s bei Speicherung auf Notebook	+25%	72h
Aufnahmen mit einer Vollformat-DSLR Canon D5 (24 Aufnahmen mit 300s, RAW und JPG, insgesamt 331MB)	2min 24s (nur Download)	21min 28s (nur Download)	+794%
Strichspur-Aufnahme mit DSLR Canon D30 (24 RAW-Aufnahmen mit je 300s, insgesamt 349MB)	121min 22s	131min 21s	+8%
Aufnahme von Doppelsternen und Sternspektren mit einer ST-7 und einem DSS-7 (10 Aufnahmen à 60s)	10min 28s	11min 9s	+7%
Deep-Sky-Fotos mit einer SBIG ST-400CXM (6 Aufnahmen à 900s, insgesamt 48MB)	91min 25s	94min 8s	+3%

Aufnahmen in unserem Beispiel bei Verwendung eines marktüblichen Cardreaders knapp unter 2 Minuten.

Aufnahmen mit Breeze Capture Pro

Die Software Breeze Capture Pro ermöglicht es mit aktuellen Canon-DSLR (wie beispielsweise 450D und 50D) über eine USB-Verbindung auch Belichtungszeiten von mehr als 30s zu steuern. Zur Aufnahme von Strichspuraufnahmen kam daher in einem weiteren Test eine Canon 450D in Verbindung mit der genannten Software zum Einsatz: 24 RAW-Aufnahmen mit je 300s Belichtungszeit wurden so angefertigt und jeweils direkt nach der Belichtung auf das Notebook übertragen, um dort zu einer Strichspuraufnahme verarbeitet zu werden.

Auch bei diesem Test unterstützte das WTS (erwartungsgemäß) alle Funktionen der Aufnahmesoftware: Für den Anwender war kein Unterschied zwischen einer kabelgebundenen und einer WTS-vermittelten Bedienung festzustellen. Wie in der Tabelle dargestellt, kam es auch diesmal wieder zu einer Verlängerung der Übertragungszeit. Diese durch die Funkverbindung bedingte längere Zeit zum Übertragen und Abspeichern der Daten kann natürlich dadurch vermieden werden, dass die Daten auf die

kamerainterne Speicherkarte gespeichert werden und die Funkverbindung nur zur Weitergabe der Kamerasteuerungsbefehle verwendet wird.

Fazit: Fotografie mit einer DSLR

Zusammenfassend kann für den Einsatz des WTS in Verbindung mit DSLR folgendes Zwischenergebnis festgehalten werden: Beim Einsatz von DSLR in der Astrofotografie sind derzeit wohl zwei Wege üblich: Zum einen der Einsatz der Software DSLR Focus und zum Anderen die Verwendung des Canon Timer Remote Controllers TC-80N3. In beiden Fällen ist der Einsatz des WTS jedoch nur eingeschränkt zu empfehlen: Bei der Verwendung der Software DSLR Focus taucht bei Belichtungszeiten länger als 30s das Problem auf, dass auch bei Verwendung des WTS eine zusätzliche Kabelverbindung zwischen Notebook und DSLR bestehen bleiben muss, da nur die USB-Verbindung zwischen den beiden Komponenten gefunkt werden kann.

Auch bei der Verwendung des Auslösers Canon Timer Remote Controllers TC-80N3 zur Steuerung von Belichtungsreihen oder Belichtungszeiten länger als 30s macht der Einsatz des WTS nur begrenzt Sinn, da die Bedienung mittels Kabelauslöser quasi direkt an der Kamera erfolgt und das

anschließende Herunterladen der gewonnenen Fotos schneller mit USB-Kabel oder Cardreader erfolgen kann, als dies über den WTS geschieht.

Als am sinnvollsten erwies sich in diesem Zusammenhang der Einsatz des WTS in Verbindung mit der Software Breeze Capture Pro, die jedoch derzeit erst bei wenigen DSLR-Astrofotografen Verwendung findet, da sie ihre Vorteile nur mit den ganz aktuellen Kameramodellen ausspielen kann. Da diese Software bei aktuellen Kameramodellen längere Belichtungszeiten über eine einzige USB-Verbindung zwischen Rechner und Kamera steuert, kann hier der WTS sehr gut eingesetzt werden, um eine Funkbrücke zwischen Kamera und Rechner aufzubauen. Auch alle Funktionen dieser Software konnten problemlos und reibungsfrei mittels WTS an die Kamera gesendet werden. Mit zunehmender Verbreitung aktueller DSLR-Modelle wird die genannte Software sicherlich an Bedeutung gewinnen und damit auch der Einsatz des WTS für DSLR-Astrofotografen zunehmend reizvoller.

Fotografie mit einer SBIG-Kamera

Das letzte große Feld, in dem der Wireless Telescope Server seine Funktionsfähigkeit beweisen sollte, war der Einsatz in einer remote-betriebenen Sternwarte. Neben der Steuerung verschiedener SBIG-Kameras musste der WTS hier auch die Steue-

Das Gerät wurde freundlicherweise von Meade Europe zur Verfügung gestellt.

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

rung verschiedenen Zubehörs wie Adaptive Optik übernehmen. Auch die Steuerung der GoTo-Funktionalität einer mittelgroßen stationären Montierung sollte über den WTS erfolgen.

Ziel war zunächst die Fotografie von Sternspektren. Nach dem Ausrichten des Teleskops übernahm in einem Testszenarium ein Stand-Alone-Guider die Nachführung über ein Leitrohr, während eine SBIG ST-7 mit einem DSS-7 mit der Software CCDops zur Fotografie der Sternspektren eingesetzt wurde. Bei direktem Anschluss an das steuernde Notebook benötigte die Erstellung und Abspeicherung von 10 Aufnahmen à 60s insgesamt 10,28 Minuten.

Bei Einbindung des WTS in den Aufbau erfolgte die Steuerung aus der wärmenden Wohnung. Alle notwendigen und getesteten Funktionen, wie beispielsweise Setup der ST-7, Ausrichtung des Teleskops im Guiding- bzw. Position-Modus, Steuerung des SBIG-Spektrografen und die Steuerung und Speicherung der Aufnahmen funktionierte reibungslos; nach 11,09 Minuten waren die gewonnenen Aufnahmen drahtlos übertragen und konnten weiterverarbeitet werden. Weder bei der Bedienung der Kamera noch des Spektrografen ergaben sich bemerkbare Unterschiede im Vergleich zwischen der drahtgebundenen und der drahtlosen Datenübertragung.

In einem letzten Test wurden eine gekühlte CCD-Kamera vom Typ SBIG ST-4000 XCM in Verbindung mit einer Adaptiven Optik (AO) über den WTS gesteuert. Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Frage, ob auch die schnelle Datenfolge, die zum sinnvollen Betrieb einer Adaptiven Optik verarbeitet werden muss, über den WTS drahtlos zwischen Notebook und CCD-Kamera zuverlässig ausgetauscht werden kann. Es zeigte sich in dieser Nacht, dass auch der im Bereich von Zehntelsekunden erfolgende Austausch der (geringen) Datenmengen zur Steuerung der AO vom WTS bewältigt wurde. Gerade in diesem Bereich sollte aber eine ausreichende Signalstärke des AccessPoint am WTS verfügbar sein, damit es nicht zu Störungen in der Steuerung der AO kommt.

Die Zeit, die für die Aufnahme und Übertragung der gewonnenen Deep-Sky-Bilder benötigt wurde, unterschied sich – bedingt durch die lange Belichtungszeit – zwischen direkter USB-Kabelverbindung und WTS-Funkverbindung nur um 3%, dies entspricht 2,5 Minuten bei einer 90-minütigen Aufnahmereihe.

Dass auch die Steuerung einer Losmandy G11 mit Gemini-GoTo über die vom WTS hergestellte Funkverbindung reibungslos



funktionierte, ergänzt den guten Eindruck, den der WTS in diesem Testarrangement machte.

Fazit: Für wen ist der WTS sinnvoll?

Das Fazit zum Einsatz des WTS nach zahlreichen Testnächten fällt positiv aus: Der Wireless Telescope Server hat nahezu alle ihm übertragenen Aufgaben bestens gemeistert.

Sinnvoll ist der WTS 1.0 für Hobbyastrofotografen, die in der Regel im heimischen Garten beobachten und fotografieren und so sicherstellen können, dass am Beobachtungsort eine ausreichende Signalstärke des heimischen AccessPoint verfügbar ist. Der Betrieb des WTS gestaltet sich dann ausgesprochen unauffällig – nach dem Starten des Meade Virtual Link tritt der WTS und die Software nicht weiter in Erscheinung, da die getesteten Aufnahme-Programme sich wie gewohnt bedienen lassen. Längere Funkstrecken oder das Durchdringen von Hindernissen (Gebäudeteile) führte – wie bei WLAN-Verbindungen üblich – zu Verzögerungen beim Datentransfer; dies kann bei zeitkritischen Daten (wie beim Betrieb einer Adaptiven Optik) zum Problem werden.

Verbesserungspotential gibt es bezüglich der unterstützten Kameras – hier lohnt im Zweifelsfall eine Nachfrage bei Meade. Für Astrofotografen, die mit einem Deep Sky Imager arbeiten, ist der WTS sehr gut geeignet, auch DSLR-Fotografen, die mit einem der neueren Kameramodelle arbeiten und dabei auf eine aktuelle Steuerungssoftware wie beispielsweise die in diesem Test verwendete Software Breeze Capture Pro zurückgreifen, können ihre Aufnahmeserien mit

Abb. 5: Aufnahme des Cocoon-Nebels (IC 5146) mit einer über WTS gesteuerten SBIG ST-4000XCM an einem Takahashi FS-102. Durch die Datenübertragung entstehen keine Verluste.

dem WTS steuern. Ebenso können Anwender der SBIG-Kameras profitieren. Die beliebten Kameras der The Imaging Source-Serie werden bisher noch nicht unterstützt – hier besteht Nachbesserungsbedarf.

