

f o k u s s i e r t

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

Reisen Sie mit zum König der Mondkrater!

Unser Trabant galt jahrzehntelang als vollständig erforscht und somit uninteressant. Auch die Amateurbeobachter ließen größtenteils von ihm ab. Unverständlich – denn nicht nur für Einsteiger ist der Mond ein beeindruckendes Beobachtungsziel. Mit den Mondspaziergängen wollen wir die Aufmerksamkeit wieder auf den nächsten Himmelskörper richten. Diesmal führt die Tour zu Kopernikus, dem prächtigsten Krater der erdzugewandten Mondseite (Seite 28). Er prangt auf dem Titelbild dieser Ausgabe nach einer Fotografie des Lick-Observatoriums aus den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts (Lunar and Planetary Institute/Universities Space Research Association).

Die Sonne in neuem Licht

Eine Revolution der Sonnenbeobachtung zeichnet sich ab: Erstmals ist ein Gerät auf dem Markt, das eine ungefährliche Beobachtung der mit normalen Sonnenfiltern nicht erreichbaren Protuberanzen und Flares erlaubt – zu einem Preis, der in der Reichweite jedes Sternfreunds liegt. Wir haben Coronados kleines $H\alpha$ -Teleskop genauer unter die Lupe genommen (Seite 60).

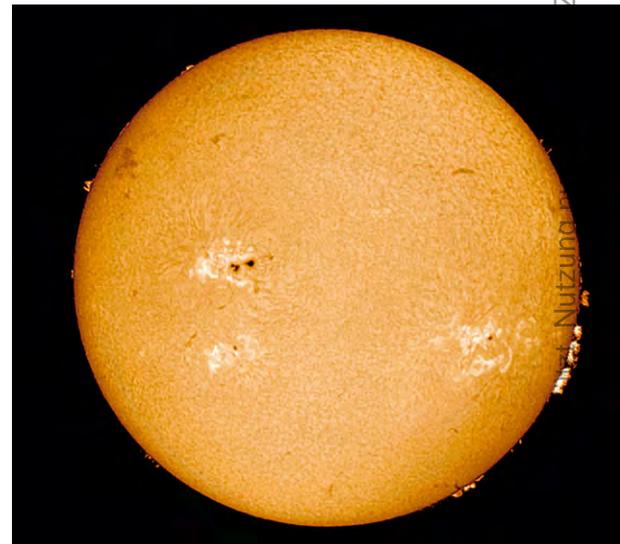
Astronomische Zeichenkunst

Die gesamte mit bloßem Auge sichtbare Milchstraße: Allein die komplette Fotografie ist eine große Aufgabe. Doch noch mehr Respekt flößen die oft jahrelang andauernden Arbeiten ein, die Astronomen vergangener Tage allein mit Bleistift und Papier vollbrachten. Das Ergebnis sind beeindruckende Porträts unserer kosmischen Heimat, wie sie nur das menschliche Auge einfangen kann. (Seite 52).

Kurz vor Druckbeginn aufgenommen haben wir noch aktuelle Daten zu einem besonderen Objekt. Der Kleinplanet Toutatis wird der Erde kurz nach Erscheinen dieses Heftes mit 1,5 Millionen Kilometern sehr nahe kommen (Seite 14). Schnell reagierende Beobachter werden mit dem ungewöhnlichen Anblick eines sich rasch bewegenden Mini-Planeten belohnt.

clear skies,
wünscht

Ronald Stoyan



Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Nutzung

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt.



28 **Der König der Mondkrater**

Majestätisch liegt der Riese am Rand der Karpaten: Copernikus gilt als der großartigste Einzelkrater auf dem Mond. Doch seine Umgebung ist nicht weniger reizvoll.

von Ronald Stoyan



40 **Von Hanteln und Blitzen**

Der reiche Formenschatz Planetarischer Nebel reizt visuelle wie fotografische Amateurbesucher. Der zweite Teil der Serie zeigt die schönsten Objekte des Spätsommer- und Herbsthimmels.

von Markus Dähne



Beobachterforum

- 6 Venustransit weiterhin im Fokus • BL Lac im Ausbruch
Helle Supernova in NGC 2403

Astroszene

- 7 Zugspitzbeleuchtung abgesagt

Schlagzeilen

- 8 Nachrichten aus der Forschung

astro aktuell

- 12 Top-Ereignisse • Sonne und Mond • Planeten
13 Thema: Die Mondfinsternis vom 28.10.2004
14 In letzter Sekunde: Toutatis rast an der Erde vorbei •
Meteorströme
16 Kosmische Begegnungen
17 Astronomie mit dem bloßen Auge: M 34 •
Astronomie im Fernglas: NGC 752
18 Veränderlicher aktuell: β Lyr
19 Objekte der Saison: M 110/M 31

☾ Mond

- 28 Zum König der Krater - rund um Copernikus

☀ Sonne

- 33 Sonne aktuell

♃ Planeten

- 34 Venustransit 2004 – die Auswertung

☄ Kometen

- 39 Kometen aktuell

✦ Milchstraße

- 40 Planetarische Nebel des Sommerhimmels – Teil 2

🌌 Universum

- 44 Das Auge – unser Beobachtungsinstrument

- 48 Messier 33 visuell

Geschichte

- 52 Die Milchstraße - eine Studie der visuellen Abbildungen

Hardware

- 60 H-alpha für alle

Technik

- 66 Die Atmosphäre als Prisma

Galerie

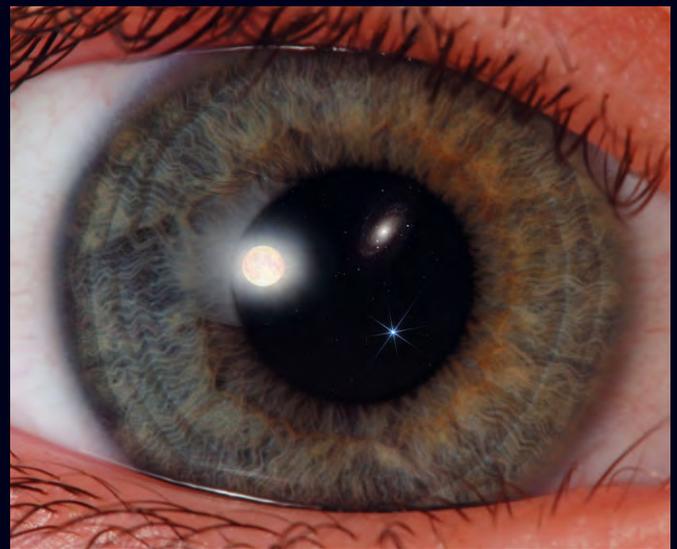
- 70 Astrofotos von Axel Mellinger

Sternfreund-Service

- 72 Produktspiegel – Neues vom Hersteller

- 73 Rezensionen – Neu auf dem Markt

- 76 Termine • Kleinanzeigen • Vorschau • Impressum



44 Das Auge – unser Detektor Nr. 1



48 Die Triangulum-Galaxie



60 H-alpha für alle!





Venustransit weiterhin im Fokus

Nachdem bereits im letzten Heft eine Foto-strecke ausgewählte Bilder des Transits zeigte, wird uns das astronomische Großereignis vom 8.6.2004 noch eine Weile beschäftigen. Auf Seite 34 beginnt eine zweiteilige Auswertung, in der weitere, bisher nicht abgedruckte Bilder aus dem Leserkreis veröffentlicht werden. Aufnahmen, die sich speziell den Lichtphänomenen der Venusatmosphäre widmen, können noch kurzfristig an die Redaktion eingesandt werden.

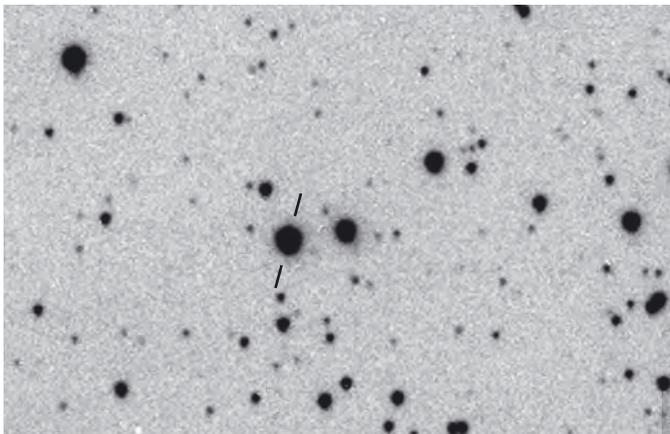
Das Bild ist eine Kollage aus drei Aufnahmen, aufgenommen mit Digitalkamera Olympus 5050 Z – 5,0 Megapixel, 80/900 – Refraktor bei 1200mm Äquivalentbrennweite, H α -Filter Coronado Solarmax 40, 3 \times -Barlowlinse, Rotfilter-Baader-ERF, Belichtungszeit 1/60s. Erich Kopowski und Rainer Sparenberg.



BL Lac im Ausbruch

BL Lacertae – Prototyp der gleichnamigen Objekte, scheint in der diesjährigen Beobachtungssaison besonders aktiv zu sein. Nach ersten Beobachtungen von April bis Mitte Juli dieses Jahres zeigte sich BL Lac bereits bei etwa 14^m5. Ende Juli stieg dann die Helligkeit auf etwa 13^m5 an. Dieser Trend setzte sich dann weiter fort. So konnte BL Lacertae am 5. August 2004 mit einer Helligkeit von immerhin 13^m1 beobachtet werden. Dies ist seit Herbst 1999 der größte beobachtete Helligkeitsausbruch. Damit ist diese berühmte aktive Galaxie in den Bereich von kleineren Instrumenten von unter 6" Öffnung vorgedrungen. Ob dieser aktive Trend anhält, kann niemand vorhersagen, und ist nur durch weitere Beobachtungen zu klären. Eine Lichtkurve der vergangenen Jahre wird in einer der nächsten Ausgaben von interstellarum erscheinen.

Klaus Wenzel



BL Lac (markiert) auf einer CCD-Aufnahme von Wolfgang Düska, 11"-SCT bei f/6,3, 15min belichtet.

Helle Supernova in NGC 2403

Am 31.7.2004 fand der japanische Beobachter Koichi Itagaki auf einer CCD-Aufnahme eine Supernova in der zur M 81-Gruppe gehörenden Galaxie NGC 2403 in Camelopardalis. Die Helligkeit der Supernova erreichte bei der Entdeckung bereits 11^m2 – seit der Supernova in M 81 im Jahr 1993 gab es keine derart helle Erscheinung mehr.

Die Supernova befindet sich etwa 2,5' östlich des Galaxiekerns am Rand der Galaxie und darf nicht mit den zahlreichen Feldsternen im Vordergrund der 14 Millionen Lichtjahre entfernten Galaxie verwechselt werden. In den ersten Augusttagen sank die Helligkeit bereits auf 11^m5. Die offizielle Bezeichnung der Supernova lautet SN2004dj.



Zeichnung von Martin Schoenball am 2.8.2004, 10"-Newton, 139 \times .

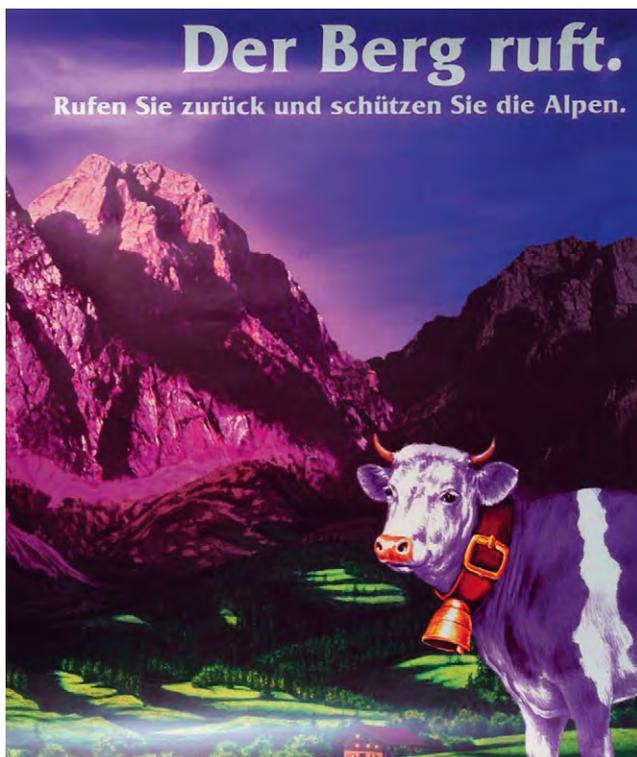
Zugspitzbeleuchtung abgesagt

Der Schokoladenhersteller Milka hat die umstrittene Beleuchtungsaktion an der Zugspitze endgültig abgesagt. Ohne breite Unterstützung für die Aktion wolle das Unternehmen die Umsetzung nicht weiter verfolgen, sagte ein Sprecher in Bremen. Am Abend des 23. Juli sollte Deutschlands höchster Berg in neutralem Licht beleuchtet werden. Ursprünglich hatte Kraft Foods geplant, die Zugspitze lila anzustrahlen.

Mit der Aktion wollte man auf einen Spendenaufruf für Naturschutzprojekte im alpinen Raum aufmerksam machen. Sämtliche erforderlichen Genehmigungen hätten vorgelegen, hieß es. Nach Aussagen von Fachleuten hätte zudem eine nachhaltige Beeinträchtigung für Natur und Umwelt nicht befürchtet werden müssen. Weitere kritische Äußerungen über das Projekt seien aber nicht auszuschließen gewesen, hieß es.

Die geplante Beleuchtung der Zugspitze in Lila war auf scharfe Kritik gestoßen. Daraufhin wurden die Pläne abgespeckt und auf die Farbe Lila verzichtet. Stattdessen sollte der Berg in neutralem Licht angestrahlt werden. Zudem sollte die Aktion statt zwei Stunden nur noch 15 Minuten dauern und die Scheinwerferleistung um 30% reduziert werden.

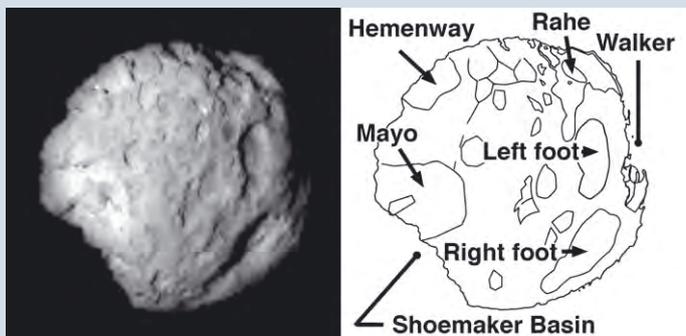
Auch diese Pläne wurden scharf kritisiert. So hatte der Deutsche Alpenverein an Milka appelliert, das umstrittene Projekt ganz abzublasen. Die Alpen dürften nicht zu Werbezwecken missbraucht werden. Die Grünen-Landtagsfraktion in Bayern hatte von einem »Dammbruch für die schrankenlose Kommerzialisierung der bayerischen Alpen« gesprochen. [Quelle: N-TV]



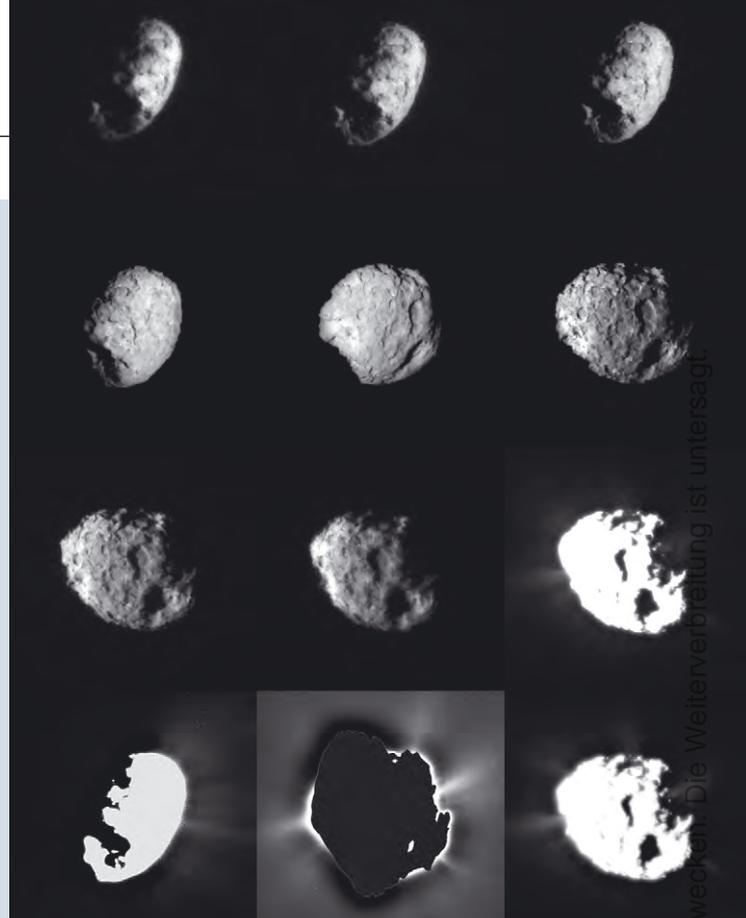
Gerade noch abgewendet: Die Illuminierung der Zugspitze als Werbeträger.

Flug durch die Koma des Kometen Wild 2

Am 2. Januar diesen Jahres durchflog die Stardust-Raumsonde die Koma des Kometen Wild 2 und kam mit einem Abstand von nur 236km einem Kometen so nahe wie bisher noch keine andere Sonde. 1974 wurde Wild 2 durch die Gravitationswirkung von Jupiter auf eine Bahn geschleudert, deren sonnennächster Punkt etwa in Erdentfernung liegt. Man nimmt an, dass Wild 2 erst wenige Periheldurchgänge gemacht hat und im Gegensatz zu den anderen bisher von Sonden besuchten Kometen Halley und Borrelli deshalb wenig entwickelt sein sollte. Erhaltene Krater unterstützen die These, dass Wild 2 relativ jung ist. Der Kometenkern ist kugelförmiger als der der anderen beiden Kometen, was die Annahme bestätigen würde, dass das Ausgasen insbesondere in Perihelnähe den Kometenkern erodiert. Das topographische Relief von Wild 2 ist mit 200m Höhenunterschied wesentlich größer als bei Borelli (100m), obwohl beide Kometen ein vergleichbares Volumen und



Der Kometenkern von Wild 2. Deutlich sind die Krater auf der Oberfläche zu erkennen. [JPL]

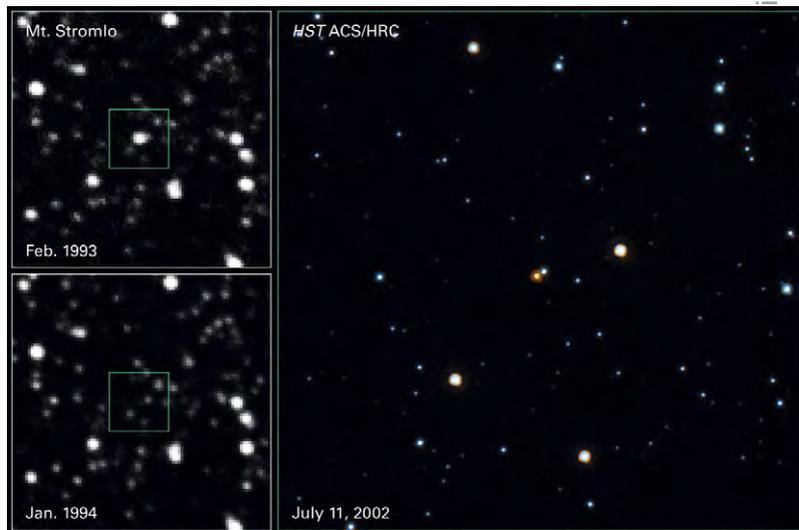


Zwölf Ansichten von Wild 2, die während des Vorbeiflugs gewonnen wurden. Auf den überbelichteten Aufnahmen unten sind sehr schön die Jets zu erkennen. [JPL]

damit bei angenommener gleicher Dichte gleiche Gravitationsanziehung haben. Beinahe senkrechte Hänge und ein Überhang auf Wild 2 deuten auf ein festes Oberflächenmaterial hin. Die chemische Analyse des Kometenmaterials beim Durchflug ergab, dass es Stickstoff-reicher, aber ärmer an C=O-Verbindungen im Vergleich zu Halley ist. [A'Hearn et al., Nature 429, 818 (2004)]

Ein Stern wird gewogen

Zum ersten Mal ist es gelungen die Masse eines Einzelsterns (außer der Sonne) zu bestimmen. Normalerweise ist dies nur in Doppel- oder Mehrfachsystemen möglich, wo aus der Bahnbewegung der Sterne deren Massen abgeleitet werden können. 1993 wurden die Astronomen auf einen kleinen roten Stern in 1800 Lichtjahren Entfernung aufmerksam, als er sich genau vor einem anderen Stern, der in der Großen Magellanschen Wolke (LMC) steht, befand und dessen Helligkeit stark zunahm. Dieser Effekt wird als Microlensing bezeichnet und von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie vorhergesagt: Im Gravitationsfeld des roten Sterns wird der Raum gekrümmt und wirkt wie eine Linse, die das Licht des Hintergrundsterns fokussiert und verstärkt. Einige Jahre später gelang es mit dem Weltraumteleskop Hubble den roten Stern und den Stern in der LMC getrennt zu beobachten und die Entfernung des roten Sterns aus seiner Parallaxe zu ermitteln. Damit verblieb als einzige Unbekannte die Masse des roten Sterns, und diese konnte aus den Gleichungen, mit denen Microlensing mathematisch beschrieben wird, bestimmt werden. Es ergab sich eine zehntel Sonnenmasse. Die Forscher erhoffen sich, in Zukunft noch mehr Sterne auf diese Art »wiegen« zu können. [STSci-2004-24]



Aufnahme des Microlensing-Ereignisses von 1993 (links oben). Links unten ist das entsprechende Sternfeld im Jahr 1994 zu sehen und die Aufnahme des Weltraumteleskops Hubble rechts zeigt den roten Stern und den Hintergrundstern in der Großen Magellanschen Wolke.

NGC 7331 – ein Zwilling der Milchstraße

Die Position der Sonne innerhalb der Milchstraße macht es schwierig, die Vorgänge im galaktischen Zentrum zu untersuchen. Deshalb sollen mit dem Infrarot-Satelliten Spitzer 75 nahe Galaxien beobachtet werden, die in ihrer Anzahl an Sternen, Masse, Form der Spiralarme und Sternentstehungsrate mit der Milchstraße übereinstimmen, um aus deren Eigenschaften Rückschlüsse auf die Entwicklung der Galaxis zu ziehen. NGC 7331, eine Galaxie in Pegasus in 50 Mio. Lichtjahren Entfernung, war das erste Ziel dieses Beobachtungsprogrammes. Im Falschfarbenbild kann man leicht die Spiralarme (braun-rot), den zentralen Aufwölbung (blau) und einen inneren Ring (gelb), in dem Sterne entstehen, erkennen. Ob die Milchstraße ebenfalls solch einen Sternentstehungsring besitzt ist unklar. In diesem Ring existiert eine große Menge Gas und Staub aus polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, die leuchten, wenn sie von jungen Sternen angestrahlt werden. In den Spiralarmen ist der Staub ebenfalls enthalten, jedoch in geringerer Menge. Daten vom Spektrographen des Spitzer-Satelliten deuten darauf hin, dass im Zentrum von NGC 7331 entweder eine ungewöhnlich hohe Konzentration an massereichen Sternen oder ein mäßig aktives Schwarzes Loch von etwa derselben Größe wie im Zentrum der Milchstraße existiert. [JPL 28.6.2004]

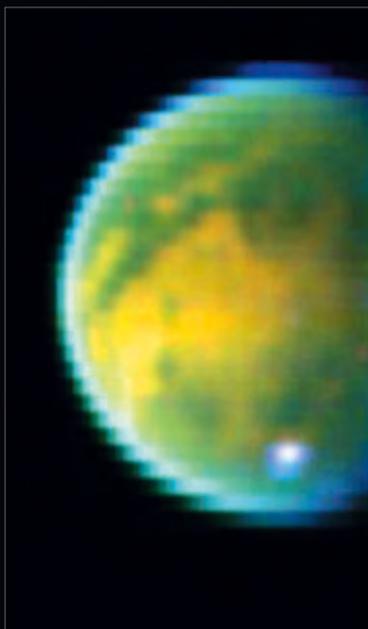


Die Galaxie NGC 7331 im Infraroten. Die Falschfarbenaufnahme zeigt die Spiralarme (braun-rot), den zentralen Aufwölbung (blau) und den inneren Sternentstehungsring (hellrot).

Die Saturnringe aus 6,4 Mio. Kilometern am 21. Juni 2004.

Cassini: Ankunft bei Saturn

Am 1. Juli ist die Sonde Cassini nach einer fast sieben Jahre dauernden Reise durch das Planetensystem in eine Umlaufbahn um Saturn eingeschwenkt. Dabei wurde die Ringebene zweimal in einer Lücke zwischen dem G- und F-Ring durchstoßen. Zum Schutz vor Einschlägen der Ringpartikel flog die Sonde dabei mit ihrer 4m großen Antenne voraus. In der Tat wurden etwa 100000 Einschläge in weniger als fünf Minuten registriert, Cassini und auch Huygens überstanden diesen »Hagel« jedoch unbeschadet. Erste Beobachtungsziele auf ihrer Bahn waren die Saturnmonde Mimas, Tethys, Rhea und Iapetus. Die Oberfläche des Iapetus, der einen Durchmesser von 1436km besitzt, was etwa einem Drittel des Durchmessers des Erdmondes entspricht, setzt sich auf einer Hälfte aus sehr hellem und auf der anderen Hälfte aus sehr dunklem, rötlichem Material zusammen. Noch ist nicht bekannt woraus das dunkle Material besteht. Während der vier Jahre dauernden Mission wird Cassini noch zweimal dem Mond sehr nahe kommen, einmal sogar bis auf 1000km. Auch Titan wurde bereits aus größerer Entfernung untersucht. Dabei gelang es durch die kombinierten Daten verschiedener Instrumente, die dichte Atmosphäre des Mondes zu durchdringen und Oberflächeneinheiten zu erkennen. Man fand verschiedene Oberflächenmaterialien im Süden und eine runde Struktur im Norden, die ein Krater sein könnte. [JPL Press Release 3./15./22.7.2004, ESA Press Release 15.7.2004]



Titans Oberfläche in Falschfarben.



Iapetus aus einer Entfernung von 3 Mio. Kilometern.

Galaxien: früh entwickelt

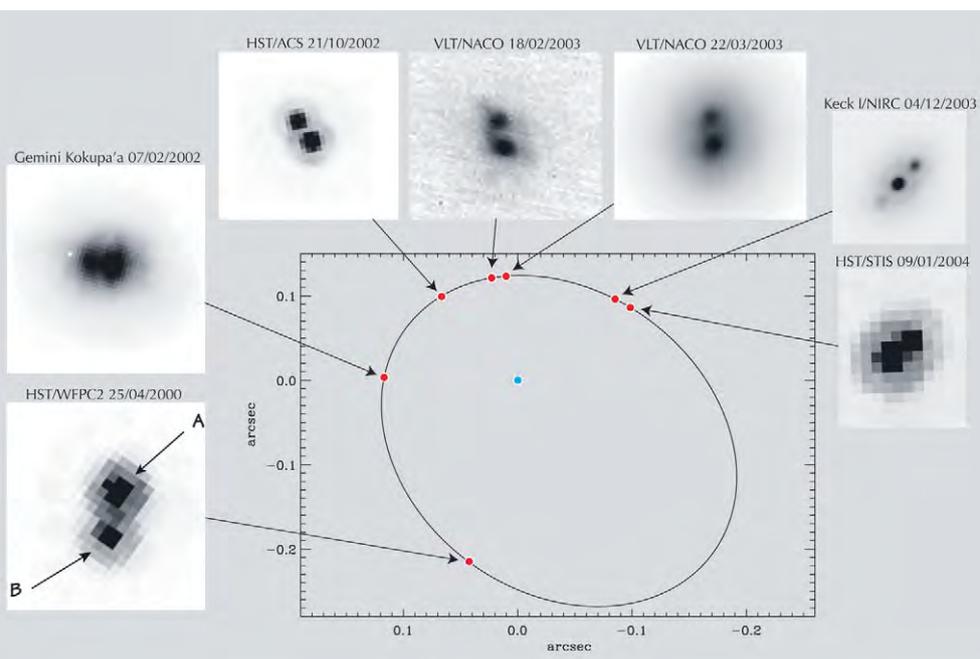
Weit entwickelte große Galaxien sollten nach dem gängigen hierarchischen Modell der Galaxienentstehung und -entwicklung (aus kleinen Strukturen entwickeln sich im Laufe der Zeit immer größere) im frühen Universum nicht zu beobachten sein. Jetzt wurden solche Objekte bei Rotverschiebungen zwischen 1,6 und 1,9 erstmals zweifelsfrei anhand ihrer Spektren und Morphologie identifiziert. Die Messungen wurden mit dem Very Large Telescope der ESO gemacht und durch Beobachtungen mit dem Hubble Space Telescope ergänzt. Es stellt sich die Frage, inwieweit das hierarchische Modell abzuändern ist. [G. D. Wirth, 2004, Nature 430, 149, A. Cimatti et al., 2004, Nature 430, 184]



Eine elliptische Galaxie bei $z=1,9$ in einem der untersuchten Himmelsareale. [STScI]

Stellare Leichtgewichte

Einem internationalen Team von Astronomen ist es unter Einsatz vieler bodengebundener Teleskope und Instrumente im Weltraum gelungen die Masse eines Braunen Zwerges und seines extrem kühlen Begleiters zu bestimmen. Obwohl man eine ganze Reihe von diesen Objekten kennt, sind ihre fundamentalen Eigenschaften wie Masse und Temperatur kaum bekannt. Die beiden Sterne bilden ein Doppelsternsystem und umkreisen sich mit einer Periode von 10 Jahren. Aus ihrer Bewegung zusammen mit theoretischen Sternmodellen lässt sich die Masse zu 0,075–0,095 und 0,05–0,07 Sonnenmassen bestimmen. Damit gehört der masseärmere zu den Braunen Zwergen, während die andere Komponente ein extrem kühler Stern mit einer Temperatur von nur 1800K ist. Mit 500 bis 1000 Millionen Jahren sind beide Sterne relativ jung. Braune Zwerge und extrem kühle Sterne sind das Bindeglied zwischen Planeten und normalen Sternen und deshalb wichtig für die stellare Astrophysik. [ESO Press Release 16/2004]



Die Bahnbewegung des Braunen Zwergsterns zwischen 2000 und 2004. [ESO PR Photo 19a/04]

Meteorit durchschlägt Haus

Ein 1,3 Kilogramm schwerer Meteorit ist in ein Haus in Neuseeland eingeschlagen. Die Besitzerin hörte einen Krach und sofort verhüllte Staub die Sicht in der Wohnung. Als sich das Chaos gelichtet hatte, sah die Frau ein Loch im Dach und entdeckte den außerirdischen Gesteinsbrocken auf ihrem Sofa. [Reuters, dpa]



Der etwa Grapefruit-große Meteor, der in Neuseeland in ein Haus einschlug.

☞ SURFTIPPS [

ESO Pressemitteilungen •
www.eso.org/outreach/press-rel

JPL Cassini-Huygens •
saturn.jpl.nasa.org/news

STScI Homepage • www.stsci.edu/resources





Top Ereignisse

- ▶ 3.10. 5:00 MESZ Venus bei Regulus, 16' südlich
- ▶ 8.10. 4:10 MESZ Maximum der Draconiden (Giacobiniden)
- ▶ 28.10. 3:14 MESZ Totale Mondfinsternis
- ▶ 4.11. 5:00 MEZ Venus bei Jupiter, 50' südlich

Sonne und Mond

Die Nächte werden nun deutlich länger – von 10 Stunden astronomischer Dunkelheit Anfang Oktober bis auf fast 13 Stunden Ende November. Die **Sonne** durchläuft die südlichen Bereiche des Tierkreises und wechselt dabei am 31.10. von der Jungfrau in die Waage; vom 23.11. bis 29.11. durchquert sie den nördlichen Zipfel des Skorpions, um danach in das »13. Tierkreissternbild« Schlangenträger einzutreten.

Der **Mond** steht nun abends noch südlicher als die Sonne, so dass sich keine guten Bedingungen für die Sichtung der jungen Mondsichel ergeben. Am 10.11. kommt es bei uns zu einem engen Vorübergang an der strahlenden Venus am Morgenhimmel, da zur Zeit der Bedeckung beide Gestirne bei uns leider noch unter dem Horizont stehen. Höhepunkt des Mondlaufes im Oktober und November ist die Totale Mondfinsternis in den Morgenstunden des 28.10. (siehe Thema).

Planeten

Merkur ist unsichtbar, seine Winkelabstände von der Sonne reichen trotz einer größten östlichen Elongation am 21.11. nicht für eine Sichtbarkeit in unseren Breiten aus.

Venus ist strahlender Morgenstern. Ihre Beobachtungszeit vom Aufgang bis zur hellen Dämmerung nimmt von vier Stun-

den Anfang Oktober auf zweieinhalb Stunden Ende November ab. Zwei sehr sehenswerte enge Passagen mit Regulus am 3.10. und Jupiter am 4.11. sollte kein Sternfreund verpassen. Bei der Konjunktion mit Jupiter trennen nur 30' beide Planeten, leider findet die engste Annäherung unbeobachtbar am Abend des 4.11. statt; am Morgen zuvor beträgt der Abstand etwa 50'. Regulus steht am Morgen des 3.10. nur 16' von der Venus entfernt, die engste Annäherung mit 10' kann gegen 12:00 MESZ am Taghimmel beobachtet werden.

Mars ist zunächst unsichtbar, taucht aber Ende November mit nur 1^m7 am Morgenhimmel auf und beginnt damit die Oppositionsperiode 2005. Bis zum Sommer 2005 wird es aber noch dauern, bis der Rote Planet auch teleskopisch ein interessantes Beobachtungsobjekt wird.

Jupiter taucht Mitte Oktober wieder am Morgenhimmel auf. Er steht dabei in der Nähe des derzeit sehr spannenden Doppelsterns γ Virginis. Ende November erfolgt sein Aufgang bereits um 2:50 MEZ.

Die Sichtbarkeit von **Saturn** ist zunächst auf die zweite Nachthälfte beschränkt, Ende November erfolgt der Aufgang aber schon gegen 19:45 MEZ, so dass der Ringplanet fast die ganze Nacht gesehen werden kann.

Uranus und **Neptun** sind noch am Abendhimmel sichtbar (Aufsuchkarte in interstellarum 35), **Pluto** ist bis ins Frühjahr 2005 nicht mehr zu sehen.

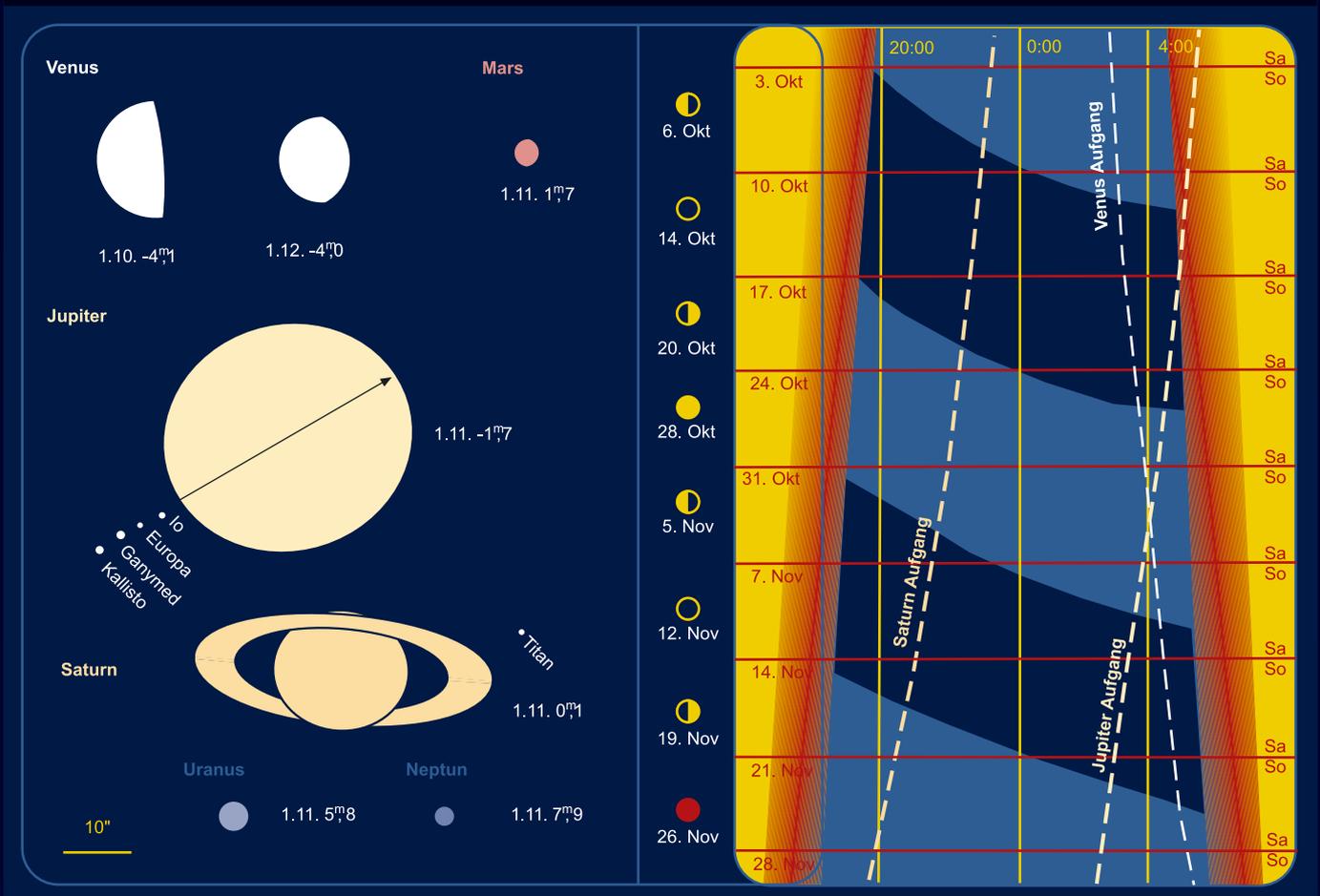


JÖRG REINHOLD



JÖRG REINHOLD

Planeten, Mondphasen und Dämmerungsdiagramm für Oktober/November 2004



Das Planetendiagramm zeigt die Planetenscheibchen zu den angegebenen Daten im gemeinsamen Maßstab. Norden ist oben, Osten links. Das Dämmerungsdiagramm zeigt die Dämmerungszeit (Verlauf) mit Nachtstunden und Aufgänge (weite Strichelung) und Untergänge (enge Strichelung) der großen Planeten, Zeiten in MEZ. Hellblaue Nachtmarkierung bedeutet Mondschein, dunkelblaue mondlose Zeit. Die roten Balken zeigen die Position der Wochenenden, die Leiste links dazu passend die Mondphasen.