Für eine Weiterentwicklung des WTS wäre es wünschenswert, dass der mit dem Betrieb des WTS und eines Hubs verbundene »Kabelsalat« unter dem Teleskop dadurch vermieden wird, dass WTS und USB-Hub in einem Gehäuse vereint werden und dann auch nur noch ein Netzteil benötigt wird. Auch eine Stromversorgung über einen Akku sollte vorgesehen werden und/oder ein Kabel zum Anschluss des WTS an die Zigarettenanzünderbuchse eines Akku-Packs mitgeliefert werden. Dass auch die Möglichkeit des Betriebs über die PowerOut-Buchse der Montierung sinnvoll wäre, wurde schon erwähnt.

Auch sollte das WTS ein (spritzwasser- und) taugeschütztes Outdoor-Gehäuse erhalten, da es sicherlich zahlreiche feuchte Herbstnächte im Garten verbringt und die derzeit auf WTS und Netzteil zu findenden Hinweise »Indoor Use Only« und »For Home and Office Use Only« für den Außen-Einsatz des Wireless Telescope Servers wenig Vertrauen erweckend wirken.

Surftipps

Homepage des Autors:
www.sternenstaub-observatorium.de

Wie hilft das Histogramm bei der Bildbearbeitung?

In Heft 63 wurde der Nutzen des Histogramms bei der Erstellung der Aufnahmen beschrieben. Aber auch bei der Bildbearbeitung spielt es eine wichtige Rolle, denn in den gängigen Bildbearbeitungsprogrammen kann das Bild tatsächlich verändert werden, indem das Histogramm manipuliert wird. Bei Adobe Photoshop stehen die drei Eingabefelder unterhalb der Histogrammdarstellung, in denen direkt nach dem Aufruf die Werte »0«, »1,00« und »255« eingetragen sind, für den Schwarzpunkt, den Graupunkt und den Weißpunkt. Werden der schwarze Schieberegler nach rechts gezogen und/oder der weiße nach links, entspricht das einem Beschnitt des Histogramms. Das bedeutet, dass im Falle des Schwarzpunktes alle Tonwerte links der Position des Reglers in reines Schwarz umgewandelt werden. Bei Verschiebung des Reglers für den Weißpunkt werden alle Tonwerte rechts davon in reines Weiß verwandelt. So lange das Optionsfeld »Vorschau« angewählt ist, kann man während der Verschiebung dieser Regler die Auswirkungen auf das Foto unmittelbar erkennen. Eine andere Möglichkeit ist, die im Dialogfeld enthaltenen Pipetten zu aktivieren, um danach auf das Foto an der entsprechenden Stelle zu klicken. Die linke Pipette legt den Schwarzpunkt fest. Die Stelle im Bild, die damit angeklickt wird, wird als Referenzpunkt für tiefes Schwarz (0, 0, 0) verwendet. Mit der rechten Pipette kann der Referenzpunkt für reines Weiß (255, 255, 255) im Bild bestimmt werden, während mit der mittleren Pipette ein Graupunkt definiert wird, der nach Anwendung farblich neutral erscheint (identische Werte für den Rot-, Grün- und Blaukanal). Entspricht das Ergebnis nicht den Erwartungen, klickt man auf den Knopf »Zurücksetzen«, der bei gedrückter »Alt-Taste« erscheint.

Vorsicht bei Fotos mit einem dunklen Nachthimmel: Nur selten sollte dieser rabenschwarz wiedergegeben werden, sondern eher dunkelgrau, daher ist die Verwendung der Pipette für den Schwarzpunkt mit Bedacht anzuwenden. In dem Auswahlfeld »Kanal« bietet sich die Möglichkeit, nicht nur das über alle Farben gemittelte Histogramm (RGB) zu sehen und zu bearbeiten, sondern separat die drei Farbkanäle rot, grün und blau nacheinander anzuwählen.

Abb. 1: Zu heller Hintergrund. Durch Verschiebung des Schwarzpunktes im Histogramm nach rechts bis an die steil aufsteigende Flanke des »Datenbergs« nimmt der Hintergrund die gewünschte Dunkelheit an.

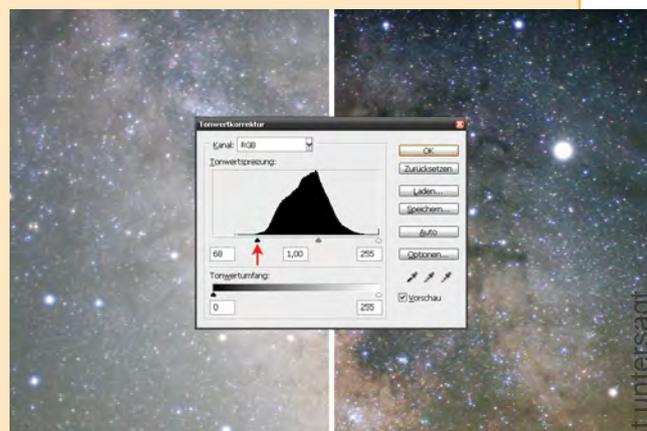


Abb. 2: Unterbelichtung. Das Histogramm zeigt die Unterbelichtung deutlich an, denn der »Datenberg« reicht nicht an den rechten Anschlag des Wertebereiches heran. Die Verschiebung des Weißpunktes nach links, just an die Stelle, an der das Bild Daten enthält, »rettet« das Bild, wenn auch auf Kosten eines leichten Anstiegs des sichtbaren Bildrauschens.

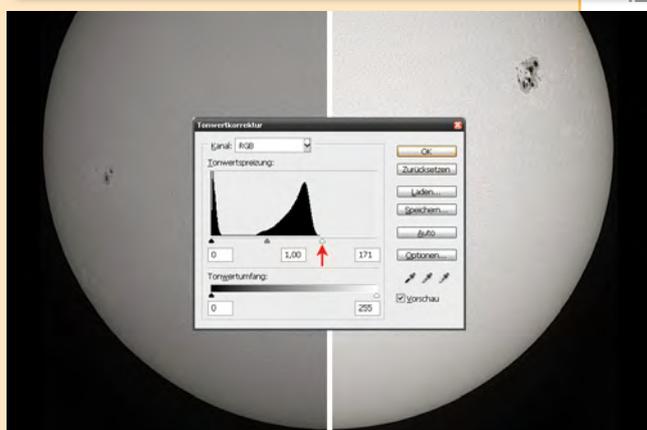


Abb. 3: Farbstich. Werden die Histogramme aller drei Farbkanäle durch Verschiebung des Weiß- und Graupunktes bearbeitet, entsteht eine farblich ausgewogene und kontrastreiche Abbildung. Der Graupunkt wurde jeweils in die Mitte des »Datenbergs« gelegt.

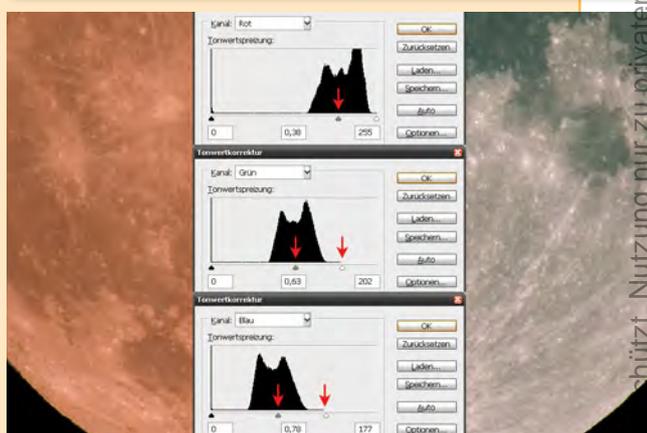
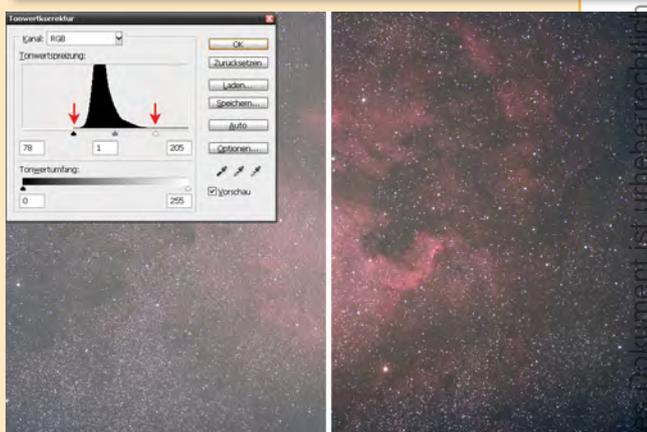
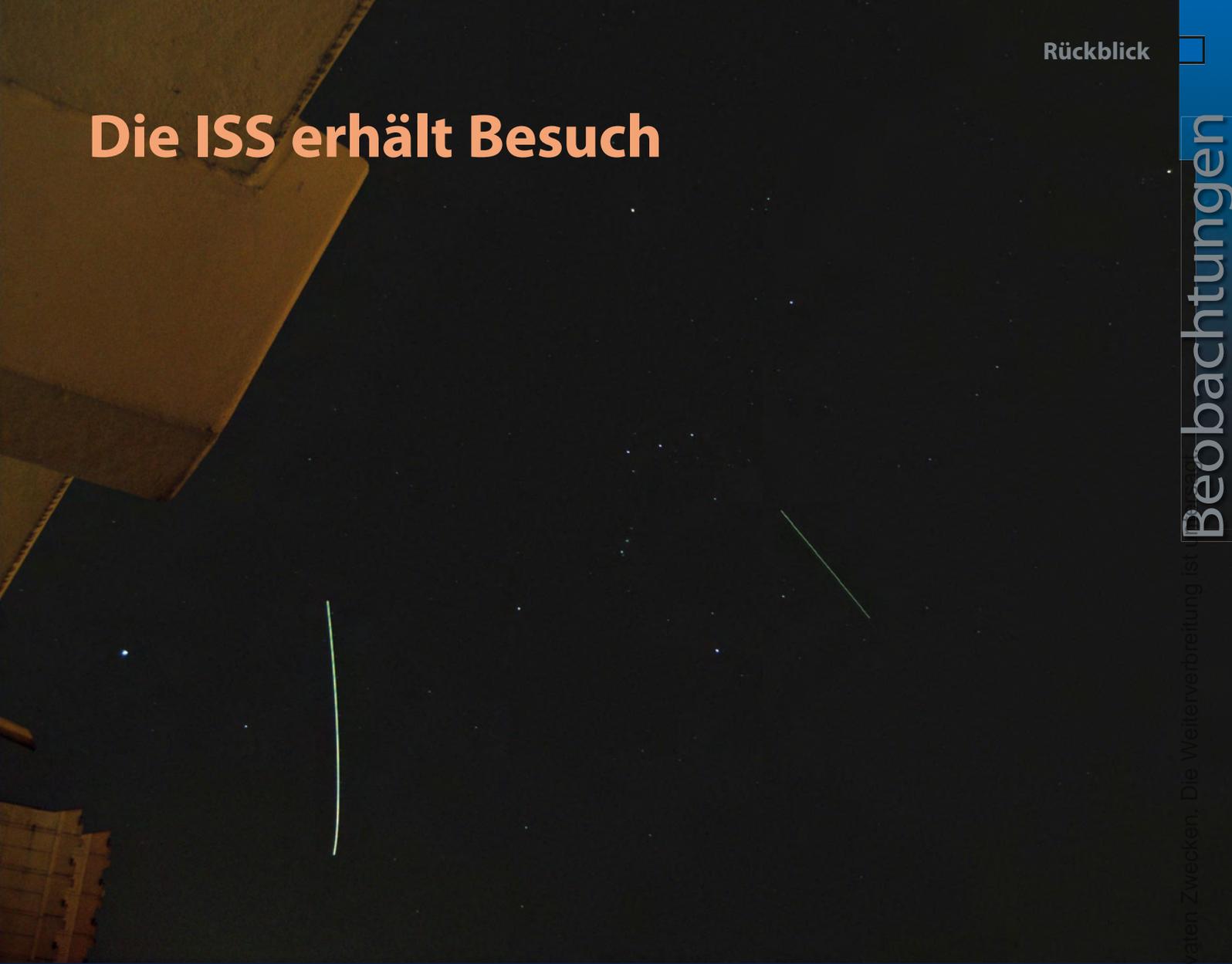


Abb. 4: Kontrastarmut. Nur die mittleren Wertebereiche sind besetzt, ein gutes Foto besteht in aller Regel jedoch aus der gesamten Tonwertskala von schwarz bis weiß. Beschnitt des Histogramms links (Schwarzpunkt) und rechts (Weißpunkt) löst das Problem. Bildmanipulationen dieser Art gelingen besser, wenn das Foto im 16-Bit-Format statt dem 8-Bit-Format vorliegt.



Die ISS erhält Besuch



Die Internationale Raumstation erhielt im März Besuch von der Raumfähre Discovery. Das Shuttle flog nach einer Abschätzung zum Aufnahmezeitpunkt ca. 10km hinter der ISS und ist als parallele schwächere Linie zu erkennen. Bei der hellen Spur links handelt es sich um ein Flugzeug. Das Bild wurde mit IRIS bearbeitet. Digitalfoto, 17.3.2009, 20:11 MEZ, Teleobjektiv bei f/7,1, Canon Powershot S50, ISO 400, 1x15s, *Hans-Georg Purucker*



Die ISS, dicht verfolgt von STS-119 (schwache Strichspur). Der helle Stern rechts unten im Bild ist Sirius. Digitalfoto, 17.3.2009, 20:10 MEZ, Teleobjektiv bei f/5,8, Canon Powershot A560, ISO 200, 1x15s. *Wilhelm Bongartz*



Die Galaxie IC 334 mit der Supernova 2008hy. CCD-Aufnahme, 25.1.2009, 23:00 MEZ, 10"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, SBIG ST-10XME AO8, 30x10min (L), 6x10min (je RGB). *Wolfgang Kloehr*

First Light

Geheimnisvolle Reflexe

VON STEFAN SEIP

Fast jeder Astrofotograf hat es schon erlebt: Bei der Sichtung der Ergebnisse stößt man auf eine unerklärbare Struktur oder gar auf ein sternförmiges Objekt, welches an dieser Stelle auf keiner Sternkarte verzeichnet ist. Der Puls steigt augenblicklich, denn immerhin besteht die Chance, dass man ein neues, bislang noch nicht bekanntes Himmelsobjekt oder -phänomen erwischt haben könnte. Vielleicht erging es Herrn Helmut Herbel von den Füssener Sternfreunden ähnlich, als er seine Aufnahme des Kometen »17P/Holmes« angesehen hat, die er am 18. November 2007 durch sein 10"-Schmidt-Cassegrain-Teleskop mit einer für Astroaufnahmen modifizierten Canon EOS 350D gewonnen hat. Er belichtete 4s lang bei ISO 800, wobei sich der 1^m8 helle Stern Mirphak (α Persei) rechts im Bildfeld befindet (Abb. 1).

Der helle, blaue Ring um Mirphak (Abb. 2, links) ist ein offensichtlicher Artefakt, entstanden durch Reflexionen des Sternlichts im Strahlengang der Aufnahmeoptik. Etwas kniffliger ist die Analyse einer Struktur, die sich in der Kometenkoma zeigt und ein wenig einer Lissajous-Schwingungsfigur ähnelt (Abb. 2, Mitte). Die Hoffnung des Bildautors, die vom Weltraumteleskop Spitzer im Infrarotlicht detektierten Filamente in der Kometenkoma von Holmes (interstellareum berichtete darüber) abgebildet zu haben, muss ich leider zunichte machen. Wiederum sind es Reflexionen von Mirphak im Strahlengang, die auf dem Sensor der Kamera zu diesen Strukturen geführt haben. Der Abbildungsmaßstab der Aufnahme legt die Vermutung nahe, dass das Bild nicht mit 2500mm Brennweite, dem bei 10"-Schmidt-Cassegrain-Teleskopen üblichen Wert, im Cassegrain-Fokus, entstanden ist, sondern zusätzlich ein Focal-Reducer verwendet wurde. Dieser ist für mich einer der Hauptverdächtigen bei der Suche nach dem Verursacher dieses Artefakts. Schließlich fällt auf dem Foto noch ein rosafarbenes, stark komatös abgebildetes Objekt am linken Bildrand auf, umgeben von einem schwachen

Abbild der Eintrittspupille des Teleskops, das aufgrund des Fangspiegels ringförmig ist (Abb. 2, rechts). Seine Lage, betrachtet von der Bildmitte genau gegenüber von Mirphak, ist ein eindeutiges Indiz für eine weitere Reflexion, wie man sie auch bei Fotoobjektiven beobachten kann, wenn eine helle Lichtquelle im Bild auftaucht.

Die Ursachen von Reflexen

Alle Flächen im Strahlengang, die von dem Licht der aufgenommenen Himmelsobjekte oder hellen Objekten außerhalb des Bildfeldes getroffen werden, sind potenzielle Verursacher von Reflex- oder Geisterbildern. Daher sind alle verwendeten Komponenten genau zu betrachten: Innenseiten von Teleskop-Tuben, Wandungen von Linsenfassungen, Okularauszügen, Taukappen bzw. Störlichtblenden, Haltestreben von Fangspiegeln, die Seitenwände des Fangspiegelgehäuses und bei Newton-Teleskopen des Fangspiegels selbst, Blendrohre in Cassegrain-Systemen, auf den Innenseiten von Teleskoptuben hervorstehende Schraubenköpfe oder Muttern sowie alle im Strahlengang verwendeten Verlängerungshülsen, Bildfeldebnungslinsen, Koma-Korrektoren, Barlow-, bzw. Shapley-Linsen, ja selbst der verwendete T2-Adapter zum Anschluss der Kamera. Eine Lackierung der betroffenen Flächen mit schwarzem Lack ist noch lange keine Garantie dafür, dass Reflexe ausgeschaltet werden. Viele Schwarzlacke reflektieren besonders bei flachem Einfallswinkel des Lichtes sehr stark, wenn die Oberfläche glatt ist. Das Gleiche gilt für schwarz eloxierte Metallteile. Effektiver sind raue, mit schwarzem »Kamerallack« versehene Flächen.

Bei Linsenflächen hilft eine moderne hochwertige Vergütung, den Anteil des Lichtes drastisch zu reduzieren, der – statt die Linse zu passieren – von deren Oberfläche reflektiert wird. Einfachste Vergütungen wurden bereits in den 1930er Jahren verwendet und reduzieren den Reflexionsgrad

Abb. 1: Der Komet 17P/Holmes passierte am 18. November 2007 den hellsten Stern im Sternbild Perseus. *Helmut Herbel*

einer unvergüteten Glasoberfläche (je nach Glassorte und Einfallswinkel zwischen vier und zehn Prozent!) auf unter ein Prozent. Moderne Mehrschichtvergütungen schaffen – wiederum abhängig von der betrachteten Wellenlänge – noch eine Zehnerpotenz mehr. Die Restmenge des reflektierten Lichts klingt zunächst vernachlässigbar, ist es in der Alltagsfotografie meistens auch. Doch selbst eine geringe Lichtmenge reicht aus, um von den empfindlichen Sensoren einer Digitalkamera während einer Langzeitbelichtung registriert zu werden. Je mehr Linsen ein System enthält, desto größer ist das Risiko unerwünschter Reflexbildungen. Zoomobjektive verfügen in aller Regel über deutlich mehr Linsen als ein Objektiv mit fester Brennweite, daher ist auch deren Neigung zu Reflexen entsprechend größer. Etwas überbewertet wird hin und wieder die Schwärzung von Linsenkanten in einem Linsenteleskop. Zumeist sind diese Kanten nämlich rau und nicht glatt, so dass es selten zur Abbildung scharfer Reflexbilder kommt, allenfalls zu einer in der Praxis nicht feststellbaren Kontrastminderung des gesamten Bildes.