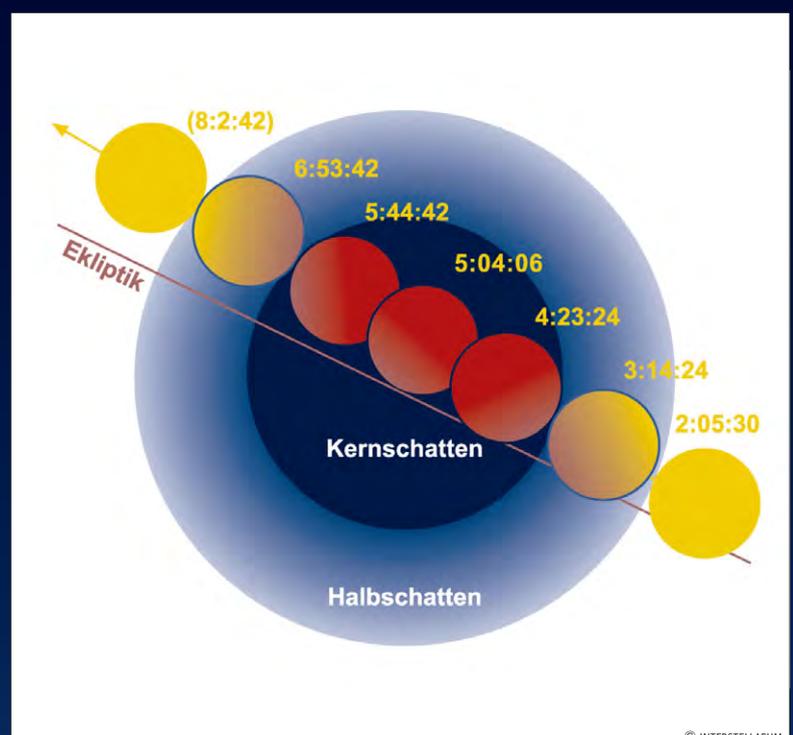
Thema: Die Mondfinsternis vom 28.10.2004

Am Morgen des 28.10. kommt es zu einer Totalen Mondfinsternis, die in Mitteleuropa nahezu vollständig beobachtet werden kann. Ab 3:14 MESZ tritt der Mond in den Kernschatten der Erde; die Mitte der Finsternis ist um 5:04 MESZ erreicht. Gegen 6:54 MESZ ist der Mond wieder aus dem Kernschatten ausgetreten, etwa eine Stunde später geht der Vollmond bereits unter.

Die Größe der Finsternis entspricht mit 1,313 etwa derjenigen vom 4.5. dieses Jahres, dabei zieht der Mond durch den nördlichen Bereich des Erdschattens. Während der Finsternis steht er im Sternbild Widder.

Ablauf für die Mitte Deutschlands

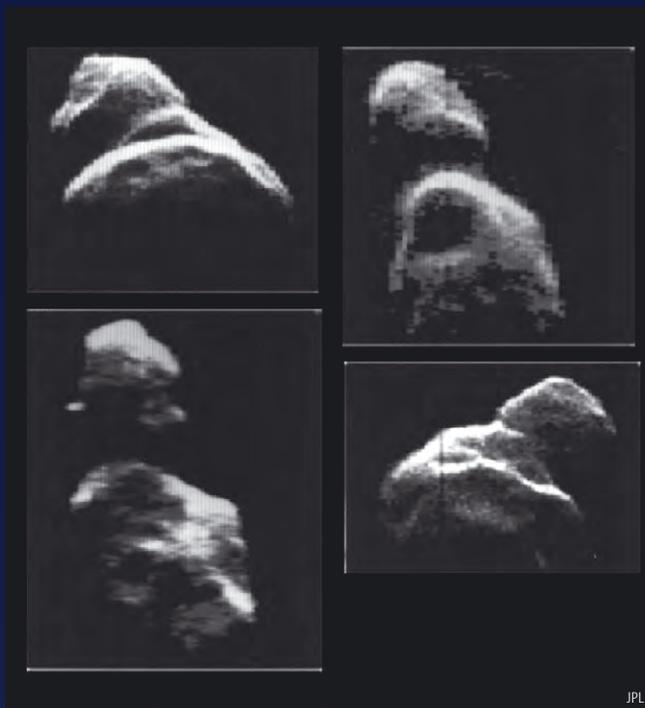
2:05,5 MESZ	Eintritt in den Halbschatten
3:14,4 MESZ	Eintritt in den Kernschatten
4:23,4 MESZ	Beginn der totalen Phase
5:04,1 MESZ	Mitte der Finsternis
5:44,7 MESZ	Ende der totalen Phase
6:53,7 MESZ	Austritt aus dem Kernschatten
8:02,7 MESZ	Austritt aus dem Halbschatten
8:03,0 MESZ	Sonnenaufgang
8:18,0 MESZ	Monduntergang



In letzter Sekunde: Toutatis rast an der Erde vorbei

In nur vierfacher Mondentfernung kommt der Erde am 29.9.2004 der Kleinplanet 4179 Toutatis nahe. Dabei wird er vom 23. bis 25.9. mit Erscheinen dieses Heftes auch am mitteleuropäischen Abendhimmel als 10^m-»Stern« zu sehen sein. Die Besonderheit dabei ist: Toutatis rast mit einer Geschwindigkeit von bis zu 30° pro Tag oder 1,25' pro Minute über den Himmel. Damit ergibt sich für Amateurastronomen die seltene Gelegenheit, kosmische Bewegungen direkt am Okular mitzerleben.

Toutatis wurde 1989 entdeckt und nach dem aus den Asterix-Comics bekannten gallischen Gott Teutates benannt. Seither kam es zu einer Reihe von nahen Vorübergängen an der Erde, wobei die bevorstehende Passage die bisher engste ist. Von Toutatis wurden 1992 per Radar hochauflösende Bilder gewonnen (siehe Abbildung), die ein länglich-kartoffelähnliches Objekt mit den Ausmaßen 4,6km×2,4km×1,9km zeigen. Der Asteroid rotiert um die lange Achse mit einer Periode von 5,41 Tagen.



Meteorströme

Die Mondphasen meinen es diesen Herbst besonders gut mit den Meteorbeobachtern. Die meisten Maxima der Ströme im Oktober und November werden durch den hellen Mond kaum gestört.

Die **Draconiden** sind ein Strom mit variablen Meteorzahlen. In schwachen Jahren beträgt die stündliche Anzahl sichtbarer Meteore etwa 20, dies wurde aber 1933, 1946 und zuletzt 1998 weit übertroffen. Im letztgenannten Jahr erreichte die Anzahl fast 700! Damals stand der Ursprungskomet des Stromes, 21P/Giacobini-Zinner (deshalb wird dieser Strom in der Literatur manchmal auch »Giacobiniden« genannt), in Sonnennähe. Das nächste Mal wird dies Mitte 2005 passieren, so dass man im nächsten Jahr evtl. wieder auf hohe Raten gespannt sein kann. Trotzdem ist dieser Strom auch immer für Überraschungen gut. So wurde 1999 ein unerwarteter Ausbruch der

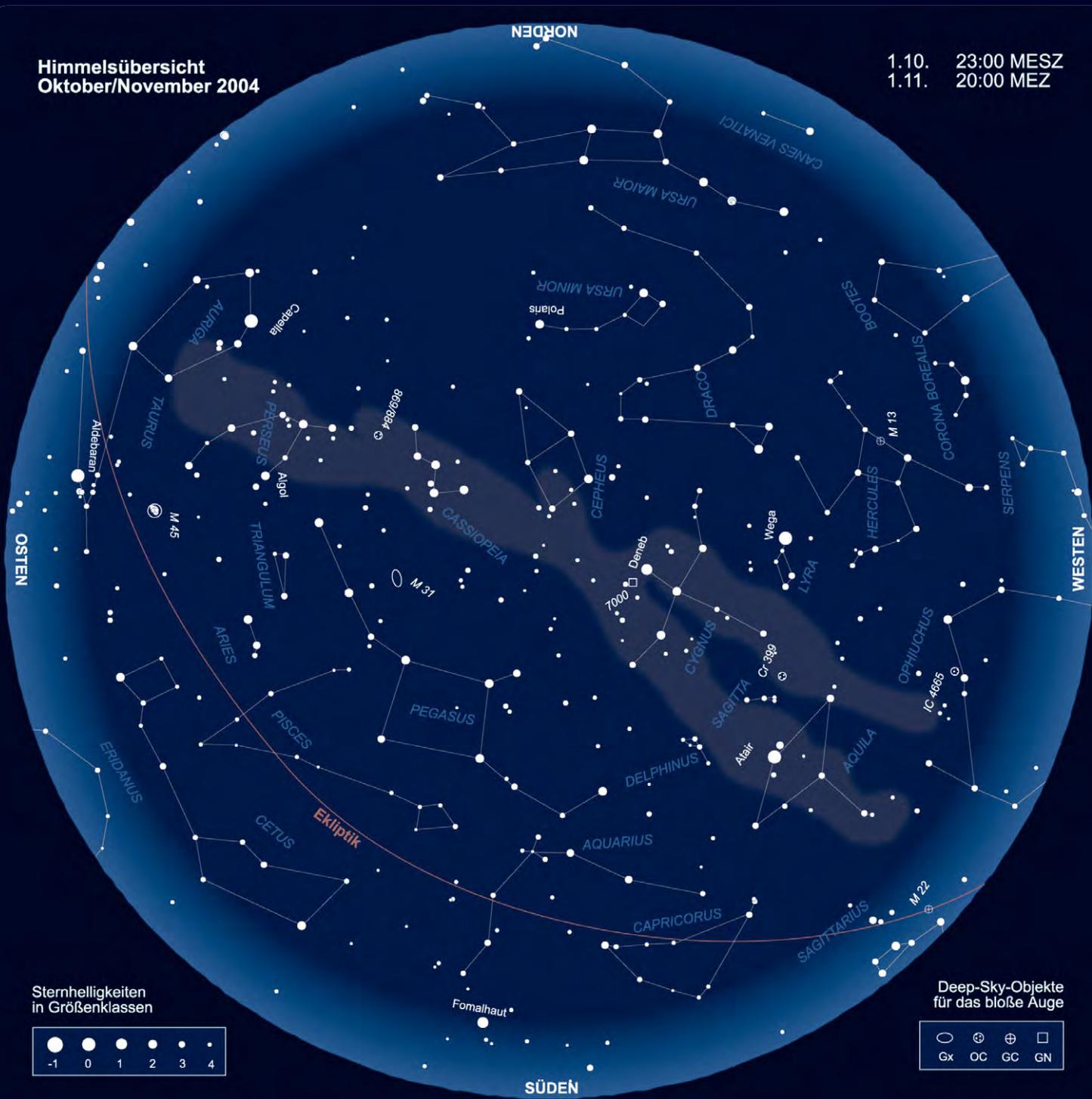
Draconiden sowohl visuell als auch im Radiobereich beobachtet. Rechnet man den Eintrittszeitpunkt der beiden Maxima von 1998 und 1999 auf das Jahr 2004 um, dann könnte das erste Maximum am 8. Oktober um 4:10 MESZ und das zweite zwischen 17:40 und 20:50 MESZ auftreten. Der Radiant dieses Stromes ist

zirkumpolar und steht am Morgen des 8. Oktober knapp 20° über dem Nordhorizont, so dass bei einem möglicherweise stattfindenden Ausbruch nur 30% der auftretenden Meteore zu sehen sein werden. Beim zweiten Zeitpunkt steht zwar der Radiant sehr hoch über dem Westhorizont, allerdings wird man nur zum

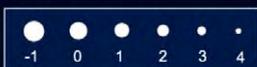
Strom	Aktivität	Maximum	Radiant	ZHR	max. sichtbar
Delta-Aurigiden (DAU)	5.9.–10.10.	9.9.	04 ^h 00 ^{min} , +47°	6	5
Draconiden (GIA)	6.10.–10.10.	8.10.	17 ^h 28 ^{min} , +54°	variabel	variabel
Epsilon-Geminiden (EGE)	14.10.–27.10.	18.10.	06 ^h 48 ^{min} , +27°	2	2
Orioniden (ORI)	2.10.–7.11.	21.10.	06 ^h 20 ^{min} , +16°	23	19
Südl. Tauriden (STA)	1.10.–25.11.	5.11.	03 ^h 28 ^{min} , +13°	5	4
Nördl. Tauriden (NTA)	1.10.–25.11.	12.11.	03 ^h 52 ^{min} , +22°	5	4
Leoniden (LEO)	14.11.–21.11.	17.11.	10 ^h 12 ^{min} , -22°	10–50	8–40
Alpha-Monocerotiden (AMO)	15.11.–25.11.	21.11.	07 ^h 48 ^{min} , +01°	variabel	variabel
Chi-Orioniden (XOR)	26.11.–15.12.	1.12.	05 ^h 28 ^{min} , +23°	3	3
Monocerotiden (MON)	27.11.–17.12.	8.12.	06 ^h 40 ^{min} , +08°	3	2

Himmelsübersicht
Oktober/November 2004

1.10. 23:00 MESZ
1.11. 20:00 MEZ



Sternhelligkeiten
in Größenklassen

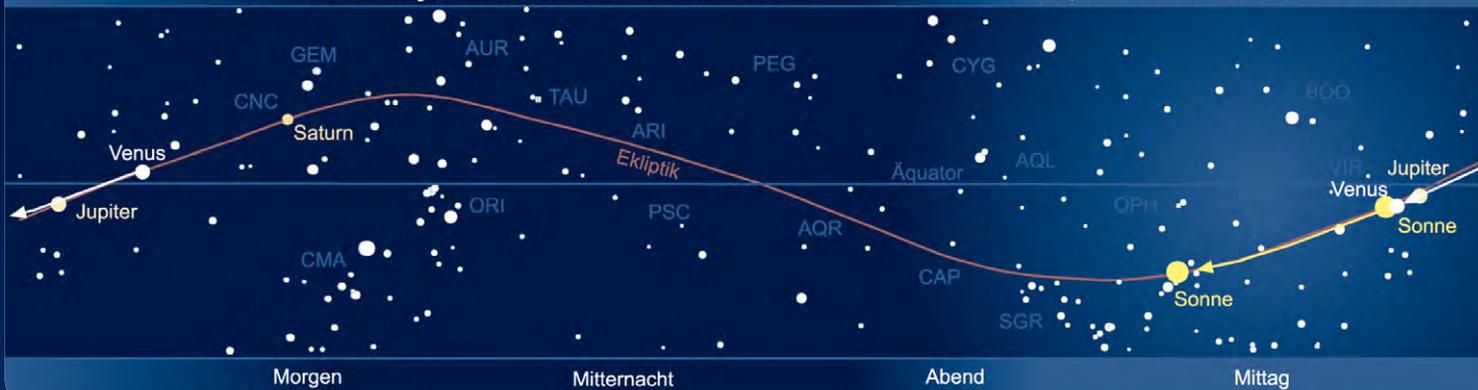


Deep-Sky-Objekte
für das bloße Auge



Das Sonnensystem Oktober/November 2004

Planetenpositionen 1.10.2004 bis 30.11.2004



Ende des angegebenen Zeitraumes in der Abenddämmerung beobachten können. Charakteristisch für die Draconiden sind scheinbar sehr langsame Meteore, die bei einem tiefen Stand des Radianten bedingt durch perspektivische Effekte noch langsamer wirken.

Ein sehr aktiver und stabiler Meteorstrom sind die **Orioniden** mit ihrem Maximum am 21. Oktober. Die stündliche Anzahl der Meteore im Maximum variierte im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte zwischen 14 und 31. Neben dem Hauptmaximum wurde 1993 und 1998 auch ein Nebenmaximum in der Nacht vom 17./18. Oktober beobachtet – man sollte daher auch schon um das eigentliche Maximum herum aufmerksam die

Aktivität beobachten. In diesen Zeitraum fällt auch das Maximum der Epsilon-Geminiden – allerdings ist deren Aktivität vernachlässigbar gering.

Der **Tauridenkomplex** hat kein ausgeprägtes Maximum, ist aber bekannt dafür, dass hin und wieder helle Feuerkugeln auftreten. Im Jahr 2005 wird nach Berechnungen von David Asher vom Armagh Observatorium erwartet, dass die Erde durch einen dichteren Teil des Stromkomplexes fliegt. Allerdings sind die Berechnungen etwas unsicher, so dass auch durchaus in diesem Jahr höhere Raten auftreten könnten.

Die Aktivität der **Leoniden** sinkt weiterhin – die stündliche Rate beträgt aber immer noch mehr als 50 Meteore pro

Stunde – damit gehören sie immer noch zu den aktivsten Strömen im Jahresverlauf. Das Maximum am Vormittag des 17. November ist allerdings in Mitteleuropa nicht beobachtbar.

Die **Alpha-Monocerotiden** sind ebenfalls ein Strom, der für Überraschungen gut ist. Normalerweise beträgt die stündliche Anzahl der Meteore etwa 5, aber 1995 stieg der Wert für fünf Minuten bis auf 420 – der gesamte Ausbruch dauerte aber nur 30 Minuten an. In diesem Jahr liegt allerdings der Zeitpunkt des Maximums wie bereits bei den Leoniden am Vormittag und ist daher in europäischen Gefilden unbeobachtbar.

Kosmische Begegnungen

Im November kommt es an einem Tag gleich zu zwei streifenden Sternbedeckungen, die in Deutschland beobachtet werden können. Am Morgen des 23. November können Beobachter auf einer Linie von Pforzheim über Nördlingen nach Deggendorf dieses Ereignis beobachten – südlich davon wird der Stern 77 Psc nicht bedeckt. Am Abend desselben Tages können Beobachter auf der Linie Trier-Bonn-Minden-Kiel die streifende Sternbedeckung des Sternes HIP 7819 sehen, östlich davon findet keine Bedeckung statt.

Datum	bedecktes Objekt	Helligkeit	bedeckendes Objekt	Helligkeit	Eintritt/Austritt	Bemerkung
2.10.	54 Ari	6 ^m 2	Mond	–	–/01:14,9+ MESZ	
	32 Tau	5 ^m 6	Mond	–	23:16,1 MESZ/00:09,3+ MESZ	
4.10.	NSV 02426	5 ^m 8	Mond	–	–/22:05,9 MESZ+	Austritt bei Mondaufgang
5.10.	136 Tau	4 ^m 6	Mond	–	05:23,8 MESZ/06:30,4+ MESZ	
8.10.	CX Cnc	6 ^m 1	Mond	–	02:48,5 MESZ/03:43,5+ MESZ	
	ψ ₁ Cnc	5 ^m 7	Mond	–	04:16,6 MESZ/05:12,3+ MESZ	
	ψ ₂ Cnc	6 ^m 4	Mond	–	05:14,6 MESZ/05:49,6+ MESZ	
9.10.	TYC 2950-01251-1	9 ^m 11	(746) Marlu	16 ^m 18	00:55,5 MESZ/5,8s Dauer	Abfall 7 ^m 1
20.10.	59 Sgr	4 ^m 5	Mond	–	22:19,4+ MESZ/–	Eintritt bei Mondaufgang dicht über dem Horizont
21.10.	HIP 103071	6 ^m 4	Mond	–	18:57,5 MESZ+/-	
29.10.	ρ Ari	5 ^m 6	Mond	–	04:38,9 MESZ/05:32,4 MESZ	Vollmond
1.11.	NSV 02426	5 ^m 8	Mond	–	06:25,2 MEZ/07:00,9+ MEZ	in der Dämmerung
2.11.	47 Gem	5 ^m 8	Mond	–	–/23:17,0+ MEZ	
3.11.	ω Cnc	5 ^m 9	Mond	–	–/22:01,6+ MEZ	
	ω ₂ Cnc	6 ^m 3	Mond	–	–/22:22,1+ MEZ	
18.11.	HIP 107238	6 ^m 2	Mond	–	22:22,1+ MEZ/–	Eintritt bei Monduntergang dicht über dem Horizont
20.11.	ψ ₃ Aqr	5 ^m 0	Mond	–	16:54,3 MEZ+/17:45,3 MEZ	Eintritt in der Dämmerung
23.11.	77 Psc	6 ^m 4	Mond	–	02:08,9 MEZ+/02:22,5 MEZ	streifend, südliche Grenzlinie Pforzheim-Nördlingen-Deggendorf
	80 Psc	5 ^m 5	Mond	–	03:42,1 MEZ+/-	
	HIP 7819	6 ^m 3	Mond	–	18:10,9 MEZ+/18:15,2 MEZ	streifend, südliche Grenzlinie Trier-Bonn-Minden-Kiel
24.11.	29 Ari	6 ^m 0	Mond	–	–/22:01,9 MEZ	
28.11.	NSV 16751	6 ^m 0	Mond	–	22:32,3 MEZ/23:31,3+ MEZ	
	HIP 30327	8 ^m 4	(238) Hypatia	12 ^m 43	23:40,5 MEZ/16,5s Dauer	Abfall 4 ^m 1
30.11.	47 Gem	5 ^m 8	Mond	–	07:56,4 MEZ/–	

(Zeitangaben mit »+«: Ein- bzw. Austritt auf der unbeleuchteten Seite des Mondes)

Astronomie mit dem bloßen Auge

Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Hell.	Größe
M 34	OC	Per	2 ^h 42,0 ^{min}	+42° 47'	5 ^m 2	35'

Der helle Sternhaufen M 34 im Sternbild Perseus zählt sicherlich zu den einfacheren, aber trotzdem kaum bekannten Objekten für das bloße Auge. Das Problem: Viele andere Objekte in der Region stehlen ihm die Schau. Mit der Alpha Persei-Assoziation (Melotte 20) und dem Doppelsternhaufen im Perseus (NGC 869/884) im Norden, NGC 752 und dem Andromedanebel (M 31) im Westen, sowie dem wohl auffälligsten Sternhaufen M 45 im Süden, ist das Umfeld überreich mit hellen Objekten für das bloße Auge beschenkt. Doch M 34 führt sein Schattendasein zu Unrecht.

Die Historie des Haufens beginnt mit Entdeckung durch Charles Messier, der M 34 am 25. August des Jahres 1764 fand. Allerdings könnte es sich dabei um eine unabhängige Wiederentdeckung gehandelt haben, denn bereits in der Mitte des 17. Jahrhunderts erstellten Liste von Hodierna, findet sich ein Objekt, das möglicherweise mit M 34 identisch ist. Seither haben unzählige Beobachter den Haufen

beschrieben, und nicht selten auch auf seine Sichtbarkeit mit bloßem Auge hingewiesen.

Das Aufsuchen gestaltet sich besonders einfach. Der Sternhaufen findet sich etwas nördlich der Verbindungslinie zwischen Algol (β Persei) und dem gelblichen γ Andromedae. Aufgrund der enormen Kulminationshöhe in Mitteleuropa ist auf jeden Fall eine bequeme Beobachtungsposition empfehlenswert. Zur eigentlichen Sichtbarkeit ist sicherlich kein Hochgebirgshimmel notwendig. Ein erster Versuch unter gutem Landhimmel kann schon zum Erfolg führen und zeigt den Haufen als schwachen, ovalen Nebelfleck. Mit etwas Übung lässt sich die benötigte Grenzgröße noch deutlich senken. Die Komponenten zum Erfolg sind genaue Kenntnis seiner Position und Erscheinung, sowie ein transparenter Himmel.

Der hellste Stern im Bereich des Haufens ist BD+41°521, der mit einer Hellig-

keit von 7^m3 unter außerordentlich guten Bedingungen sogar noch mit bloßem Auge erreichbar wäre. Praktisch steht dem vor allem die hohe Sterndichte im Bereich von M 34 sowie das damit verbundene begrenzte Auflösungsvermögen des menschlichen Auges im Wege, welches die Einzelsterne unweigerlich zu einem Nebel verschmelzen lässt. Zudem handelt es sich bei dem beschriebenen Stern um kein echtes Mitglied des Haufens, wie der Vergleich seiner Eigenbewegung mit anderen Haufensternen erkennen lässt. So reiht sich M 34 in die lange Liste heller Sternhaufen ein, die zwar freisichtig erreichbar, nicht jedoch auflösbar sind. Gut 1400 Jahre reicht unser Blick bei Betrachtung des Haufens in die Vergangenheit – eine erstaunliche Zeit, aber doch im Vergleich zu anderen Objekten nur ein kosmischer Katzenprung.

Matthias Juchert

Astronomie mit dem Fernglas

Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Hell.	Größe
NGC 752	OC	And	1 ^h 57,7 ^{min}	37° 47'	5 ^m 7	50'

Wenn wir Amateurastronomen an das Sternbild Andromeda denken, fällt uns als erstes der berühmte Andromedanebel, M 31, ein. Das nächste ist dann vielleicht der Planetarische Nebel NGC 7662 oder die Galaxien NGC 7640 oder NGC 891. Weniger bekannt ist, dass es hier auch einen wunderbaren Offenen Sternhaufen zu finden gibt, der im NGC

unter der Nummer 752 gelistet wird. Beim Studieren der Daten des Objektes merkt man schnell, dass es mit 5^m7 Helligkeit und 50' Durchmesser auch ein durchaus geeignetes Ziel für unser Fernglas abgeben sollte.

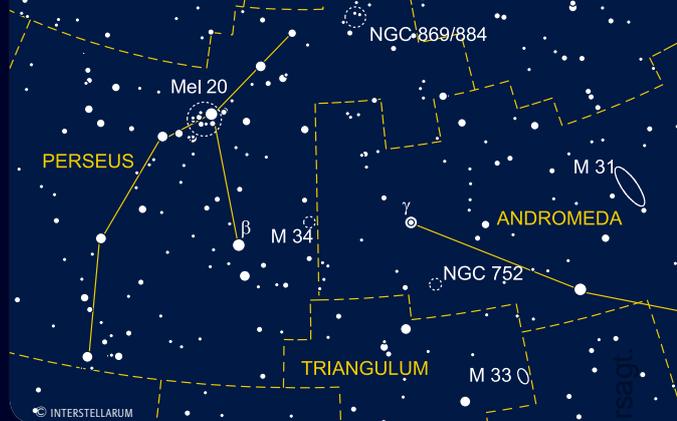
Das Auffinden gestaltet sich, wie meistens mit dem großen Blickfeld des Feldstechers, ziemlich einfach. Von β Trianguli schwenken wir das Glas etwa 3½° nach Nordwesten. Noch ehe wir auf den Doppelstern 56 And stoßen, fällt schon ein unregelmäßiger, nebliger Fleck auf. Auf diesen gilt es, sich zu konzentrieren. Hält man die Optik sehr ruhig oder fixiert sie auf einem Stativ, lassen sich leicht einige Sterne auflösen, denn die hellsten unter ihnen besitzen etwa 9. Größenklasse. Im

8×32-Fernglas sind dies nur ein halbes Dutzend, während ein nebliger, fein gesprenkelter Hintergrund bleibt.

Wenn der Anblick in kleinen Geräten schon eine gewisse Faszination birgt, verspricht dies für größere Ferngläser einen noch besseren Eindruck. Ein optimaler Anblick, besser noch als im Teleskop, bietet sich im Großfeldstecher, der über 50 Einzelsterne auflösen kann. Auf einer Fernglastour durch den herbstlichen Sternhimmel ist NGC 752 damit wirklich ein Muss.

◀ NGC 752 gezeichnet am 8×32-Fernglas.

Rainer Töpler



Veränderlicher aktuell

Name	Typ	R.A.	Dekl.	Hell.	Periode
β Lyr	Vr	18 ^h 50,1 ^{min}	33° 21'	3 ^m 3–4 ^m 3	12,94 Tage

Möchte man auf einer Urlaubsreise das hoffentlich garantiert gute Wetter zu astronomischen Beobachtungen nutzen, will sich aber nicht mit optischen Hilfsmitteln belasten, dann bietet sich die Beobachtung des berühmten Veränderlichen β Lyrae an. Ein oder zwei Beobachtungen pro Abend, einige Wochen konsequent verfolgt, lassen den charakteristischen Lichtwechsel dieses Namensgebers einer ganzen Veränderlichenklasse deutlich hervortreten: Meist scheint die Helligkeit nur unwesentlich zu schwanken, aber alle 13 Tage ist der Stern deutlich schwächer.

An β Lyrae lassen sich die Probleme des Studiums von Veränderlichen schön demonstrieren. Der Stern ist mit dem bloßen Auge beobachtbar, deswegen schon lange bekannt, und Dank seiner Helligkeit können auch neue Techniken problemlos angewandt werden, zum Beispiel wenn neue Spektralbereiche für die Beobachtung erschlossen werden.

Die visuelle Beobachtungsgeschichte ist eine der längsten für einen Veränderlichen überhaupt: Minima werden seit 1784 beobachtet (John Goodricke), seit 1840, als Joseph Baxendell mit seiner 37 Jahre langen Beobachtungskampagne begann, gibt es keine längeren Beobachtungslücken mehr. Auch die für Doppelsterne wichtigen Radialgeschwindigkeitsmessungen reichen weiter in die Vergangenheit zurück als für die meisten anderen Systeme: Messungen an β Lyrae werden seit 1893 durchgeführt. Beobachtet wurde unser Stern von den größten und bekanntesten Teleskopen sowohl auf der Erde als auch im All (HST, Voyager, die Shuttle-basierte Astro-2-Mission)

Anhand der unzähligen beobachteten Minima konnte eine erstaunlich deutliche und stetige Periodenzunahme von 19 Sekunden pro Jahr bestimmt werden. Der Wert mag klein erscheinen, summiert sich aber im Lauf der Jahre: Zur Zeit der Beobachtungen von John Goodricke (1784) betrug die Periode des Lichtwechsels 12,89 Tage, 200 Jahre später war die Periode schon auf 12,94 Tage angewachsen.

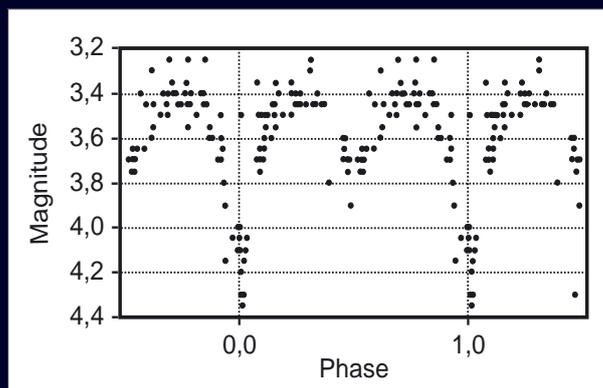
Der Text im berühmten Burnham's Celestial Handbook zum Stern mag veraltet

sein, aber eine Bemerkung ist aktueller denn je, nämlich dass es sich bei β Lyrae um einen der frustrierendsten, interessantesten Sterne überhaupt handelt. Über zwei Jahrhunderte Beobachtungen und Rechnungen haben noch immer nicht zu einem allgemein aner-

kannten Modell geführt. Favorisiert wird gegenwärtig die Vorstellung, dass ein B7II-Stern mit einigen Sonnenmassen Materie an einen frühen B-Stern mit 12 bis 15 Sonnenmassen verliert, der nicht direkt nachgewiesen werden kann, da er vollständig hinter einer Akkretionsscheibe, Jets, die senkrecht zur Bahnebene ausgestoßen werden, und einem Streuhalo über den Polen verborgen ist. Man geht aber davon aus, dass es sich um einen Hauptreihenstern handelt. Die Massenübertragung vom sichtbaren leichteren Begleiter zum massereicheren unsichtbaren Hauptstern ist Ursache der stetigen Periodenänderung. Das Hauptproblem der Beobachtung dieses Sterns liegt darin, dass man immer die Summe der Strahlung aus Begleitstern, Akkretionsscheibe, Jets und Halo sieht, den Hauptstern aber nicht nachweisen kann. Und die Spektren der sichtbaren Komponenten (Begleiter, Akkretionsscheibe, Jets, Halo) sind sehr kompliziert.

Weitere sogar visuelle Beobachtungen gelten auch heute noch als wertvoll, denn langjährige Beobachtungsreihen sind auch bei häufig beobachteten Sternen immer für eine Überraschung gut: So ist man erst vor einigen Jahren einer erstaunlich deutlichen und in verschiedenen Datensets nachweisbaren Periodizität von 283 Tagen bei β Lyrae auf die Spur gekommen.

Nichts geht über die eigene Erfahrung. Sind nach der Anregung am Anfang dieses Beitrages genügend Beobachtungen zusammengekommen, indem man zum Beispiel γ Lyrae als Vergleichssterne nutzt, kann man bei mindestens 40 vorhandenen Werten eine kleine »Schnellanalyse« machen. Das geschieht in zwei Schritten:



Visuelle Schätzungen von β Lyrae aus vier Sommern, reduziert und dargestellt mit der freien Software PerSea (Ausschnitt).

Zunächst werden alle Beobachtungen in eine fortlaufende Datumszählung gebracht, entweder indem man das Julianische Datum benutzt, oder die erste Beobachtung als Beobachtung am Tag 0 bezeichnet und entsprechend weiter zählt. Am Schluss des ersten Schrittes ist eine Liste entstanden, die drei Spalten enthält: Das Datum, die Helligkeit, und eine Abschätzung der Genauigkeit. Diese Liste wird als Datei abgespeichert. Für den zweiten Schritt holt man sich die freie Software PerSea und lädt die im ersten Schritt erstellte Datei. Schon die Voreinstellung der Software ermittelt problemlos die korrekte Periode und zeigt sofort alle Beobachtungen auf einen gemeinsamen Zeitraum reduziert an (Abb. 1).

Béla Hassforther

- [1] Burnham, R. Jun.: Burnham's Celestial Handbook, Vol. 2, Dover Publications (1978)
- [2] Harmanec, P.: The ever challenging emission-line binary beta Lyrae, Astron. Nachr. 323, 87 (2002)
- [3] Linnell, A. P.: Progress on a model for beta Lyrae, MNRAS 319, 255 (2000)
- [4] Wilson, R. E., van Hamme, W.: Periodicities and regulatory mechanisms in beta Lyrae, MNRAS 303, 736 (1999)

☞ SURFTIPPS |

Gracjan Maciejewski • www.astr.uni.torun.pl/~gm/

Dan Bruton, Watching Beta Lyrae Evolve • www.physics.sfasu.edu/astro/betalyra/

Jennifer Hoffmann, Beta Lyrae • www.grammai.org/jhoffman/betlyr/

Ods Objekte der Saison

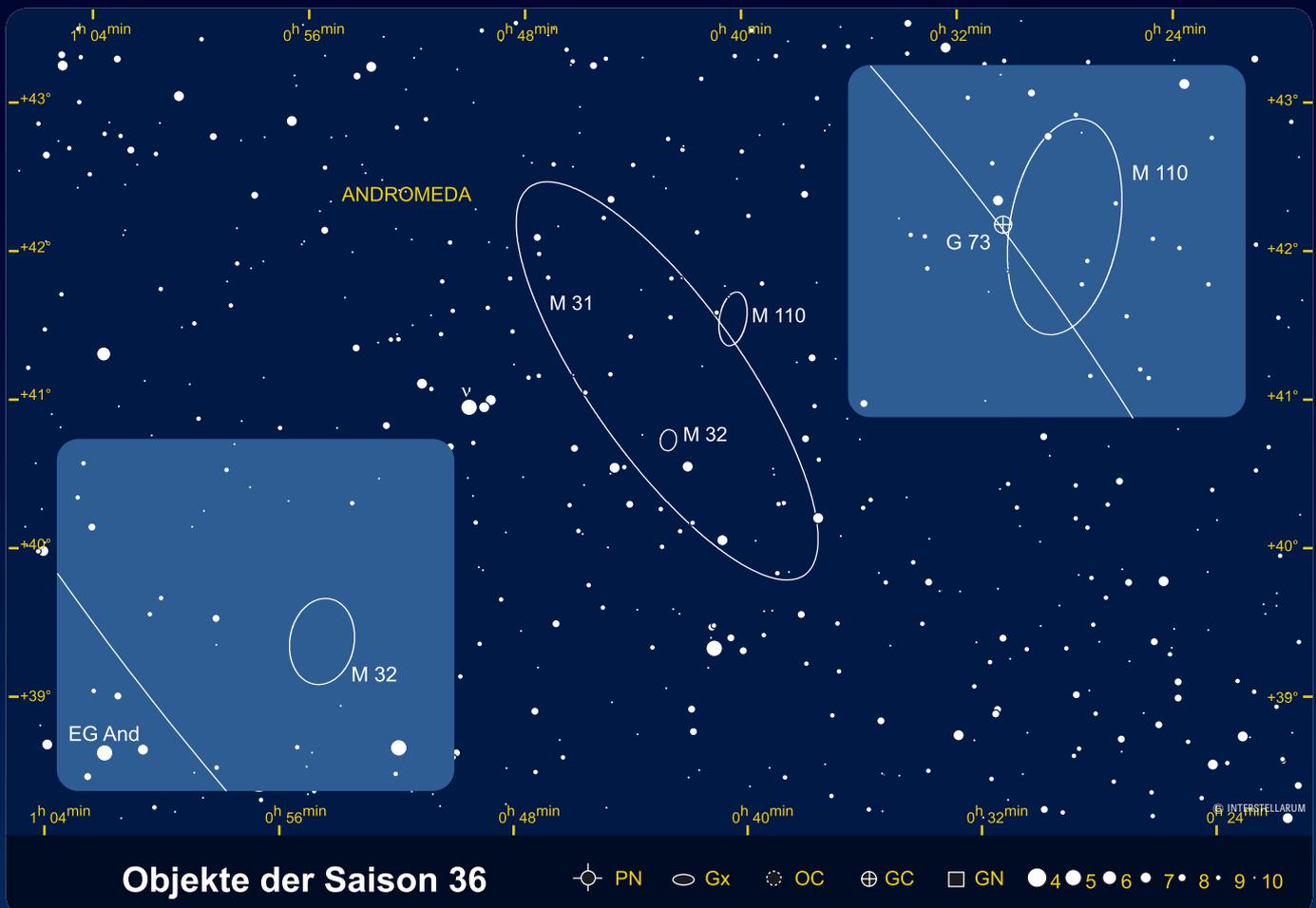


is-MITARBEIT

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 zwei Objekte vorgestellt, die jeweils ein Jahr zuvor für die Beobachtung bekannt gegeben werden. Senden Sie uns Ihre Ergebnisse – wir veröffentlichen alle Beschreibungen und eine Auswahl der Bildresultate. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.interstellarum.de/ods.asp – bitte beachten Sie die Termine für den Einsendeschluss!

Die Objekte der Saison der nächsten 6 Ausgaben

Ausgabe	Name	Typ	Sternbild	R.A.	Dekl.	Uran.
Nr. 37 Dez./Jan. 2005	NGC 1499	GN	Per	04 ^h 00,7 ^{min}	+36° 37'	95
	NGC 1528	OC	Per	04 ^h 15,2 ^{min}	+51° 13'	39
Nr. 38 Feb./Mär. 2005	M 50	OC	Mon	07 ^h 02,8 ^{min}	+08° 23'	273
	NGC 2359	GN	CMa	07 ^h 18,5 ^{min}	-13° 14'	274
Nr. 39 Apr./Mai 2005	NGC 4565	Gx	Com	12 ^h 36,3 ^{min}	+25° 59'	149
	NGC 4559	Gx	Com	12 ^h 36,0 ^{min}	+27° 58'	149
Nr. 40 Jun./Jul. 2005	M 102	Gx	Dra	15 ^h 06,5 ^{min}	+55° 46'	50
	NGC 5907	Gx	Dra	15 ^h 15,9 ^{min}	+56° 20'	50
Nr. 41 Aug./Sep. 2005	NGC 6818	PN	Sgr	19 ^h 44,0 ^{min}	-14° 09'	297
	NGC 6822	Gx	Sgr	19 ^h 44,9 ^{min}	-14° 48'	297
Nr. 42 Okt./Nov. 2005	IC 5146	GN	Cyg	21 ^h 54,3 ^{min}	-67° 20'	86
	M 39	OC	Cyg	21 ^h 32,2 ^{min}	+48° 26'	86



M 32 und M 110

M32 und M 110 sind die bekannten elliptischen Begleiter des Andromedanebels. Das ca. 2,5 Mio. Lichtjahre entfernte, zur Lokalen Gruppe gehörende Trio trägt auch die Bezeichnung Holmberg 17.

M 32 wurde am 29.10.1749 von Le Gentil entdeckt. Messier hat das Objekt 1757 beobachtet und es in seinen ersten Katalog eingetragen. Selbst mit dem 72-Zöller von Lord Rosse konnte M 32 – im Unterschied zu einem (ebenfalls sphärisch geformten) Kugelsternhaufen – nicht aufgelöst werden. Das erste Foto gelang Andrew Ainslie Common 1884 mit einem 36"-Newton. Isaac Roberts folgte 1887 und 1888 (Abb. 3). Sichtbar ist ein kompaktes, nahezu rundes Objekt, das auf langbelichteten Aufnahmen einen »ausgebrannten« Fleck erzeugt [1]. Bei Bessel (1828) ist es gar als Stern verzeichnet.

Es war Walter Baade, der die M 31-Begleiter erstmals eingehender untersuchte [2]. Dazu nutzte er den 100"-Reflektor am Mt. Wilson. Sehr vorteilhaft war, dass Los Angeles zu dieser Zeit wegen des Krieges abgedunkelt wurde. Außerdem war Baade nahezu allein: Seine amerikanischen Kollegen arbeiteten für das Militär und er war als Deutscher auf dem Berg »interniert«. Auf Baades Aufnahme vom 25.8.1943 waren erstmals Einzelsterne im Randbereich zu sehen. Er fand vorwiegend alte (rote) Sterne der Population II. Die chemische Zusammensetzung unterscheidet sich aber insgesamt deutlich von der der Kugelsternhaufen.

Für eine elliptische Zwerggalaxie ist die Flächenhelligkeit ungewöhnlich hoch, daher auch der Typ cE2 (c = compact). Vermutlich handelt es sich um den Kern einer größeren Galaxie, deren äußere Teile von M 31 gravitativ aufgesogen wurden. In der Tat gibt es einen schwachen, gekrümmten Ausläufer (»plume«), den Arp als erster beschrieben hat (M 32 = Arp 168). Im Gegenzug beeinflusst M 32 die Spiralstruktur von M 31. Da die interstellare Materie in M 32 verbraucht ist bzw. sich verflüchtigt hat, findet Sternentstehung praktisch kaum mehr statt. M 32 enthält Planetarische Nebel (10 Objekte wurden 1974 gefunden [4]) und gelegentlich flammt eine Nova auf; das letzte derartige Ereignis war 1998. Nach Kugelsternhaufen sucht man dagegen vergebens. In M 32 wurde ein Schwarzes Loch von 2,5 Mio. Sonnenmassen im Zentrum nachgewiesen [3], das für die hohen Geschwindigkeiten im Kernbereich verantwortlich ist.

Interessant ist die Frage, ob sich M 32 vor oder hinter dem Andromedanebel befindet. Da innerhalb der Lokalen Gruppe die Bewegungen der Galaxien zueinander gegenüber der durch die Expansion des Universums verursachten Bewegung dominieren, kann das Hubble-Gesetz nicht angewendet werden. Außerdem steht M 32 relativ zum Zentrum der Milchstraße praktisch still. Da sich in den Sternspektren von M 32 jedoch keine durch Materie in M 31 verursachte Absorption zeigt, steht der Begleiter vermutlich vor dem Andromedanebel.

M 110 ist auch bekannt als NGC 205. Das Objekt findet sich nicht im Messier-Katalog von 1781, der nur 103 Einträge zählt. Es wurde erst 1967 von Kenneth Glyn Jones hinzugefügt [5]. Grund ist Messiers Schrift von 1798 [6], in der er seine Beobachtung vom

Abb. 3: Als Isaac Roberts diese Aufnahme am 29.12.1888 mit seinem 20"-Cas-segrain bei vierstündiger Belichtung gelang, war sie als eine der ersten tiefen Fotografien eine Sensation. ▶



Abb. 1: M 32 in Einzelsterne aufzulösen gelingt dem Hubble Space Telescope müheelos. Dennoch ist der Kernbereich der Galaxie überbelichtet.



Abb. 2: M 110 mit den Randbereichen von M 31 zeigt das Foto des französisch-kanadischen Teleskops auf Hawaii. M 110 zeigt deutliche Dunkelstrukturen nahe des Kerns. J.-C. Cuillandre, CHFT.



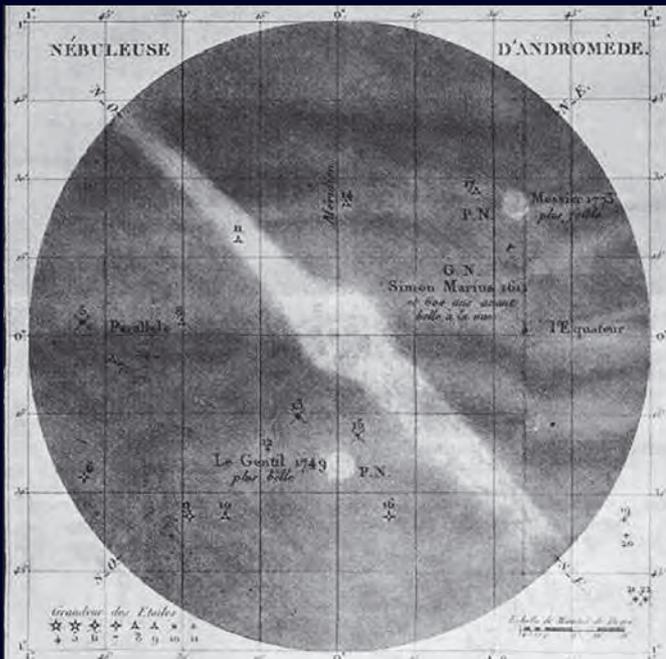


Abb. 4: Messiers Zeichnung des Andromedanebels nebst Begleitern wurde 1807 publiziert. Es ist die erste bildliche Darstellung des Galaxientrios



Abb. 5: Die Zeichnung von W. C. Bond stammt aus dem Jahr 1847 und zeigt M 32 und M 110 schemenhaft. Bond und seinen Zeitgenossen war noch nicht bewusst, dass es sich nicht um »Nebel«, sondern Galaxien handelte.

10.8.1773 beschreibt: »Ich sah einen neuen, schwächeren, nördlich des großen [M 31]. Es erschien mir seltsam, dass dieser schwache Nebel nicht bereits von mir oder anderen Astronomen entdeckt wurde [...], denn er befindet sich im selben Feld mit dem großen.« 1807 publiziert Messier eine Zeichnung (Abb. 4), auf der vermerkt ist: »Messier 1773, Petite Nébulouse, plus faible.« (kleiner Nebel, sehr schwach).

Der Grund, warum Messier dieses Objekt nicht in seinen Katalog aufgenommen hat, ist unbekannt. Unabhängig davon entdeckte Caroline Herschel den Nebel am 27.8.1783 und ihr Bruder Wilhelm nahm ihn in seinen ersten Katalog als H γ 18 auf [7]. Interessant ist seine Notiz vom 5.10.1784: »shew a faint red color«. Offenbar hat er als erster die von der dominierenden Population II stammende rötliche Farbe dieser elliptischen Galaxie wahrgenommen. 1847 wurde der Andromedanebel nebst Begleitern von William Cranch Bond mit dem neuen 15"-Merz-Refraktor am Harvard-Observatorium beobachtet und gezeichnet [8] (Abb. 5; eine Neuauflage lieferte 1874 Trouvelot mit dem selben Instrument). 1850 vermutete Lord Rosse eine Spiralform (»spiral-

ty suspected«) und 1876 kritisierte sein Sohn Lawrence, das Objekt sei auf Bonds Zeichnung »sharply too bright«.

Die wahren Verhältnisse zeigten sich erst auf Fotografien. Auf Aufnahmen aus dem Jahre 1917, die Curtis [1] mit dem 36"-Crossley-Reflektor des Lick Observatoriums (dies war das Teleskop, das Common für die Aufnahme von M 32 1884 verwendet hatte) erhalten hatte, erschienen erstmals die bekannten Absorptionsstrukturen. Diese sind für eine elliptische Galaxie eher selten [9]. Interessanterweise hielt Curtis deswegen das Objekt für einen Spiralnebel, ähnlich M 31.

Baade gelang auch die Auflösung von M 110 [2]. Das Objekt unterscheidet sich deutlich von M 32. Es ist stärker elliptisch, weniger konzentriert, und erinnert mehr an eine Zwerggalaxie, daher der Typ dE5 pec. Der Zusatz »peculiar« verweist auf die ungewöhnlichen Dunkelwolken. In M 110 ist noch genügend Gas und Staub für die Sternentstehung vorhanden. Ein Schwarzes Loch konnte nicht nachgewiesen werden. M 110 besitzt 12 Planetarische Nebel [4] und 8 Kugelsternhaufen [10]. Der hellste ist G 73 mit knapp 15^m.

Wolfgang Steinicke

- [1] Curtis, H.: Descriptions of 762 Nebulae and Clusters photographed with the Crossley Reflector, Ann. Lick Obs. 13, 9 (1918)
- [2] Baade, W.: The resolution of Messier 32, NGC 205, and the central region of the Andromeda nebula, Astrophys. J. 100, 137 (1944)
- [3] Tremaine, S. et al.: The Slope of the Black Hole Mass versus Velocity Dispersion Correlation, Astrophys. J. 574, 740 (2002)
- [4] Ford, H. C., Jenner, D. C., Epps, H. W.: Planetary Nebulae in Local-Group Galaxies, I. Identifications in NGC 185, NGC 205, and NGC 221, Astrophys. J. 183, L73 (1973)
- [5] Glyn Jones, K.: Some New Notes on Messier's Catalogue, Sky & Telescope 3/1967, 156
- [6] Messier, C.: Observations Astronomiques, 1770-1774, Connaissance des Temps pour 1801, Paris, 461 (1798)
- [7] Herschel, W.: Catalogue of one Thousand new Nebulae and Clusters of Stars, Phil. Trans. 6, 457 (1786)
- [8] Bond, W. C.: An Account of the Nebula in Andromeda, Trans. Am. Acad. Sci. Arts N.S. 3, 75 (1848)
- [9] Bertola, F.: What Shape are Elliptical Galaxies?, Sky & Telescope, 5/1981, 380
- [10] Hodge, P. W.: The Structure and Content of NGC 205, Astrophys. J. 182, 671 (1973)

Name	Typ	Klasse	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Entfernung	Uran
M 32 (NGC 221)	Gx	cE2	And	0 ^h 42 ^{min} 41,8 ^s	+40° 51' 57"	8 ^m ,1	8,5'×6,5'	6000 Lj	60
M 110 (NGC 205)	Gx	dE5 pec	And	0 ^h 40 ^{min} 22,1 ^s	+41° 41' 07"	7 ^m ,9	19,5'×11,5'	14000 Lj	60

Beobachtungen zu M 110

8×30-Fernglas: fst 6^m5; nicht gesehen. WOLFGANG VOLLMANN

8×32-Fernglas: fst 6^m0; stativgestützt als diffuser Fleck ohne bestimmte Form indirekt gut zu sehen. RAINER TÖPLER

63/840-Refraktor: fst 5^m5; M 110 erscheint auf den ersten Blick relativ schwach, aber deutlich. Die Galaxie hat eine geringe Flächenhelligkeit, und ist am besten mit indirekter Sicht und kleiner bis mittlerer Vergrößerung zu erkennen. Sie erscheint sehr groß und besitzt einen nur schwach ausgeprägten Kern. MATTHIAS JUCHERT

16×70-Fernglas: fst 6^m5; recht hell, große Ellipse, ca. 8'×4' Bogenminuten groß. Erscheint als ziemlich gleichförmig heller Nebel, nicht zentral verdichtet. WOLFGANG VOLLMANN

80/910-Refraktor: bei 28× alle drei Galaxien im Gesichtsfeld. M 110 wesentlich schwächer als M 32 aber etwa 3× so groß. Bei 50× und 130× kein Zentrum zu sehen, sondern nur ein diffuser Nebelfleck. Leicht ovale Form erkennbar schräg zu M 31 stehend. KLAUS LOWITZ

90/1000-Refraktor: fst 4^m5; nicht sicher gesehen; 33×, 55×. MANFRED HOLL

110/805-Newton: sehr groß, sehr hell, oval, diffus, verwaschen, zur Mitte hin etwas heller werdend aber kein deutliches Zentrum, nordwestlich von M 31.

CHRISTIAN SCHEINER

130/1040-Refraktor: fst 6^m5; sehr große elliptische Wolke, deutlich zentral verdichtet bis zu einer runden kleinen Kondensation, Durchmesser etwa 15' × 8' sichtbar (26×), länglich in PW 150°. WOLFGANG VOLLMANN

200/1200-Newton: fst 5^m8; direkt sichtbarer, ovaler, deutlich diffuser Nebel mit leicht hellerer Zentralregion. Südwestlich des Nebels befinden sich zwei etwa 11^m helle Vordergrundsterne; 136×. KLAUS WENZEL

200/1200-Newton: Bortle 4–5. Elongierte Galaxie mit hellem, großem Kern. Die zentrale Helligkeit ist etwas nordwestlich aus der Mitte verschoben. Südlich sieht sie breiter aus als nördlich; 200×. ANGELIKA GRUNER

200/1220-Newton: fst 6^m2; in direkter Nachbarschaft von M 31 sehr beeindruckend. Ziemlich hell, sehr groß, länglich elongiert, eher verhaltene, zentrale Aufhellung. MATTHIAS JUCHERT

200/2000-SCT: Eine sehr große, sehr diffuse Galaxie, die aber ohne Probleme direkt sichtbar ist. Die Gesamtform ist oval ebenso der hellere Zentralbereich, der nur wenig konzentriert erscheint; 57×, 110×. RAINER TÖPLER

250/1250-Newton: fst 6^m3; sehr hell. Elliptische Form. Helleres, ovals Zentrum mit schwächerem Außenbezirk. Galaxie wird bei indirektem Sehen deutlich länger und erscheint schwach strukturiert, gemottled. Rand ist nicht scharf begrenzt, sondern läuft allmählich in den Hintergrund über; 121×. DIRK PANCZYK

317/1500-Newton: großer heller ovaler Nebel mit deutlich hellerem Zentrum. Östlich der Galaxie ist der zugehörige Kugelsternhaufen G 73 indirekt als völlig stellares Objekt relativ einfach zu erkennen. G 73 befindet sich etwa 1' nordöstlich eines 13^m-Sterns; 170×. KLAUS WENZEL

317/1520-Newton: fst 5^m8; sehr hell und groß bei 169×. Ovale sehr helle Galaxie mit hellerem Kern und hellem

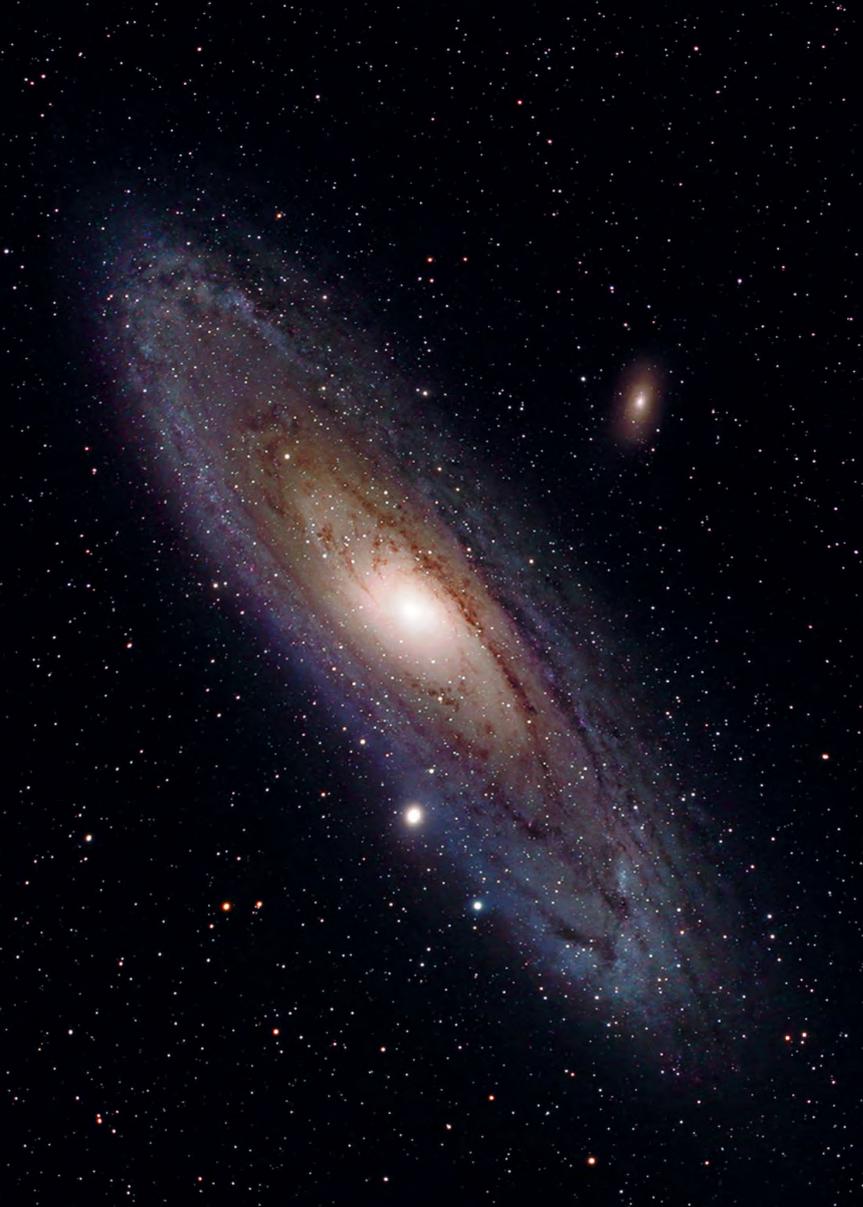


CCD-Aufnahme, Volker Wendel und Roland Eberle, 15"-Newton bei f/5, TP6415hyp., Komposit aus 2×60min. Markiert sind die Kugelsternhaufen G 63, G 51, G 54, G 57, G 55. G 56, der früher als Kugelsternhaufen gehandelt wurde, ist inzwischen als Stern entlarvt. G 73, der hellste Kugelsternhaufen in M 110, steht außerhalb des Bildfeldes.

Halo. Schön bei 47,5× mit M 31 und M 32 im Gesichtsfeld. HARALD ROTTENSTEINER

320/1440-Newton: Bortle 4–5; Markanter Kern ohne Nukleus, welcher von einem weit in den Raum reichenden Halo umgeben ist. Sehr stark in Nord-Süd-Richtung länglich, ca. 1:2. Größte Ausdehnung etwa 5'. Die Galaxie ist unsymmetrisch: Der Schwerpunkt der Helligkeit ist nordwestlich verlagert. Am Südrand, genau auf der Achse, steht ein Stern. Interessant ist auch der Vergleich des Zentralgebietes mit M 32: Hier ein Kern ohne Nukleus, dort ein Nukleus ohne Kern. UWE PILZ

360/1600-Newton: fst~ 5^m8; ein diffuses, großes Objekt, welches in der Gesamtform oval erscheint. Der Zentralbereich leuchtet heller und beinhaltet blickweise ein sternförmiges Zentrum. Die Helligkeit fällt etwas unregelmäßig und stufig nach außen ab. Direkt um das Zentrum finden sich mit sehr schwachen Kontrasten dunklere Bereiche, diese sind wegen der geringen Helligkeit der Galaxie bei mittlerer Vergrößerung aber nur schwer zu definieren. Insgesamt ist das Erscheinungsbild der Galaxie nicht wie das einer elliptischen, sondern eher wie das einer Spirale mit sehr schwachen Kontrasten; 110×, 220×. RAINER TÖPLER



Digitalfoto, Johannes Schedler, 4"-Refraktor bei f/5, Canon EOS 10D, 40×5min, zweiteiliges Mosaik.



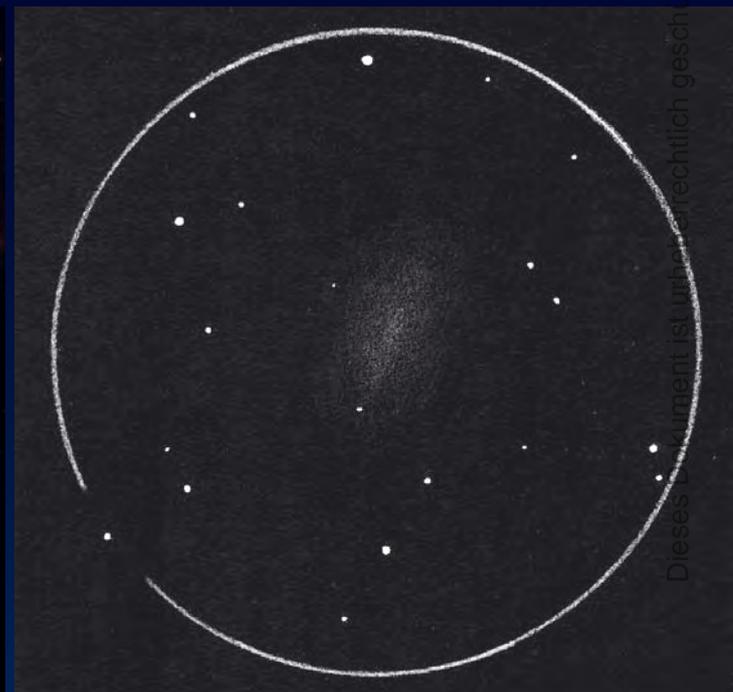
Digitalfoto, Bernhard Hubl, 6"-Newton bei f/5, Canon EOS 10D, 16×6min.



CCD-Aufnahme, Heino Niebel, 8"-SCT bei f/6,3, ST-7, 2×10min.



CCD-Aufnahme, Stefan Lilge, 8"-SCT bei f/6,3, MX716-Kamera, 36×5min (L), 4×5min (je RGB).



Zeichnung, Rainer Töpler, 8"-SCT.



Foto, Andreas Rörig, 8"-Newton bei f/4, Komposit aus
4 Aufnahmen von je 20min auf Fuji Provia 400F.



Foto, Walter Koprolin, 4,1"-Refräktor bei f/6,2,
51min auf Fuji Provia 400F.

Beobachtungen zu M 32

8×30-Fernglas: fst 6^m;5; sichtbar als etwas unscharfer Stern, auffallend der Unterschied zu dem Stern 7. Größe im Südwesten. WOLFGANG VOLLMANN

8×32-Fernglas: fst 6^m;0; stativgestützt ohne Probleme zu sehen, aber sternförmig. RAINER TÖPLER

63/840-Refraktor: fst 5^m;5; relativ klein, ziemlich hell. Der sehr helle Kern ist direkt sichtbar, während mit indirektem Sehen der schwächere, rund-ovale Halo vor dem Leuchten der Spiralarme von M 31 sichtbar wird. MATTHIAS JUCHERT

16×70 Fernglas: fst 6^m;5; sehr hell, klein, sehr deutlich sichtbarer kleiner Nebel. Zentral verdichtet, Durchmesser etwa 2' bis 3'. WOLFGANG VOLLMANN

80/910-Refraktor: Bei 28× alle drei Galaxien im Gesichtsfeld. M 32 wesentlich heller als M 110. Deutlicher Dunkelbereich zwischen M 31 und M 32. Bei 130× heller Kern mit diffusem Nebel drumherum. Ovale Form mit Verhältnis von etwa 1:3. KLAUS LOWITZ

90/1000-Refraktor: fst 4^m;5; nicht gesehen; 33×, 55×. MANFRED HOLL

110/805-Newton: Groß, hell, rundlich, diffus, zur Mitte hin heller werdend mit einem kleinen helleren Zentrum. Heller aber kleiner als M 110, südöstlich von M 31 gelegen. CHRISTIAN SCHEINER

130/1040-Refraktor: fst 4^m;5; der Nebel zeigt eine deutliche zentrale Verdichtung und einen sternförmigen Kern, der auch bei 140× und gutem Seeing sternförmig bleibt. WOLFGANG VOLLMANN

200/1200-Newton: Bortle 4–5; rund mit sehr hellem Zentrum. Westlich scheint sie ausladender zu sein. Das helle Zentrum wirkt zweigeteilt, vielleicht durch einen Vordergrundstern verursacht; 200×. ANGELIKA GRUNER

200/1200-Newton: fst 5^m;8; in den östlichen Randbereich des Andromedanebels eingebetteter heller runder relativ kompakter Nebel mit deutlich hellerer flächiger Zentralregion. M 32 bildet mit 2 nördlich postierten Vordergrundsternen (etwa 10^m) ein markantes Dreieck. Südwestlich befindet sich ein weiterer etwa 7^m heller Stern; 136×. KLAUS WENZEL

200/1220-Newton: fst 6^m;2; sehr hell, recht groß, sehr deutlicher Kern mit hellem großen Halo, weitestgehend strukturlos. MATTHIAS JUCHERT

200/2000-SCT: fst~ 6^m;0; ein sehr helles Objekt. Das sternförmige Zentrum wird von einem engen, runden hellen Bereich umgeben. Nach einer kleinen Helligkeitsstufe dehnen sich weite Außenbereiche oval diffus auslaufend; 57×, 110×. RAINER TÖPLER

317/1520-Newton: fst 5^m;8; sehr hell, rund aber bei 217× abgeflachter sehr heller Kreis, fast schon eine Ellipse. Halo einen Deut dunkler, aber immer noch sehr hell. HARALD ROTTENSTEINER

320/1440-Newton: Bortle 4–5. Sehr heller Nukleus, deutlich nicht-stellar. Danach abrupter Abfall der Helligkeit und damit kein eigentliches Kerngebiet erkennbar. In Nord-Süd-Richtung etwa 3' groß, in Ost-West-Richtung merklich schmaler, etwa 2'; 240×. UWE PILZ

333/1500-Newton: fst 5^m;8; heller, sternförmiger Kern. Schwächerer Außenbereich. Form: Rundlich bis oval. Im Außenbereich bei indirektem Sehen unregelmäßige Struktur erkennbar (zerknittert); 150×. DIRK PANCZYK



CCD-Aufnahme, Heino Niebel, 8"-SCT bei f/6,3, ST-7, 2×10min.



CCD-Aufnahme, Josef Müller 12"-Newton bei f/5, SXV H9.



Zeichnung, Rainer Töpler, 8"-SCT.

CCD-Aufnahme, Stefan Lilje, 8"-SCT bei f/6,3, MX716-Kamera, 86×3min (L), 5×3min (je RGB).



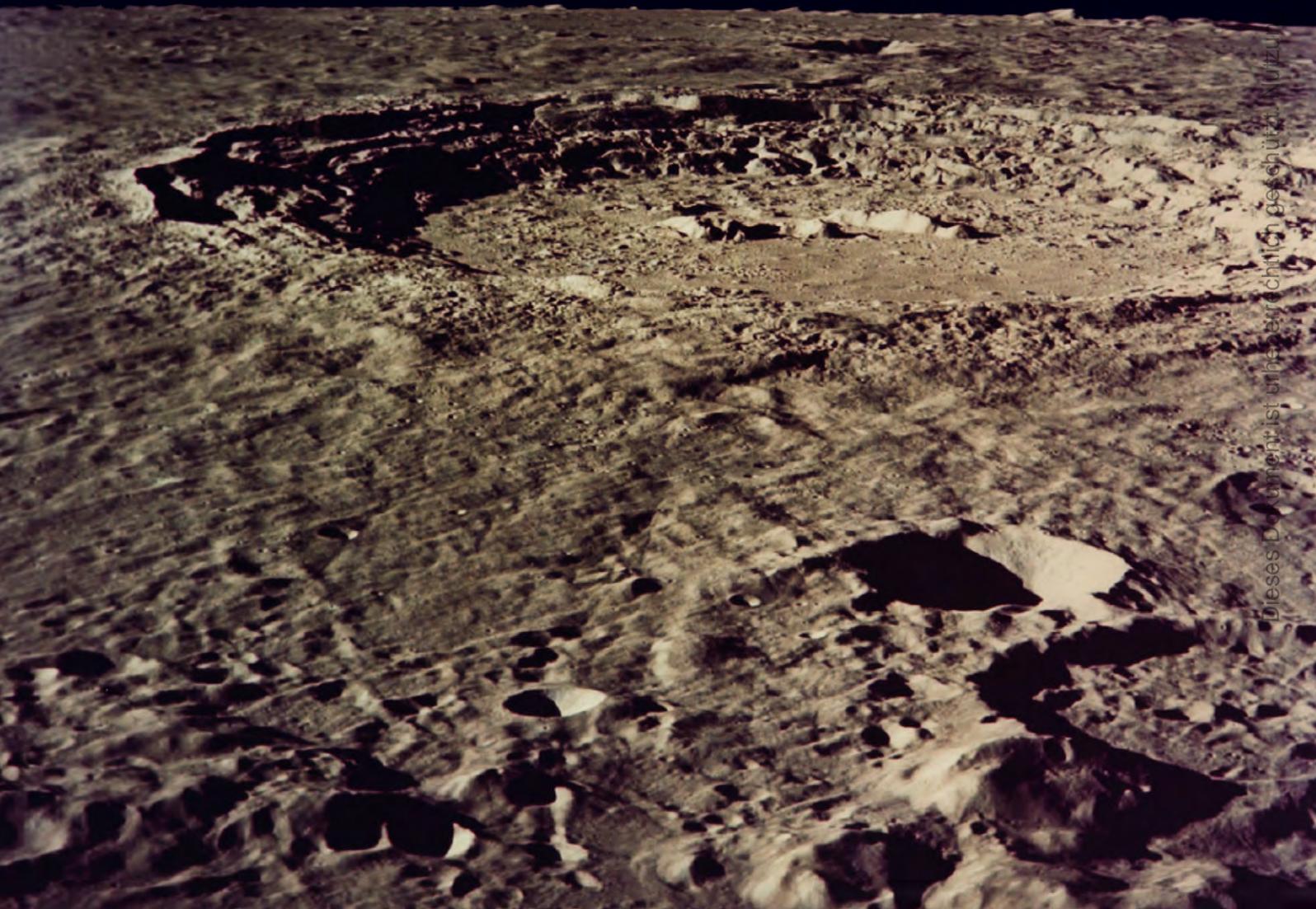


Zum König der Krater

RUND UM COPERNICUS

von Ronald Stoyan

Der »Monarch des Mondes« wird er genannt: Copernicus gilt als der eindrucksvollste Mondkrater schlechthin. Gewaltig türmt sich das fast 100km große Ringgebirge zwischen Karpaten und Meer der Inseln auf und ehrt das Gedenken an den großen astronomischen Reformator. Doch gerade dieser exponierte Standpunkt war Absicht, als der Jesuitenpater Riccioli dem Krater im 17. Jahrhundert seinen Namen gab: Der bei dem papsttreuen Pater verhasste Copernicus sollte »in den Ozean der Stürme geworfen« werden.



Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nr. 12/11

◀ Abb. 1: Apollo 17 im Anflug auf den Krater Copernicus. Rechts im Vordergrund Berge der Mondkarpaten.

Copernicus besitzt einen Durchmesser von 93km. Sein nahezu sechseckiger Wall steigt bis 900m über die umgebende Lavaebene auf, während der von Terrassen gegliederte Kraterkessel 3760m tief hinab reicht. Copernicus ist einer der jüngsten Mondkrater; er wurde vor 800 Millionen Jahren durch einen gewaltigen Einschlag geschaffen, der einer Explosionskraft von 20 Billionen Tonnen TNT entsprach. Dabei wurde Auswurfmaterial bis in mehr als 400km Entfernung geschleudert.

Eine besonders eindrucksvolle Szenerie ergibt sich bei Sonnenaufgang kurz nach dem Ersten Viertel. Zunächst wächst aus der Nachtseite des Mondes ein hellweiß gezeichneter Halbkreis hervor; das Kraterinnere selbst ist noch völlig im Schatten versteckt. Die jetzt folgende rasche Entwicklung des Schattenspiels ist eines der großartigsten Schauspiele für Mondbeobachter: Nach und nach treten die Terrassen des Innenhangs auf der Westseite des Kraters hervor. Dabei bildet eine Erhöhung auf dem östlichen Wall einen langen spitzen Schatten, der bis auf die gegenüberliegende Wand reicht. Einige Stunden nachdem der Krater rand beleuchtet wurde, tauchen die Spitzen des zweigliedrigen Zentralbergs auf, die 750m bis 1200m über den Kraterboden reichen.

Betrachtet man Copernicus bei höherem Sonnenstand, der aber noch genug Kontraste bietet, fallen die von Rutschungen gezeichneten Terrassen auf. Sie sind durch gerade talwärts verlaufende Lineamente gegliedert, die wie irdische Abflusstälchen aussehen. Patrick Moore zählte zwölf von ihnen. Zwischen den Terrassen des östlichen Walls – nur bei Sonnenuntergang sichtbar – sitzt der kleine Sekundärkrater Copernicus A direkt unterhalb der höchsten Stelle des Walls. Verschiedene Autoren haben versucht, weitere kleine Krater auf dem Boden von Copernicus zu finden, jedoch sind diese Strukturen erst

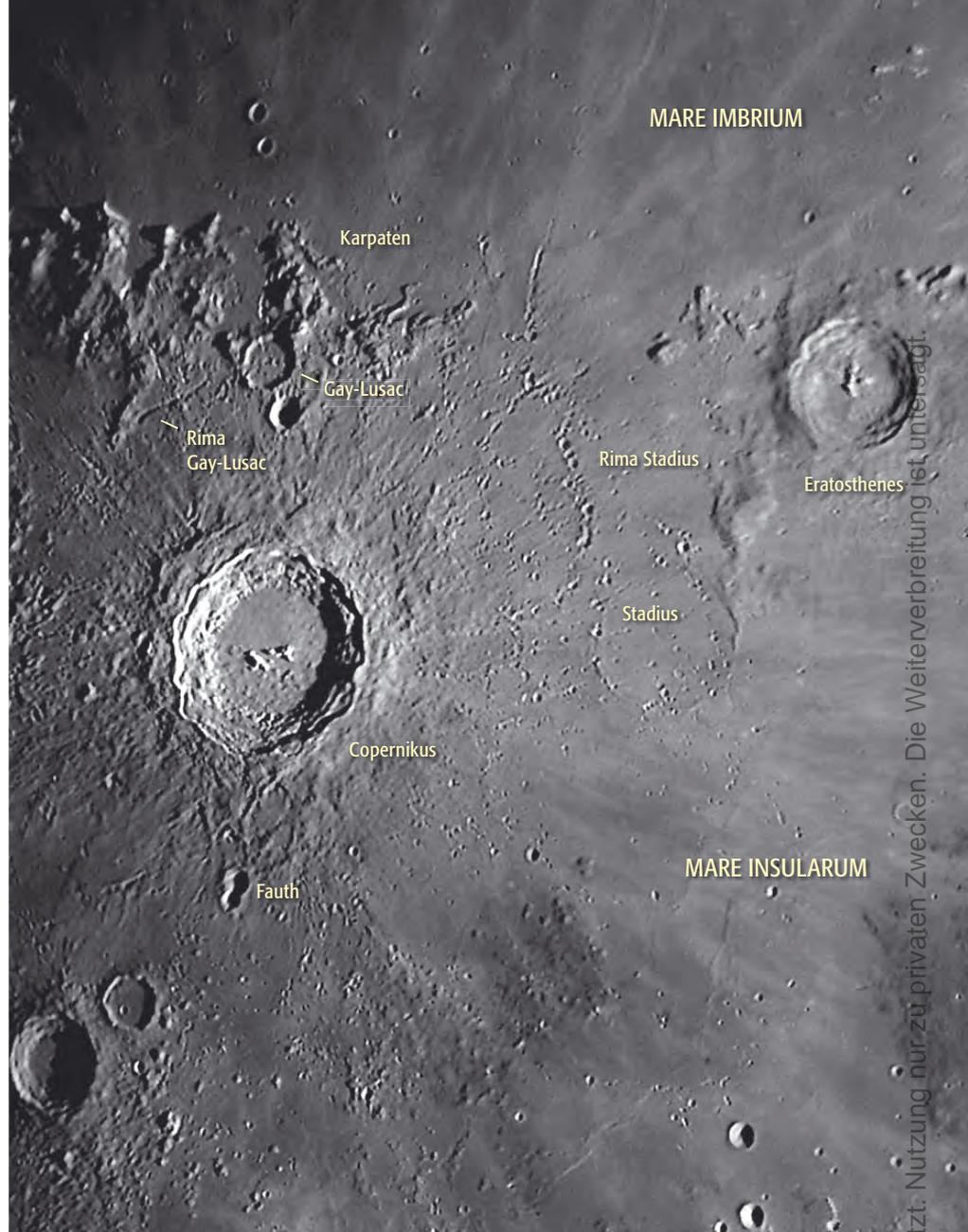


Abb. 2: Copernicus und seine Umgebung. Die Stationen des Mondspaziergangs sind markiert. Aufnahme von Bernd Flach-Wilken mit einem 12"-Schiefspiegler bei 15000mm effektiver Brennweite, 0,07s belichtet, AM13 CCD-Kamera.

von den Raumsonden richtig aufgelöst worden. Visuell ist aber bereits zu sehen, dass die südliche Hälfte des Kraterbodens rauheren Charakter hat.

Der Auswurf des Copernicus-Einschlags ist in drei verschiedenen Formen zu beobachten: Zunächst umgibt ein Ring aus hellem Material den Wall in einer Breite von 30km. In der weiteren Umgebung sind zudem zahlreiche kleine Krater von 5km Durchmesser und kleiner zu sehen

– Peter Wlasuk zählte mehrere hundert im 10-Zöller! Am auffälligsten ist schließlich das imposante Strahlensystem um Copernicus, das besonders bei Vollmond seine Pracht entfaltet. Einige Strahlen treffen den Krater seltsamerweise tangential und verlaufen parallel zueinander.