Für Digitalfotografie »optimierte« Objektive

Regelmäßig werden Fotoobjektive mit dem werbewirksamen Hinweis »für Digitalfotografie geeignet« angepriesen. Grundsätzlich hat sich an der Bauweise und Funktion von Objektiven nach der Einführung der Digitalfotografie nichts geändert. Allerdings unterscheidet sich die Oberfläche von Sensoren von denen eines Films. Trotz vergüteter Oberfläche des Sensors wird ein Teil des auftreffenden Lichts wie von einem Spiegel reflektiert, während die eher matte Oberfläche von Filmen zu einer diffusen Reflexion führt. Durch die Reflexionseigenschaften der Sensoroberfläche kann es vor-

Abb. 2: Darstellung der drei Artefakte in Abbildung 1, entstanden durch Reflexionen im Strahlengang des Teleskops und ausgelöst durch den hellen Stern Mirphak im Bildfeld.



▲ **Abb. 3: Foto einer engen Begegnung** des Mondes und der Plejaden. Der Mond wurde in der Bildmitte platziert, so dass ein grünliches Geisterbild, entstanden durch Reflexionen des hellen Mondlichtes in einem Fotoobjektiv, das Bild des Mondes überlagert und das Bild damit unbrauchbar macht.

► **Abb. 4: Bei dieser Aufnahme** wurde der Mond in der rechten oberen Ecke des Bildfeldes angeordnet, so dass das Geisterbild links unten auftaucht. Durch Beschnitt des Bildes (eingezeichneter Rahmen) kann auf diese Weise ein reflexfreies Foto der Konstellation entstehen.



kommen, dass das zurück reflektierte Licht auf die hinterste Linse des Objektivs fällt, von dort wiederum gespiegelt wird und ein zweites Mal auf den Sensor trifft. Je nach Krümmungsradius der hintersten Linse wird die Reflektion ein mehr oder minder unscharfes Geisterbild verursachen. Bei vielen neu entwickelten Objektiven trägt man dieser Tatsache Rechnung und legt Wert auf eine besonders wirksame Vergütung dieser Linse sowie einen Krümmungsradius, der die sichtbare Abbildung von Reflexbildern weitgehend vereitelt. Ist dies der Fall, ist das Prädikat »digitaltauglich« für ein Objektiv also durchaus begründbar.

Erkennen von Reflexen

Nicht alle durch Reflexionen verursachten Geisterbilder können im Sucher einer Spiegelreflexkamera erkannt werden. Umgekehrt kann es auch im Sucher dieser Kameras zu Reflexionen kommen, die auf der späteren Aufnahme nicht erscheinen. Um sicher zu gehen, empfiehlt sich das Anfertigen einer Probeaufnahme. Erscheint auf der Testaufnahme ein verdächtiges Objekt oder eine außergewöhnliche Struktur, kann durch eine zweite Aufnahme schnell zwischen »echt« und Reflex unterschieden werden, wenn dafür ein anderer Bildausschnitt gewählt wird. Reflexe erscheinen dann, bezogen auf das

Motiv, an anderer Stelle und sind schnell als solche entlarvt. Viele Geisterbilder entstehen an einem Ort, der genau gegenüber dem hellen Reflexverursacher liegt, wenn man die Bildmitte als Bezugspunkt verwendet.

Vermeiden von Reflexen

Nicht immer ist es leicht, die Ursache für eine Reflexbildung zu lokalisieren. Gelingt es, kann man versuchen, der Ursache zuleibe zu rücken und Verbesserungen vorzunehmen. Doch Vorsicht: Linsensysteme jedweder Art sollten zu diesem Zwecke nicht demontiert werden, denn der Zusammenbau erfordert Fachwissen und unter Umständen spezielle Einrichtungen. Anders sieht es beispielsweise bei einfach aufgebauten Newton-Spiegelteleskopen aus. Mit ein wenig Geschick lässt sich bei einem solchen Teleskop die glänzend schwarz lackierte Innenseite des Tubus mit einer schwarzen, Licht schluckenden Veloursbeschichtung auskleiden. Doch auch ein solcher Eingriff erfordert Erfahrung im Zerlegen und Zusammenbau der Einzelteile sowie bei der anschließend fälligen Neujustage der Spiegel.

Völlig unkritisch und daher stets zu empfehlen sind hingegen die folgenden Maßnahmen:

1. Konsequente Verwendung von Störlichtblenden (= Sonnen- bzw. Gegenlichtblende) bei Fotoobjektiven und Taukappen bei Teleskopen.

2. Keine permanente Verwendung von Filtern bei Fotoobjektiven. Verwenden Sie nur dann Filter, wenn die Wirkung eines Filters explizit erwünscht ist. Die planparallelen Flächen eines Filters können die Reflexbildung fördern.
3. Vermeiden Sie Bildausschnitte, bei denen ein sehr helles Objekt knapp außerhalb des Gesichtsfeldes liegt. Beziehen Sie besonders helle Objekte im Gesichtsfeld nur dann ein, wenn es sich nicht vermeiden lässt.

Der letzte Ausweg

Wenn Sie eine Aufnahmeoptik verwenden, bei der Reflexionsbildung nicht verhindert werden kann, ist es oft der letzte Ausweg, das helle Objekt nicht in der Bildmitte zu platzieren, denn dort würde es von seinem eigenen Reflexbild überlagert werden. Verschieben Sie das helle Hauptmotiv dann in Richtung einer Bildecke, so dass das Reflexbild davon in der gegenüber liegenden Ecke erscheint und durch anschließendes Zuschneiden des Bildes entfernt werden kann (siehe Abb. 3 und 4).

Surftipps

Homepage von Stefan Seip:
www.astromeeting.de

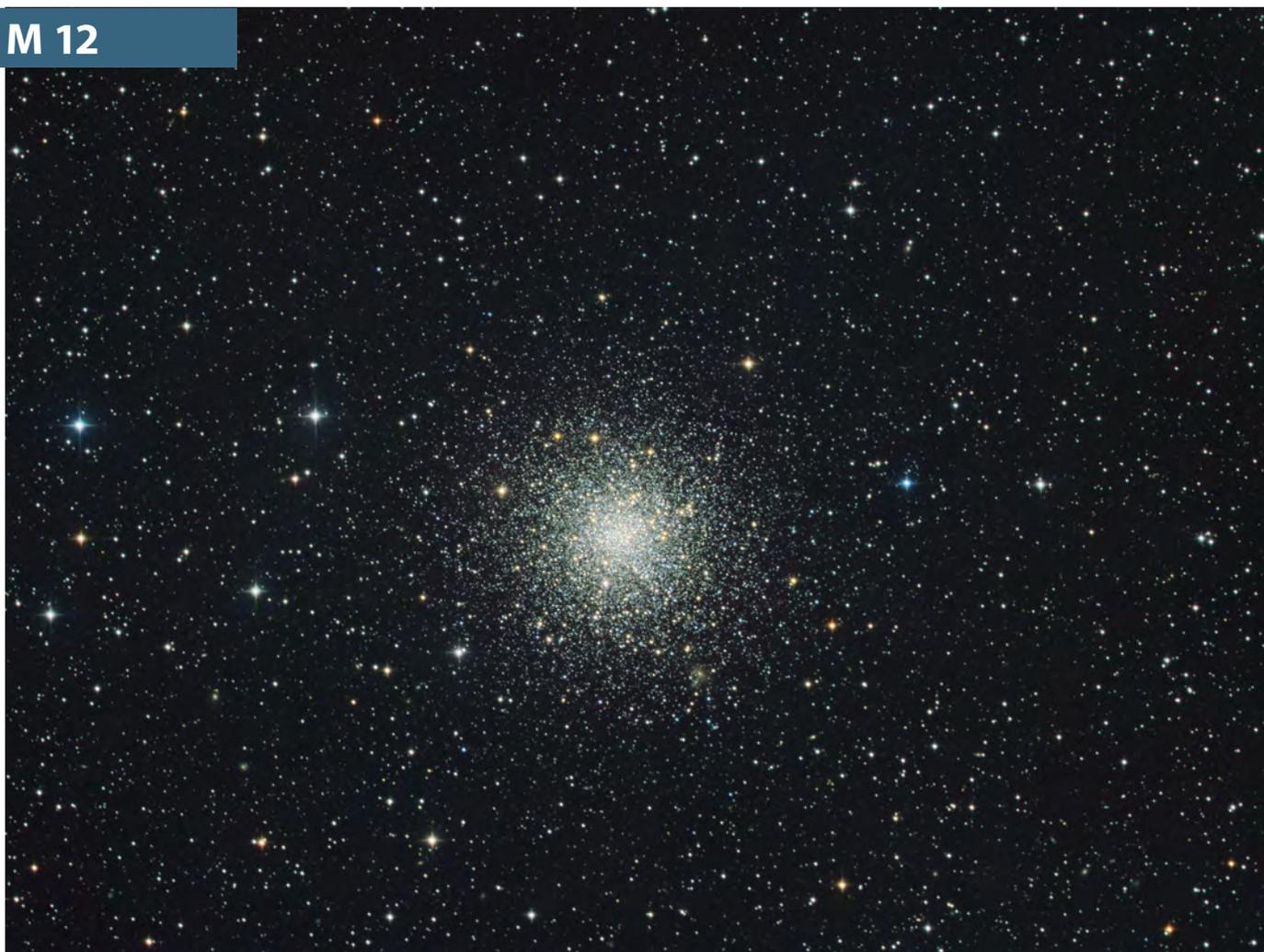
Objekte der Saison

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.interstellarium.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. 65, Aug./Sep. 2009	M 27	PN	Vul	19 ^h 59,6 ^{min}	+22° 44'	20.5.2009
	M 71	GC	Sge	19 ^h 53,8 ^{min}	+18° 47'	
Nr. 66, Okt./Nov. 2009	M 33	Gx	Tri	01 ^h 33,9 ^{min}	+30° 48'	20.7.2009
	NGC 404	Gx	And	01 ^h 09,4 ^{min}	+35° 43'	
Nr. 67, Dez./Jan. 2010	M 37	OC	Aur	05 ^h 52,5 ^{min}	+32° 33'	20.9.2009
	NGC 1907	OC	Aur	05 ^h 28,1 ^{min}	+35° 20'	
Nr. 68, Feb./Mär. 2010	NGC 3628	Gx	Leo	11 ^h 20,3 ^{min}	+13° 36'	20.11.2009
	NGC 3184	Gx	UMa	10 ^h 18,3 ^{min}	+41° 25'	
Nr. 69, Apr./Mai 2010	M 87	Gx	Vir	12 ^h 30,8 ^{min}	+12° 23'	20.1.2010
	NGC 4435/8	Gx	Vir	12 ^h 27,8 ^{min}	+13° 01'	
Nr. 70, Jun./Jul. 2010	M 16	OC	Ser	18 ^h 18,8 ^{min}	-13° 47'	20.3.2010
	M 17	GN	Sgr	18 ^h 20,8 ^{min}	-16° 11'	