Südlich von Copernicus, noch auf dem Abhang des gewaltigen Gebirges, sticht der markante kleine Doppelkrater **Fauth** hervor. Benannt nach dem fleißigen deut-

Mondformationen rund um Copernicus

Name	Typ	Mondlänge	Mondbreite	Colongitude	Durchmesser	Höhe	Rükl
Copernicus	Ringgebirge	20,0°	9,7° N	20° – 80°	93km	900m	31
Fauth	Doppelkrater	20,1°	6,3° N	20° – 45°	12,1km/9,6km		31
Stadius	Wallebene	13,7°	10,5° N	15° – 30°	69km	650m	32
Eratosthenes	Krater	11,3°	14,5° N	15° – 60°	58km		21
Gay-Lussac	Krater	20,8°	13,9° N	20° – 60°	26km		31
Rima Gay-Lussac	Rille	22°	13° N	25° – 45°	40km		31

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

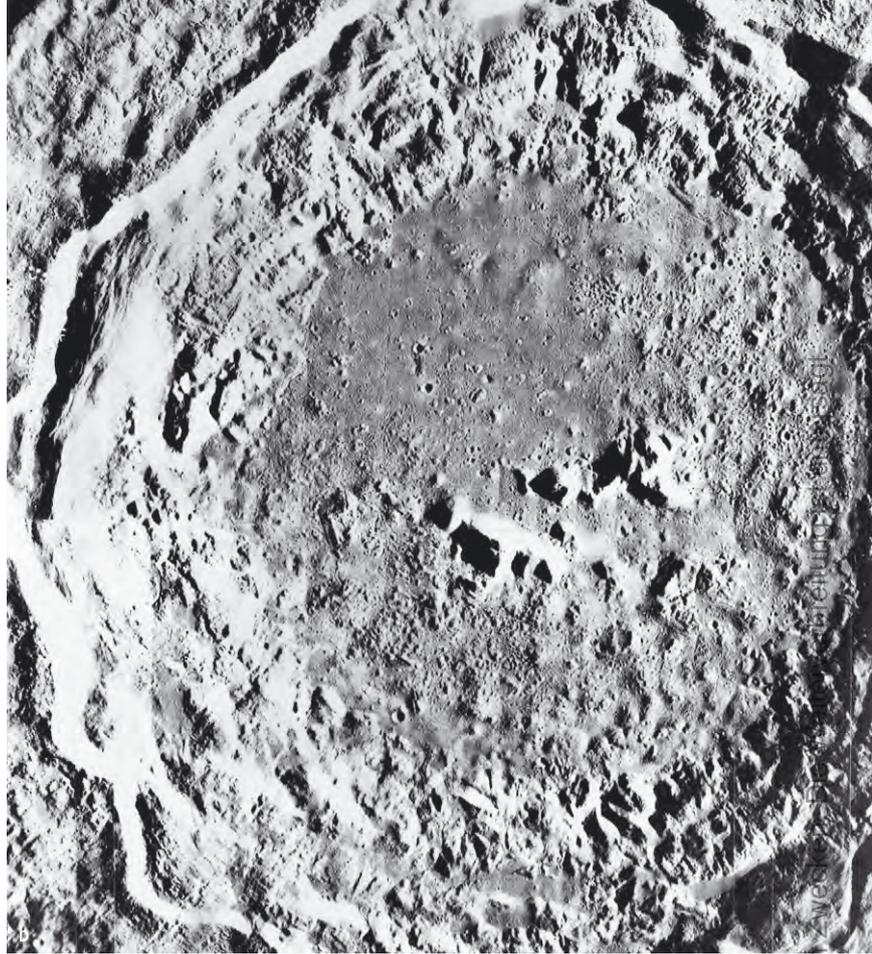
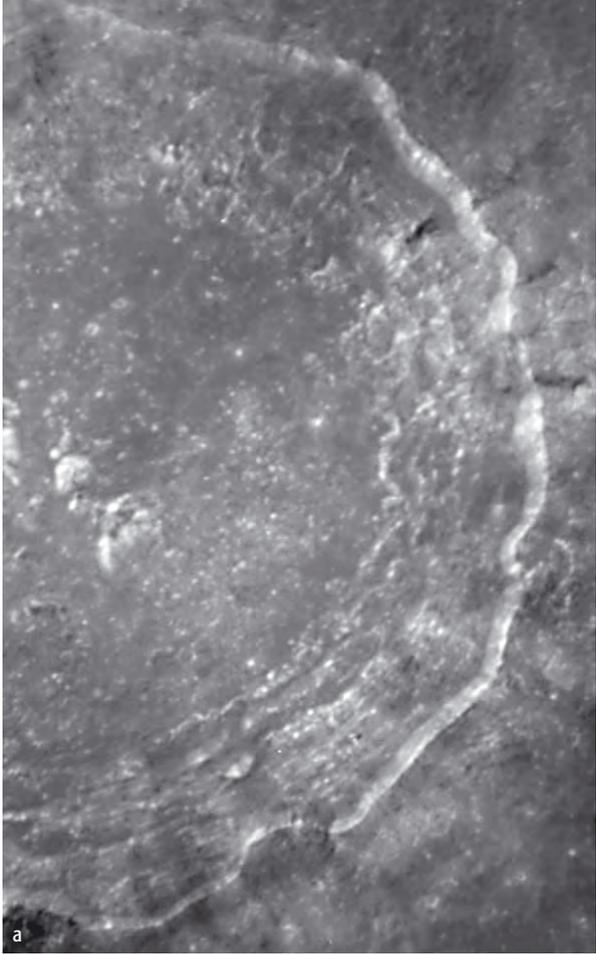


Abb. 3: Copernicus auf Raumsondenaufnahmen. a) Das Hubble-Space-Teleskop zweckentfremdet: Dieses Bild zeigt einen Teil des Kraterrands von Copernicus in hoher Auflösung. b) Die Lunar Orbiter-Sonden untersuchten im Vorfeld der Apollo-Missionen den Mond. Das Bild zeigt feinste Details auf dem Kraterboden.

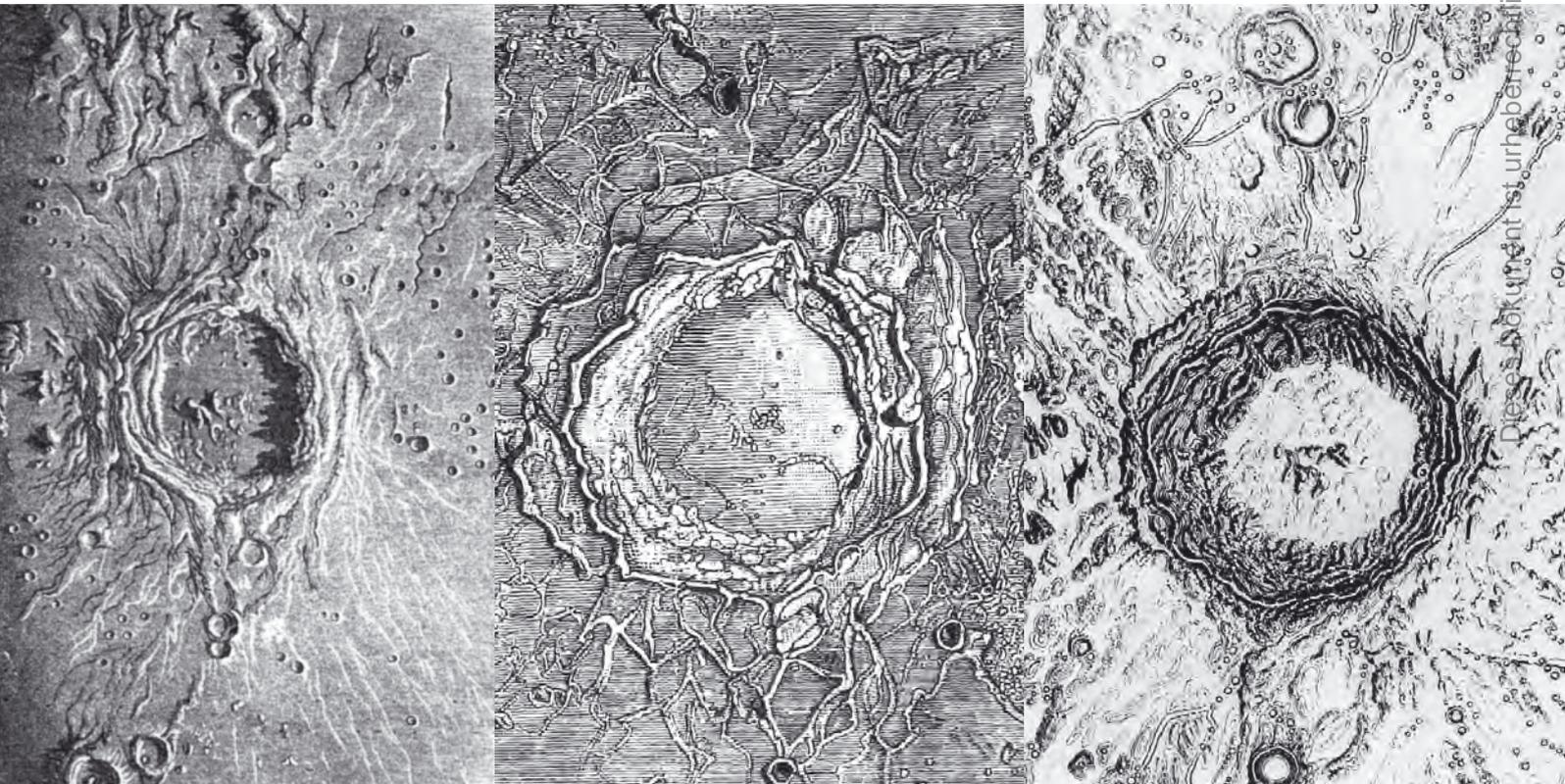
schen Mond- und Planetenbeobachter Philipp Fauth (1867–1941) – dem letzten der großen visuellen Kartographen des Mondes – ist er besser bekannt als Schlüsselloch-Krater, als den ihn Fauth selbst bezeichnete. Beide Krater haben ein Verhältnis von Tiefe zu Durchmesser von 1:6, was für Mondkrater relativ groß ist – bei

Copernicus beträgt das Verhältnis 1:25 – und für ihr geringes Alter spricht. Möglicherweise sind beide Krater gleichzeitig durch ein Zwillingsobjekt entstanden.

Wir wenden uns nun nach Osten in Richtung Sonnenaufgang zum Mare In-sularum. Es ist in seiner westlichen Hälfte übersät von kleinsten Kratern, wie beson-

ders bei flachen Beleuchtungswinkeln gut zu erkennen ist. Hier liegt der Geisterkrater **Stadius**, versunken unter der Lava des Mare. Nur im Nordosten reicht ein Teil des Walls bis auf 650m Höhe, sonst ist sein 65km Durchmesser umschließender Rand nur schemenhaft gezeichnet. Reverend Webb entdeckte in der Mitte des

Abb. 4: Copernicus auf alten Zeichnungen: nach Norman Lockyer, Angelo Secchi und Philipp Fauth (von links nach rechts).



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



is-Grundlagen: Ringgebirge, Wallebenen und Krater

Mondkrater ist nicht gleich Mondkrater: Zur Unterscheidung von verschiedenen ausgebildeten Impaktstrukturen auf dem Mond werden drei unterschiedliche Begriffe benutzt. Als Wallebenen bezeichnet man große Krater mit Durchmesser von 60–300km, die bereits relativ stark erodiert sind. Ihr Boden ist flach und der ganze Körper übersät von kleineren Kratern und Tälern. Ringgebirge sind die großen Krater mit Zentralberg und terrassenartigen Innenhängen. Sie haben Größen von 20–100km. Krater im eigentlichen Sinn werden lediglich die kleinen runden Formationen ohne Zentralberg genannt. Sie sind relativ jung, haben einen scharfen Wall und regelmäßige Innenwände ohne Terrassen. Die Maximaldurchmesser reichen bis 60km.

Festmachen lässt sich die Unterscheidung in die drei Nomenklatur-Gruppen am Verhältnis von Kratertiefe zu Kraterdurchmesser. Während die eigentlichen Krater Werte von 1:5 bis 1:12 aufweisen können, kommen die Ringgebirge auf etwa 1:20 bis 1:40, während die Wallebenen nur noch ein Verhältnis von 1:60 oder geringer haben.

19. Jahrhunderts viele kleine Krater in ihm und meinte, »diese wundervolle Gegend erhielt ihre derzeitige honigwabenartige Form womöglich im jetzigen Jahrhundert«, weil er nicht glauben konnte, dass Schroeter und weitere Beobachter vor ihm diese Einzelheiten übersehen konnten. Heute sind die Kleinkrater im und um den Stadius ein beliebtes Testobjekt für Astrofotografen. Dabei ist besonders eine Kraterkette bemerkenswert, die vom Nordwestrand des Stadius bis ins Mare Imbrium reicht und manchmal fälschlicherweise als »Rima Stadius« bezeichnet wird. Besonders in ihrem nördlichen Teil greifen die Kraterchen so dicht ineinander über, dass tatsächlich der Eindruck einer Rille entsteht. Eine weitere halbrunde Kraterkette liegt zwischen Stadius und Copernicus, sie täuscht einen weiteren Geisterkrater an dieser Stelle vor.

Von Stadius führt ein flacher Berg Rücken zu **Eratosthenes**, einem großen Krater am Ende des Apenninen-Gebirgszugs. Mit 61km ist er deutlich kleiner als Copernicus. Sein auf 3000m reichender Ostwall beschreibt einen regelmäßigen Halbkreis, während der Westwall mehrfach geschwungen er-

scheint und in 5000m gipfelt. William Pickering, Percival Lowells Assistent bei der Suche nach Leben auf dem Mars, glaubte vor 100 Jahren Kanäle und Oasen auf dem Grund des Eratosthenes zu sehen, tatsächlich scheinen sich bei gutem Seeing die Terrassen der Hänge als Ringe auf dem Boden fortzusetzen. Dieser wird überragt von einem eigenartigen dreigliedrigen Zentralberg mit einer Hohlform in der Mitte.

Östlich von Eratosthenes beginnen die **Mondkarpaten**, die zum das Mare Imbrium umziehenden Gebirgsring gehören. Im Vergleich zu Apennin und Alpen erscheinen sie aber eher unspektakulär. Am Südrand des Beginns der Karpaten, direkt nördlich vom Copernicus, ist der flache Krater **Gay-Lussac** zu sehen, der nach Norden einen der Gebirgsgipfel anschneidet. Wenig südöstlich befindet sich die relativ flache **Rima Gay-Lussac**, die etwa 40km lang ist und in einem ovalen Krater endet. Folgt man ihrer Richtung weiter, trifft man senkrecht auf eine interessante Kraterkette – augenscheinlich Auswurfmaterial von Copernicus, denn ihr Verlauf führt uns wieder zurück auf den Thron des Königs der Mondkrater.

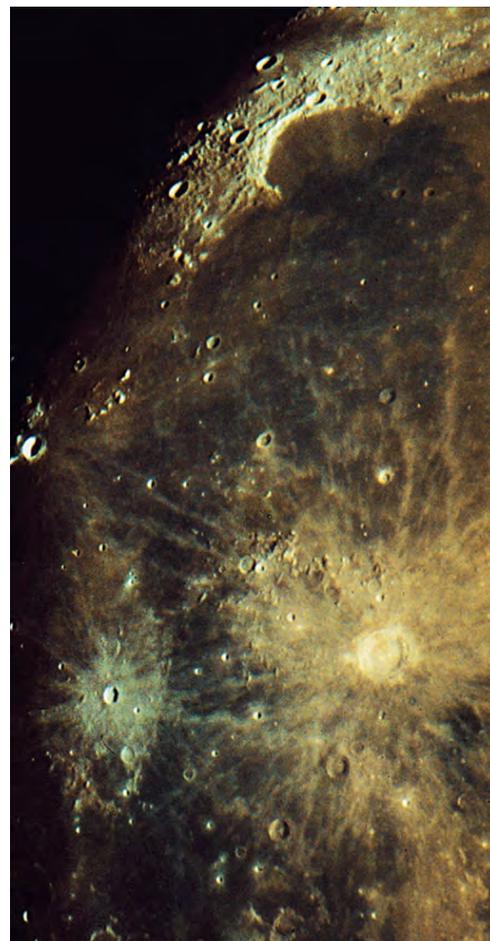


Abb. 5: Das Strahlensystem um Copernicus ist besonders bei Vollmond deutlich. Ralf Hofner, 6"-Maksutov.



Abb. 6: Die geisterhafte Mondlandschaft um Stadius. Thierry Legault, 12"-SCT.





Sonne aktuell

von Manfred Holl

Wollte man gegenwärtig die Sonnenaktivität kurz und prägnant beschreiben, so würde ein »chaotisch« der Wirklichkeit am nächsten kommen. Tage, an denen nur wenige Fleckengruppen zu sehen waren, wechseln sich mit solchen mit F-Gruppen ab, dass man meinen könnte, das Maximum wäre eben erst durchschritten.

Im Mai 2004 stieg die Gesamtaktivität unseres Tagesgestirns im Vergleich zum Vormonat April von 39,3 auf 41,5 an, wobei abermals die Südhalbkugel durch eine weitaus höhere Anzahl von Fleckengruppen hervortrat. Dies wird um so mehr deutlich, wenn man sich einmal die Zahlen vor Augen führt: Die mittlere Fleckenrelativzahl für die Nordhalbkugel betrug 6,7, für den Süden 34,8. Während sie also im Norden noch weiter zurückging, stieg sie fast im gleichen Verhältnis auf der Südhalbkugel an. So verwundert es auch nicht, wenn zwischen dem 2. und dem 13. und vom 28. bis zum Monatsende die nördliche Hemisphäre der Sonne vollkommen fleckenfrei war. Dabei war an der vergleichsweise hohen Aktivität nur eine einzige F-Gruppe beteiligt. Sie trug die Nr. 10618 (Klassifizierung der NOAA, der National Oceanic and Atmospheric Organisation), wurde am 23. Mai erstmals am Ostrand beobachtet und sollte einen weiteren leichten Anstieg der Sonnenaktivität (mit-) einläu-

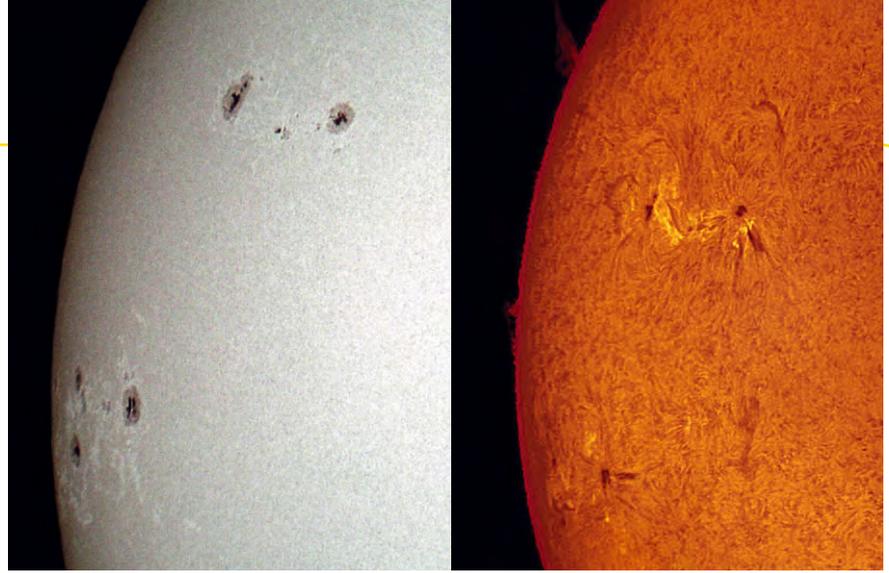


Abb. 1: Sonnenfleckengruppe am 15.6. 127/1100-Refraktor, Okularprojektion mit 25mm-Okular, Olympus 5050Z Digitalkamera, Erich Kopowski, a) Weißlicht, b) H α -Licht (Coronado Solarmax 40).

ten. Bis dahin waren lediglich Fleckengruppen der Waldmeierklasse A bis D, H und J registriert worden.

Im Juni kletterte die mittlere Fleckenrelativzahl auf 43,2, die für Nord auf 10,2, wohingegen die Aktivität im Süden leicht auf 33,0 abnahm, aber weiterhin sehr dominant blieb. Am 1., 3. und 4., sowie zwischen dem 7. und 12. blieb die Nordhalbkugel ein weiteres Mal fleckenfrei. Allein das ist ein untrügliches Zeichen für einen Abstieg der Sonnenaktivität, neben der Tatsache, dass die vorhandenen Aktivitätszentren kaum das Stadium der Klasse D überschritten. Doch keine Regel ohne Ausnahme: Im Juni gab es gleich mehrere E- und F-Gruppen, wie schon in der letzten Ausgabe von interstellarum prognostiziert. Die Region mit der Nr. 10618 war schon im Vormonat zu beobachten gewesen und konnte noch bis zum 2.6. verfolgt werden. Danach war erst einmal Flaute, bis am 14. Juni die Region 10634

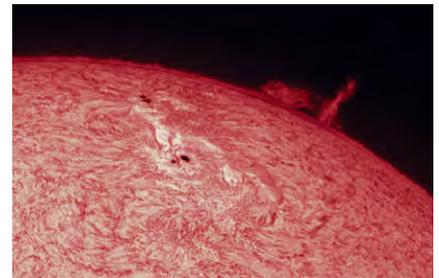
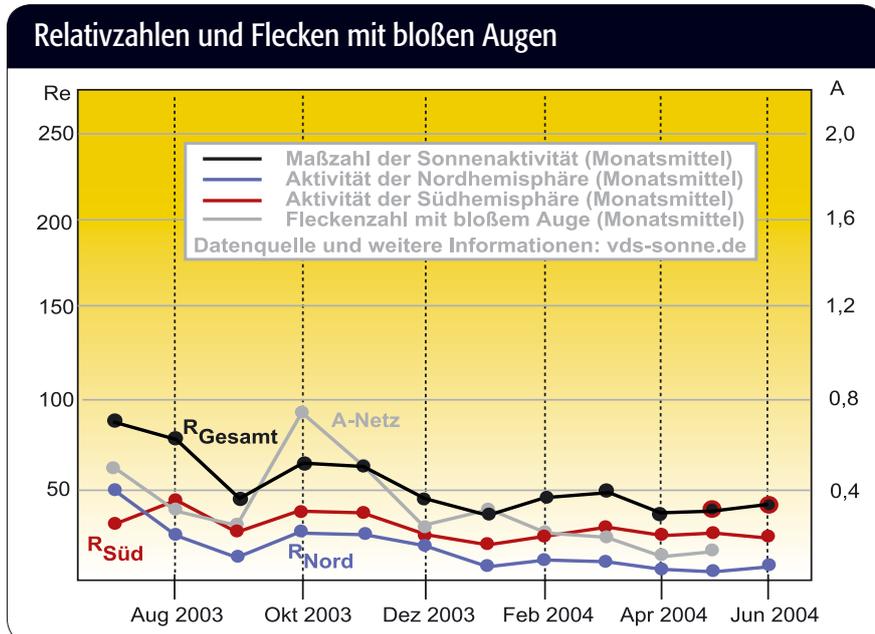


Abb. 2: H α -Detail auf der Sonne am 25.6. Sebastian Voltmer.

und tags darauf die Region 10635 um den Ostrand der Sonne herumrotierten. Sie entwickelten sich rasch zu auffälligen E- und F-Gruppen. Am 17. Juni bestimmte Andreas Viertel, Leinburg, die Länge der Gruppe 10634 zu 196000km (Durchmesser Hauptfleck: 39000km) und die Länge der Gruppe 10635 zu 152000km (Durchmesser Hauptfleck: 31000km). Damit waren dies die größten Fleckengruppen, die im Berichtszeitraum zu sehen waren. Die Region 10634 fiel gegen Ende des Monats regelrecht in sich zusammen, nur die 10635 entzog sich als F-Gruppe den Blicken der Beobachter. Am Monatsletzten war die Sonnenaktivität wieder so stark abgesunken, dass nur noch je eine B-, C- und D-Gruppe zu sehen waren. So klang der Juni ähnlich unspektakulär aus, wie der Mai begonnen hatte.

sidc.oma.be/index.php3
gopher://solar.sec.noaa.gov/11/forecasts/SRS
science.nasa.gov/ssl/pad/solar/predict.htm

! Niemals die Sonne ohne ausreichende Filter beobachten, es besteht sofortige Erblindungsgefahr! Verwenden Sie dafür erhältliche Objektivfilter, die das Licht weit genug abdämpfen, oder projizieren Sie das Sonnenbild auf einen Schirm. Vom Gebrauch von Okularfiltern (»Sun glass«) ist dringend abzuraten. Sie liegen in der Nähe des Brennpunktes des Fernrohres und können bei der Beobachtung leicht platzen.



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

Venustransit 2004 – die Auswertung

TEIL 1: ÜBER DIE SONNENGRANULATION ZUR SONNENPARALLAXE

von Bernd Gährken



Während eines Venustransits ist es möglich, die Transitdauer an zwei auf der Erde weit entfernt liegenden Punkten zu ermitteln und daraus die Sonnenparallaxe und damit die Entfernung Sonne-Erde zu bestimmen (vgl. interstellarum 33). Edmond Halley verpflichtete im Jahre 1716 die nachfolgenden Generationen zur intensiven Beobachtung des Venustransits von 1761, um diese damals noch nicht bekannte Entfernung genauer zu bestimmen. Halley war klar, dass er den Transit selbst nicht mehr erleben würde – er starb 1742.

STEFAN DYLLUS

In einer Zeit, in der Politik und Wirtschaft oft nur noch in Wahlperioden und Quartalsberichten denken, hat Halleys damaliger Aufruf etwas, das eigentümlich berührt. Dies ist vielleicht einer der Gründe warum sich im Jahre 2004 Tausende von Beobachtern an der Wiederholung der klassischen Messung beteiligt haben. Halleys Methode setzt voraus, dass vom Beobachtungsort der Transit komplett gesehen werden kann. Das ist jedoch leider nicht immer gewährleistet. Darum wurde die von Halley vorgeschlagene Methode in späteren Jahren um einige Varianten erweitert. Joseph-Nicolas Delisle hatte die Idee, dass sich allein schon mit der Bestimmung der exakten Kontaktzeiten beim Ein- oder Austritt die Parallaxe errechnen lässt.

Referenzpunkte für die Parallaxenmessung

Prinzipiell ist auch jeder andere Zeitpunkt des Transits zur Bestimmung der Sonnenparallaxe geeignet, sofern es einen Bezugspunkt gibt und die Aufnahmezeit identisch ist. Als Bezugspunkt bieten sich neben dem Sonnenrand auch Sonnenflecken an. Allerdings weiß man im Vorfeld nie, ob sich während des Transits in Venusnähe Flecken befinden werden. Eine internationale Koordination wird dadurch schwierig. Zudem streifte die Venus in den letzten Jahrhunderten stets den Nord- oder Südrand der Sonne. In hohen Breiten sind jedoch nur selten Flecken zu erwarten.

Während des Transits am 8.6.2004 waren nur in der Scheibenmitte ein paar win-

zige Sonnenflecken zu finden. Trotzdem gelang es Daniel Fischer und Paul Hombach mit Hilfe mehrerer Aufnahmen aus Deutschland und Südafrika, die Distanz Erde-Sonne über die Sonnenflecken auf $\pm 10\%$ einzugrenzen.

Neben den Flecken wäre auch die Granulation als Referenzstruktur geeignet. Allerdings ist sie mit analoger Technik schwierig zu fotografieren. Mit den heute weit verbreiteten Webcams ist dies jedoch auch schon mit mittleren Amateurgeräten möglich, sofern das Seeing ausreichend ist. Am 8.6.2004 war das Seeing in den ersten Stunden recht brauchbar. Etwa 30km südwestlich von München gelangen mit einem 5"-Refraktor um 8:00 UT und 8:30 UT zwei gute Granulationsaufnahmen. Die Sonne stand dabei etwa 40° über dem

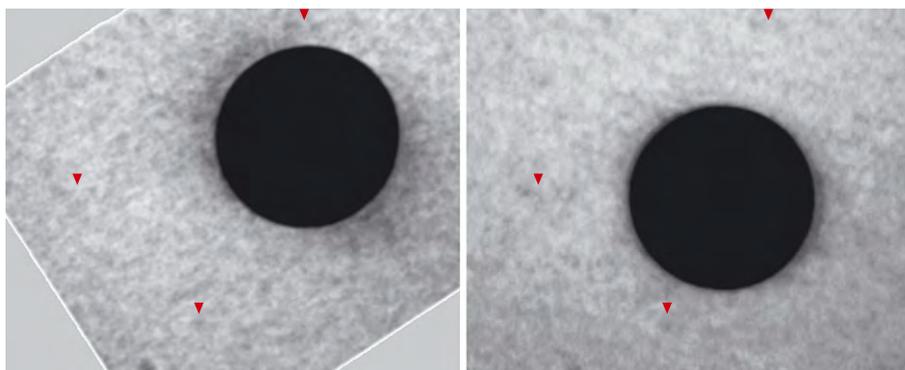


Abb. 1: Venus vor der Sonne am 8.6.2004 um 8:00 UT – einmal von China (links), einmal von Deutschland aus gesehen (rechts).

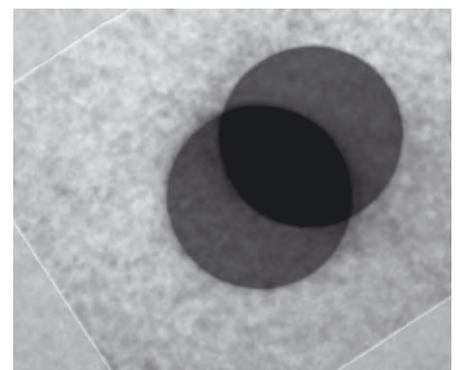


Abb. 2: Die Überlagerung der beiden Bilder aus Abb. 1 zeigt die Parallaxe der Venus anschaulich.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privat



Osthorizont. Eine vergleichbare Horizonthöhe gab es zu dieser Zeit in Ostasien. Per Internetrecherche fanden sich in Japan, China und auf den Philippinen etwa ein Dutzend Amateure, die erfolgreich den Transit beobachtet hatten. Sie wurden gebeten, über die lokalen Astro-Newsgrups nach zeitgleichen Aufnahmen zu suchen. Leider war die Resonanz zunächst gering, am Ende fand sich aber ein passendes Bild aus Hongkong. Dort hatte Herr Wah die Granulation zur selben Zeit mit einem 8"-SCT fotografiert. Zufällig wurde in China und Deutschland die gleiche Webcam verwendet und in beiden Fällen eine Barlowlinse eingesetzt. Wegen der unterschiedlichen Primärbrennweite ergab sich dennoch ein unterschiedlicher Abbildungsmaßstab. Über den Durchmesser der Venusscheibe ließen sich die Bilder jedoch problemlos skalieren.

Parallaxe China-Deutschland

Der Vergleich war nicht einfach; Verschmutzung auf dem Chip führte zu einigen Irritationen. Erst bei einer genauen Untersuchung zeigten sich die schwachen Oberflächendetails. Einige von ihnen sind auf Abb. 1 markiert. Durch das Blinken sind die Strukturen wesentlich besser zu erkennen. Zur Auswertung wurden die Aufnahmen über mehrere Referenzpunkte aufeinander transformiert und gemittelt. Danach wurden jeweils die Mittelpunkte der beiden Venusscheiben bestimmt und der Abstand gemessen. Das Verfahren wurde mit verschiedenen Referenzpunkten mehrfach wiederholt. Theoretisch kann mit dieser astrometrischen Technik Subbogensekundengenauigkeit erreicht werden. In der Praxis gab es jedoch einige zusätzliche Hürden: Bei unserer Messung gab es einen möglichen Zeitfehler von ± 5 Sekunden. Dem entspricht eine Venusbewegung von $0,3''$. Desweiteren ist auch ein Positionsmessfehler von $0,3''$ nicht ganz auszuschließen. Zusammen sind dies $0,6''$. Dies entspricht einem Fehlerbalken von $\pm 2\%$.

Das ist wenig, wenn man bedenkt, dass nur eine Messung mit zwei Messpunkten verwendet wurde. Beim Transit von 1769 gab es trotz 150 Messungen von 80 Standorten eine Abweichung von ebenfalls 2%. Ein weiteres Problem war ein geeigneter Maßstab. Dazu wurde zunächst die Venusscheibe verwendet. Durch Seeing, Schärfung und Kontrastanpassung ist die Scheibe als Referenz jedoch weniger geeignet. Um diese Fehlerquelle auszuschalten, wurden mit der Venus-Ausrüstung einige Doppelsterne fotografiert. Beim Vergleich zeigte sich, dass der Durchmesser um 3% korrigiert werden musste.

Berechnung der Ergebnisse

Am Ende konnte der Abstand P der beiden Venusscheiben zu $28,1''$ ermittelt werden. Mit sphärischer Geometrie wurde die effektive Basisstrecke R zwischen München und Hongkong zu 8300km errechnet.

Zur Ermittlung der Entfernung Erde-Sonne wird zunächst der Abstand Venus-Sonne in Einheiten der Entfernung Erde-Sonne berechnet. Dies geschieht über die Umlaufzeit mit dem dritten Keplerschen Gesetz:

Sir Edmond Halley (1656-1742)

»Wir empfehlen daher wieder und wieder den wissbegierigen Sternforschern, denen, wenn wir gestorben sind, diese Beobachtungen anvertraut sind, dass sie sich, eingedenk unseres Ratschlages, mit aller Kraft der Durchführung dieser Beobachtungen widmen. Wir wünschen ihnen und erbitten für sie alles Glück, vor allem, dass ihnen das ersehnte Schauspiel nicht durch die unglückliche Verfinsterung eines wolkigen Himmels vorenthalten bleibt, und dass die Himmelsphären mit ihrer ungeheuren Größe, in genauere Grenzen eingeeengt, schließlich zu ihrer Ehre und ihrem ewigen Ruhm beitragen mögen.«



Internationale Projekte zur Bestimmung der Sonnenparallaxe

Die Europäische Südsternwarte (ESO) hatte anlässlich des Venustransits zusammen mit der Europäischen Vereinigung zur Fortbildung in Astronomie, dem Observatorium von Paris, dem Institut für Himmelsmechanik und zur Berechnung von Ephemeriden (IMCCE) und dem Astronomischen Institut der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik weltweit alle interessierten Personen und Einrichtungen zur Bestimmung der Astronomischen Einheit aufgerufen. Dazu sollten die Beobachter die vier Kontaktzeiten bestimmen und zusammen mit den geographischen Koordinaten ihres Beobachtungsortes bis zum 10. Juli an die ESO einsenden. Über 2500 Beobachter folgten dem Aufruf und meldeten sich für die Beobachtung an. Während der acht Stunden des Transits gingen $1,75$ Terabyte an Daten bei der ESO ein. Bei einer Zwischenauswertung vom 21. Juni lag der Wert für die Astronomischen Einheit bei $149,6 \pm 2$ Mio. km; bis dahin hatten 1300 Beobachter insgesamt 3700 Zeitbestimmungen eingeschickt.

Udo Backhaus, Professor für Didaktik der Physik an der Universität Essen, koordinierte unabhängig dazu ebenfalls Beobachtungen des Venustransits mit dem Ziel die Astronomische Einheit zu bestimmen. Etwa 100 Beobachter beteiligten sich an diesem Projekt und fotografierten zu vorher festgesetzten Zeiten die Sonne während des Transits. Aus den unterschiedlichen Venuspositionen vor der Sonnenscheibe der verschiedenen Beobachter sollte dann die Sonnenparallaxe bestimmt werden. Eine erste Auswertung ergab, dass die Bestimmung allein aus Beobachtungen innerhalb Europas nicht möglich war, man konzentrierte sich deshalb auf den Vergleich mit außereuropäischen Orten. So ergaben sich z.B. für Ulm-Learmouth und für Essen-Namibia Parallaxen von $8,4'' \pm 0,4''$ bzw. $8,0'' \pm 1,9''$.

➤ SURFTIPPS |

Beobachtungen und Animationen des Autors • www.astrode.de/venustr.htm

Berechnung der Sonnenparallaxe von Daniel Fischer • www.geocities.com/skyreports/2004/venus.html

VT-2004 Berechnung der Astronomischen Einheit (ESO) • www.vt-2004.org

Bestimmung der Sonnenparallaxe von Prof. U. Backhaus • didaktik.physik.uni-essen.de/~backhaus/VenusProjekt.htm

$$\begin{aligned} \text{Abstand Venus-Sonne} &= \left(\frac{\text{Dauer Venusjahr}}{\text{Dauer Erdjahr}} \right)^{\frac{2}{3}} = \\ &= \left(\frac{224,7}{365,25} \right)^{\frac{2}{3}} = 0,7233 \end{aligned}$$

Aus der Abb. 4 erkennt man mit Hilfe des Strahlensatzes, dass für die Verhältnisse der Strecken

$$\begin{aligned} \frac{R}{S} &= \frac{a_E - a_V}{a_V} = \frac{1}{\frac{a_V}{a_E}} - 1 = \\ &= \frac{1}{\text{Abstand Venus-Sonne}} - 1 \end{aligned}$$

gilt. Die Strecke S kann leicht aus $\tan P = S/a_E$ oder mit Hilfe der Parallaxe der Sonne π ermittelt werden: $\tan \pi / \tan P \approx \pi / P = r_E / S$, wobei r_E den Erdradius bezeichnet. Die Parallaxe der Sonne ist als halber Erdwinkel, aus der Sicht eines Beobachters auf der Sonne definiert und es ergibt sich:

$$\tan \pi = \left(\frac{1}{\text{Abstand Venus-Sonne}} - 1 \right) \times \frac{r_E \times \tan P}{R}$$

Bei einem Erdradius r_E von 6378km, einem Abstand Venus-Sonne von 0,7233, der Basislänge von 8300km und der Venusparallaxe von 28,1" beträgt die Sonnenparallaxe 8,26".

Den Abstand Sonne-Erde (Astronomische Einheit) kann man nun mit dem Erdradius direkt aus der Sonnenparallaxe errechnen.

$$\text{Entfernung Erde-Sonne} = \frac{r_E}{\tan \pi}$$

Daraus ergibt sich eine Entfernung Erde-Sonne zu 159,3 Mio. km. Es ist allerdings zu bedenken, dass Erde und Venus am 8.6.2004 nahe des Aphels ihrer Bahn gestanden haben. Die Erde war tatsächlich 151,7 Mio. km von der Sonne entfernt. Das reale Verhältnis des Abstands Venus-Sonne zum Abstand Erde-Sonne lag dadurch bei 0,7155. Damit lässt sich für den 8.6.2004 eine Sonnenparallaxe von 8,586" und eine Entfernung Erde-Sonne von 153,2 Mio. km errechnen. Die Abweichung liegt jetzt nur noch bei 1,5 Mio. km oder 1%. Allerdings sollte man auch nicht vergessen, dass ein Messfehler im Abstand P der Venusscheibchen von 0,6" oder in der Basislänge R von 100km zu Fehlern von etwa 2 Mio. km in der Entfernung Erde-Sonne führen.

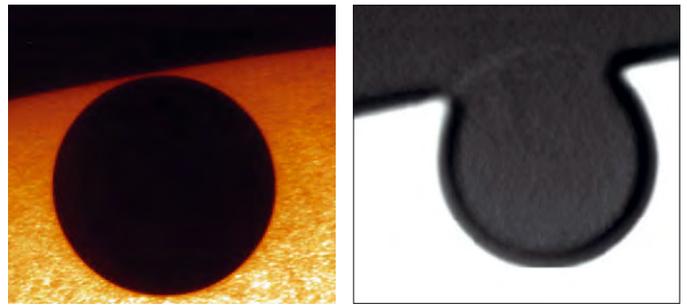


Abb. 3: Zeitgleiche Bilder vom Austritt der Venus von den Kanarischen Inseln (links) und aus Deutschland (rechts). Die Parallaxe beträgt etwa 1/10 des Venusdurchmessers.

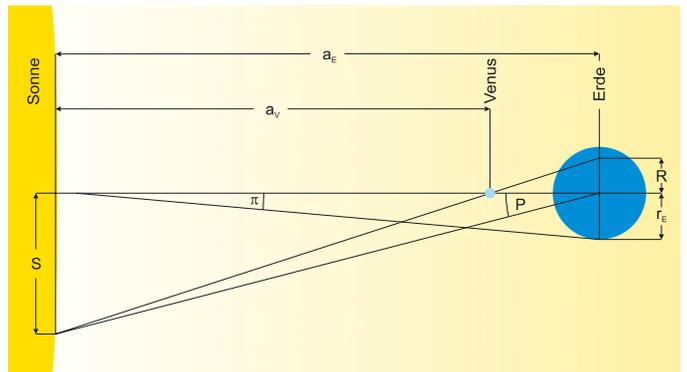


Abb. 4: Die geometrischen Verhältnisse während des Venustransits. a_E und a_V bezeichnen dabei die Entfernungen der Erde bzw. der Venus von der Sonne, R den Abstand der Beobachtungsorte München und Hongkong, S den Abstand des Venusscheibchens auf der Sonne und P den dazugehörigen Winkel. Ebenfalls eingezeichnet ist der Winkel π (Sonnenparallaxe), unter dem der Erdradius r_E für einen Beobachter auf der Sonne erscheint.

ne lag dadurch bei 0,7155. Damit lässt sich für den 8.6.2004 eine Sonnenparallaxe von 8,586" und eine Entfernung Erde-Sonne von 153,2 Mio. km errechnen. Die Abweichung liegt jetzt nur noch bei 1,5 Mio. km oder 1%. Allerdings sollte man auch nicht vergessen, dass ein Messfehler im Abstand P der Venusscheibchen von 0,6" oder in der Basislänge R von 100km zu Fehlern von etwa 2 Mio. km in der Entfernung Erde-Sonne führen.

In Teil 2 der Venustransit-Auswertung: Die Lichtphänomene der Venusatmosphäre



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





Kometen aktuell

von André Wulff

Nach dem doch für Kometenbeobachter sehr interessanten Frühjahr und Sommer muss in den beiden folgenden Monaten wieder mit schmaler Kometenkost Vorlieb genommen werden. Ein heller Komet ist leider für diesen Zeitraum nicht in Sicht, es sei denn, dass kurz vor der Drucklegung dieses Heftes noch ein heller Komet entdeckt wird.

Sozusagen als Überbleibsel des Kometen-Frühlings ist noch der Komet **C/2001 Q4 (NEAT)** zu beobachten. Nach Einbruch der Nacht ist er, im Sternbild Drache hoch am Himmel postiert, nun nur noch ein Beobachtungsobjekt für größte-

re Teleskope. Seine Helligkeit verringert sich immer mehr, sie ist eventuell sogar schon unter 11. Größe abgesunken. Damit ist dieser Komet nur noch ein Objekt für geübte Beobachter.

Als nächster Komet kommt eine weitere Entdeckung des Suchprogrammes LINEAR hinzu. Der Komet **C/2003 T4 (LINEAR)** befindet sich ebenfalls im Sternbild Drache und steigert seine Helligkeit bis Ende November auf 11^m.2. Auch hier sind die Besitzer kleiner Teleskope stark benachteiligt.

Als drittes Objekt ist der periodische **Komet 78P/Gehrels** erwähnenswert. Er

zieht in den nächsten zwei Monaten vom Sternbild Stier in den Widder. Aber auch er ist nur als ein schwaches Objekt im Bereich der 11. Größenklasse zu sehen. Dieser Komet ist schon ein alter Bekannter, er wurde am 1.12.1973 entdeckt und durchläuft jetzt seine 4. Wiederkehr. Leider ist er immer ein recht unscheinbares Objekt.

Für alle Leser mag es ein Trost sein, dass zu Beginn des nächsten Jahres wieder einige hellere Kometen auf dem Programm stehen werden. Bis dahin müssen die Beobachter aber leider tapfer durchhalten.



Abb. 1: C/2003 K4 (LINEAR) war von Juni bis August am Abendhimmel zu sehen gewesen. a) Gerald Rhemann und Michael Jäger, 180mm-Teleobjektiv bei f/3,3, Starlight Xpress SXV-H9 CCD-Kamera, 2×2min (L), 2min (je RGB). b) Stefan Beck, 7.6.2004, 8"-Newton bei f/4, Platinum K402ME CCD-Kamera, 4min.

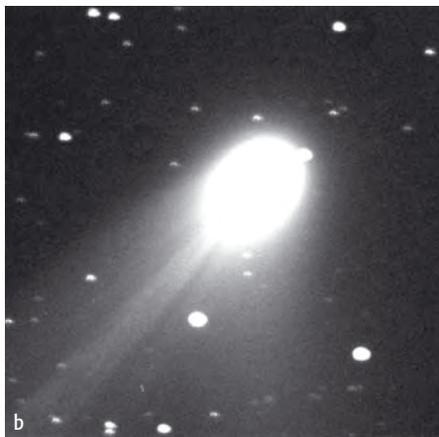


Abb. 2: C/2001 Q4 (NEAT) entfernt sich wieder von Sonne und Erde. a) Peter Wienerroither, 7.6.2004, 6,3"-Astrograph bei f/3,3, Starlight Xpress SXV-H9 CCD-Kamera, 8×1min. b) Stefan Beck, 7.6.2004, 8"-Newton bei f/4, Platinum K402ME CCD-Kamera, 10×50s. c) Torsten Güths, 17.6.2004, 6"-Newton bei f/5,9, Starlight Xpress MX7C CCD-Kamera, 8×1min. Vor dem Kometenkopf erkennt man die schwache Galaxie UGC 5460.

Die Weiterverbreitung ist untersagt.

Planetarische Nebel des Sommerhimmels

TEIL 2: VON HÄNTELN UND BLITZEN

von Markus Dähne

Planetarische Nebel (PN) gehören zu den beliebtesten Beobachtungszielen für Amateurbesucher. Die länger werdenden Nächte des Herbst bieten eine ausgezeichnete Gelegenheit, die schönsten Objekte für die visuelle Beobachtung zu vergleichen. Nachdem in Teil 1 der Studie die hellsten PN zwischen 16^h und 20^h Rektaszension vorgestellt wurden, folgen nun die Milchstraßenobjekte zwischen 20^h und 24^h.



Abb. 1: M 27 ist der hellste Planetarische Nebel für irdische Beobachter. Sebastian Voltmer, 11"-SCT bei 1764mm Brennweite, ST2000XM CCD-Kamera, LRGB je 17 Minuten belichtet.

Vom Ring zur Hantel

NGC 6781 ist der schönste PN in Aquila. Etwas größer als der Ringnebel, zeigt sich NGC 6781 bei 8" Öffnung als runde Scheibe, deren nördlicher Rand am hellsten ist. Der schwache Südrand läuft diffus aus; die Mitte ist etwas dunkler. Ein Nebelfilter hilft bei der Beobachtung sehr. Der Zentralstern mit 16^m;2 kann ab etwa 24" Öffnung gelegentlich erspäht werden.

NGC 6826 hat den Beinamen »Blinkender PN«: Starrt man direkt auf den Zentralstern (10^m;6), so wird der Nebel unsichtbar, bei indirektem Sehen ist der Nebel auffällig – ein physiologischer Effekt unseres Auges, der auch bei manch anderem PN beobachtet werden kann. Strukturen in NGC 6826 sind extrem schwach; große Öffnungen zeigen eine blasse innere Ringstruktur und einen schwachen Halo mit 120" Durchmesser.

Der Hantelnebel M 27 ist einer der hellsten und größten Planetarischen Nebel. Schon ein Feldstecher zeigt ihn als flächiges Objekt. Die zweigeteilte Form des Nebels ist bereits in einem Großfeldstecher angedeutet. Der Zentralstern (13^m, 8) ist mit einem Zehnzöller bei hoher Vergrößerung erreichbar. Große Teleskope zeigen eine Menge weiterer Details. Nebelfilter verbessern bei M 27 weniger die Detailwahrnehmung, aber sehr gut den Kontrast zum Himmelshintergrund.

Das Teleskop zeigt NGC 6891 als ein kleines, rundes Scheibchen; mit 14" Öffnung ist zu erkennen, dass der westliche Teil des Nebels etwas heller ist. Außerdem ist ein etwa 23" durchmessender, schwacher, diffuser Halo wahrnehmbar. Der Zentralstern mit 12^m;4 ist mit 8" Öffnung in Reichweite.

Blauer Blitz und Grünes Rechteck

Ab 8" Öffnung offenbart der auch als »Blue Flash« bezeichnete NGC 6905 ansatzweise Strukturen, die in größeren Teleskopen deutlicher sichtbar sind: Östlich des Zentralsterns (13^m;5), der ab 8" zum Vorschein kommt und mit 12" deutlich ist, ist der Nebel am hellsten. Der Westrand des Nebels erscheint bei großer Teleskopöffnung ebenfalls etwas heller, mit weiteren Strukturen.

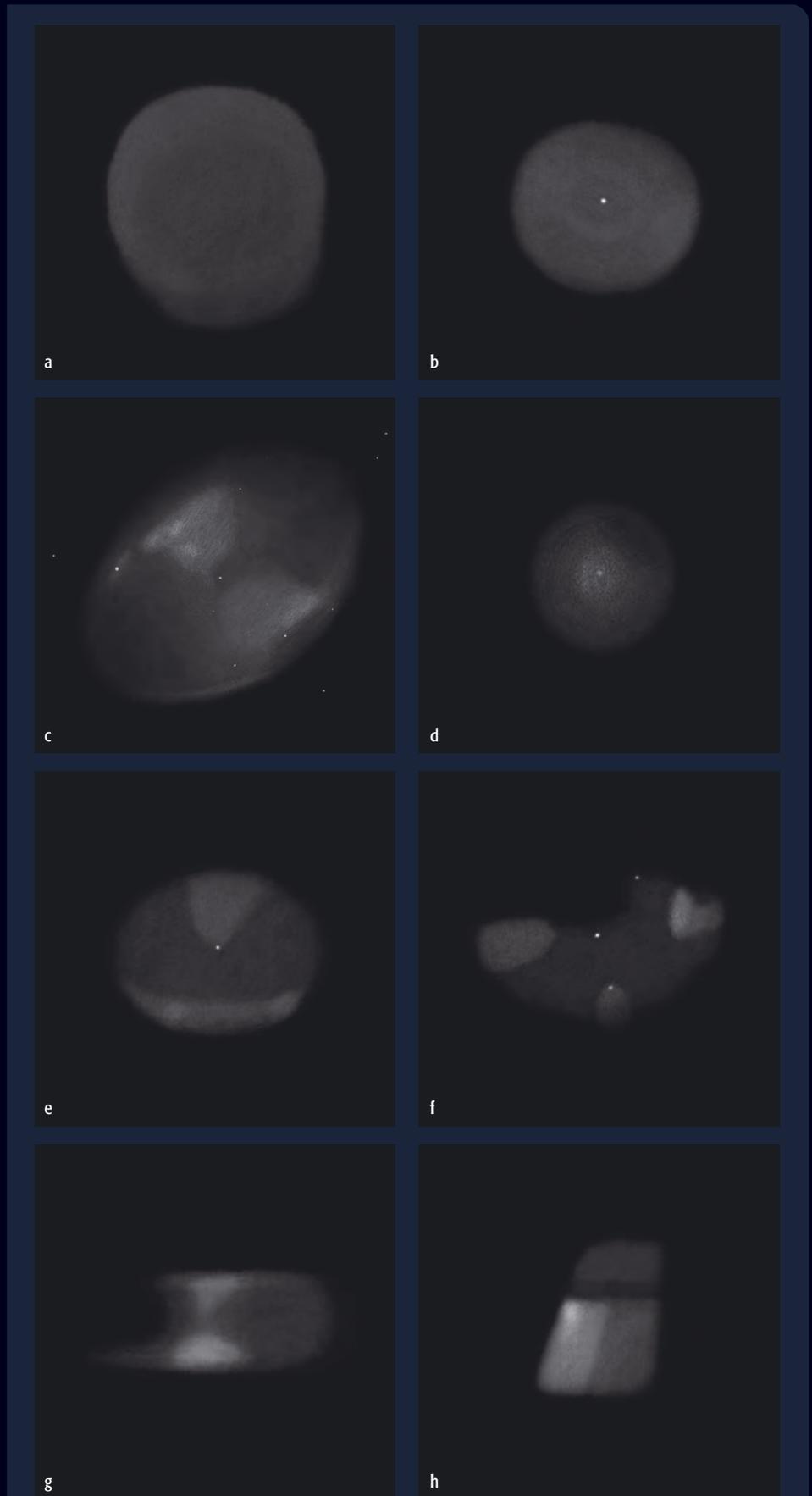


Abb. 2: Planetarische Nebel des Sommerhimmels nach Zeichnungen von Markus Dähne: a) NGC 6781, 24"-Cassegrain, 245×, [OIII]-Filter. b) NGC 6826, 24"-Cassegrain, 682×. c) M 27, 14"-Newton, 165×/340×. d) NGC 6891, 14"-Newton, 340×. e) NGC 6905, 24"-Cassegrain, 435×, [OIII]-Filter. f) NGC 7008, 24"-Cassegrain, 435×, [OIII]-Filter. g) NGC 7026, 24"-Cassegrain, 682×, [OIII]-Filter. h) NGC 7027, 24"-Cassegrain, 682×



3 - NGC 6826



4 - NGC 6891



5 - NGC 6905



6 - NGC 7008



7 - NGC 7026



8 - NGC 7027



◀ Abb. 3: Der »Blinkende Planetarische Nebel NGC 6826«. Volker Wendel und Bernd Flach-Wilken, L-Kanal: 12"-Schiefspiegler, 20×3,3min, RGB-Kanäle: 15"-Newton, 3×4,3min (R), 3×3,3min (G), 3×5min (B); jeweils mit ST10XME CCD-Kamera, A07-System und Filterrad CFW8 aufgenommen.

Abb. 4: NGC 6891 im nahen Infrarot. D. Pollaco (Queens University Belfast), M. Bryce und B. Francis (Jodrell Bank).

Abb. 5: NGC 6905, der »Blaue Blitz«. Josef Pöpsel, 24"-Hypergraph bei 4800mm Brennweite, L-Kanal 16×3min, RGB je 4×3min, ST10XME CCD-Kamera.

Abb. 6: NGC 7008 weist eine besonders komplexe Struktur auf. Josef Pöpsel, 24"-Hypergraph bei 4800mm Brennweite, L-Kanal 6×3min, RG je 4×2min, B 4×6min, ST10XME CCD-Kamera.

Abb. 7: NGC 7026 besitzt zwei parallele Kerne im Zentrum. Michael König, 11"-SCT, SXV H9 CCD-Kamera, 10min belichtet.

Abb. 8: NGC 7027. Volker Wendel und Bernd Flach-Wilken, L-Kanal: 12"-Schiefspiegler, 20×3,3min, RGB-Kanäle: 15"-Newton, 6×2min (RGB); jeweils mit ST10XME CCD-Kamera, A07-System und Filterrad CFW8 aufgenommen.

Obwohl es weitaus hellere PN gibt, ist **NGC 7008** aufgrund seiner Form besonders interessant. Ein Achtzöller gibt bereits Strukturen preis, die mit größerer Öffnung noch deutlicher herauskommen: Die Nordnordost-Südsüdwest orientierte, längliche Scheibe enthält mehrere helle Bereiche. Ein Nebelfilter hilft bei der Beobachtung. Der Zentralstern hat eine Helligkeit von 13^m2.

Nicht weit vom Nordamerikanebel entfernt befindet sich **NGC 7026**. 8" Öffnung zeigen ihn als kleines blaugrünes Scheibchen. In größeren Teleskopen sind bei höherer Vergrößerung zwei Knoten auf der Ost- bzw. Westseite des Nebels erkennbar. Am Zentralstern (14^m8) kann man sich ab etwa 16" Öffnung versuchen.

NGC 7027 ist ein sehr heller und kleiner PN, ebenfalls unweit des Nordamerikanebels. In einem Achtzöller erscheint er bläulich bis grünlich. Bei starker Vergrößerung fällt seine ungewöhnliche Form auf: Er ist keineswegs rund, vielmehr kantig und länglich. Am Nordwestrand ist in größeren Instrumenten eine Aufhellung zu sehen, ebenso kann man sich dann mit [OIII]-Filter an die Beobachtung des Halos wagen.

Tab. 1: Planetarische Nebel am Sommerhimmel – Teil 2

Name	Sternbild	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	Uran.
NGC 6781	Aql	19 ^h 18,5 ^{min}	06° 32,4'	11 ^m 4	110"	206
NGC 6826	Cyg	19 ^h 44,8 ^{min}	50° 31,5'	8 ^m 8	25"	55
M 27	Vul	19 ^h 59,6 ^{min}	22° 43,0'	7 ^m 3	350"	162
NGC 6891	Del	20 ^h 15,2 ^{min}	12° 42,1'	10 ^m 5	15"	208
NGC 6905	Del	20 ^h 22,4 ^{min}	20° 06,3'	11 ^m 1	40"	163
NGC 7008	Cyg	21 ^h 00,5 ^{min}	54° 32,5'	10 ^m 7	85"	56
NGC 7026	Cyg	21 ^h 06,3 ^{min}	47° 51,1'	10 ^m 9	21"	85
NGC 7027	Cyg	21 ^h 07,0 ^{min}	42° 14,2'	8 ^m 4	15"	85

is-Grundlagen:

Die Strahlung Planetarischer Nebel

Planetarische Nebel sind astronomisch gesehen relativ kurzlebige Erscheinungen, die wenige zehntausend Jahre nach ihrer Bildung unsichtbar werden. Bei gerade im Entstehen begriffenen PN kann man visuell Erscheinungen beobachten, die nur Jahrzehnte oder Jahrhunderte alt sind.

PN zeigen ein charakteristisches Emissionsspektrum. Sie leuchten, weil die energiereiche Strahlung des Zentralsterns die Elektronen der Atomhüllen in angeregte Zustände »heben« kann. Beim Übergang in die energieärmeren Zustände wird die Energiedifferenz als Photon mit einer bestimmten Wellenlänge abgegeben. Je häufiger solche Übergänge stattfinden, desto stärker wird die Emissionslinie.

Im visuellen Bereich dominiert die »verbotene« [OIII]-Linie des doppelt ionisierten Sauerstoffs bei 500,7nm. Sie repräsentiert einen auf der Erde sehr unwahrscheinlichen (deshalb »verbotenen«) Übergang, weil unter irdischen Bedingungen das Elektron durch Stoß mit einem anderen Teilchen seine Energie abgeben kann und so ohne Emission eines Photons in den energieärmeren Zustand gelangt. Deshalb dachte man bis 1927, ein neues Element namens »Nebulium« sei der Hauptbestandteil der PN. Tatsächlich aber ist der verbotene Übergang dank der sehr geringen Teilchendichte im Nebel, die irdischem Vakuum nahe kommt, doch möglich.

Farbbeobachtungen von Planetarischen Nebeln

Die [OIII]-Linie bei 500,7nm ist bei meisten PN verantwortlich für den Großteil der ausgesendeten Strahlung. Damit sind die visuellen Beobachter begünstigt, weil das Maximum der Wahrnehmung des Auges nahe dieser Wellenlänge liegt (Zapfen: 560nm, Stäbchen: 510nm). Ist die Flächenhelligkeit des PN ausreichend, können die Zapfen diese Farbe auch direkt als intensives Grün wahrnehmen. Bei manchen Planetarischen Nebeln geht die Farbe auch ins Bläuliche über, was auf den Einfluss der visuell zweitstärksten Linie, H β , bei 486,1nm zurückzuführen ist. Allerdings sei an dieser Stelle bemerkt, dass astronomisches Farbsehen von Auge zu Auge unterschiedlich ist und kein Widerspruch vorliegt, wenn ein Beobachter einen Nebel als intensiv blau beschreibt, den andere als grün bezeichnen.

Tab. 2: Die visuell beobachtbaren Emissionslinien der PN

Wellenlänge [nm]	Element	relative Intensität	Name
434,0	HI	0,3	neutraler Wasserstoff, H γ -Linie
468,6	HeII		einfach ionisiertes Helium
486,1	HI	1	neutraler Wasserstoff, H β -Linie
495,9	[OIII]	2	zweifach ionisierter Sauerstoff
500,7	[OIII]	6,6	zweifach ionisierter Sauerstoff
654,8	[NII]		einfach ionisierter Stickstoff
656,3	HI	3,3	neutraler Wasserstoff, H α -Linie
658,4	[NII]		einfach ionisierter Stickstoff

Das Auge – unser Beobachtungsinstrument

TEIL 1: ANATOMIE AUS SICHT DES VISUELLEN BEOBACHTERS

von Christoph Lohuis

Neben Teleskopen, Zubehör und theoretischen Formeln sind unsere Augen das wichtigste Instrument zur Beobachtung. Schnell vergessen wir, dass erst unser Auge alle vom Teleskop gesammelten Photonen aufnimmt, und unser Gehirn die eintreffenden Informationen interpretiert. Das Auge ist ein ausgesprochen machtvoller Lichtsensor und erlaubt eine große Bandbreite an wahrnehmbaren Intensitäten und Farben. Die genaue Kenntnis der Anatomie des Auges und seiner Funktionsweise kann jedem Beobachter helfen, seine visuellen Möglichkeiten voll auszuschöpfen.

PETER WIENERROITHER

Anatomie und Physiologie

Eine intensive Beschäftigung mit dem Auge setzt Kenntnisse über dessen Anatomie und Physiologie voraus. Zum besseren Verständnis zeigt die Grafik (Abb. 1) einen schematisierten Querschnitt durch das Auge. Die Bilderzeugung funktioniert nach dem Prinzip einer Fotokamera. Das einfallende Licht wird an Hornhaut und **Linse** gebrochen, wobei letztere die primäre Komponente ist. Im Gegensatz zu einer Glaslinse ist die menschliche Linse flexibel: Durch Akkomodation kann die Brechkraft variiert werden. Über die Zonulafasern stehen Muskeln (Musculus ciliaris) mit der Linse in Kontakt. Anders, als man im ersten Moment vermuten würde,

erschaffen die **Zonulafasern** bei Kontraktion der Muskel. In diesem Zustand folgt die Linse ihrer Eigenelastizität und nimmt eine gewölbte Form an. Der Brechungsquotient nimmt zu und wir können »Nahsehen«. Im umgekehrten Fall schaltet das Auge auf »Fernbeobachtungen« um.

Auf die Intensität des Lichts reagiert die **Iris** (Regenbogenhaut), die den Durchmesser der **Pupille** definiert. Bei großer Lichtintensität wird die Pupille durch den Musculus sphincter pupillae verengt. Dieser Zustand wird als Miosis bezeichnet. Die Erweiterung (Mydriasis) erfolgt durch den Musculus dilatator pupillae. Beide Vorgänge sind reflektorischer Natur und können somit nicht willentlich innerviert werden. Dieses Prinzip der

Pupille kennt jeder Fotograf in Form der Blendeneinstellung.

Nachdem das Licht durch die Linse und Pupille in das Augennere gelangt, passiert es den Glaskörper, und ein fokussiertes Bild wird auf der **Retina** (Netzhaut) projiziert. Bei Weitsichtigkeit (Hyperopie) wird das Bild hinter und bei Kurzsichtigkeit (Myopie) vor der Retina fokussiert. Eine Korrektur kann bei der Beobachtung mit Teleskopen durch Modifikation der Fokussage erzielt werden. Aus diesem Grund können Brillenträger mit den beiden genannten Augenerkrankungen ohne Brille beobachten. Vom komplexen Aufbau der Netzhaut soll an dieser Stelle lediglich einer der drei lichtempfindlichen Abschnitte Erwähnung finden, das **Stratum neuroepitheliale**. Es setzt sich aus den bekannten **Zapfen** und **Stäbchen** zusammen, die für die Detektion der Lichtimpulse von Bedeutung sind.

Kenndaten des menschlichen Auges

Kleinster Sehwinkel, der vom Auge gesehen wird (theoretisch)	20"
praktisches Auflösungsvermögen des Auges	60"
Sehwinkel, der der Größe eines Zapfens entspricht	0,4"
Strecke auf der Retina, die 1° entspricht	0,29mm
Absorptionsbereich der Fotorezeptoren (violett – rot)	400nm–760nm
Empfindlichkeit von maximaler Helladaptation und voller Dunkeladaptation	1:10 ⁶
Mindestanzahl von Photonen, die ein Stäbchen erregen	5 Photonen
Absolutempfindlichkeit	28 Lichtquanten
Quanteneffizienz Stäbchen	3%

Adaption der Augen

In diesem Kontext treten in vielen Fällen Missverständnisse auf. Häufig wird die Pupillenvergrößerung bei Dunkelheit (Mydriasis) mit der alleinigen Adaption (oder Adaptation) des Auges gleichgesetzt. Diese Aussage ist aber nicht ganz zutreffend. An dieser Stelle müssen zwei Aspekte der Adaption differenziert werden:

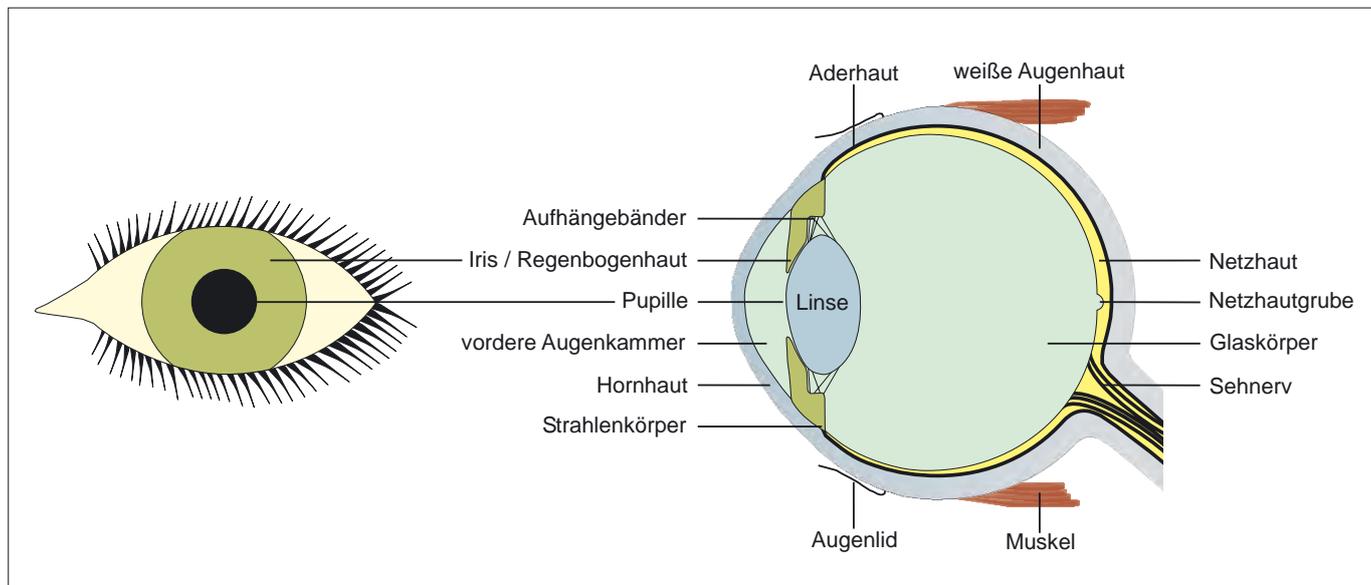


Abb. 1: Querschnitt und Frontalansicht des menschlichen Auges und seiner Einzelheiten. Erläuterungen im Text.

Die erwähnte Variation der Pupillengröße spielt eine wichtige Rolle bei der Bestimmung der maximal sinnvollen Austrittspupille (AP), welche den Lichtkegel (in Millimeter) definiert, der das Okular verlässt und in das Auge gelangt. Als maximal sinnvolle Austrittspupille wird der Durchmesser fixiert, der dem der dunkel adaptierten Pupille entspricht – dies ist je nach Person zwischen 6mm und 8mm der Fall. Mit steigender Austrittspupille wächst parallel die Bildhelligkeit, so dass die maximale Helligkeit bei der größten sinnvollsten Austrittspupille liegt. Folglich erscheint der Himmel im Teleskop bei maximaler Austrittspupille so hell, wie mit dem bloßem Auge. Eine weitere Vergrößerung der AP ist möglich, wobei

das Licht jedoch nicht mehr vollständig ins Auge gelangt.

Ein weiterer Bestandteil der Adaption ist das Erkennen lichtschwacher Objekte. Dieser Aspekt ist naturgemäß im Rahmen der Deep-Sky-Beobachtung von großer Bedeutung. Die Fotorezeptoren des Auges werden, wie oben beschrieben, in Stäbchen und Zapfen differenziert. In beiden Zellen ist unter anderem der Stoff Rhodopsin zu lokalisieren, der als Lichtsensor Retinal enthält und auch als Sehstoff bezeichnet werden könnte. Bei der primären Dunkeladaption handelt es sich um die Verstärkung einer Signal-Weiterleitungskette in der Zelle, hinsichtlich der absorbierten Lichtquanten. Im Dunkeln wird dieser Vorgang verstärkt und im Hellen herabgesetzt.

Warum benötigen unsere Augen etwa 30 Minuten oder länger, um im Dunkeln adäquat zu sehen? Dies ist mit chemischen Vorgängen im Rhodopsin zu erklären: Treffen viele Photonen auf das erwähnte Retinal, wird Opsin (retinalfreies Rhodopsin) freigesetzt. Auch in Dunkelheit ist Opsin nicht sofort inaktiv und »spielt« dem Auge das Vorhandensein von Licht vor. Zu diesem Zeitpunkt wird die Signalverstärkung nicht vorgenommen, wodurch folglich wenig Details sichtbar sind. Erst durch die Bindung des Opsin mit Retinal wird dieses eliminiert und die Signalverstärkung kann vorgenommen werden. Dies erklärt, warum wir uns an eine helle Umgebung innerhalb weniger Sekunden, an die vollständige Anpassung des Auges

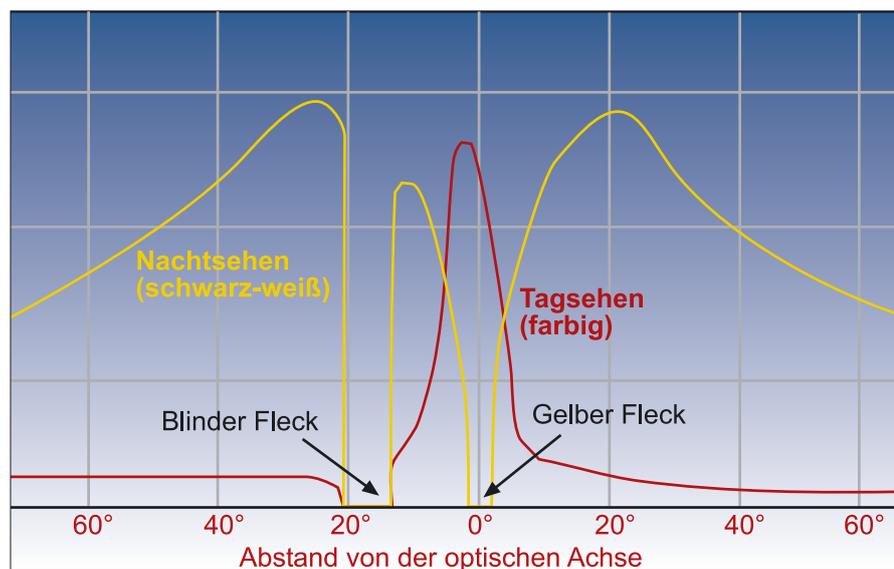


Abb. 2: Die Verteilungsdichte von Zapfen (Tagsehen) und Stäbchen (Nachtsehen) zu beiden Seiten der optischen Achse des Auges. Die Stäbchen fehlen im »Gelben Fleck«, wo die farbempfindlichen Zapfen am höchsten konzentriert sind. Im »Blinden Fleck«, wo der Sehnerv das Auge verlässt, sind weder Zapfen noch Stäbchen vorhanden.

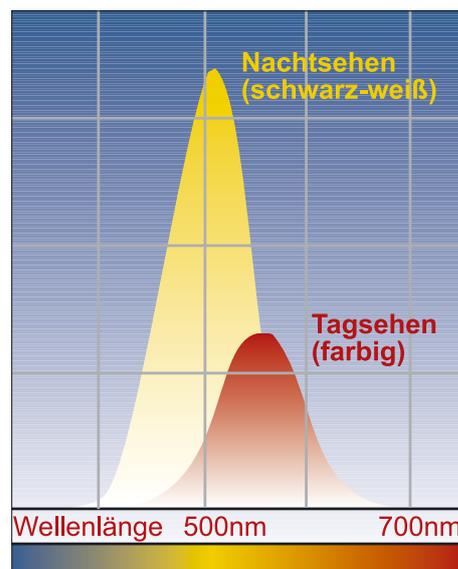


Abb. 3: Die spektrale Empfindlichkeit von Zapfen (Tagsehen) und Stäbchen (Nachtsehen) weist eine Verschiebung auf. Nachts sind unsere Augen deshalb nicht so empfindlich für rotes Licht.

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

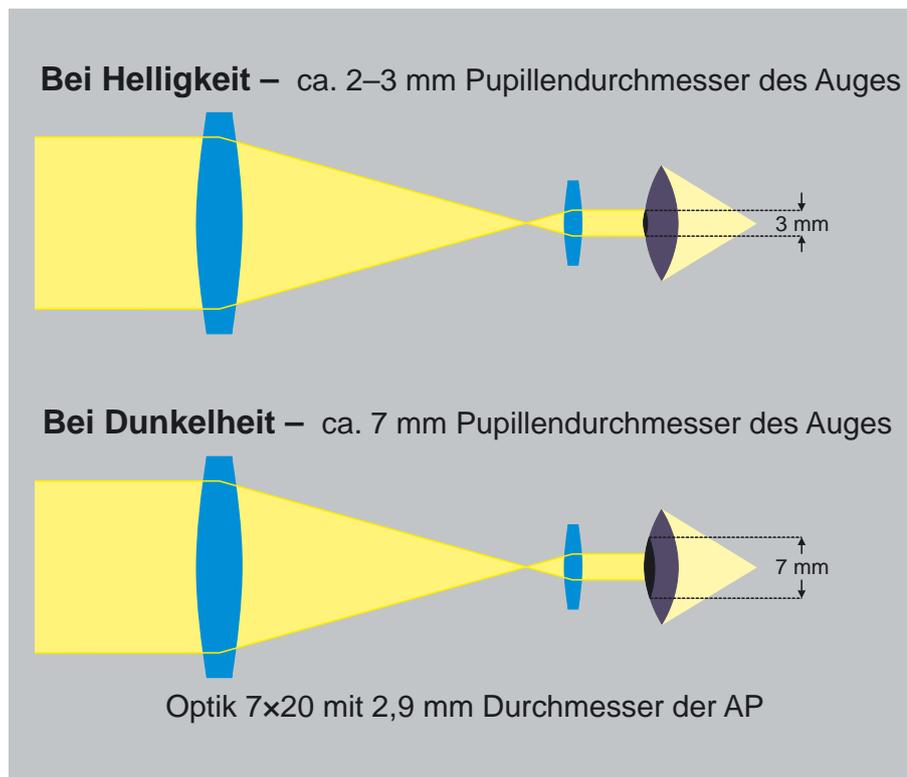


Abb. 4: Der Pupillendurchmesser bei Tageslicht und bei Nacht. Die Austrittspupille eines 7×20-Feldstechers von 2,9mm ist optimal für die Tagebeobachtung, jedoch wesentlich kleiner als die Pupillendilatation des dunkeladaptierten Auges.

an Dunkelheit hingegen erst nach 30 bis 45 Minuten gewöhnen. In diesem Zustand ist das Opsin wieder gebunden und somit inaktiv. Schon ein kurzer Lichteinfall, zum Beispiel eines Autoscheinwerfers, lässt diese Prozedur zum Leidwesen der Amateurastronomen von vorn beginnen.

Farbsehen

20 Millionen lichtempfindliche Stäbchen sind für das Sehen bei Dunkelheit von Bedeutung. Bereits bei geringer Lichtintensität werden diese Zellen angesprochen. Für diese Leistung muss unser Auge einen »Kompromiss« eingehen: Stäbchen sind nicht in der Lage Farben zu erkennen. Weiterhin leidet unter dem »Stäbchensehen« die Schärfe der Abbildung. Diese Tatsache kann leicht überprüft werden, indem man bei Dunkelheit versucht, feinste Details zu erkennen. Der Grund für eine geringere Auflösung liegt in der Vernetzung der Stäbchen. Nicht jede Zelle ist mit einer Nervenfaser verbunden, so dass mehrere Zellen nur einen Nerv ansprechen. Bei einem digitalen Bild würde man von einer geringeren Pixelzahl sprechen.

Dem gegenüber stehen die Zapfen, von denen es lediglich sechs Millionen gibt. Sie erlauben es, in Farbe zu sehen. Für diese Leistung benötigen die Zapfen eine hohe Lichtintensität, so dass 2440 Photonen zu

deren Anregung notwendig sind. Stäbchen kommen hingegen mit fünf Lichtquanten aus. Wenig Licht aktiviert die Stäbchen, was zur Folge hat, dass wir »lediglich« in Graustufen und nicht in Farbe sehen können (»Nachts sind alle Katzen grau«). Diese Tatsache lässt sich selbstverständlich auf die praktische Astronomie übertragen. Die wenigen Photonen regen allein die Stäbchen an, so dass fast alle astronomischen Objekte in Graustufen erscheinen. In wenigen Fällen, wie zum Beispiel beim Orionnebel (M 42) oder Jupiters Geist (NGC 3242), kann im Ansatz ein grüner Farbton ausgemacht werden.

Sieht man sich den spektralen Empfindlichkeitsverlauf von Stäbchen und Zapfen an, werden schnell die unterschiedlichen Maxima sichtbar. Beim skotopischen Sehen (hell/dunkel) liegt das Empfindlichkeitsmaximum des Auges bei 507nm und somit im grünen Spektralbereich. Auf der anderen Seite verschiebt sich das Maximum im photopischen Sehen (Farbsehen) auf 555nm (gelb/grün) und somit zum langwelligeren Bereich des sichtbaren Spektrums. Der Unterschied der Maxima wird auch als **Purkinje-Verschiebung** bezeichnet. Während die tagsehenden Zapfen bei einer Wellenlänge bis 700nm empfindlich sind, können die nachsehenden Stäbchen rotes Licht nur bis 630nm aufnehmen. Das bedeutet, dass sehr rote Ob-

jekte nicht mit dem skotopischen Sehen zu erfassen sind: Wenn sie sichtbar werden, ist ihre Farbe auch als rötlich wahrzunehmen. Dieser Effekt wird von Deep-Sky-Beobachtern bei der Benutzung tiefer Taschenlampen zum Kartenlesen und Zeichnen ausgenutzt, deren Licht nur noch von den Zapfen, nicht aber den Stäbchen wahrgenommen werden kann und somit die Adaption letzterer nicht stört.