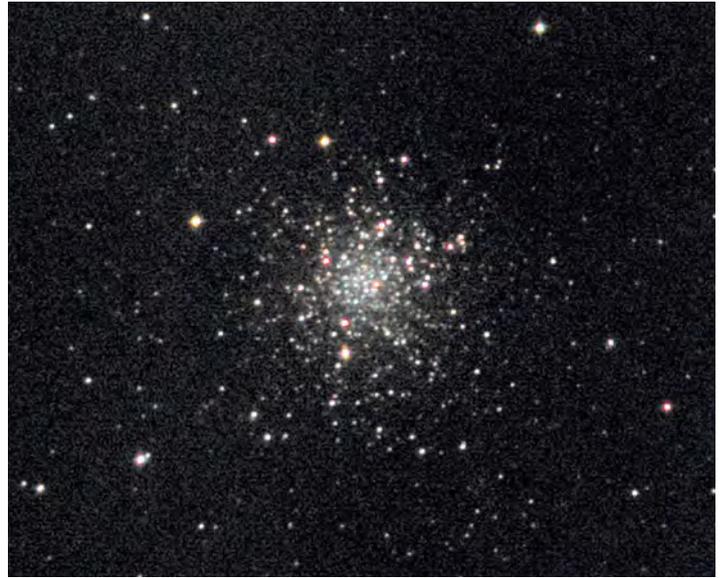
M 12



CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 1800mm, STL-11000M, 4x10min (je RGB), SBIG-Filter, Aufnahme via Remote Control von Deutschland aus auf Kreta. *Stefan Binnewies, Rainer Sparenberg, Josef Pöpsel*



CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 600mm, SBIG ST-4000XCM, 3x300s, keine Filter. *Ullrich Dittler*



CCD-Aufnahme, 6"-Newton bei 880mm, Starlight Xpress mx7c, 4x1min. *Torsten Güths*



Digitalfoto, 10"-Newton bei 1279mm, Canon EOS 20Da, ISO 1600, 15x60s, 15x180s. *Thomas Tuchan*



◀ **Digitalfoto**, 6"-Refraktor bei 1200mm, Canon 300D, ISO 1600, 3x1min, Baader Fringe-Killer-Filter. *Josef Büchsenmeister*

M 12

8x30-Fernglas: fst 5^m5; unaufgelöster, deutlich flächiger, runder Nebel, direkt sichtbar. Im gleichen Feld wie M 10 und diesem sehr ähnlich, aber etwas schwächer. 8x. *Kay Hempel*

10x50-Fernglas: fst 6^m5; ziemlich hell und recht groß, Nebelwölkchen, wenig zentral verdichtet, leicht zu sehen. Erscheint ein wenig schwächer als M 10, etwa eine halbe Größenklasse und gleich groß – beide Kugelsternhaufen sind im gleichen Gesichtsfeld und daher gut vergleichbar. *Wolfgang Vollmann*

114/900-Newton: fst 5^m0; M 12 ist unter Stadtbedingungen (Aschaffenburg) als kleiner runder Nebel mit deutlich hellerem Zentrum sichtbar. Die Randgebiete wirken leicht körnig. Der Kugelsternhaufen bildet mit zwei nordöstlich postierten Feldsternen ein kleines Dreieck. Unmittelbar südlich ist ein weiterer Stern im Randbereich erkennbar. 45x. *Klaus Wenzel*

317/1500-Newton: fst 5^m8; der Kugelsternhaufen ist bis ins Zentrum vollständig in Einzelsterne aufgelöst. Im südlichen Randbereich ist ein etwa 10^m heller Vordergrundstern postiert. 170x. *Klaus Wenzel*

457/2040-Newton: fst 6^m5; sehr ähnlich M 10: 408x zeigt viele Sterne. Mehr als das halbe Gesichtsfeld (10') ist mit Sternen gefüllt: ein prächtiger Anblick! Erkennbar sind auch zwei sternarme »Dunkelbänder«: Eines folgt der Mitte und ist Nord-Süd angeordnet, das zweite ist süd-westlich und von Süd über Südwesten bis zur westlichen Seite des Kugelsternhaufens zu sehen. *Wolfgang Vollmann*

NGC 6210

8x24-Fernglas: Bortle 5; indirekt stellar sichtbar. 8x. *Uwe Pilz*

8x30-Fernglas: fst 6^m0; nördlich einer fast rechtwinkligen helleren Dreiergruppe und westlich eines schwächeren Sterns zeigt sich der PN beim indirekten Sehen, allerdings nur stellar und ohne Farbeindruck. 8x. *Kay Hempel*

10x50-Fernglas: Bortle 5; direkt stellar sichtbar. 10x. *Uwe Pilz*

20x80-Fernglas: fst 6^m0; das Objekt bleibt auch im Großfernglas stellar, ist aber direkt leicht zu sehen. Eine bläuliche Färbung ist wahrnehmbar, allerdings nur schwach. 20x. *Kay Hempel*

105/445-Newton: fst 5^m0; bei 15x gut zu sehen: nicht ganz sternförmig und sieht etwas anders aus als die Feldsterne, auch die Farbe ist erkennbar anders, wirkt grünlich. Helligkeitsschätzung: 9^m0±0^m2 visuell mit zwei Vergleichssterne. Bei 56x deutlicher Planetarischer Nebel mit kleiner aber sehr heller Scheibe, etwas schwächer an den Rändern, deutlich grünliche Färbung. *Wolfgang Vollmann*

200/1200-Newton: fst 6^m2; trotz der sehr guten Beobachtungsbedingungen wurde NGC 6210 am 30./31.8. nicht gefunden, zu unaufmerksam, zu müde oder ein sonstiger Grund haben dazu geführt, dass zwei Beobachter den Planetarischen Nebel an diesem Abend nicht beobachtet haben. 33x. *Manfred Holl*

304/1540-Newton: Bortle 5; SQM 21^m20; das Objekt ist leicht aufzufinden. Die helle Zentralregion dominiert fast das ganze Objekt. Kein Zentralstern sichtbar. Ein hellerer »Ring« um dieses helle Zentrum schließt an die helle Zentralregion an. 250x. *Hans-Jürgen Merk*

317/1500-Newton: fst 3^m5; der PN ist trotz des hellen Mondes sehr hell, als kleine runde Scheibe mit einer deutlichen sternförmigen Verdichtung im Zentrum sichtbar. 170x. *Klaus Wenzel*

320/1440-Newton: Bortle 5; der Nebel ist auf den ersten Blick länglich Ost-West. Bei genauerem Hinsehen offenbart sich eine komplexe äußere Begrenzung. Der Nordteil ist gerundet, während im Süden zwei konkave Aussparungen wahrnehmbar sind. Dadurch entstehen drei »Zipfel«: je einer an den Ränder östlich und westlich und einer einigermaßen in der Mitte des Südteiles. Die Ost-Einbuchtung ist größer, so dass der zentrale Zipfel etwas nach Westen verschoben ist. Die Helligkeit des Nebels ist inhomogen. Der Nordteil ist deutlich heller, mit einer besonders hellen Stelle im Nordosten. Ein Zentralstern wurde nicht gesehen. Der [OIII]-Filter bietet keine Vorteile. Die Ost-West-Ausdehnung wurde zu 18" abgeschätzt. 288x. *Uwe Pilz*

457/2040-Newton: fst 6^m5; bei 85x eindeutig von Sternen unterscheidbar, nicht sternförmig. 408x zeigt den Planetarischen Nebel sehr hell als vollkommen strukturlose runde Scheibe, keine Details oder Unregelmäßigkeiten erkennbar. Etwas bläuliche Farbe. Ziemlich scharf begrenzter Rand. *Wolfgang Vollmann*

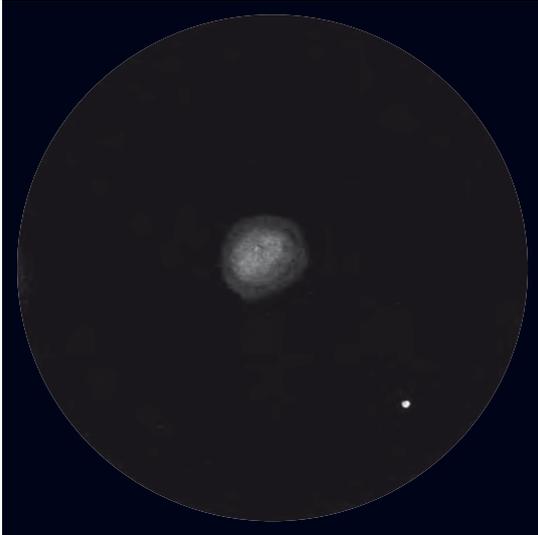
NGC 6210



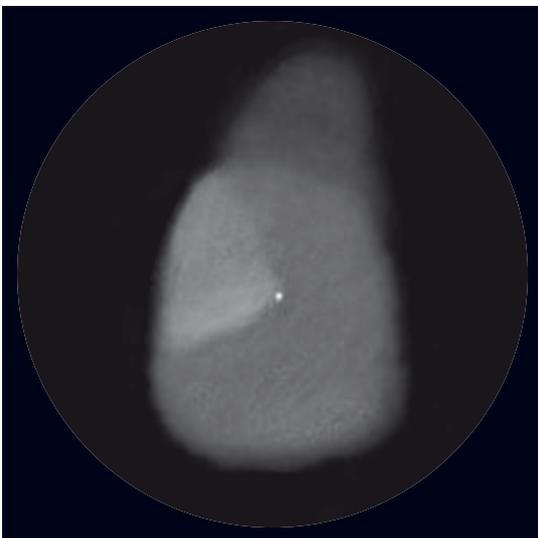
CCD-Aufnahme, 24"-Hypergraph bei 4940mm, STL-11000M, 18x2min (L), 10x1min (je RGB), SBIG-Filter, Aufnahme via Remote Control von Deutschland aus auf Kreta. *Stefan Binnewies, Josef Pöpsel*