Auflösung

Parallel ermöglichen die Zapfen das »Scharfsehen«. Fixieren Sie einen beliebigen Punkt in Ihrer Wohnung. In der Mitte erscheint das Bild fokussiert. Mit größer werdendem Abstand vom Bildmittelpunkt nimmt die Auflösung deutlich ab. Bei der Zentrierung eines Objektes fallen die Lichtstrahlen auf die **Macula lutea** (Gelber Fleck). Diese Stelle im Auge wird auch als Punkt des »scharfsten Sehens« bezeichnet. Im und um den Gelben Fleck befinden sich die Zapfen in hoher Konzentration. Jede Zelle ist mit einer Nervenfaser verbunden, was die Auflösung deutlich ansteigen lässt. In Abb. 2 zur Verteilungsdichte ist ersichtlich, dass die Zapfen mit größer werdendem Radius schnell abnehmen und nur noch Stäbchen zu lokalisieren sind. Auch diese Tatsache ist bei der Beobachtung von großer Bedeutung: Viele Einsteiger fixieren ein astronomisches Objekt wie beim photopischen Sehen im Alltag. Was geschieht? Das Licht trifft genau auf den Gelben Fleck. Bedingt durch die Tatsache, dass an dieser Stelle nur Zapfen zu finden sind, wird der Beobachter gegebenenfalls kein Objekt erkennen, weil die Anzahl der Lichtquanten nicht ausreicht, um die Zapfen anzuregen. Schaut man hingegen leicht am Objekt vorbei, trifft das Licht auf Millionen von lichtempfindlichen Stäbchen und das Objekt wird sichtbar. Diese Vorgehensweise wird als **Indirektes Sehen** bezeichnet.

Ebenfalls aus der Grafik ersichtlich ist eine Region, wo keine Stäbchen und Zapfen zu lokalisieren sind. Dieser Bereich wird als **Blinder Fleck** definiert und ist ca. 1° bis 2° groß. Der Grund für das Nichtvorhandensein von Schellen liegt darin, dass an dieser Stelle der Sehnerv (Nervus opticus) auf die Retina trifft. Für die praktische Beobachtung hat er hingegen fast keine Bedeutung.

Das theoretische Auflösungsvermögen des Auges liegt bei den meisten Menschen zwischen 3' und 8'. Der bekannte Doppeltstern Mizar und Alkor, mit einem Abstand 11,8' sollte von jedem deutlich getrennt

Die Prüfwellenlänge von Amateuroptiken

Bei welcher Wellenlänge sollten Messungen zur optischen Qualität von Optiken durchgeführt werden? Gewöhnlich geschieht dies bei rotem Laserlicht von 632nm – die maximale Empfindlichkeit der nachtsehenden Stäbchen liegt aber bei 507nm. Durch die Abhängigkeit der theoretischen Auflösung eines Teleskops von der Wellenlänge des Lichts ergibt sich hier bereits eine deutliche Abweichung der Werte. Nach dem Rayleigh-Kriterium:

$$1,22 \times 206264,8 \times \text{Wellenlänge} / \text{Durchmesser in cm}$$

- ergibt sich somit für 632nm: 15,9 / Durchmesser in cm
- und für 507nm: 2,8 / Durchmesser in cm

Für ein 10cm-Teleskop ergeben sich daraus Werte von 1,59" in rotem Laserlicht, aber 1,28" für das nachtsehende Auge. Bei Messungsangaben in Testberichten und Produktinformationen sollte man beim Vergleich von Optiken auf diesen Aspekt achten. Sie dienen in der Regel allein zur Minimierung des relativen Fehlerwertes. Durch die Modifikation der Wellenlänge fällt in diesem Beispiel der relative Fehler um ca. 20% geringer aus. Es ist leicht ersichtlich, dass nicht die Fehlerquelle, sondern der Frequenzbereich den »neuen« Wert bestimmt.

werden können und trägt die Bezeichnung »Augenprüfer« aus physiologischen Gründen wohl zu unrecht. Um das Auflösungsvermögen eines Teleskops auch nutzen zu können, muss eine Mindestvergrößerung erzielt werden. Die Auflösung eines Teleskops ist von einigen Faktoren abhängig (Öffnung, Obstruktion, Wellenlänge u.a.). Eine Optik mit effektiver Öffnung von 200mm erzielt nach Rayleigh eine theoretische Auflösung von 0,69" (siehe Kasten). Wie oben skizziert besitzt unser Auge hingegen eine Auflösung von 3'-8', wobei ich in der folgenden Rechnung 3' als Grundlage verwende. Um den Wert von 0,69" nutzen zu können, muss der Betrachtungswinkel auf 180" erhöht werden. Die erforderliche Vergrößerung lässt sich einfach ermitteln durch die Formeln:

$$\frac{\text{Auflösung des Auges}}{\text{Auflösung der Optik}} = \frac{\text{Sinnvolle}}{\text{Vergrößerung}}$$

$$\text{also: } \frac{180''}{0,69''} = 261\times$$

Diese Vergrößerung, ab der man das Auflösungsvermögen des Teleskops nutzt, wird als förderliche Vergrößerung bezeichnet. Sie ist streng genommen von der Leuchtdichte des Beobachtungsobjektes abhängig, da die Auflösung des menschlichen Auges mit geringerer Leuchtdichte stark abnimmt, und gilt nur für helle Objekte.

Das menschliche Auge ist auch in der Lage, feinste Helligkeitsunterschiede zu differenzieren. Dieser Aspekt ist vor allem für Beobachter von Veränderlichen Sternen von Bedeutung. Unterschiede von 0^m15–0^m10 können auch vom ungeübten Beobachter erkannt werden. Versierte Beobachter können Abstufungen bis 0^m05 erzielen.

in Teil 2: Augenprüfer für Amateurastronomen

- [1] Stoyan, R.: Fernrohr-Führerschein in 4 Schritten, Oculum-Verlag (2003)
- [2] Stoyan, R.: Auflösung und Grenzgröße im Teleskop – Fallbeispiel M 13, interstellarum 18, 14 (2001)
- [3] Faller, A.: Der Körper des Menschen, Thieme-Verlag, 12. Auflage (1995)
- [4] Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, 258. Auflage, Berlin, de Gruyter (1998)
- [5] Roth, G. D.: Handbuch für Sternfreunde, Springer-Verlag (1989)
- [6] Lippert, H.: Anatomie – Texte und Atlas, Urban & Schwarzenberg, 5. Auflage (1989)

Messier 33 *visuell*

EINE ERKUNDUNG DER TRIANGULUM-GALAXIE

von Martin Schoenball

Für die meisten Amateurastronomen ist die Triangulum-Galaxie eine der beeindruckendsten und interessantesten Galaxien des Nordhimmels, die trotz ihrer geringeren Helligkeit oftmals ein lohnenderes Ziel als der Andromeda-Nebel ist. Dies gilt vor allem für visuelle Beobachter, die darauf aus sind, Einzelheiten in fernen Galaxien zu beobachten. M 33 ist dabei hervorragend als Einstieg in die Detailbeobachtung geeignet. Schon mit kleineren Teleskopen wird sie mehr von sich preisgeben als nur einen verwaschenen Fleck!



◀ Abb. 1: M 33, die Triangulum-Galaxie, lässt am leichtesten von allen Nordhimmel-Galaxien extragalaktische Emissionsnebel und Sternwolken betrachten. Aufnahme von Walter Koprolin.

Am 25. August des Jahres 1764 entdeckte Charles Messier zwischen dem Kopf des nördlichen Fisches und dem Dreieck einen »schwachen Nebel ohne Sterne« mit etwa 15' Durchmesser. Es war der dreiunddreißigste Eintrag in seinem Katalog von Nebeln und Sternhaufen – heute wissen wir, es ist eine Galaxie. Sie wurde vermutlich schon 100 Jahre früher von Hodierna entdeckt, geriet aber wieder in Vergessenheit.

Die Dreiecks-Galaxie gehört zur Lokalen Gruppe und ist nach der Andromeda-Galaxie M 31 und der Milchstraße die drittgrößte Spiralgalaxie dieser Gruppe. Sie ist allerdings erheblich kleiner als die beiden großen Spiralen und bezüglich der Masse und Leuchtkraft mit der Großen Magellanschen Wolke vergleichbar. Mit einer Entfernung von etwa 2,7 Millionen Lichtjahren liegt sie etwas weiter weg als M 31.

Anfänger haben mit M 33 oftmals Probleme. Der Grund ist deren recht geringe Flächenhelligkeit und eine zu große verwendete Vergrößerung. Beobachtet man auch noch bei schlechten Bedingungen, wird sie für ein ungeübtes Auge schnell unsichtbar. In einem 4"-Teleskop erscheint sie bei 20facher Vergrößerung als große Aufhellung des Gesichtsfeldes, die zur Mitte nur wenig heller wird. Ist diese Hürde aber überwunden, kann man sich an die Detailbeobachtung machen. Auf Fotos fallen zunächst die zwei kräftig ausgeprägten und locker gewundenen Spiralarme der Galaxie vom Typ Sc auf – ideale Bedingungen, um sie mit dem eigenen Teleskop zu erkennen. Messier 33 ist eine der Galaxien des Nordhimmels, deren Spiralarme recht einfach zu beobachten sind!

Extragalaktische HII-Regionen

Das zweite Merkmal von M 33, das man auf Fotos erkennt, ist die Fülle roter Flecken – HII-Regionen wie zum Beispiel der Orionnebel in unserem Spiralarm der Milchstraße. Auch diese sind Ziele für den Amateur. Bei schlechteren Bedingungen ist die Beobachtung der hellsten HII-Region NGC 604 sogar noch einfacher als

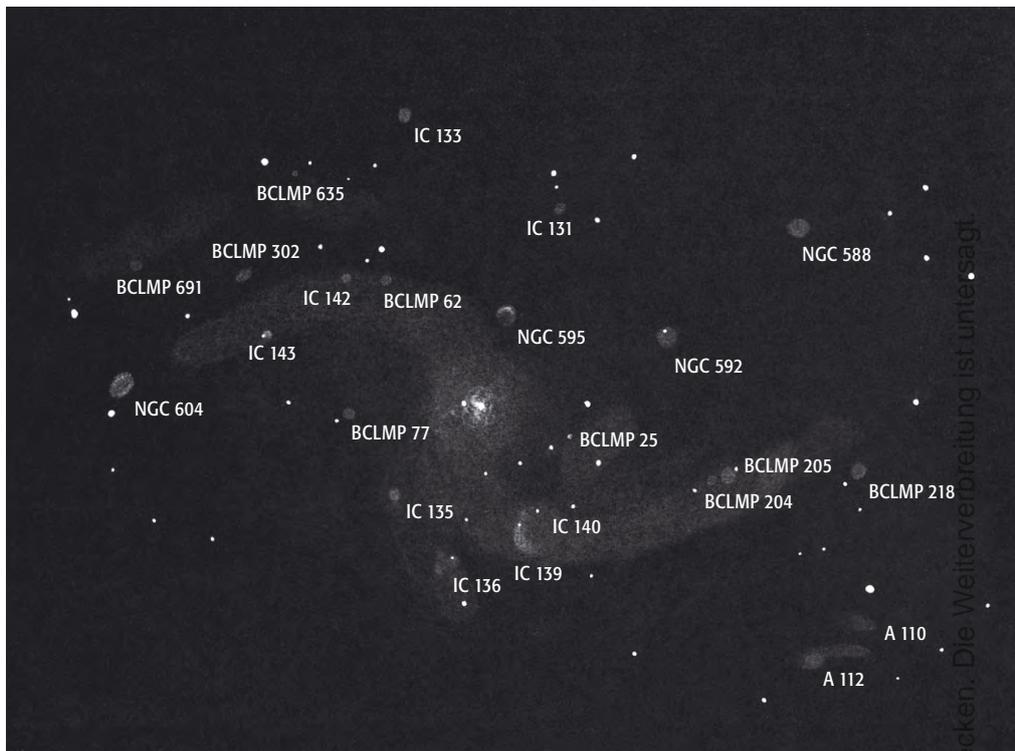


Abb. 2: Zeichnung von Martin Schoenball mit einem 250/1200 Newton bei 66–197×, entstanden in drei Nächten bei fst 6^m6.

die der Spiralarme, da sie eine sehr hohe Flächenhelligkeit besitzt. Man findet sie etwa 11' nordöstlich des Galaxiekerns am Ende des nördlichen Spiralarms. Ihre Helligkeit wird mit 11–12^m angegeben. Sie ist somit ab etwa 4" Öffnung zu beobachten. Etwas schwieriger sind die 1864 durch d'Arrest entdeckten HII-Regionen NGC 595, NGC 592 und NGC 588 zu sehen. Allerdings kommt deren Position außerhalb der hellen Spiralarme der Beobachtung zugute, da der Kontrast zum Himmelshintergrund größer ist. Bei allen genannten Regionen tragen die eingebetteten Sternhaufen deutlich zur Gesamthelligkeit bei. Dies ist vor allem bei NGC 592 der Fall, wo eine stellare Aufhellung sichtbar ist. Schmalbandfilter sind also nicht immer hilfreich. Den meisten Erfolg verspricht die Verwendung eines UHC-Filters.

Bei guten Bedingungen und mit einem Teleskop um etwa 8" Öffnung werden neben den zwei großen Spiralarmen noch weitere sichtbar. Am einfachsten ist der östliche Spiralarm, der wesentlich aus IC 135 und IC 136 besteht. Beide sind Zusammenballungen von vielen HII-Regionen, Assoziationen und Sternhaufen.

Schwieriger ist der westliche Spiralarm zu erkennen. Dieser scheint aus dem süd-

lichen Arm hervorzugehen und ist nur über einen sehr kurzen Bogen bis etwa auf Höhe des Zentrums zu verfolgen. Der Bereich zwischen diesem Arm und dem südlichen Arm erscheint wie eine Dunkelwolke. An ihrem westlichen Rand befindet sich die Region BCLMP 25. Sie ist recht einfach sichtbar, erscheint aber bei Vergrößerungen bis etwa 200× noch stellar.

Bei geringer Vergrößerung und optimalen Bedingungen werden westlich des nördlichen Arms zwei große Lichtstreifen sichtbar. Auf Fotos erkennt man die Zugehörigkeit zum westlichen Arm. Beobachtet man die Spiralarme genauer, fällt zudem im südlichen Arm, nahe zum Zentrum, eine große hellere Region auf. Dies sind IC 139 und IC 140, ähnlich wie IC 135 und IC 136 eine große Häufung von Gasnebeln und Sternhaufen. Für diese detaillierten Beobachtungen sollte man eine recht große Vergrößerung wählen, wir haben es hier mit Objekten recht großer Flächenhelligkeit zu tun. Ich verwendete an meinem 10"-Newton etwa 200×.

Entlang der Spiralarme

Die Beobachtung weiterer HII-Regionen und Assoziationen entlang der Spi-

Tab. 1: Die Triangulum-Galaxie

Name	R.A.	Dekl.	Hell.	FH	Größe	Typ	Entfernung	Uran.
M 33, NGC 598	1 ^h 33,9 ^{min}	+30° 40'	5 ^m 5	14 ^m 1	68,7'×41,6'	SA(s)cd II-III	2,7 Mio. Lj	91

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



Abb. 3: Detailliertere Betrachtung zeigt zahlreiche HII-Regionen (rötliche Flecke) und Sternwolken (bläuliche Flecke) innerhalb M 33. Die fünf hellsten Objekte haben sogar eigene Bezeichnungen im NGC-Katalog erhalten, am auffälligsten davon ist NGC 604, ein großer Emissionsnebelkomplex im nördlichen Spiralarm. Aufnahme von Heinrich Weiß.

ralarme erfordert etwas mehr Vorbereitungen. Hierzu sollte man sich eine Aufsuchkarte auf Grundlage eines Fotos vorbereiten. Ein Foto als Aufsuchhilfe ist allerdings immer mit Vorsicht zu genießen; man muss stets ehrlich zu sich

selbst sein, welche Objekte man sieht und welche der Einbildung entsprungen sind! Eine Durchmusterung der HII-Regionen findet sich in [1], zugehörige Photometriedaten enthält [2]. Ein noch umfassenderes Werk ist [3]. Hier wurden allerdings die

aus den HII-Regionen entstandenen Assoziationen katalogisiert.

Verfolgt man nun den südlichen Spiralarm weiter nach außen, kommen die beiden HII-Regionen BCLMP 204 und 205 ins Gesichtsfeld. Sie bilden zusammen IC 137. Am Ende des Arms findet man BCLMP 218. Alle drei Nebel sind sehr schwach und nur durch indirektes Sehen zu erkennen.

Etwas weiter abgesetzt im Osten befinden sich die beiden Stern-Assoziationen A 110 und A 112. Der nahe Stern SAO 54783 stört jedoch erheblich bei der Beobachtung dieser Objekte mit geringen Flächenhelligkeiten.

Verfolgen wir den nördlichen Arm nach außen, stoßen wir etwas abseits zuerst auf

Abb. 4: M 33 auf einer Zeichnung von Lord Rosse. M 33 war eine der ersten Galaxien, in der der Besitzer des Mitte des 19. Jahrhunderts größten Teleskops der Welt (72" Öffnung) eine Spiralstruktur erkannte. Die runden Flecken sind die vier hellen NGC-Objekte innerhalb der Galaxie.





NGC 595. Genaue Betrachtung zeigt eine hellere Westseite. Etwas weiter außen liegen die beiden Regionen BCLMP 62 und IC 142. Beide Objekte sind nicht einfach und benötigen indirektes Sehen. Noch schwieriger ist IC 143. Westlich davon, außerhalb des Arms, findet sich BCLMP 302. Verfolgen wir den Spiralarm bis zum Ende, stoßen wir schließlich auf die prächtige HII-Region NGC 604. In ihr lassen sich schalenförmige Strukturen erkennen. Auch einzelne Knoten, bestehend aus sehr leuchtkräftigen Sternen, wurden schon mit Teleskopen um 20" gesehen [4, 5]. Die zwei Regionen IC 131 und IC 133 befinden sich etwas außerhalb der hellen Spiralarme und sind so vergleichsweise einfach zu sehen. Wie alle HII-Regionen von M 33, die im IC enthalten sind, wurden auch diese von Bigourdan entdeckt und katalogisiert.

Einzelsterne und Kugelhaufen

Die hellsten Einzelsterne von M 33 haben nach [3] Helligkeiten im Bereich zwischen der 14. und 15. Größeklasse und wären damit durchaus auch Ziele für den Amateur. Die Beobachtung dieser schwachen Sterne wird aber durch den hellen Hintergrund erschwert. In den letzten Jahren ist es beliebt geworden, die Kugelsternhaufen der Andromeda-Galaxie zu beobachten. Da liegt es nahe, sich auch mit dem Kugelsternhaufen-System von M 33 zu beschäftigen. Dass dies nicht so einfach ist, zeigt sich in [6]: Der hellste Kugelsternhaufen von M 33 ist C 39 mit einer Hellig-

keit von 15^m9. Die Beobachtung ist also eher größeren Teleskopen vorbehalten. Rich Jakiel konnte fünf Haufen mit einem 20"- Teleskop beobachten [6].

Die Beobachtung von Offenen Sternhaufen in M 33 ist noch schwieriger. Die hellsten Kandidaten liegen im Bereich der 16. Größeklasse und dürften damit auch mit großen Teleskopen sehr schwierig werden [7].

- [1] Boulestix, J. et al.: An optical study of M 33: I. Morphology of the Gas, *Astron. Astrophys.* 37, 33 (1974)
- [2] Jiang, L. et al.: Multicolor photometry of 145 of the HII regions in M 33, *Astron. J.* 124, 3179 (2002)
- [3] Humphreys, R. M., Sandage, A.: On the stellar content and structure of the spiral galaxy M 33, *Astrophys. J. Suppl.* 44, 319 (1980)
- [4] Bresseler, P.: NGC 604 – eine extragalaktische HII-Region, *interstellarum* 25, 52 (2002)
- [5] Töpler, R.: NGC 604 visuell, *interstellarum* 26, 8 (2003)
- [6] Jakiel, R.: Observing the Globular Clusters in M 33, *Magellan* 2/2000, 46
- [7] Ma, J. et al.: Positions and Spectral Energy Distributions of 41 Star Clusters in M33, *Chin. J. Astron. Astrophys.* 3, 197 (2002)
- [8] SIMBAD Astronomical Database, simbad.u-strasbg.fr/Simbad
- [9] Stoyan, R.: Galaxien der Lokalen Gruppe – Teil 3, *interstellarum* 9, 31 (1996)

Tab. 2: Einzelobjekte in M 33

Name	Typ	R. A.	Dekl.	Helligkeit	Größe	alternative Bezeichnung
NGC 588	HII	1 ^h 32 ^{min} 45,7 ^s	+30° 38' 54"	11 ^m 5	39"	BCLMP 280
BCLMP 218	HII	1 ^h 33 ^{min} 0,7 ^s	+30° 30' 51"	11 ^m 9	27"	A 128
NGC 592	HII	1 ^h 33 ^{min} 12,0 ^s	+30° 38' 45"	13 ^m 0	105"	BCLMP 277, A 59
IC 131	HII	1 ^h 33 ^{min} 15,0 ^s	+30° 45' 05"	12 ^m 5b	33"	BCLMP 290A
IC 133	HII	1 ^h 33 ^{min} 15,8 ^s	+30° 53' 03"	12 ^m 2	27"	BCLMP 623
IC 132	HII	1 ^h 33 ^{min} 16,0 ^s	+30° 56' 40"		40"	
NGC 595	HII	1 ^h 33 ^{min} 34,0 ^s	+30° 41' 30"	13 ^m 1	63"	BCLMP 49, A 62
IC 137	HII	1 ^h 33 ^{min} 38,8 ^s	+30° 31' 21"		45"	BCLMP 204, 205
A 112	Ass	1 ^h 33 ^{min} 40 ^s	+30° 20' 54"			
A 110	Ass	1 ^h 33 ^{min} 42 ^s	+30° 22' 52"			
BCLMP 635	HII	1 ^h 33 ^{min} 43 ^s	+30° 53' 24"		27"	
BCLMP 62	HII	1 ^h 33 ^{min} 44,8 ^s	+30° 44' 47"	11 ^m 2	33"	A 66
BCLMP 25	HII	1 ^h 33 ^{min} 45,0 ^s	+30° 36' 28"	13 ^m 3	21"	A 48
U 49	GC	1 ^h 33 ^{min} 45,1 ^s	+30° 47' 46"	16 ^m 2		
IC 142	HII	1 ^h 33 ^{min} 55,8 ^s	+30° 45' 20"	14 ^m 2	30"	BCLMP 301
IC 140	HII	1 ^h 33 ^{min} 58,1 ^s	+30° 33' 00"			
IC 139	HII	1 ^h 33 ^{min} 59,3 ^s	+30° 34' 31"	13 ^m 9b		u.a. BCLMP 8a, A 4 5
BCLMP 77	HII	1 ^h 34 ^{min} 6,2 ^s	+30° 41' 47"	12 ^m 0	27"	
BCLMP 302	HII	1 ^h 34 ^{min} 6,9 ^s	+30° 47' 26"	14 ^m 4	21"	
U 62	GC	1 ^h 34 ^{min} 10,1 ^s	+30° 45' 29"	16 ^m 5		
IC 143	HII	1 ^h 34 ^{min} 11,1 ^s	+30° 46' 39"	11 ^m 4b	20"	BCLMP 688
IC 135	HII	1 ^h 34 ^{min} 15,5 ^s	+30° 37' 10"		35"	BCLMP 88, A 95, 96
IC 136	HII	1 ^h 34 ^{min} 15,9 ^s	+30° 33' 40"	11 ^m 0b	35"	BCLMP 711, A 101
BCLMP 691	HII	1 ^h 34 ^{min} 16,4 ^s	+30° 51' 55"	14 ^m 1		
NGC 604	HII	1 ^h 34 ^{min} 33,0 ^s	+30° 47' 00"	11 ^m 5b	117"	BCLMP 680
C 27	GC	1 ^h 34 ^{min} 43,7 ^s	+30° 47' 38"	16 ^m 5		
C 39	GC	1 ^h 34 ^{min} 49,6 ^s	+30° 21' 56"	15 ^m 9	2"	

Helligkeiten, Koordinaten nach [8], Größen für HII Regionen nach [1]

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

Die Milchstraße

Eine Studie der visuellen Abbildungen

TEIL 1: HISTORISCHE ZEICHNUNGEN

von Arndt LatuBeck

Abbildungen des Sternenhimmels sind so alt wie die Menschheit selbst. Für die allergrößte Zeitspanne waren dabei Zeichnungen die einzige Technik gewesen, diese Abbildungen zu erstellen, bevor die Fotografie in die Astronomie Einzug hielt. Auf diese Weise wurden viele Meisterwerke der Astronomie geschaffen, die sowohl im Hinblick auf ihre wissenschaftliche Aussage, als auch wegen ihres ästhetischen Reizes bis heute nichts von ihrer Anziehungskraft eingebüßt haben.

So genau diese Atlanten gezeichnet waren, hatten sie doch alle gemeinsam einen Mangel, der über Jahrhunderte hinweg offenbar von niemandem für wichtig genug empfunden worden war, als dass er korrigierenswert gewesen wäre: Die Darstellung der Milchstraße war immer sehr stiefmütterlich behandelt worden. Sie findet sich zwar in den meisten Atlanten, allerdings wird ihr Verlauf nur schematisch angedeutet (Abb. 1). Es ist zu vermuten, dass Johann Elert Bode derjenige gewesen ist, der als Erster eine Art »Standardverlauf« in seinem Atlas geprägt hatte (Abb. 2). Vor ihm hatten Astronomen wie Bayer oder Flamsteed (der sogar ganz auf eine Milchstraßendarstellung verzichtete) wenig Wert auf die Darstellung auch nur der genauen Umrisse gelegt. Hingegen taucht Bodes Milchstraßenverlauf z.B. in späteren Werken wie dem »Atlas des gestirnten Himmels« von J. J. v. Littrow auf (1839).

Heis und Gould

Die Kritik an solchen Milchstraßendarstellungen galt vor allem der Darstellungsweise, die die äußeren Ränder des Bandes besonders stark betonte und die Textur zur Mitte hin zum Teil sogar schwächer werden ließ – was natürlich in krassem Gegensatz zum tatsächlichen Erscheinungsbild der Milchstraße stand.

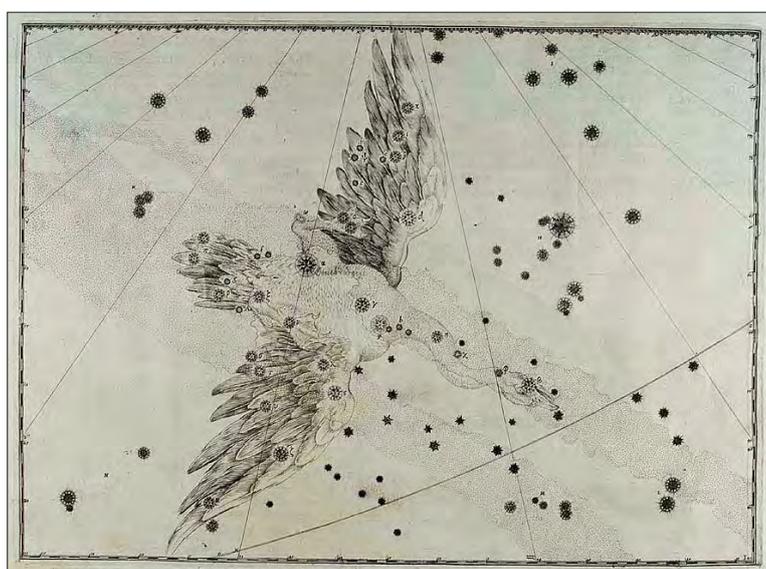


Abb. 1: Das Sternbild Schwan mit stark schematisiertem Milchstraßenverlauf aus Bayers Uranometria [1].

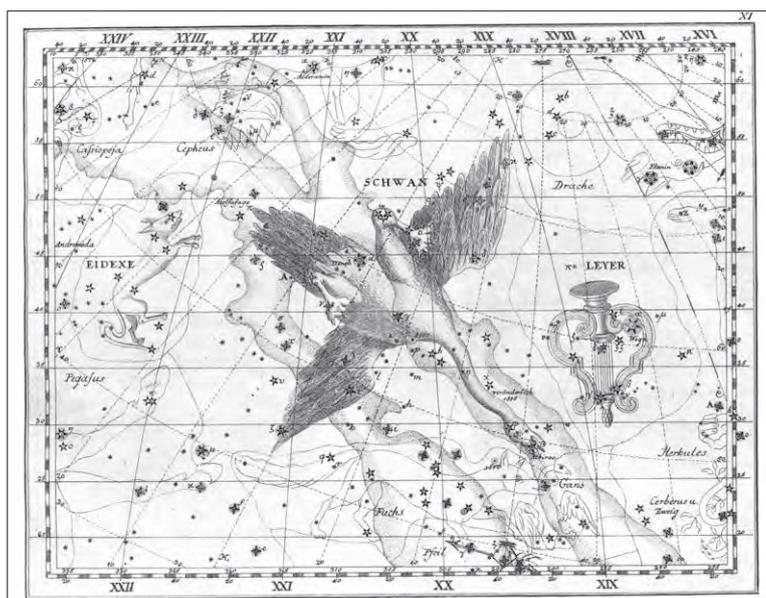


Abb. 2: Darstellung des Sternbildes Schwan nach Bode. Die Milchstraße erscheint hier in ihren Umrisse bereits sehr detailliert und ähnelt modernen Darstellungen. Aus »Vorstellung der Gestirne auf XXXIV Tafeln« von J. E. Bode, mit freundlicher Genehmigung des Astaria-Verlags.



Abb. 3: Milchstraße in der Cygnus-Region nach Heis [2].

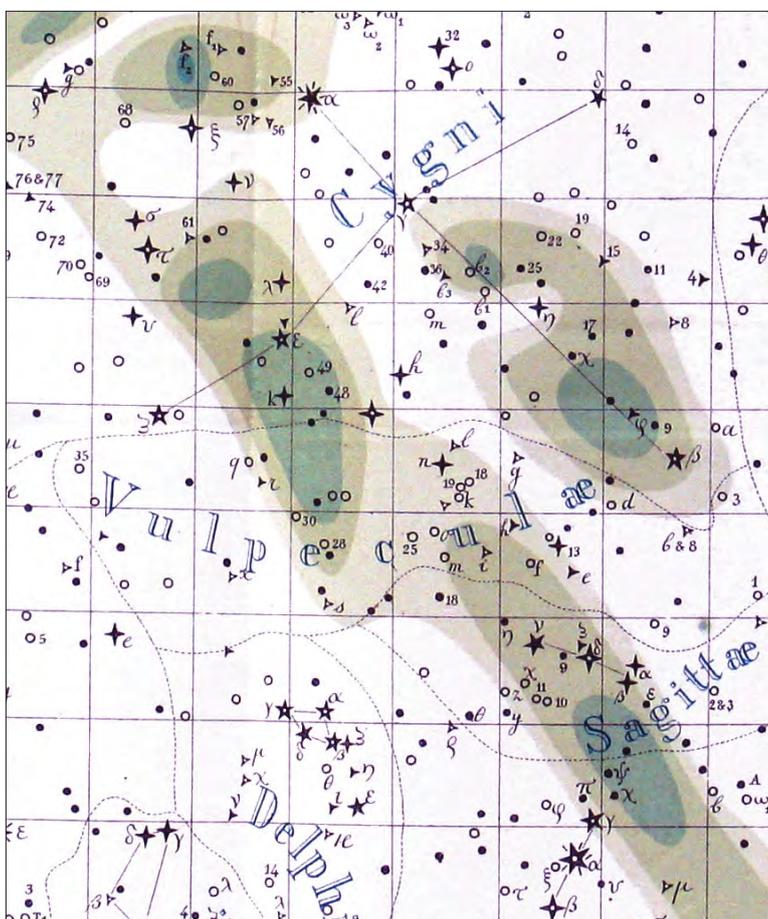


Abb. 4: Himmelsausschnitt mit Milchstraßendarstellung nach Houzeau 1878 [3].

Der Erste, der sich ernsthaft um eine exakte Darstellung des visuellen Eindrucks ohne optische Hilfsmittel bemühte, war Eduard Heis. 1872 stellte der Kölner Astronom seinen »Atlas coelestis novus« vor [2] (Abb. 3). Heis hatte ganz in der Tradition der »alten Meister« den Atlas – übrigens zum letzten Mal in der professionellen Astronomie – mit figürlichen Darstellungen ausgeschmückt. Dem Atlas kam aber vor allem im Hinblick auf seine Milchstraßendarstellung eine Epoche machende Stellung zu, denn Heis hatte die Milchstraße bereits um 1845 nach seinen eigenen Beobachtungen mit bloßem Auge gezeichnet, und zwar nicht nur deren Umriss, sondern vor allem auch die unterschiedliche Helligkeitsverteilung innerhalb des Bandes. Dazu schuf Heis eine fünfstufige Helligkeitsskala, die von den hellsten Regionen (Scutum-Wolke) bis hin zu schwächsten Ausläufern reichte. Heis muss dabei hervorragende Augen und einen sehr dunklen Standort gehabt haben, denn die äußersten Grenzen der Milchstraße findet Heis noch in der Gegend um Wega bzw. im Kleinen Bären – immerhin bei galaktischen Breiten von $+20^\circ$!

1877 führte der Amerikaner B. A. Gould in Cordoba (Argentinien) Heis' Werk für südliche Deklinationen (ab -35°) in seiner Uranometria Argentina zu Ende (Abb. 9), wobei er Wert auf eine möglichst ähnliche Darstellungsweise wie Heis legte. Beide Atlanten überlappen sich bis $+12^\circ$ Deklination, so dass Vergleiche in der Wahrnehmung beider Astronomen leicht angestellt werden können (Abb. 10).

Houzeau

Scheinbar war mit Heis' Veröffentlichung ein Bann gebrochen, denn in den Folgejahren häuften sich plötzlich Veröffentlichungen, die die Darstellung des visuellen Milchstraßenverlaufs, wie er dem bloßen Auge erscheint, zum Thema hatten. Bereits 1879 erschien die Uranométrie Générale des Belgiers J. C. Houzeau (Abb. 4).

Houzeau hatte das Kunststück vollbracht, von der Karibikinsel Jamaika aus innerhalb von nur 13 Monaten sämtliche mit bloßem Auge sichtbaren Sterne des gesamten Himmels eigenhändig zu vermessen, um, wie er schreibt, »eine Darstellung des Sternenhimmels zu erreichen, die unter gleichen klimatischen Bedingungen, vom gleichen Beobachter mit dem gleichen mittleren Fehler erstellt wurde« [3]. Dabei nahm er auch den Milchstraßenverlauf in einer Art Isophotendarstellung mit auf, und damit in einer völlig anderen Weise als Heis. Aufgrund ihrer klaren Formen wird Houzeaus Milchstraßendarstellung in der Folge gerne als »Standardmodell« der Milchstraße verwendet, was aber auch einige Kritiker auf den Plan rief. Vor allem J. Plassmann wendet sich in [6] gegen diese Art der Darstellung, denn es hat »...zu der Manier geführt, die Milchstraße besonders dort, wo ihr Bau am meisten verwickelt ist, in einzelne helle Felder aufzulösen, die von schwächeren und immer schwächeren in der Gestalt von mehr oder weniger ähnlichen Figuren umgeben sind.« Formen, die für einen Beobachter von dieser »Flecken-Struktur« subjektiv abweichen, könnten auf diese Weise gar nicht dargestellt werden.

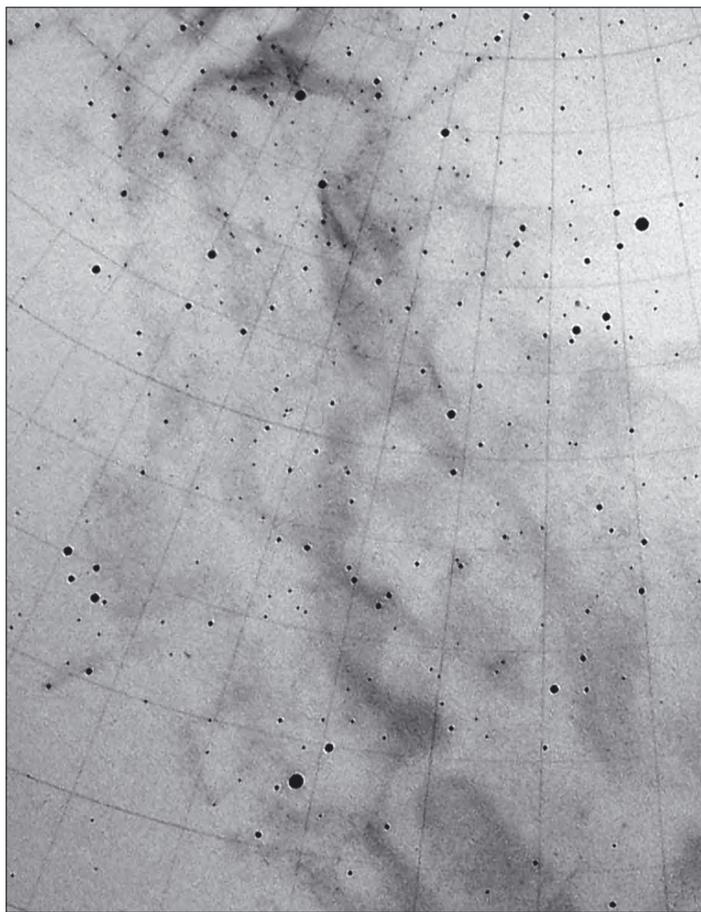


Abb. 5: Ausschnitt der Cygnus-Region aus Boeddickers Milchstraßenzeichnung [4]. Auffallend ist der wolkige, teils sogar strahlenförmige Helligkeitsverlauf.



Abb. 6: Teil von C. Eastons Milchstraßenzeichnung (aus [6]).

Boeddicker

Tatsächlich spielt die Subjektivität bei verschiedenen Beobachtern eine große Rolle, und es ist spannend zu sehen, wie sich in der Folgezeit erscheinende Milchstraßenzeichnungen im Detail voneinander unterscheiden. Einen äußerst starken Kontrast zu Houzeaus Stil im Sinne von Plassmanns Kritik bilden beispielsweise die Bleistiftzeichnungen von Otto Boeddicker, der als Mitarbeiter des Earl of Rosse auf Birr Castle in Irland 1892 sein Werk veröffentlicht [4] (Abb. 5). Ausgehend von einer idealen Mittelachse, die dem galaktischen Äquator nahe liegt, gehen zahlreiche Strahlen in die verschiedensten Richtungen; das ganze Milchstraßenbild zeigt eine wolkige, faserige Erscheinung (vgl. auch Abb. 10). F. Goos nennt Boeddickers Darstellung »wohl die subjektivste Auffassung, die man sich denken kann, bestechend durch die interessanten, oft kometenartigen Formen und die vollendete Zeichentechnik« [5]. Interessanterweise fehlt im Bereich Cygnus die deutliche Aufspaltung der Milchstraße – das »Great Rift« – fast völlig, sie wird stattdessen durch viele faserartige Substrukturen überdeckt. Dafür ist die Region um den Nordamerikanebel bei Deneb detailreicher als bei allen anderen Autoren gezeichnet. Überhaupt ist der Strukturierungsgrad bei Boeddickers Darstellung unerreicht.