CCD-Aufnahme,
9,25"-SCT bei
5 6 4 0 m m ,
Watec WAT-
120N, 80x10s,
IR-Filter. *Manfred Mrotzek*



Zeichnung,
12"-Newton,
304x. *Hans-Jürgen Merk*

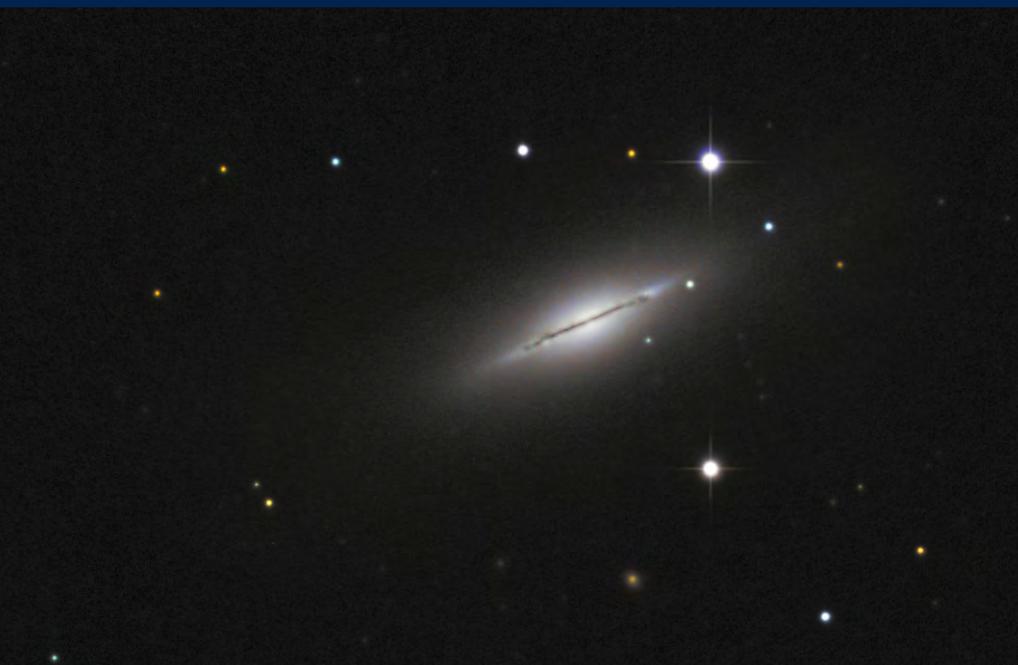
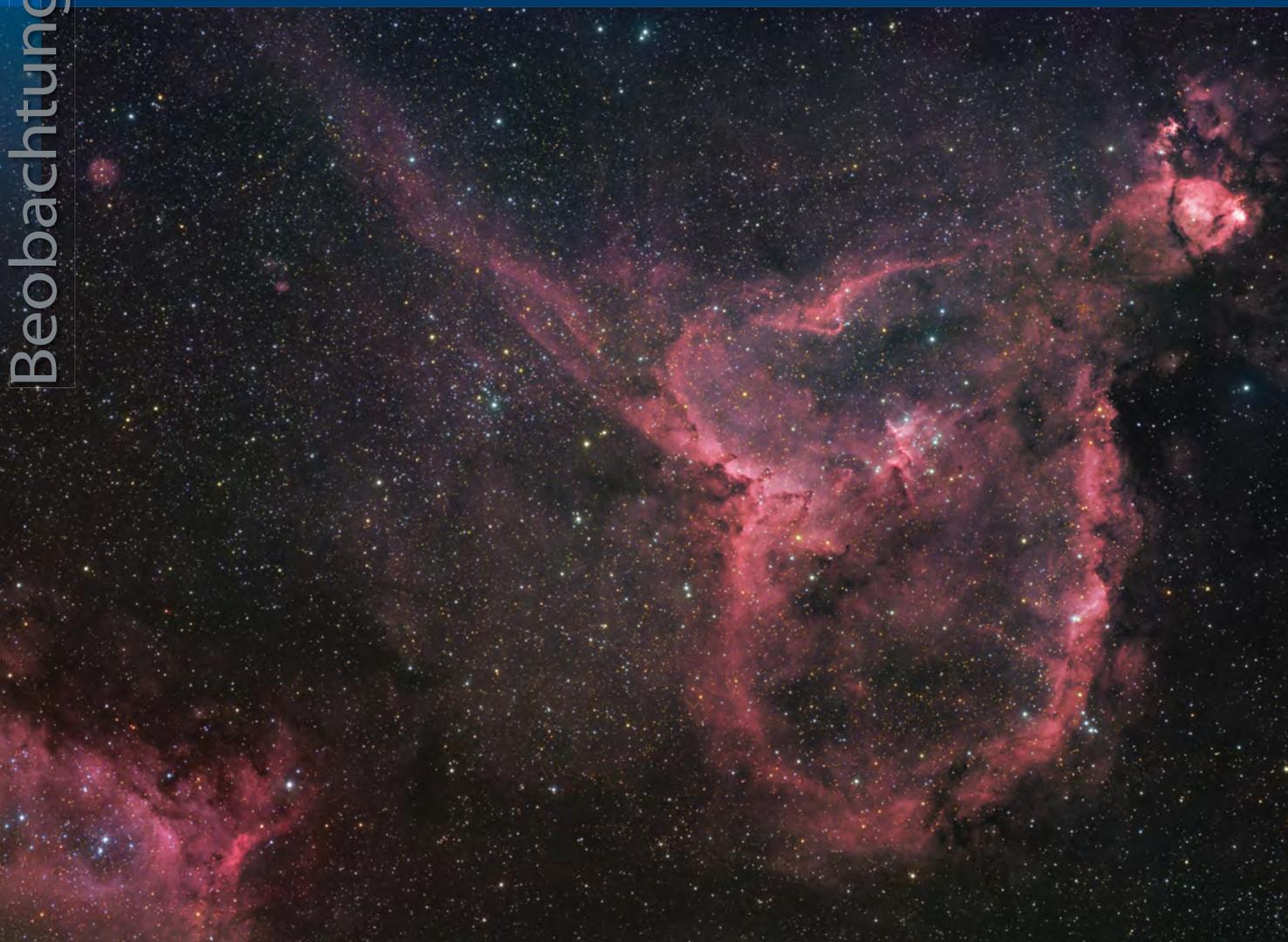


Zeichnung,
24"-Cassegrain,
1277x. *Markus Dähne*



Zeichnung,
12"-Newton,
170x. *Klaus Wenzel*

Astrofotos unserer Leser



▲ **Der »Herznebel« IC 1805 mit NGC 869** (links oben) und IC 1848 (rechts unten). CCD-Aufnahme, 4"-Refraktor bei 530mm, SBIG STL-11000M, 14×30min (H α), 30×10min (je RG), 25×10min (B), Astrodon H α - und Astrodon LRGB-Filter. *Daniel Marquardt*

◀ Die schöne Edge-On-Galaxie M 102. CCD-Aufnahme, 10"-Ritchey-Chrétien bei 2500mm, SBIG ST-10XME AO8, 6×10min (L), 3×10min (je RGB). *Wolfgang Kloehr*



▲ **Der λ Centauri-Nebel IC 2944**, aufgenommen in Südafrika. CCD-Aufnahme, 5,1"-Refraktor bei 780mm, SBIG STL-11000M, HaGB-Komposit, 3h 10min belichtet. *Dieter Willasch*

Der Supernovarest IC 443. Digitalfoto, 8"-Newton bei 920mm, Canon 40D (modifiziert), ISO 800, 14x20min, Astronomik UHC-Filter. *Siegfried Kohlert*



Astronomie ohne Grenzen

Das Astronomiejahr entwickelt sich

VON DANIEL FISCHER

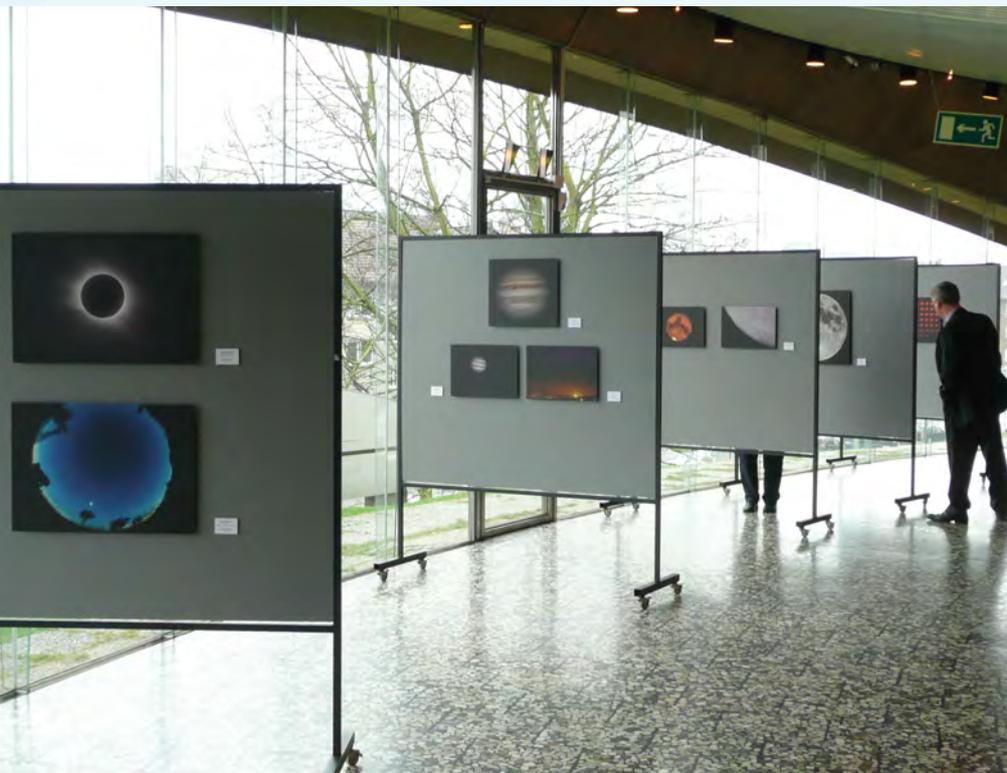


Abb. 1: »Vom Ruhrgebiet in den Himmel«, eine Ausstellung mit Astrofotografien im Planetarium Bochum, die im Ruhrgebiet selbst oder von seinen Bewohnern an dunkleren Orten aufgenommen wurden.

im Foyer des Bochumer Planetariums zu sehen, ein Best-Of der Astrofotografen aus der Region. Noch bis Dezember tourt eine Version der offiziellen Astrobilderchau des IYA »From Earth to the Universe« durch das Saarland. Die größte Massenwirkung dürfte freilich das Planetariumsprogramm »Augen im All – Vorstoß ins unsichtbare Universum« entfalten, das in der ersten Mai-Hälfte in rund zwei Dutzend großen und kleinen Planetarien in Deutschland, Österreich und der Schweiz Premiere feiert. Maßgeblich von der Europäischen Weltraumagentur ESA als ihr Hauptbeitrag zum IYA finanziert, spannt das Programm einen weiten Bogen von Galileis Gedanken bis zu aktuellen ESA-Projekten der Weltraumforschung, vor allem dem Infrarotsatelliten Herschel. Eine Brücke von der Astronomie zur modernen wie klassischen Musik schlagen derweil zwei aufwändige Kon-

Das Internationale Jahr der Astronomie entfaltet auch ohne die Mittel für großflächige Werbung immer mehr Massenwirkung. Während die praktischen Beobachtungen im ersten Quartal wetterbedingt leider hierzulande nur eine untergeordnete Rolle spielen konnten, gab es um so mehr Erfolge in sonnigeren Gefilden: Anlässlich der Konjunktion von Mond und Venus Ende Februar zum Beispiel entstand kurzfristig die Aktion »Beauty without Borders«, für die in Dutzenden von Ländern öffentliche Beobachtungen der beiden Himmelskörper organisiert wurden: Derselbe Himmel für alle Menschen, diese Idee wurde so transportiert und bildreich dokumentiert. In Deutschland fanden die ersten Monate des Astronomiejahres hingegen überwiegend »indoor« statt, und bis in den März zogen sich noch die diversen Auftakt-

veranstaltungen. Dem bundesweiten IYA-Start in Berlin im Januar ebenbürtig war dabei der Festakt »400 Jahre neuzeitliche Astronomie« am 20. März in Stuttgart, bei dem vor allem das Werk Johannes Keplers gefeiert wurde. Das Bundesfinanzministerium präsentierte dabei sowohl eine Sonderbriefmarke, die seit dem 7. Mai mit einer Auflage von 8,8 Millionen Stück im Handel ist, als auch eine 10€-Gedenkmünze, von der immerhin bis zu 1,9 Millionen Exemplare geprägt werden sollen. Beide sind übrigens das Ergebnis von Initiativen der rührigen deutschen Kepler-Gesellschaft, die mit den Zielen des IYA bestens harmonieren.

Astronomische Ausstellungen

Bereits seit März und noch bis Jahresende ist »Vom Ruhrgebiet in den Himmel«

Surftipps

Deutsche Homepage des Internationalen Jahrs der Astronomie:

www.astronomie2009.de

Planetariumsprogramm »Augen im All – Vorstoß ins unsichtbare Universum«:

www.planetariumshow.eu

Projekt Mondentfernung: www.didaktik.physik.uni-due.de/IYA2009/IYA2009-Mondparallaxe.html

Referenten-Pool: www.universe-cluster.de/schools/vortrags-pool

Internationale Orgelwoche Nürnberg: www.ion-musica-sacra.de

Mitarbeit

100 Stunden Astronomie

Berichten Sie uns von Ihrer Veranstaltung innerhalb der weltweiten Aktion vom 2.–5. April. Die Redaktion ist gespannt auf Ihre Bilder und Texte an redaktion@interstellarum.de.

Astronomiejahr-Veranstaltungen im Juni/Juli 2009		
Datum	Veranstaltung	Ort
5./6.6.	Astronomischer Roboter-Wettbewerb	Christophorusschule Königswinter
21.6.	Sonnenwendstarparty	Halde Hoheward Recklinghausen
18.–25.6.	Woche der historischen Sternwarten	Göttingen, Hoher List, Potsdam, Bamberg, Heidelberg
25.6.	Astronomie-Ausstellung	Eissporthalle Ravensburg
27.6.	Zentrales Kulturfest	Münsterplatz Bonn
27.6.	Nacht der Orgelmusik	mehrere Kirchen in Nürnberg
19.7.	Tag der Offenen Tür	Sonnenobservatorium Schauinsland bei Freiburg

Abb. 2: Ein »Café Scientifique« zum IYA: Bei einem Probelauf in einem Lokal in Bonn scharte sich sogleich das Publikum um jeden, der sich als Astronom zu erkennen gab, um brennende Fragen loszuwerden.

zerte in Bonn am 29. Mai und 20. Juni und eine Nacht der Orgelmusik in Nürnberg am 27. Juni. Aber auch ganz kleine Ereignisse haben ihren Platz – und die kann jeder Sternfreund selbst ins Leben rufen. Als Experiment stellten sich Anfang März ein paar Astro-Aktive in einem Bonner Lokal den Fragen des Publikums – und diese besonders rustikale Variante des »Café Scientifique«-Konzepts, ohne einführenden Vortrag, wurde begierig angenommen. Wer hingegen einen Profiastronomen als Sprecher für eine Veranstaltung jedweder Art sucht, dem hilft ein extra für das IYA eingerichteter Referenten-Pool mit schon über 150 Angeboten.

Historische Sternwarten

Bundesweit wird es in der zweiten Juni-Hälfte die Aktionswoche »Historische Sternwarten stellen aus« geben, auf die sich bereits eine Reihe Profi- und Volksternwarten vorbereiten. Unmittelbar danach steht wiederum in Bonn am 27. Juni ein weiteres Highlight des IYA auf dem Programm: ein Open-Air-Kulturfestival mit einem Ausstellungszelt, vielen Sternfreunden aus dem ganzen Land und einer Bühnenshow mit namhaften Musikern und Kabarettisten, die etwas zum IYA beizutragen haben – der Eintritt ist kostenlos! Mit der Sommerzeit treten nächtliche öffentliche Beobachtungsaktionen natürlich in den Hintergrund, und die Sonne macht es ihren Fans zumindest im weißen Licht schwerer als dem IYA lieb sein kann: Wie weit sich bei weitgehend fleckenfreier Photosphäre der Aufruf zu öffentlichen Beobachtungen lohnt, ist schwer zu beurteilen. Eine besondere, weltweite Aktion des Astronomiejahres steht jedenfalls für die Nacht vom 30. zum 31. Mai auf dem Programm: Zu festgelegten Zeitpunkten soll der Mond in der Nähe der hellen Referenzpunkte Saturn und Regulus mit ein-



fachen Kameras abgelenkt werden. Weltweit zusammengeführt ermöglichen die Bilder dann die Bestimmung der Mondentfernung mit der Parallaxenmethode: Eine klassische Technik astronomischer Messung wird so direkt erfahrbar, ein Projekt, das sich besonders für Schulen eignet und von einem führenden deutschen Astrodidaktiker entwickelt wurde. Facettenreich also geht das IYA in die nächste Runde, und fortwährend werden irgendwo neue Initiativen publik: Einen vollständigen Überblick hat längst niemand mehr – umso mehr gibt es zu entdecken.

Abb. 3: Präsentation einer Sondermarke zum 400. Jahrestag der ersten beiden Keplerschen Gesetze durch den parlamentarischen Staatssekretär im Bundesfinanzministerium K. Diller auf dem Festakt in Stuttgart.