Es ist übrigens zu vermuten, dass die Fasern und Strahlen, die Boeddicker gesehen haben will, mindestens zum Teil auf ein einfaches Kontrastphänomen zurückzuführen sind: Sehr häufig folgen diese Strahlen nämlich kleinen Sternketten (z.B. südlich des Delphins in Abb. 5), die dem Beobachter leicht eine Aufhellung des Himmelshintergrundes in diesem Bereich vortäuschen können. Insofern ist Boeddickers Darstellung ein gutes Beispiel dafür, wie leicht sich an der Grenze der Wahrnehmung tatsächliche Sinneseindrücke mit optischen Täuschungen vermischen können!

Easton

Nur ein Jahr nach Boeddicker veröffentlichte der holländische Amateur Cornelis Easton seine Mappen mit Zeichnungen der Milchstraße [6] (Abb. 6). Seine Darstellung wirkte, auch durch die relativ grobe Zeichenstruktur, nüchterner als bei Boeddicker. Tatsächlich legte Easton großen Wert auf eine wissenschaftlich verwertbare Wiedergabe des visuellen Milchstraßeneindrucks; so enthält seine Veröffentlichung unter anderem eine Isophotenkarte, die Easton aus seinen Beobachtungen abgeleitet hat. Entsprechend ist der Kontrastumfang seiner Karten geringer als bei Boeddicker, was vor allem in den nur noch schwach strukturierten Außenbereichen auffällt. Aber gerade die Subtilität der Schattierungen macht Eastons Stil reizvoll, die Darstellung wirkt einfach wirklichkeitsnäher.

Pannekoek

Ihre Vollendung erreicht die Kunst der Milchstraßenzeichnung 1920 mit der Veröffentlichung von Antonin Pannekoek [7] (Abb. 7), der er 1929 als Erweiterung und Abschluss seiner Arbeit noch eine Veröffentlichung über die südliche Milchstraße nachreichte [8].

Der holländische Astronom hatte innerhalb der unglaublichen Zeitspanne von 40 (vierzig!) Jahren nach und nach und mit teils jahrelangen Unterbrechungen Zeichnungen der gesamten nördlichen Milchstraße bis -20° Deklination erstellt.

Pannekoek beschreibt folgendes Verfahren zur Erstellung der Milchstraßenzeichnungen, das ihm besonders geeignet erschien, vor allem die Details gut abzubilden: »Alle Einzelheiten, die an irgend einem gerade vorkommenden Teil der Milchstraße gesehen werden konnten, [wurden] mittels der darin stehenden Sterne [...] beschrieben; im Dunkeln wurde alles dann sofort niedergeschrieben. Am nächsten Morgen wurde darauf die oft schwer leserliche Niederschrift kopiert; eine Skizzenzeichnung wurde hinzugefügt und die Sterne wurden identifiziert, wobei die frische Erinnerung gute Dienste leistete. Einmal fertig wurde die Skizze mit Beschreibung aufgehoben und nicht wieder angesehen. [...] Inzwischen war auch noch eine Art Beobachtungen hinzugekommen. Bei den Beschreibungen war allmählich die Gewohnheit angenommen worden, die Helligkeit der einzelnen Objekte durch Zahlen auszudrücken. Diese Helligkeitsschätzungen waren in einer bloß vorgestellten Skala ausgedrückt, die für jeden Abend verschieden war. Nachher wurden diese Schätzungen als eine Beobachtungstätigkeit für sich von den Beschreibungen getrennt; und dann wurde [...] die Methode befolgt, eine kleine Zahl von Normalstellen in verschiedenen Teilen der Milchstraße aufzusuchen, diese wiederholt aneinander anzuschließen und damit alle anderen zu beobachtenden Stellen zu vergleichen. Diese Helligkeitsschätzungen sollten gleichsam als zahlenmäßige Grundlage für die spätere Darstellung des Gesamtbildes dienen.«

Es fällt besonders die Art der Darstellung auf, in der sich Pannekoek von allen anderen Astronomen unterscheidet: Seine Milchstraßenabbildung ist weiß auf schwarzem Grund gezeichnet, während Heis, Boeddicker oder Easton den einfacheren Weg der Lithographie gegangen waren. Dazu benutzte Pannekoek drei in größerem Maßstab angefertigte Zeichnungen, in denen die Töne mit schwarzer Kreide gezeichnet und gewischt wurden; durch ein spezielles fotografisches Reproduktionsverfahren (Zinkographie) wurden danach die Negativbilder hergestellt. >S. 58



Abb. 7: Milchstraßenzeichnung des Gebiets Schwan und Adler nach Pannekoek [7].



Abb. 8: Große und kleine Cygnus-Wolke (Region um den Nordamerikanenebel NGC 7000) nach Pannekoeks Beobachtungen mit einem 97mm-Kometensucher.

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

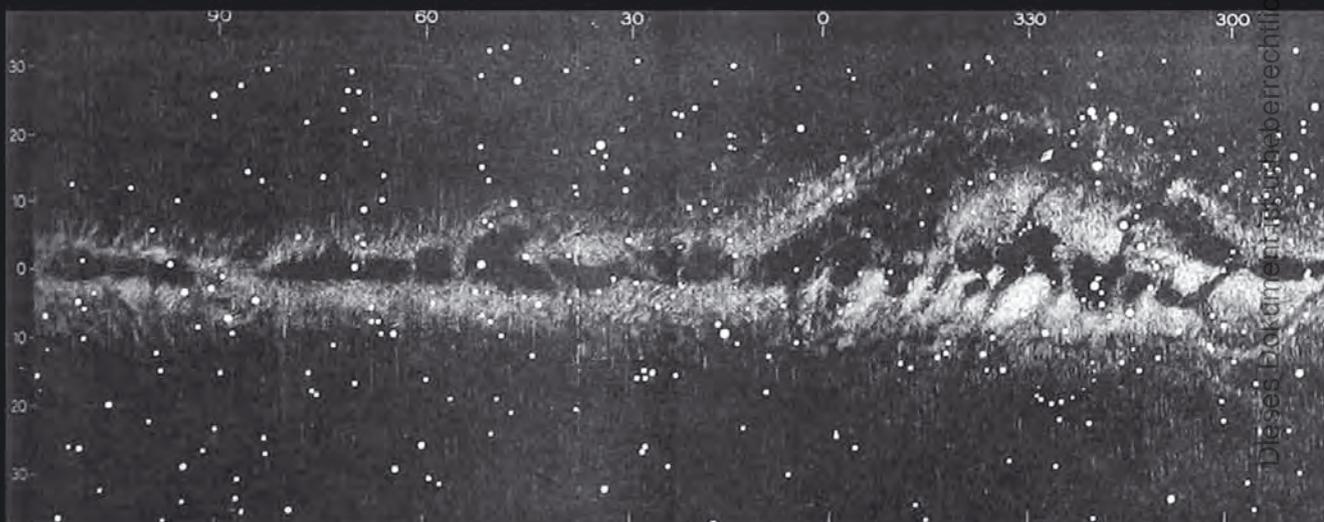


Abb. 9: Darstellungen der gesamten Milchstraße nach Heis/Gould, Houzeau und S. Gaposchkin.

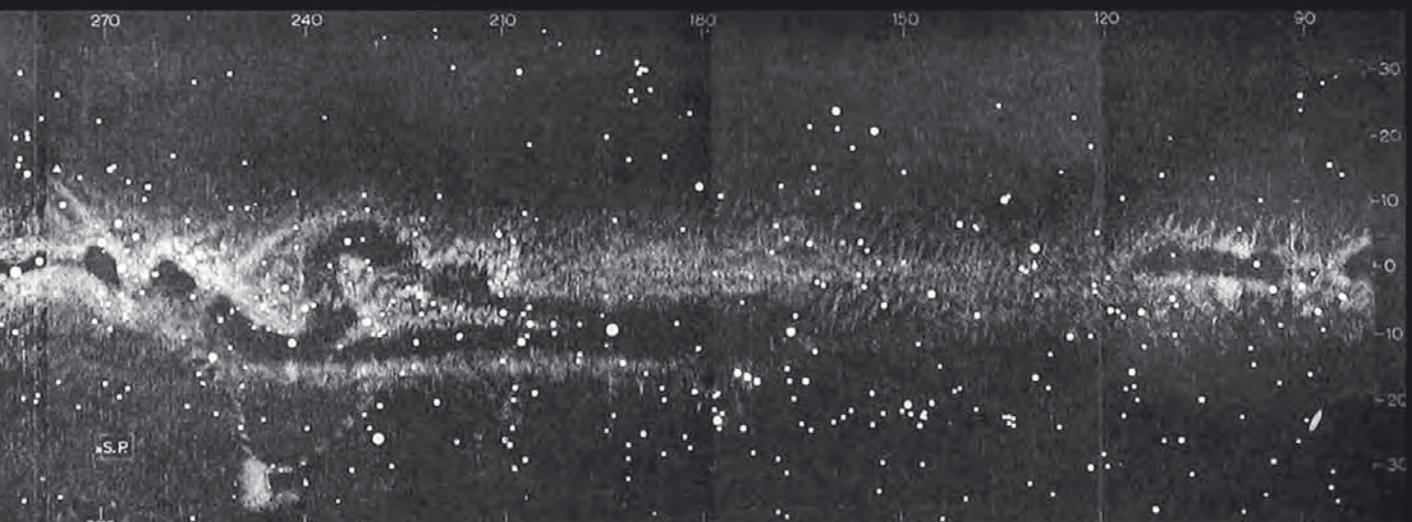
Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Nutzung nur zu privaten Zwecken. Die Weiterverbreitung ist untersagt.



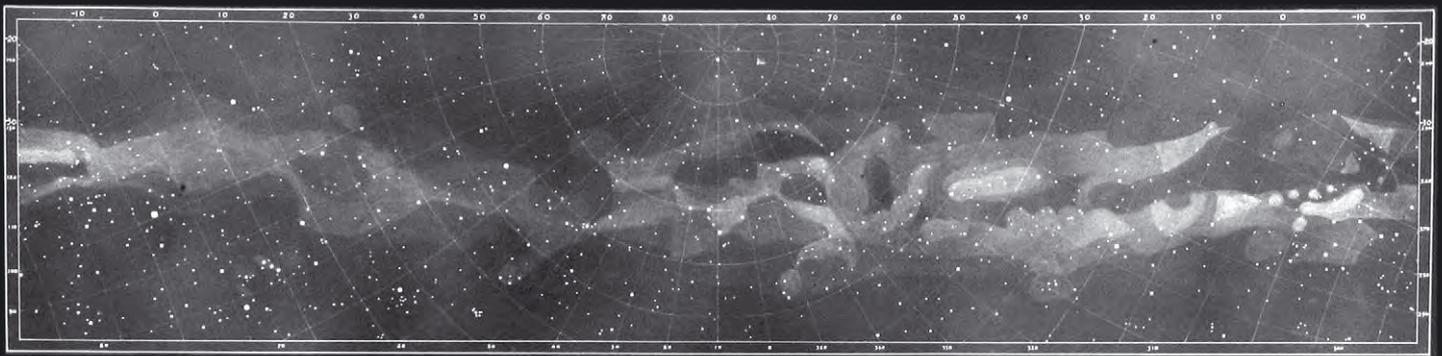
MILCHSTRASSE NACH HEIS UND GOULD



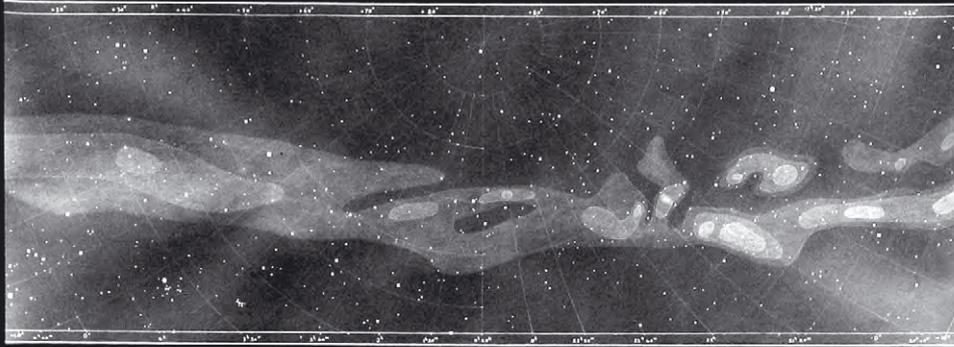
MILCHSTRASSE NACH HOUZEAU



MILCHSTRASSE NACH S. GAPOSCHKIN



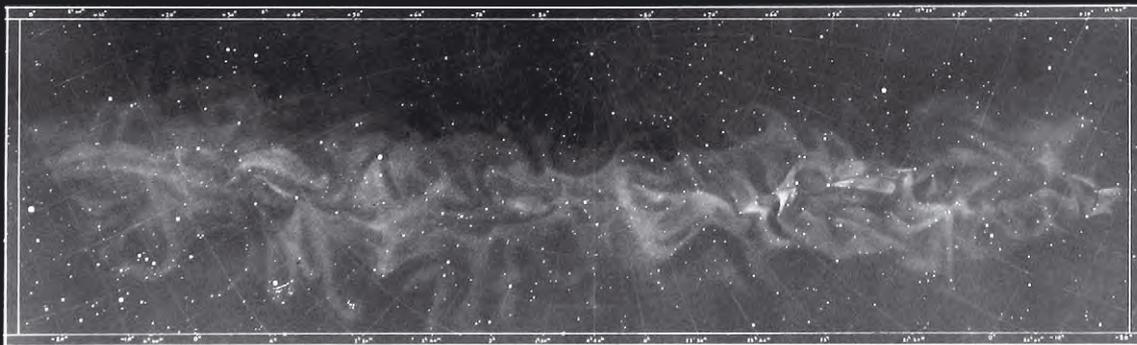
DIE MILCHSTRASSE NACH HEIS, FÜR 1925.^o
1872



DIE MILCHSTRASSE NACH HOUZEAU, NÖRDLICHER TEIL FÜR 1925.^o
1878



DIE MILCHSTRASSE NACH EASTON, FÜR 1925.^o



DIE MILCHSTRASSE NACH BOEDDECKER, FÜR 1925.^o
1892



DIE MILCHSTRASSE NACH PANNEKOEK
1920

◀ Abb. 10: Gegenüberstellung der Milchstraßenzeichnungen verschiedener Autoren. Die Zeichnungen enthalten einige durch die Reproduktion bedingte Artefakte.

Heraus kamen in ihrer Nuancierung einzigartige Milchstraßendarstellungen, die in einer Weise von den stärksten bis zu den allerschwächsten Kontrasten reichen, so dass ein Scan oder eine Fotografie diese gar nicht vollständig darstellen kann.

Pannekoeks Arbeit bildet den Gipfel der visuellen Milchstraßenbeobachtung gleich in mehrerer Hinsicht: Neben seinen eigenen drei Zeichnungen veröffentlichte er seine vollständigen detaillierten Beschreibungen. Darüber hinaus stellte er aber vor allem die verschiedenen großen Autoren (neben ihm selbst Easton, Boeddicker und Julius Schmidt, dessen Zeichnungen von Pannekoek an unbekannter Stelle veröffentlicht wurden) gegenüber und mittelte ihre Beobachtungen, indem er eine isophotische »Norm-Milchstraße« erstellte.

In Pannekoeks Arbeit findet sich weiterhin eine möglicherweise sehr aufschlussreiche Negativzeichnung (Abb. 8). Sie wurde nicht mit dem bloßen Auge, sondern nach Beobachtungen mit einem Merz-Kometensucher (Öffnung 97mm) erstellt und zeigt das Gebiet der großen und kleinen Cygnus-Wolke entlang des Körpers des Schwans (der helle Stern links ist Deneb, rechts oben steht Albireo).

Es fallen hier erstaunliche Parallelen zum Zeichnungsstil Boeddickers auf (vgl. Abb. 5), die vermuten lassen, dass auch dieser entgegen seiner eigenen Aussage optische Hilfsmittel zur Erstellung seiner Zeichnung verwendet haben könnte.

Gaposchkin

In den Jahren nach 1920 folgen dann in zunehmendem Maß Arbeiten, die mit Hilfe der aufkommenden lichtelektrischen Photometrie Isophotendarstellungen der Milchstraße liefern, die nun erstmals deren Helligkeit quantifizieren und von subjektiven Eindrücken unabhängig machen. Damit wird das Ende der wissenschaftlichen Bemühungen um den visuellen Eindruck eingeläutet. In der Zeitspanne zwischen etwa 1930 und den aufkommenden Amateurzeichnungen der heutigen Zeit erscheint 1960 eine einzige Arbeit von Sergei Gaposchkin [9] (Abb. 9 unten). Während seiner Aufenthalte als Astronom auf dem Mt. Stromlo-Observatorium nutzte er zwischen Oktober 1956 und Mai 1957 die Zeit während der Durchführung seiner Beobachtungsprogramme, um von innerhalb der Sternwartengebäude seine Zeichnungen nach seinen Beobachtungen durch den Kuppelspalt hindurch anzufer-

tigen, die er schließlich zu einem Gesamtbild – dem ersten seit Houzeau – zusammenfügte. Auch Gaposchkin zeichnete erst die helleren Sterne ein, um dann die Dunkelwolken der Milchstraße mit einem blauen Stift und die hellen Gebiete rot einzutragen – natürlich alles wiederum in absoluter Dunkelheit! Nach Beendigung der Beobachtungen wurden alle Ergebnisse auf einem zwei Meter langen Blatt Papier eingezeichnet und das Ergebnis drucktechnisch invertiert, so dass eine Darstellung heller Nebel auf dunklem Grund entstand.

Auch Gaposchkin gibt einige Tipps für angehende Milchstraßenzeichner: Der freie Blickwinkel zum Himmel sollte nach seinen Angaben mindestens 60° betragen, das Auge mindestens 15 Minuten adaptiert sein; Helligkeitsschätzungen sollten möglichst an Milchstraßengebieten in ähnlichen Horizont Höhen durchgeführt werden. Auch Gaposchkin schloss seine Helligkeitsschätzungen an selbst definierte Standardhelligkeiten an. Als Referenzhelligkeiten nahm er dabei die Magellanschen Wolken an; die LMC setzte er zu -1^m , die SMC zu $+1^m;5$ fest. Danach haben die hellsten Milchstraßenregionen um η Carinae und im Schützen Helligkeiten von $-3^m;5$ bzw. $-3^m;2$.

Zum Schluss sind in Abb. 9 und 10 die Milchstraßenzeichnungen aller vorgestellten Astronomen in ihrer Gesamtsicht noch einmal gegenüber gestellt. Mit Ausnahme von Pannekoek und S. Gaposchkin stammen die Darstellungen aus [5], es handelt sich also nicht um Originalzeichnungen, sondern um von Goos nachgezeichnete Abbildungen nach den Originalwerken mit veringerteter Auflösung.

- [1] Johann Bayer: Uranometria (1603), www.lindahall.org/services/digital/sa_uranometria.shtml
- [2] Houzeau, J. C.: Uranométrie Générale. Annales de l'Observatoire Royal de Bruxelles. Nouvelle Série, Tome 1, Brüssel (1878)
- [3] Plassmann, J.: Probleme der Kosmischen Physik IV: Die Milchstraße, Hamburg (1924)
- [4] Boeddicker, O.: The Milky Way from the North Pole to 10° South Declination, London (1892)
- [5] Goos, F., Wolf, M.: Die Milchstraße, Hamburg (1921)
- [6] Easton, C.: La voie lactée dans l'hémisphère boreal, Paris (1893)
- [7] Pannekoek, A.: Analen van de Sterrenwacht te Leiden XI: Die Nördliche Milchstraße, Leiden (1920)
- [8] Pannekoek, A.: Annalen v.d. Bosscha-Sterrenwacht, Vol. 2, A3, Amsterdam, Druk de Bussy, (1928)
- [9] Gaposchkin, S.: The Visual Milky Way, Vistas in Astronomy, Volume 3, London (1960)

H-alpha für alle

DAS CORONADO PST SONNENTELESKOP

von Ronald Stoyan

Protuberanzen, Filamente, Flares – die Beobachtung der spannenden schnell veränderlichen Erscheinungen der Sonnen-Chromosphäre ist nur mit speziellen Sonnenfiltern möglich. Bisher waren solche H α -Filter, die nur einen engbandigen Bereich des Sonnenlichts um 656,3nm transmittieren, sehr teuer und somit nur wenigen wohlhabenden Experten vorbehalten. Doch das dürfte sich nun ändern: Mit dem »Personal Solar Telescope« von Coronado kommt H α endlich in die Reichweite aller Sternfreunde.

Ein wirklich preiswerter H α -Filter – darauf warten Sonnenfreunde schon seit Jahrzehnten. Bis in die 1980er Jahre war der Selbstbau eines Protuberanzenansatzes der einzige Weg, wenigstens die äußeren Erscheinungen der Sonnenchromosphäre für Amateurastronomen zugänglich zu machen. Die eigentliche Oberfläche kam mit den Daystar-Filtern in Reichweite – diese extrem teuren Geräte erforderten aber eine Heizung zur Stabilisierung der Filterwellenlänge, und waren somit nicht mobil einsetzbar. Außerdem benötigte der Filter einen parallel einfallenden Strahlengang, so dass erst ab Öffnungsverhältnissen von f/30 bis f/50 beobachtet werden konnte – was einerseits große Teleskope bevorzugte und andererseits die nutzbare Öffnung klein hielt.

In den 1990er Jahren beliebt war der »Protuberanzenfilter« von Lumicon, der mit einer Halbwertsbreite von 1,5Å zwar keine detaillierten Oberflächenbeobachtungen erlaubte, aber zu einem erschwinglichen Preis Protuberanzen und helle Flares verfolgen ließ und schon ohne Stromzufuhr auskam. Dieser Filter ist heute hierzulande genauso wie die Daystar-Filter wegen Lieferschwierigkeiten vom Markt verschwunden.

Die Etalon-Technik

Eine neuartige Technik entwickelte der amerikanische Hersteller Coronado um die Jahrtausendwende. Statt eines herkömmlichen Interferenzfilters mit vorge-
setztem Energieschutzfilter kommt hier

ein so genanntes Etalon nach dem Fabry-Perot-Interferenzverfahren zur Verwendung, das direkt auf die Öffnung des Teleskops gesteckt wird. Ein zusätzlicher Blockfilter dämpft das Licht okularseitig auf ein für das Auge erträgliches Maß. Das

Etalon besteht aus zwei dünnen, hochreflektiven Platten aus Silizium. Distanzstücke am Rand sowie insbesondere in der Mitte garantieren zu jeder Zeit den richtigen Abstand und die Parallelität der Platten. Es kommt daher nicht zu einer



Abb. 1: Das »Personal Solar Telescope« (PST).



Abb. 2: Blick auf das Okularende des PST. Zu erkennen sind das Fenster des Sonnensuchers sowie der 5mm-Blockfilter im Okularstutzen.



Abb. 3: Blick in das Innere des PST. Die Fokussierung erfolgt über den Rändelknopf auf der unteren Seite des Teleskopkörpers.

Verschiebung der Filterwellenlänge, die durch ein Temperaturgefälle und damit einer Abstandsänderung im Etalon, hervorgerufen durch die einseitige Sonneneinstrahlung, verursacht wird – Coronado-Filter kommen deshalb ohne Heizung aus. Wenn nun ein paralleler Strahl aus weißem Licht das Etalon durchquert, wird der größte Teil des Lichts an den vergüteten Platten reflektiert. Entspricht jedoch der planparallele Spalt zwischen den Vergütungsschichten in der Breite genau einem ganzzahligen Vielfachen der halben Wellenlänge des einfallenden Lichts, wird das Licht vollständig vom System durchgelassen. Coronados Filter sind so konstruiert, dass einer dieser Durchlassbereiche bei 656,3nm liegt; unerwünschte Durchlassbereiche werden herausgefiltert. Da das

Filterelement vor der Öffnung sitzt, muss kein bestimmtes Öffnungsverhältnis erreicht werden, die Filter sind deshalb auch an kleinen Teleskopen mit kurzer Brennweite einzusetzen.

Das PST

Coronado hat nun ein spezielles Fernrohr zur H α -Sonnenbeobachtung herausgebracht: Das »Personal Solar Telescope« (PST) besitzt nur 40mm Öffnung und 400mm Brennweite und ist ganze 1,38kg leicht – flexiblere H α -Beobachtung ist kaum denkbar! Der kleine Refraktor besitzt objektivseitig einen vorgeschalteten Energieschutzfilter. Das Etalon selbst hat nur 25mm Durchmesser und sitzt am unteren Ende des Tubus. Der geriffelte Ring

erlaubt eine beiderseitige Verkippung des Filters, so dass auch in den Randbereichen der H α -Linie beobachtet werden kann.

Zum Lieferumfang des PST gehört laut Packliste ein 18mm-Cemax-Okular, das speziell für die H α -Beobachtung entwickelt wurde, ein einfaches 12,5mm-Kellner-Okular und ein Koffer mit Schaumstoffeinlage. Das 18mm-Okular fehlte, und auch Rücksprache mit dem Hersteller brachte keine Klarheit über den Verbleib des Okulars. APM-Telescopes stellte jedoch einen kompletten Satz Cemax-Okulare mit den Brennweiten 25mm, 18mm und 12mm sowie eine Cemax-Barlowlinse zur Verfügung. In Deutschland wird das PST derzeit nur mit Koffer verkauft.

Die Verarbeitung des auf den ersten Blick sehr kleinen Instruments wirkt sau-

Preiswerte H α -Filter im Überblick

Gerät/Filter	freie nutzbare Öffnung	freier Durchlass (Filter)	freies nutzbares Bildfeld	Halbwertsbreite	Listenpreis
Coronado PST	40mm	25mm	5mm	ca. 0,8Å	795,- €*
Lumicon H α	77mm	20mm	–	1,5Å	695,- €**
Coronado Solarmax40/BF10	40mm	40mm	10mm	ca. 0,8Å	1790,- €***
Solar Spectrum/Solar Observer Serie 1	nach Wahl	21mm	21mm	0,6Å	2290,- €****

*) mit Transportkoffer ***) inkl. Energieschutzfilter ****) ohne Adapter für Teleskopöffnung *****) ohne Energieschutzfilter

is-Grundlagen: Die Sonnen-Chromosphäre

Die Chromosphäre der Sonne ist die »Zwiebelschale« der Sonne, die direkt über der Photosphäre liegt. Ihre Dichte ist wesentlich geringer als die der Photosphäre, außerdem strahlt sie hauptsächlich Licht nur einer einzigen Wellenlänge (der der Wasserstofflinie $H\alpha$, bei 656,3nm) ab.

Die Lichtintensität beträgt nur ca. ein Millionstel der der Photosphäre. Deshalb braucht man Spezialteleskope und spezielle Filter, um diese Gasschicht dem Auge sichtbar zu machen (sie wird nur während einer Totalen Sonnenfinsternis kurz für das bloße Auge sichtbar). Die Chromosphäre ist nur ca. 10000km mächtig, aber in ihr steigt die Temperatur von der Grenze zur Photosphäre von ca. 5500°C auf mehrere 10000°C bis zur Grenze der Korona an.

Protuberanzen sind große Wolken aus Wasserstoffgas, die sich über der Chromosphäre erheben und fast immer mit Sonnenflecken-Aktivitätsgebieten gekoppelt sind. Beobachtet man Protuberanzen auf der Sonnenoberfläche (sozusagen in Draufsicht), erscheinen sie dunkel und man bezeichnet sie dann als Filamente. Die Gasteilchen folgen dabei den magnetischen Flussröhren und zeigen häufig bogenförmige Strukturen, wobei die Materie von einem magnetischen Pol aufsteigt und beim anderen Pol wieder auf die Sonne herabstürzt. Die Geschwindigkeiten können bis zu 1000km/s betragen. Protuberanzen können Höhen von einigen 100000 bis zu Millionen Kilometern erreichen. Brechen die Magnetfeldlinien auf, kann die Materie, die an sie gebunden ist, in den Weltraum entweichen, falls ihre Geschwindigkeit ausreicht, die Anziehungskraft der Sonne zu überwinden.

Chromosphärische Flares sind regional begrenzte, schlagartige Aufheizungen der Sonnenchromosphäre (Zeitdauer zwischen einigen Minuten und einigen Stunden). Die Energien, die dabei freigesetzt werden, reichen aus, um sehr energiereiche, elektrisch geladene Teilchen (Elektronen und Protonen) mit extrem hohen Geschwindigkeiten ins Weltall zu schleudern. Sie werden wahrscheinlich durch Zusammenbrüche oder Verschmelzungen von magnetischen Flussröhren ausgelöst. Die Energien, die dabei freigesetzt werden können, entsprechen dem 10-Milliardenfachen einer Ein-Megatonnen-Atombombe.

Treffen die energiereichen Teilchen auf das Erdmagnetfeld, so lösen sie unter anderem Polarlichterscheinungen aus. Sie beeinflussen aber auch das Gesamtmagnetfeld der Erde und stören die Ionosphäre, so dass es zum Zusammenbrechen von Funkverkehr, Induzieren von elektrischen Strömen in langen Metalleitern und Störungen in Elektrokraftwerken kommen kann.

Wolfgang Paech



Abb. 4: Während das PST als komplettes Teleskop inklusive Koffer kommt (a), besteht der Solarmax-Filter aus zwei Komponenten: Das Etalon (rechts) wird auf die Teleskopöffnung gesteckt, während das Zenitprisma mit integriertem Blockfilter (links) in den Okularauszug kommt (b).

ber. Besonders gefällt die messingfarbene Ausführung des Tubus und das kleine stabile Kofferchen, in dem neben dem Teleskop auch noch zwei Okulare und das noch nicht erhältliche Tischstativ »Malta« von Coronado Platz haben. Der Fokussierknopf befindet sich etwas ungewohnt an der Unterseite des Instruments. Die Cemax-Okulare kommen in einem weiteren kleinen Koffer und passen mit den messingfarbenen Körpern bereits rein äußerlich sehr gut zum Teleskop.

Blickt man in das Innere des Teleskops, kann man den 25mm-Etalon-Filter – beim PST ohne zentrale Obstruktion – sehen, dessen Kip-

pung über eine Schaumstofffassung realisiert ist. Der viereckige Körper enthält ein Pentaprisma, über das auch die Fokussierung geregelt ist, sowie am unteren Ende des 31,7mm-Okularstutzens einen Blockfilter mit 5mm Durchmesser. Integriert in den Hauptkörper ist auch ein kleiner Sonnensucher, der das Sonnenbild über ein kleines Prisma in ein Sichtfenster direkt neben dem Okular ein spiegelt.

Testarrangement

Das PST wurde in der Praxis von Thomas Jäger und dem Autor mit einem Solarmax40, dem bisher preis-

wertesten H α -Filtermodell von Coronado, verglichen. Ähnlich wie die verwandten Filter mit 60mm und 90mm Durchlass wird das Etalon-Element beim Solarmax-Filter mit einem optionalen Adapter auf die Fernrohröffnung aufgesetzt. Der Blockfilter mit 5mm, 10mm oder 15mm Durchlass ist fest in ein 31,7mm-Zenitprisma integriert, das in den Okularstutzen eingesteckt wird. Wir verwendeten den Solarmax mit 40mm Öffnung und einem 10mm Blockfilter an einem 90/1000-Refraktor.

Neben den Cemax-Okularen kamen ein Soligor-Zoomokular 8–21mm sowie Celestron- und Teleskop-Service-Plössls und Panoptic-Okulare von Televue zum Einsatz.

Visuelle Beobachtung

Das PST ist ein komplettes Teleskop, was der Sicherheit bei der Sonnenbeobachtung sehr entgegen kommt – selbst unerfahrene Sonnenbeobachter können nichts falsch machen. Zunächst wird mit dem kleinen integrierten Sonnensucher das Zielobjekt eingestellt – nicht exakt in der Mitte, hier scheint die kleine Projektionsoptik nicht genau konzipiert zu sein. Im Hauptrohr ist die Sonne wegen des sehr kleinen Feldes nicht leicht zu finden; aber der erste Anblick ist schon eine Offenbarung: H α -Strukturen über die ganze Sonnenscheibe, leuchtende Protuberanzen am Sonnenrand! Die Halbwertsbreite des Filters ist sicher besser als die angegebenen 1,0Å (0,1nm) und unterbietet nach unserer Einschätzung noch die 0,8Å des Solarmax40. Auch bei gleicher Vergrößerung scheint das PST dunklere Filamente und mehr Struktur zu zeigen als das Solarmax.

Störend ist dagegen der kleine Durchlass des 5mm-Blockfilters. Bei 400mm Brennweite ergibt sich ein Sonnenbild von 3,52mm Durchmesser, das somit sehr gut zentriert werden muss, damit die gesamte Sonne sichtbar ist. Ein Gesamteindruck inklusive aller Protuberanzen ist somit auch bei kleinster Vergrößerung nur schwer möglich.

Bei niedrigen Vergrößerungen mit dem 25mm-Okular (16 \times) und 18mm-Okular (22 \times) zeichnet das PST ein sehr scharfes und kontrastreiches Bild. Ab einer Okularbrennweite von etwa 10mm (40 \times) ist die Grenze der Vergrößerungsleistung jedoch erreicht, so dass Detailbeobachtungen von Protuberanzen oder Flares nicht möglich sind. Hier ist der Solarmax-Filter klar im Vorteil, der auch bei 80 \times ein zwar dunkles, aber scharfes Sonnenbild erkennen lässt.

Das PST lässt alle Okulare problemlos in den Fokus kommen. Rein äußerlich bekannten chinesischen Plössl-Okularen recht ähnlich, bieten die Cemax-Okulare ein scharfes Bild frei von Reflexen. Dieser Vorteil ist nicht zu unterschätzen, denn alle anderen Okulare, besonders das Zoom-Okular, zeigen bei der H α -Beobachtung zum Teil sehr störende Geisterbilder.

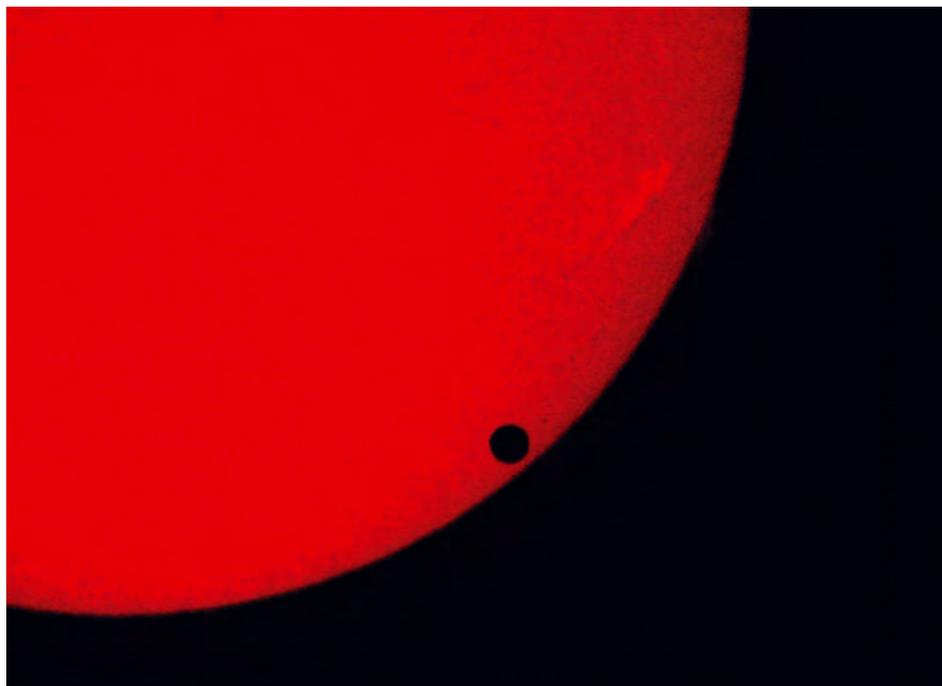


Abb. 5: Mit einem PST fotografierte Steffen Fischer den Venustransit am 8.6.2004.

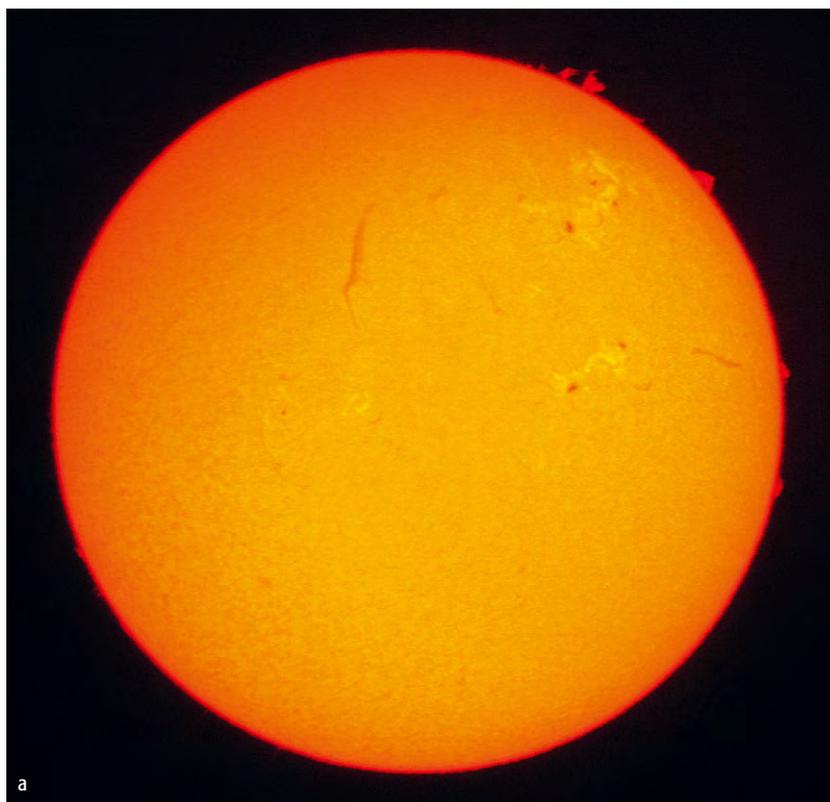
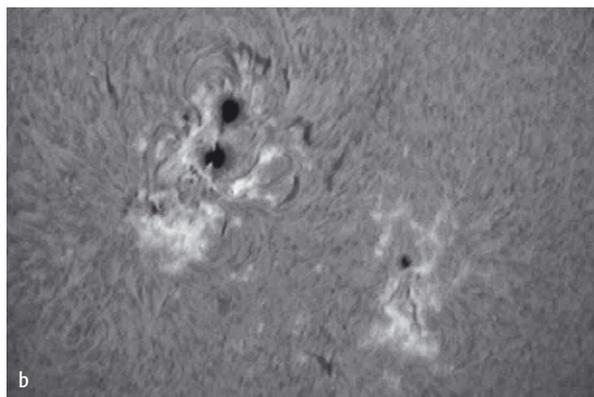


Abb. 6: Rudolf Reiser zeigt, dass Sonnenfotografie mit dem PST möglich ist. a) 17.7.2004, 40mm-Okular, Canon Powershot 5 Digitalkamera. b) 22.7.2004, 2 \times -Barlowlinse, Philips ToUCam Pro Webcam.