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

Termine für Sternfreunde Juni–Juli 2009

Teleskoptreffen

- 3** 11.–14.6.: **2. Esener Spechtel-Tage (EST)**
Astronomie Freunde Esens, Folstenhausener Str.15, 26427 Stedesdorf, 04971/949076, www.astronomiefreunde-esens.info
- 4** 19.6.–20.6.: **SüdSternFreundeTreffen 2009 (SSFT)** Brandberg White Lady Lodge in Namibia
Wolf-Peter Hartmann, Erikaweg 67a, D-93053 Regensburg, www.suedsternfreundetreffen.homepage.t-online.de
- 5** 26.–28.6.: **4. Sächsisches Sommernachtsteleskoptreffen (STT)**, Lindenhof Peritz bei Riesa, Hauptstraße 18, 01609 Peritz
Sternwarte Riesa e.V., Stefan Schwager, 0173/8076841, SternwarteRiesa@web.de, www.sternwarte-riesa.de

Fachtagung

- 1** 5.–7.6.: **12. Kleinplanetentagung**, Räume des Physikalischen Vereins, Robert-Mayer-Straße 2–4, Frankfurt/Main
FG Kleine Planeten der VdS, www.kleinplanetenseite.de

- 2** 6.6.: **10. H-alpha-Treff Rüsselsheim (HaTR)**, Vereinsgelände Am Schnepferberg, 65468 Rüsselsheim
Dietmar Sellner, 06147/936310, d.sellner@t-online.de, www.sternfreunde-ruesselsheim.de

- 6** 25.7.–1.8.: **8. Internationale Astronomiewoche Arosa**, Schweiz
Astronomische Gesellschaft Graubünden (AGG), www.astronomie-gr.ch

Jugendfreizeit

- 7** 25.7.–8.8.: **Astronomisches Sommerlager (ASL), Bischofsheim/Rhön**
Tobias Opialla, Reinickendorfer Str. 75, D-13347 Berlin, 030/80615870, tobias@vega-astro.de, www.vega-astro.de/index.php/ASL/Sommerlager
- 8** 25.7.–1.8.: **SpaceCamp im FEZ Berlin**, Freizeit- und Erholungszentrum Berlin-Wuhlheide
Werner Bachmann, orbitall - Raumfahrt im FEZ, 030/53071538, spacecamp@fez-berlin.de, www.fez-berlin.de



Der Quantenkosmos

Wie entstand unser Universum? Aufgrund welcher Gesetzmäßigkeiten entwickelt es sich und was wird seine Zukunft sein? Diese faszinierend einfachen Fragen werden von interessierten Laien und von Wissenschaftlern gleichermaßen diskutiert. Der Physiker Claus Kiefer lehrt theoretische Physik an der Universität Köln und will mit seinem kürzlich erschienenen Buch die Antworten der modernen Naturwissenschaft auf diese Fragen auch für Nicht-Fachleute verständlich machen. In den ersten Kapiteln erläutert er die Entstehung zweier fundamentaler physikalischer Theorien: Relativitätstheorie und Quantentheorie. Der Relativitätstheorie folgend ist die uns allen vertraute Schwerkraft die Geometrie der vierdimensionalen Raumzeit. Aus der Quantentheorie hingegen ergibt sich, dass sich im mikroskopischen Bereich die klassischen Begriffe von Teilchen und Bewegungsbahnen verändern. Während die Relativitätstheorie bei der Beschreibung kosmischer Phänomene äußerst erfolgreich ist, erklärt die Quantentheorie den Mikrokosmos sehr gut und ist

aus unserer heutigen global vernetzten Welt nicht mehr wegzudenken. Und dennoch haben Physiker das Problem, dass diese beiden Theorien nicht zugleich exakt gültig sein können. Nach einer als Quantengravitation bezeichneten Lösung, die beide Theorien konsistent vereinigt, wird derzeit intensiv gesucht. In den weiteren Kapiteln des Buches geht der Autor schrittweise auf diese Suche ein. Er erläutert Entropie und Grundzüge der Kosmologie, begründet die Bedeutung einer Theorie der Quantengravitation, skizziert die bisherigen Ansätze der quantisierten Relativitätstheorie und Stringtheorie. Die letzten Kapitel des Buches widmen sich den Konsequenzen und Anwendungen der Quantengravitation für unser Universum bis hin zur Diskussion von Szenarien aus Science-Fiction-Filmen (z.B. Zeitreisen) und philosophischen Überlegungen.



Claus Kiefer: Der Quantenkosmos. S. Fischer Verlag Frankfurt 2008, ISBN 978-3-10-039506-1, 343 S., 22,90€

Die komplexe Thematik aktueller physikalischer Theorien wird vom Autor zwar in bemerkenswerter Weise vereinfacht, verlangt dem Leser aber dennoch fundierte Vorkenntnisse in der Physik und Astronomie ab. Mit solchem Hintergrund ist das Buch jedoch auch für Laien ausgesprochen gut verständlich. Der Schlüssel hierfür ist die Herangehensweise des Autors, der ausgehend von den historischen Bezügen die Entwicklung der beschriebenen Theorien nachvollzieht und dabei den maßgeblichen Personen, Ereignissen, Experimenten und Episoden Raum gibt. Claus Kiefers Buch schafft es, aktuelle Themen der Physik tiefgründig und anschaulich zugleich darzustellen und kann interessierten Lesern somit sehr empfohlen werden.

■ Thomas Rattei

Sternstunden



Bernd Pröschold ist als Astrofotograf seit 2002 aktiv (vgl. Artikel S. 50). Bekannt wurde er jedoch einem größeren Fernsehpublikum durch seine beeindruckenden Zeitraffer mit und ohne Sterne, die er durch Reihenaufnahmen mit einer Digitalkamera erzeugt. Nun hat er eine DVD mit seinen schönsten Himmelsfilmen erstellt – 61 Minuten mit

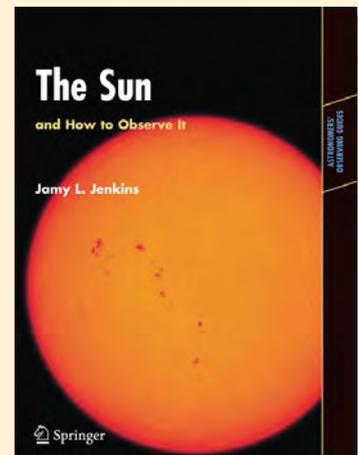
Sonnen- und Monduntergängen, Wolkenketzen über kanarischen Gipfeln und der Milchstraße in Namibia, unterlegt mit klassischer Musik von Bach bis Vivaldi. Am beeindruckendsten sind jedoch die Polarlichtfilme aus Norwegen und Island, Pröscholds besonderes Steckenpferd. Wer bei bedecktem Himmel einen besonderen astronomischen Filmabend genießen möchte, sollte diese DVD einlegen.

■ Ronald Stoyan

Bernd Pröschold: Sternstunden, DVD, Eigenverlag, bestellbar unter www.sternstunden.net, 16,90€

The Sun

Diese Neuerscheinung wendet sich an Amateure, die eine aktuelle Einführung in die Theorie und Praxis der Sonnenbeobachtung suchen. Der erste Teil des Buches gibt dem Leser einen Überblick über das aktuelle astrophysikalische Verständnis unseres Zentralgestirns und geht dabei insbesondere auf Erscheinungen ein, die für Amateure bei erdgebundenen Beobachtungen erfassbar sind. Der zweite Teil des Buches behandelt Techniken der Sonnenbeobachtung und -abbildung in weißem und monochromatischem Licht, letzteres vor allem in den Wellenlängen der H- und Kalzium-K-Linie. Der Autor, selbst Amateurastronom, orientiert sich dabei vorrangig an Technik und Ausrüstungen, die für Amateure erschwinglich und handhabbar sind.



■ Thomas Rattei

Jamey L. Jenkins: The Sun and How to Observe It (Astronomers' Observing Guides), Springer Verlag 2009, ISBN 978-0387094977, 210 S., 37,40€

Demnächst in interstellarum

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

Das Herz des Himmels

Das Milchstraßenzentrum ist eine der am dichtesten mit Deep-Sky-Objekten bevölkerten Regionen des Himmels – ideal für ein hochaufgelöstes Fotomosaik.



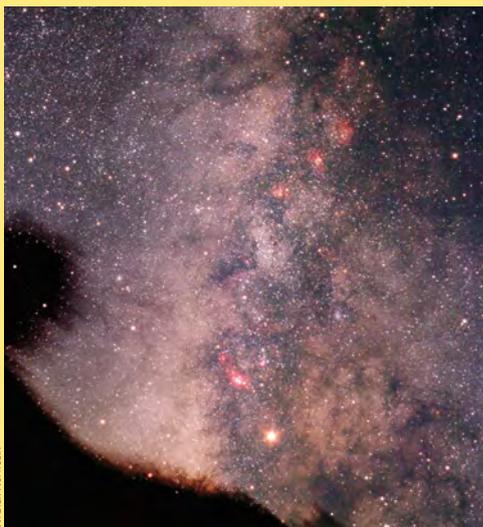
RAINER MANNHOFF

Die Apollo-Landeplätze

Besuchen Sie 40 Jahre nach der ersten Mondlandung die Originalschauplätze dieses Meilensteins der Menschheitsgeschichte – mit dem eigenen Fernrohr!

Grenzgröße ade

Die Schätzung der Helligkeit des schwächsten, gerade noch mit bloßem Auge sichtbaren Sterns war jahrzehntlang die Standardmethode für Hobbyastronomen, die Himmelsqualität einzuschätzen. Diese Methode ist ungenau und überholt – mit neuer Technik sind wirklich vergleichbare Wertungen möglich.



WALTER KOPROLIN

Heft 65 ab 27.7.2009 im Zeitschriftenhandel erhältlich!

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

Inserenten dieser Ausgabe

APM Telescopes	7	Berlebach Stativtechnik	76	nimax GmbH	8/9
AP Nidderau	77	Beyersdörfer GmbH	72	Oculum-Verlag	74/79
Astronomie.de	69	Farm Tivoli	77	Teleskop-Service	7
AstroInfo	77	Fujinon Europe	6	Vixen Europe	80
Astrocom	U3	Intercon Spacotec	4/5	Wissenschaft Online	13
Astro-Messe	48	Kiripotib Astrofarm	78	William Optics	73
Astro-Shop	U2	Kosmos-Verlag	27	Wolfgang Lille	77
Astrolumina	26	Lunt Solar Systems	27		
Astrotreff	76	Meade Instruments	U4		

Impressum

www.interstellarum.de | ISSN: 0946-9915

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

WWW: www.oculum.de

E-Mail: info@oculum.de

Tel.: 09131/970694

Fax: 09131/978596

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

E-Mail: aboservice@interstellarum.de

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

Fax: 09131/978596

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



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

Vertrieb: für Deutschland, Österreich, Schweiz

Verlagsunion KG, Am Klängenweg 10, D-65396 Walluf

Grafik und Layout: Diana Hoh

Redaktion: redaktion@interstellarum.de

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Geschäftliche Anzeigen: es gilt Preisliste Nr. 10 vom 1.11.2008

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

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