Ein großer Vorteil des PST ist die unkomplizierte Verstellung der Zentralwellenlänge. Durch drehen am gerändelten Ring lassen sich Strukturen sehr schön herausarbeiten. Dabei lässt sich der Filter im Gegensatz zum am oberen Tubusende angebrachten Solarmax in beide Richtungen kippen und ist immer in Griffweite. Auf Grund der Tatsache, dass der Filter am unteren Ende des Tubus eingebaut ist, ist es beim PST jedoch nicht möglich, wie beim Solarmax die gesamte Sonnenscheibe bei derselben Wellenlänge zu beobachten – Protuberanzen lassen sich deshalb meist nur an einem Sonnenrand erkennen.

Wegen der kleinen Vergrößerungen ist eine parallaktische Montierung nicht notwendig. Mit zwei Fotogewindebohrungen auf der Unterseite des Teleskopkörpers ist das PST für den Einsatz mit Fotostativen konzipiert, die mit der geringen Last von 1,38kg auch spielend fertig werden.

Fotografie

Aus den Bemerkungen über den kleinen okularseitigen Durchlass von 5mm und die Handhabung der Filtereinstellung wird bereits klar, dass das PST nicht für fotografische Zwecke konstruiert worden ist. Dennoch ist Sonnenfotografie auch mit dem PST möglich, wenn eine parallaktische Montierung verwendet wird. Webcam- und Digitalkamera-Besitzer können ihre Apparate nicht direkt am Okularauszug befestigen, da der Fokus zu nah am Blockfilter liegt – der Einsatz einer Barlowlinse oder eines Projektionsokulars ist also nötig, empfiehlt sich aber ohnehin aufgrund der kurzen Aufnahmebrennweite.

Besitzer des Solarmax-Filters haben hier viel bessere Möglichkeiten, weil direkt am eigenen Fernrohr fotografiert werden kann, ein Nachteil ist allerdings die zwingende Verwendung des Blockfilter-Zenitprismas (Hebelwirkung!). Großen Wert sollte auf einen ausreichend bemessenen Blockfilter gelegt werden: Bei 1000mm Brennweite ist das Sonnenbild im Brennpunkt bereits 8,8mm groß. Mit einem 5mm-Blockfilter kann also nur ein Teil der Sonne eingesehen werden, bei 10mm kommt knapp die gesamte Sonne ins Kamerabild. Besser wären 15mm – wenn nicht der Preis eine Rolle spielen würde. Solarmax-Spezialisten sind deshalb dazu übergegangen, sich passend zum jeweiligen Blockfilter preiswerte chinesische Refraktoren zu kaufen; so sind 700mm eine günstige Brennweite für den 10mm-Blockfilter. Der fest eingebaute 5mm-Blockfilter beim PST ist diesbezüg-

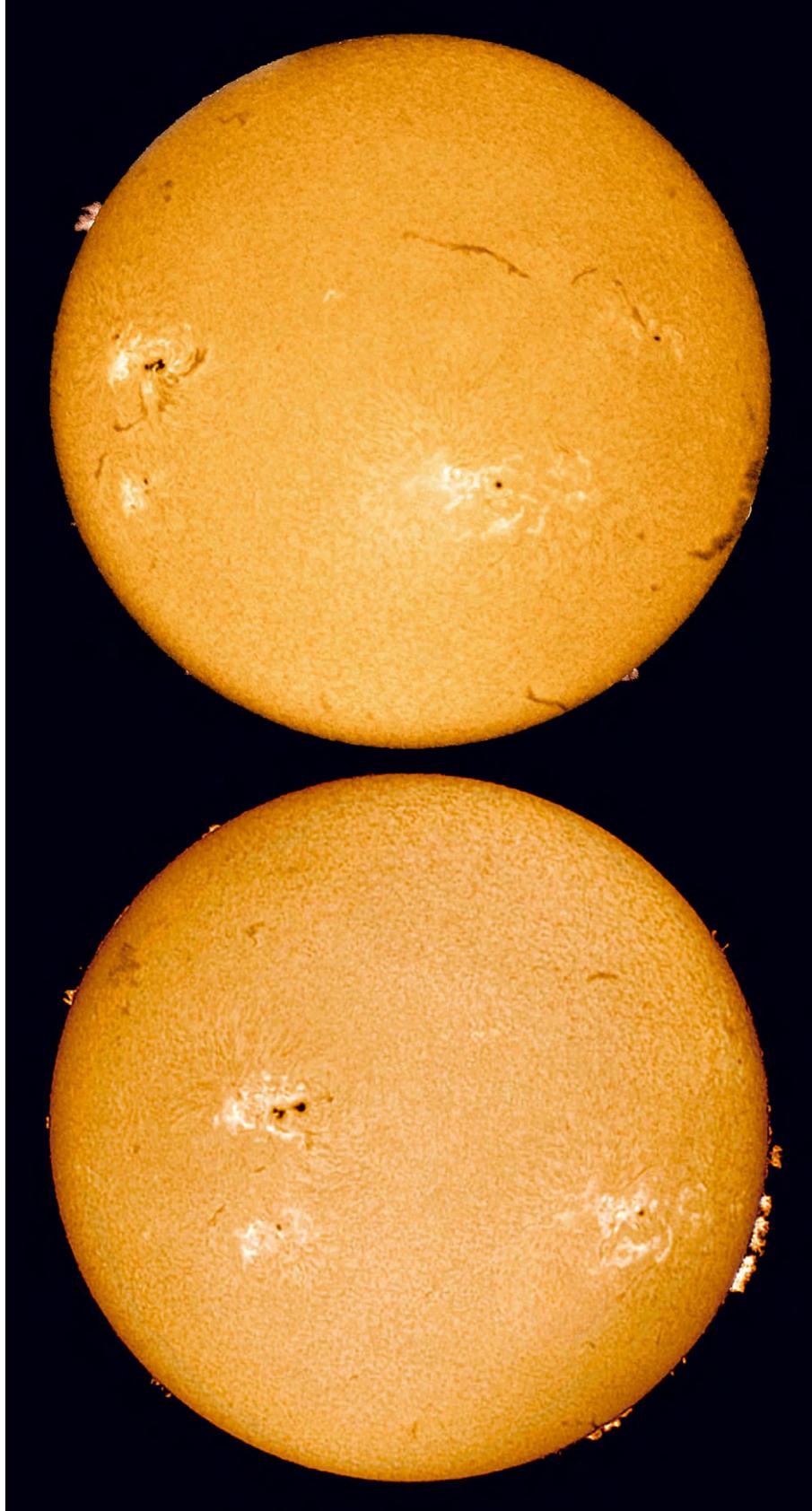


Abb. 7: Martin Huwilers Bilder belegen die Überlegenheit des Solarmax40 bei der Sonnenfotografie. 19.7. und 21.7.2004, Solarmax40, BF10, 4"-Refraktor, Olympus Camedia Digitalkamera.

lich eine Restriktion. Diese Beschränkung des Feldes ist ein Hauptnachteil der Coronado-Konstruktion.

Fazit

Das Coronado PST ist ein vollwertiges kleines H α -Teleskop mit sehr guten Filtereigenschaften. Es ist optimal zur flexiblen spontanen Beobachtung vom Büro, unter-

wegs oder zu Hause aus geeignet, Fotografie ist dagegen nur eingeschränkt möglich. Das PST bietet erstmals die Möglichkeit der Chromosphärenbeobachtung zu einem für die Mehrheit der Sternfreunde erschwinglichen Preis. Es revolutioniert damit die Amateur-Sonnenbeobachtung und wird dieser in den nächsten Jahren einen deutlichen Aufschwung verleihen.



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

Die Atmosphäre als Prisma

WEGE ZUR PRÄZISEN AUSRICHTUNG DER STUNDENACHSE

von Markus Wildi

Die Entwicklung der Teleskope und ihrer Montierungen hat seit den 1970er Jahren beträchtliche Fortschritte gemacht. Mit den immer handlicher werdenden Mikrocontrollern hielten Goto-Teleskope Einzug und die Frage der Treffgenauigkeit gewann an Aktualität. Die Treffgenauigkeit kann mit Hilfe eines mathematischen Teleskopmodells gesteigert werden. Auch wenn die Stundenachse nur grob ausgerichtet ist, ist das Modell in der Lage ein Objekt mit der erforderlichen Genauigkeit einzustellen.

Anforderungen an eine Teleskopausrichtung

Beobachtet man ausschließlich visuell, dann ist die Aufgabe der Ausrichtung der Stundenachse gelöst, da die während der Nachführung auftretenden Abweichungen durch gelegentliches Verstellen in beiden Richtungen korrigiert werden können.

Steht Astrofotografie auf dem Programm, dann steigen die Anforderungen in verschiedener Hinsicht an. Es geht nicht nur darum eine geeignete Kombination von Montierung, Teleskop und Detektor, sei dies ein konventioneller Film, eine Video- oder CCD-Kamera, auszuwählen, sondern die Stundenachse des Teleskops muss mit erhöhter Genauigkeit ausgerichtet werden.

Obwohl die Ausrichtung der Stundenachse die Resultate, d.h. das Auflösungsvermögen auf der Fotografie, entscheidend beeinflusst und damit jede Astrofotografin und jeden Astrofotografen betrifft, wird dieser Vorgang in der heutigen Literatur meist nur gestreift. Die Anleitungen dazu orientieren sich rudimentär an den Vorgaben J. Scheiners [6]. In den folgenden Abschnitten werden A. A. Rambauts [5] und E. S. Kings [2] Arbeiten aus den Jahren 1893 und 1902 zur Bestimmung der Position der Stundenachse vorgestellt.

Die Ausführungen mögen, gemessen an den scheinbar klaren und einfachen Vorgaben J. Scheiners Methode in der gebräuchlichen Fassung, umfangreich erscheinen. Nach der Lektüre wird jedoch klar, dass man mit etwas Übung die Prozeduren innerhalb von ca. 30 Minuten

abschließen kann und dann zuverlässig weiß, wohin die Stundenachse am Himmel zeigt.

Einfluss der Refraktion

Die Atmosphäre macht sich nicht nur durch die zufälligen Effekte der Luftunruhe bemerkbar. Wie jedes transparente Medium besitzt sie einen Brechungsindex und es sind die berechenbaren Auswirkungen der Refraktion und der Dispersion des realen Himmels zu untersuchen. Damit wird sie, wie ein Prisma, zu einer optisch aktiven Komponente.

Die Refraktion der Atmosphäre hebt die Sterne in Richtung Zenit an und der Betrag ist abhängig von der Distanz dazu. Beobachtet man mit einem perfekt auf den wahren Pol ausgerichteten Teleskop einen Stern, dann ändert sich seine Position relativ zum Fadenkreuz laufend. Nur die Änderung des Betrags ist für die Fotografie wichtig, nicht aber der absolute Wert der Refraktion. Deswegen wirkt sich die Refraktion selbst im Zenit aus, wo ihr Wert Null ist.

Es ist allgemein bekannt, dass eine ungenau ausgerichtete Stundenachse eine Rotation des Bildfelds um das Zentrum der Nachführung hervorruft. Gäbe es keine Atmosphäre und zeigte die Stundenachse auf den wahren Pol, dann würden die Sterne auch bei beliebig langer Belichtung stets als Punkte abgebildet.

Am Ende des 19. Jh., bedingt durch die extrem langen Belichtungszeiten von teilweise über zwölf Stunden, wurden die Auswirkungen der Refraktion und der

Dispersion analytisch in guter Näherung untersucht. Eine für die Fotografie wesentliche Einsicht gewann A. R. Hinks [1] im Jahre 1898. Er erkannte, dass die von H. H. Turner [8] berechnete durch die Refraktion bedingte Deformation eines Sternfelds unter gewissen Umständen als eine Rotation desselben plus eine restliche Verzerrung beschrieben werden kann.

Abb. 1 zeigt die Simulation einer nachgeführten Aufnahme, deren Zentrum in der Mitte der Belichtungszeit durch den Zenit führt. Vergleicht man die Spuren gleicher Wellenlänge, hier in rot, gelb und blau dargestellt, dann erhält man direkt Aufschluss über den kombinierten Effekt der Refraktion und der Position der Stundenachse auf die Form der Sternabbilder. Sterne nahe beim Zentrum werden sicher als punktsymmetrische Objekte in der Fokalebene erscheinen, während in den Ecken eine leichte Deformation erkennbar bleibt. Betrachtet man einen Stern, d.h. jeweils die drei Spuren, dann sieht man zu Beginn und am Ende der Aufnahme die Dispersion deutlich, während sie in der Mitte der Aufnahme bis auf Null abnimmt. Am besten erkennbar ist dies am Leitstern im Zentrum und daran, dass die Spuren der Feldsterne sich jeweils annähernd in einem Punkt kreuzen.

Korrektur der Refraktion

A. R. Hinks zeigte, dass die Länge und die Form der resultierenden Spuren der Feldsterne einer nachgeführten Fotografie auch unter einem realen Himmel nur über die Position der Stundenachse zu beein-

Abb. 1: Die Bewegung der Feldsterne relativ zum Nachführzentrum berechnet für die drei Wellenlängen 450nm, 550nm und 650nm markiert mit den Farben blau, gelb und rot. Feldgröße $1^\circ \times 1^\circ$, Nachführung im Zentrum bei der Wellenlänge 550nm, Deklination $47,5^\circ$, Aufnahmebeginn beim lokalen Stundenwinkel -3^h , Aufnahmedauer 6 Stunden. Die Stundenachse zeigt auf den wahren Pol. Die Spuren sind $720\times$ vergrößert und der Balken unten links entspricht einer Länge von $0,7''$ und zeigt das Auflösungsvermögen des in der Simulation verwendeten 200mm-Objektivs an. Norden ist oben und Osten links.

flussen sind (Abb. 2). Im Jahre 1979 werteten P. T. Wallace et. al. [9] die Arbeit A.R. Hinks aus und leiteten die Gleichung

$$\lambda(\delta) = \pm \arcsin\left((n_0 - 1) \frac{\cos\Phi \sin\delta}{\cos(\Phi - \delta)}\right) \quad (1)$$

für die Position der Stundenachse ab, welche die Rotation des Bildfelds während einer Belichtung minimal werden lässt. Mit anderen Worten, wählt man die Position der Stundenachse gemäß Gleichung 1, dann ist die oben erwähnte geometrisch bedingte gleich der durch die Refraktion hervorgerufenen Rotation und die relative Bewegung verschwindet näherungsweise. Das positive Vorzeichen gilt für die Nordhalbkugel und darin ist λ die Distanz des Durchstoßpunkts P' der Stundenachse vom wahren Pol P , n_0 der Brechungsindex der Atmosphäre am Boden, ϕ die geographische Breite des Standorts und δ die Deklination des zu beobachtenden Feldzentrums.

Für die Praxis bedeutet dies vorerst, dass die Position der Stundenachse in Abhängigkeit des zu beobachtenden Feldzentrums auszurichten ist. Dies ist keine erfreuliche Aussicht. Auf den ersten Blick sind die Unterschiede zwischen Abb. 1 und 2 erheblich, wenn man das Auflösungsvermögen des Objektivs als Maßstab nimmt und die geringfügige Verschiebung der Stundenachse von $30''$ in Richtung Zenit berücksichtigt. Bezieht man die Beugung und die Luftunruhe in die Betrachtung ein, dann zeigten die detaillierten Untersuchungen jedoch, dass dies nur für Bildfelder zwingend ist, welche größer als etwa $1^\circ \times 1^\circ$ sind. Für alle anderen Fälle genügt die feste Ausrichtung auf den scheinbaren Pol P_s , d.h. den um den Betrag der Refraktion in Richtung Zenit angehobenen wahren Pol P .

E.S. King [2] zeigte 1902 mit der Gleichung

$$\begin{aligned} \lambda(\tau, \delta) &= \frac{\sin\Phi \cos\Phi}{\cos^2\zeta} \text{ mit } \cos\zeta = \\ &= \sin\Phi \sin\delta + \cos\Phi \cos\delta \cos\tau \quad (2) \end{aligned}$$

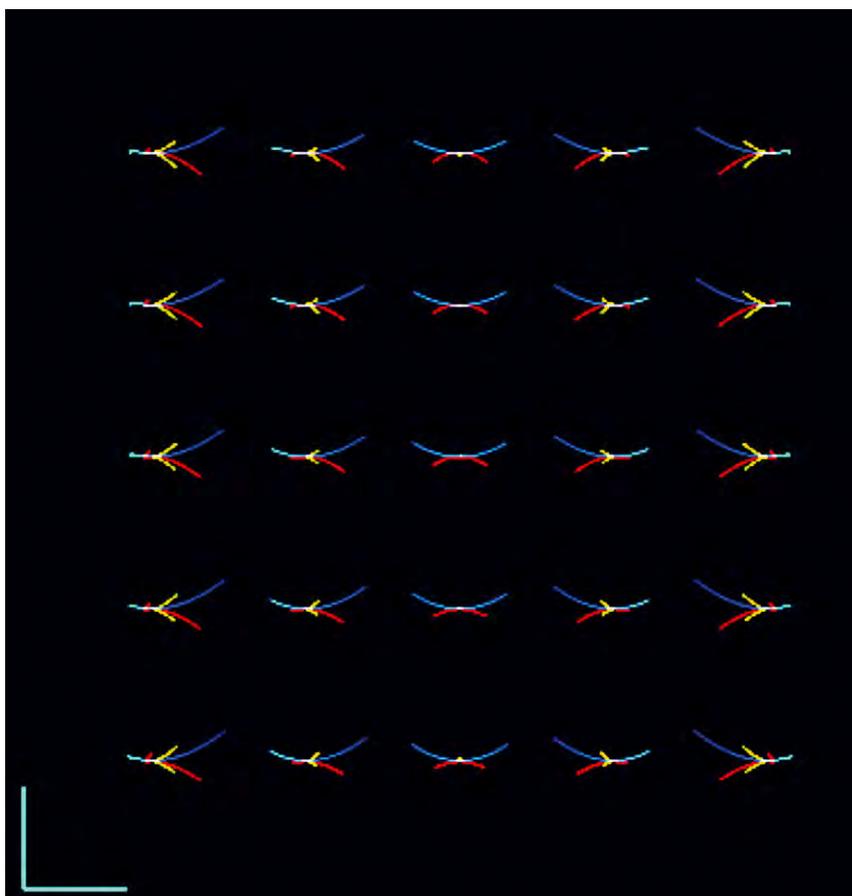
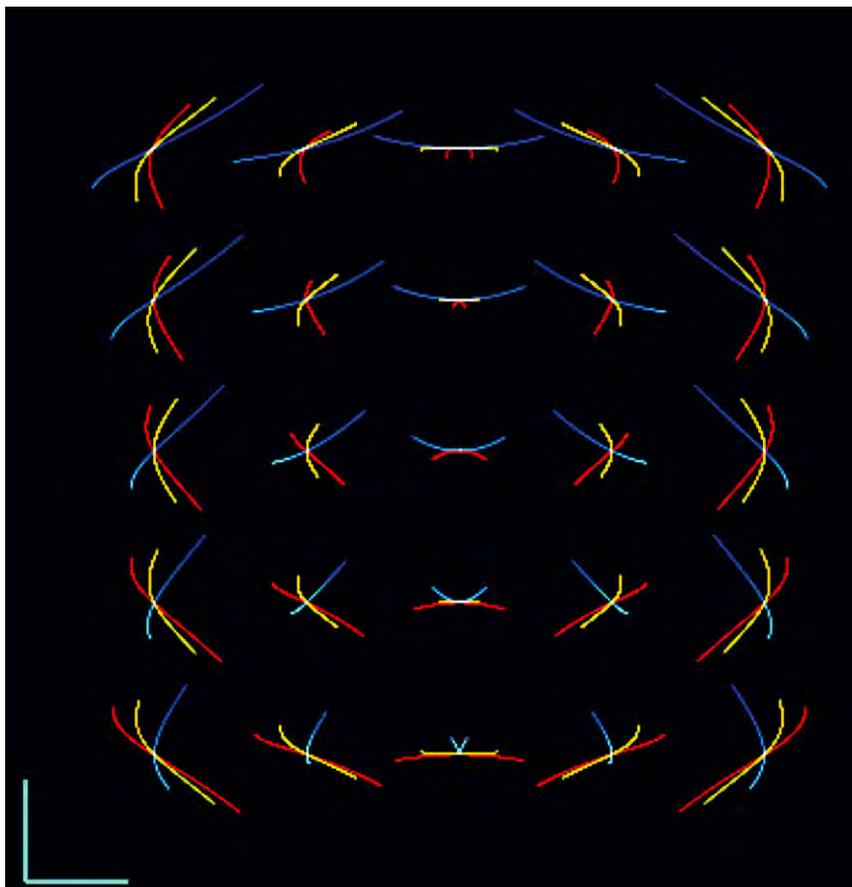


Abb. 2: Die Stundenachse ist gemäß Gl. 1 ausgerichtet und liegt ca. $30''$ über dem wahren Pol, sonst gleich wie Abb. 1. Die Reduktion der Fläche der Sternspuren ist vor allem an der Peripherie der Aufnahme augenfällig.

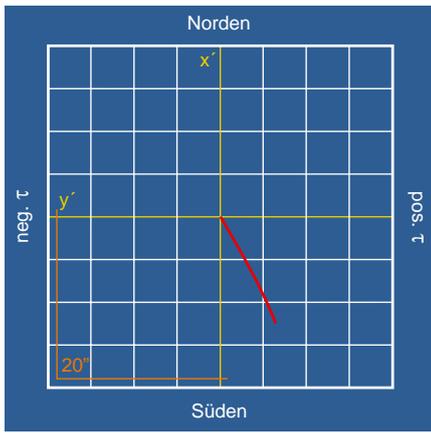


Abb. 3a: Sternspur im Okular am Beispiel von Polaris. Das Messfeld ist im äquatorialen System, d.h. entlang der τ -Richtung, ausgerichtet (E. S. King Variante A). Aufnahmedaten: 30.9., 20:04:21 UTC, 30min siderisch nachgeführt. Länge des Balkens 20". Die Koordinaten des Endpunkts sind $\Delta x' = -12,56''$ und $\Delta y' = -6,63''$.

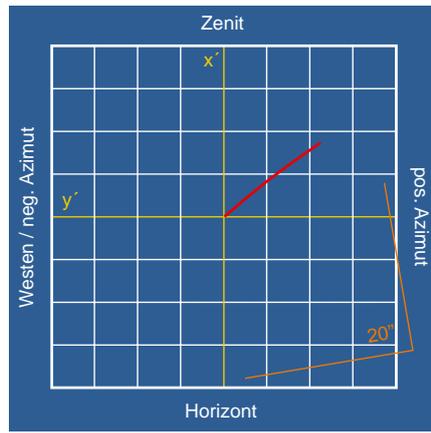


Abb. 3b: Gleich wie Abb. 3a, das Messfeld ist zu Beginn der Messung horizontal ausgerichtet (E. S. King Variante B1). Die positive x' -Achse zeigt zum Zenit, d.h. in dieser Darstellung nach oben. Die Koordinaten des Endpunkts sind $\Delta x' = +8,74''$ und $\Delta y' = -11,05''$

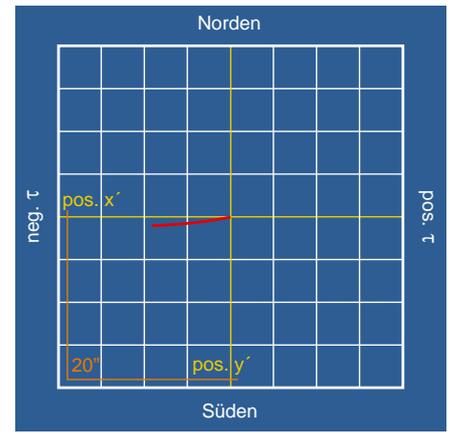


Abb. 3c: Sternspur im Okular am Beispiel der Wega. Das Messfeld ist im äquatorialen System, d.h. entlang der τ -Richtung, ausgerichtet (A. A. Rambaut). Aufnahmedaten: 30.9., 20:04:21 UTC, 22,85min siderisch nachgeführt. Länge des Balkens ist 20" und die Einheit des Gitters ist 5". Die Koordinaten des Endpunkts sind $X' = +9,3''$ und $Y' = +1,1''$.

eine zweite Möglichkeit der Optimierung auf. Darin ist τ der lokale Stundenwinkel und ζ die Zenitdistanz des Feldzentrums. Richtet man die Stundenachse gemäß Gleichung 2 aus, dann wird im Punkt (τ, δ) die Bewegung des Teleskops relativ zum scheinbaren Feldzentrum in der δ -Richtung Null. Diese Form der Ausrichtung hat in der heutigen Zeit eine geringere Bedeutung, da die tatsächliche Bewegung des Teleskops automatisiert mess- und korrigierbar ist. Möchte man von Auge mit einem Okular nachführen und deswegen die Anzahl der Korrekturen minimieren, dann ist diese Ausrichtung die geeignete Wahl. E. S. King [2] zeigte 1902 mit einer einstündigen unkorrigierten Fotografie, dass dies gelingt. Die Aufgabe der Ausrichtung der Stundenachse besteht demnach darin je nach Anforderung

- die Rotation des Bildfelds zu minimieren, oder
- die Bewegung in der δ -Richtung zu kompensieren.

Es ist nicht primäres Ziel die Stundenachse parallel zur Erdachse zu stellen, sondern die Refraktion auf die eine oder andere Art zu kompensieren. Oder anders ausgedrückt, das Nachführen und das Auffinden eines Objekts sind zwei verschiedene Dinge, wobei letzteres durch die genaue Kenntnis der Position der Stundenachse unterstützt wird.

Ist die Ausrichtung der Stundenachse nicht optimal, dann werden die Feldsterne als Spuren in der Fokalebene abgebildet und

ihre Länge ist ein Maß für die Güte. Es folgt anschaulich aus Abb. 1, dass die Spuren einer nachgeführten Aufnahme in Abhängigkeit zum Nachführzentrum, mit Ausnahme des Leitsterns, nirgends Null und unterschiedlich gekrümmt und lang sind. Damit ist die analytisch berechnete Länge alleine ein unzureichendes Kriterium.

Eine erste grobe Schätzung der Spurlänge l in der Polregion lässt sich aus der Tatsache ableiten, dass die scheinbare Bewegung eines Sterns in der Fokalebene eines siderisch nachgeführten Teleskops bei gegebener Messzeit Δt ein Ausschnitt des Umfangs eines Kreises ist. Der Radius λ_r entspricht der Distanz des instrumentellen zum scheinbaren Pol und die Länge der Sternspur ist durch die Gleichung

$$\lambda_r = \frac{l}{\omega_{sid} \Delta t} \quad (3)$$

bestimmt, dabei ist

$$\omega_{sid} = \frac{2\pi}{T_{sid}} = 7,2921159 \cdot 10^{-5} \text{ sec}^{-1}$$

die siderische Rotationsgeschwindigkeit der Erde. Möchte man eine einstündige Aufnahme bei $\delta = 90^\circ$ anfertigen und setzt voraus, dass die Spur nicht länger als 0,5" wird, dann erhält man für die Distanz des instrumentellen zum scheinbaren Pol λ_r gemäß Gl. 3 den Wert 1,9". Eine Genauigkeit, welche in der Praxis nicht ohne weiteres erreichbar ist.

Eine zweite Schätzung erhält man durch den Vergleich der Werte für λ , wenn man die Gl. 1 und 2 bei $\tau = 0^h$ und $\delta = 0^\circ$ berech-

net. Befindet sich das Observatorium auf der geographischen Breite $\Phi = 47,5^\circ$ und ist der Brechungsindex in Bogensekunden $K(n_0 - 1) = 60,54''$ (Tab. 2), dann erhält man als Differenz 66,1". Tabelle 1 zeigt die erlaubten Toleranzen in Abhängigkeit der Deklination des Bildfeldes.

Praktisches Vorgehen zur Ausrichtung

Die eigentliche Messung kann auf zwei Arten durchgeführt werden. Für die temporäre Aufstellung des Teleskops eignet sich die visuelle Positionsbestimmung, während für eine Aufstellung in einer Sternwarte der fotografische Weg vorzuziehen ist, da die Genauigkeit der Messung durch Mittelwertbildung erhöht werden kann. Im temporären Fall kann man das Auge durch eine Webcam oder CCD-Kamera ersetzen.

Es wäre nun naheliegend auf J. Scheiners Methode [6] zurückzugreifen. Diese hat allerdings praktische und methodische Schwächen, welche in [10] beschrieben sind. Hier hervorgehoben sei, dass die Position der Stundenachse in keiner Phase bekannt ist. Auch kann man nur unter gewissen Umständen darauf vertrauen, dass sie schließlich mit dem scheinbaren Pol zusammenfällt. Diese methodischen Nachteile waren J. Scheiner bekannt. A. A. Rambaut [5] verallgemeinerte J. Scheiners Ansatz zu einem Vorgehen, das überall am Himmel anwendbar und frei von diesen Mängeln ist. In der Region des Himmelsäquators misst man allerdings, wie nach J. Scheiner, bei zwei Positionen. An der fol-

genden Berechnung der Korrekturen ändert sich dadurch nichts Grundsätzliches.

Bei freier Sicht auf die Polregion, bietet sich E. S. Kings Weg an. Der Vorteil besteht darin, dass sich der Betrag der Refraktion während der Messzeit nur geringfügig ändert und die Korrektur entfällt.

An dieser Stelle werden die visuellen Varianten beschrieben. Die fotografischen folgen den visuellen im Detail, einzig das Bezugssystem, sei dies das azimutale oder äquatoriale, bestimmt man auf der Fotografie selber. Da die Aufgabe der Ausrichtung der Stundenachse in beiden Fällen dieselbe ist, unterscheiden sie sich in der praktischen Arbeit nur wenig. Beide Methoden folgen dem Schema:

1. Nivellierung des Stativs mit der Wasserwaage
2. grobe Ausrichtung der Stundenachse auf den Himmelpol
3. Orientierung des Messfelds (Okular mit Strichplatte)
4. Zentrierung des zu beobachtenden Sterns
5. unkorrigierte Nachführung des Sterns mit siderischer Geschwindigkeit
6. Ablesung der Sternposition im Messokular am Ende der Messzeit von ca. 30 Minuten und Berechnung der Korrekturen
7. Ausrichtung der Stundenachse

Die Korrekturen werden im wahren azimutalen System berechnet und damit diese auf die Stundenachse übertragbar sind, ist die Nivellierung des Stativs eine Voraussetzung.

Die grobe Ausrichtung sollte die Stundenachse mit einer Genauigkeit von 0,1–0,2° positionieren. Hat man ein Polsucherfernrohr zur Verfügung, dann kann diese Toleranz eingehalten werden. Gelingt dieser Schritt nur mit einer größeren Abweichung, dann muss die Prozedur zuerst mit einer reduzierten und nachher mit der vollen Messdauer durchgeführt werden.

Die Orientierung des Messfelds ist gleichbedeutend mit der Wahl des Bezugssystems: äquatoriale oder azimutale. Nachdem, außer bei azimutaler Ausrichtung (Variante B1) gemäß E. S. King, der Stern identifiziert ist, zentriert man diesen auf einem gitterartigen Messfeld und lässt das Teleskop ca. 30 Minuten ungestört nachführen. Hat man die Ausdehnung des Messfelds kalibriert, dann liest man

☞ SURFTIPP |

Ausrichtungsrechner • leq.one-arcsec.org

Tab. 1: Toleranzen der Ausrichtung der Stundenachse*

Deklination	0°	20°	40°	60°	80°	90°
Sollposition nach Gleichung 1	0"	14"	24"	32"	43"	51,8"
Zulässiger Fehler	82"	65"	44"	34"	18"	0,2"

*) für ein Bildfeld mit einem Durchmesser von 1,5°, Nachführwellenlänge 550nm, der Stern hat die Spektralklasse G

Tab. 2: Die Refraktionskonstante $K(n_0-1)^*$

Temperatur	Höhe über Meer			
	0m	500m	1000m	2000m
-10°C	62,86565"	59,22285"	55,75362"	49,30692"
0°C	60,54526"	57,03677"	53,69564"	47,48656"
10°C	58,38396"	54,99944"	51,77609"	45,78810"
20°C	56,36317"	53,09436"	49,98259"	44,19915"
30°C	54,45560"	51,29672"	48,34199"	42,69492"

*) für die Wellenlänge 550nm nach J. C. Owens [4]

den Wert in Einheiten des Gitters ab und berechnet den Weg in beiden Richtungen in Bogensekunden. Geht man gemäß E. S. King vor und reicht die Ausrichtung auf den scheinbaren Pol, dann entfällt die Kalibration und man setzt die Werte in Einheiten des Gitters ein.

Diese Rechnungen können bequem mit dem Web Formular durchgeführt werden, welches sich auf der Seite Ausrichtungsrechner befindet (siehe Surftipp). In das jeweilige Formular können die gemessenen Komponenten eingetragen und anschließend die Korrekturen in Bogensekunden bzw. Gittereinheiten berechnet werden. Dabei sind Angaben zu den Richtungen so aufzufassen, wie sie das unbewaffnete Auge sieht. In einem umkehrenden astronomischen Fernrohr, das sind alle Refraktoren und Teleskope mit zwei Spiegeln, ist das Feld um 180° gedreht. Weitere Einzelheiten zu den Methoden können auf der Internetseite des Autors gefunden werden.

Zusammenfassung

Folgt man diesen Ausführungen, dann erreicht man innerhalb einer definierten Zeitspanne und Genauigkeit den scheinbaren Pol. Man ist über die Güte der Ausrichtung nach 23 Minuten informiert, wenn man die Länge der Sternspur auf $\pm 3''$ genau misst und diesen Wert mit 10 multipliziert. Die Differenzen zwischen den an den Teilkreisen abgelesenen Koordinaten und den wahren Werten verbleiben innerhalb des absoluten Werts der Refraktion. Damit wird auch mit dem Bildfeld einer CCD-Kamera das Auffinden eines Objekts in einem Schritt möglich. Der Hauptzweck der präzisen Ausrichtung bleibt aber die Kompensation der Refraktion der Atmos-

phäre und damit die Minimierung der Sternspuren über das gesamte Feld. Erst nach Abschluss dieser Arbeiten kann man die optische Qualität des Objektivs für die Fotografie voll nutzen.

- [1] Hinks, A. R.: On some Attempts to Counteract by Instrumental Adjustments certain Effects of Refraction in Stellar Photography, MNRAS 58, 428 (1898)
- [2] King, E. S.: Forms of images in stellar photography, Annals of Harvard College Observatory 41, 154 (1902)
- [3] Meeus, J.: Astronomical Algorithms, Willmann-Bell Inc., Richmond Virginia (2000)
- [4] Owens, J. C.: Optical Refractive Index of Air: Dependence on Pressure, Temperature and Composition. Applied Optics, 6(1), 51 (1967)
- [5] Rambaut, A. A.: To adjust the Polar Axis of an Equatorial Telescope for Photographic Purposes, MNRAS 54, 85 (1893)
- [6] Scheiner, J.: Sur une méthode très simple permettant d'orienter un instrument a monture parallactique plus exactement qu'on ne peut le faire en général par des lectures des cercles. In: Bulletin du Comité Permanent International pour l'Exécution Photographique de la Carte du Ciel, 6e fascicule (Proceedings of the academy), 385 (1889)
- [7] Schürer, M.: Der Einfluss der Refraktion auf die Aufstellung und Nachführung äquatoraler Montierungen, Orion 176, 28 (1980)
- [8] Turner, H. H.: Preliminary Note on the Reduction of Measures of Photographic Plates, MNRAS 54, 11 (1893)
- [9] Wallace, P. T., Tritton K. P.: Alignment, pointing accuracy and field rotation of the UK 1.2-m Schmidt telescope, MNRAS 189, 115 (1979)

Astrofotos von Axel Mellinger

Meine ersten Schritte in der Astrofotografie unternahm ich im Alter von 13 Jahren mit einer alten Kleinbildkamera, die ich auf einen 60mm-Kaufhaus-Refraktor montiert hatte. Nachgeführt wurde per Hand durch langsames Drehen der biegsamen Wellen! Nach einer durch Studium und Promotion bedingten Phase geringerer Aktivität hatte ich Mitte der 1990er Jahre während eines zweijährigen beruflichen Aufenthalts in Kalifornien die Gelegenheit, an mehreren hervorragenden Standorten in der Sierra Nevada zu beobachten. Mein 8" f/4 Newton auf einer Super-Polaris-DX-Montierung (seit einigen Jahren ergänzt durch eine größere Losmandy G-11) war neben einem Sortiment von Kleinbild-Objektiven die ideale Ausrüstung zur Fotografie ausgedehnter lichtschwacher Gasnebel. Durch einen glücklichen Zufall wurden PCs zu jener Zeit leistungsfähig genug, um erste Schritte in der digitalen Bildverarbeitung zu unternehmen. Dies eröffnete ungeahnte Möglichkeiten, konnte ich nun auch Farbaufnahmen kontrastverstärken, was mir zuvor mangels Farbdunkelkammerausrüstung verwehrt war. Zudem begann ich, mehrere Bilder zu mitteln, um die Körnigkeit zu reduzieren. Jetzt war es nur noch ein kleiner Schritt zum Aneinanderfügen mehrerer Einzelbilder zu einem Mosaik.

Mangels geeigneter Software entwickelte ich ein eigenes Programm, welches die beim Projizieren der Himmelskugel auf den ebenen Film auftretenden Verzerrungen entfernt. Nachdem Tests mit einigen Weitwinkelaufnahmen der südlichen Milchstraße sehr vielversprechend ausfielen, begann ich mit dem systematischen Abfotografieren des gesamten Himmels, woraus im Laufe von 3½ Jahren ein komplettes Panoramabild des Nachthimmels entstand. Dieselbe Technik lässt sich natürlich auch bei Aufnahmen mit längeren Objektivbrennweiten einsetzen. Mit relativ preiswerten Kleinbildoptiken erreicht man so eine ähnliche Detailfülle wie auf Mittelformat.

Seit Mitte 2003 ergänze ich die klassische, Film-basierte Astrofotografie durch CCD-Aufnahmen. Auch hier widme ich mich der Weitwinkelfotografie (vorzugsweise mit H α -Filter). Die Mosaik-Software ist mittlerweile zu einer Bildverarbeitungs-»Pipeline« angewachsen, an der auch mehrere frei erhältliche Softwarepakete (z.B. »Gimp« zur allgemeinen Bildbearbeitung oder das

am Institut d'Astrophysique bei Paris entwickelte »SWarp« zum nahtlosen Zusammenfügen der Bilder) beteiligt sind.

Viele der hier vorgestellten Aufnahmen entstanden an dunklen Standorten in den Trockengebieten von Arizona (USA) und Südafrika. Optimale Bedingungen bietet z.B. das Cederberg Observatory, eine von südafrikanischen Amateurastronomen errichtete Sternwarte ca. 200km nördlich von Kapstadt. Aber Vorsicht – der eindrucksvolle Anblick der südlichen Milchstraße zwischen Carina und Scorpius kann süchtig machen!



Abb. 1: Orion mit Barnards Loop. R-Kanal 50mm-Objektiv bei f/4, H α -Filter, Starlight Xpress SXV-H9, 8-faches Mosaik, je 2×15min belichtet. G- und B-Kanal 135mm-Objektiv bei f/4, Kodak PJ-400, je 45min. Verschiedene Aufnahmeorte in Brandenburg, Arizona und Südafrika.

Abb. 2: IC 2118, der Hexenkopf-Nebel. 8"-Newton bei f/4, 3-faches Mosaik, Kodak Supra 400 hyp., je 45min. 3-fach-Mosaik, Vixen R200SS (8" f/4 Newton). Chiricahua National Monument, Arizona.



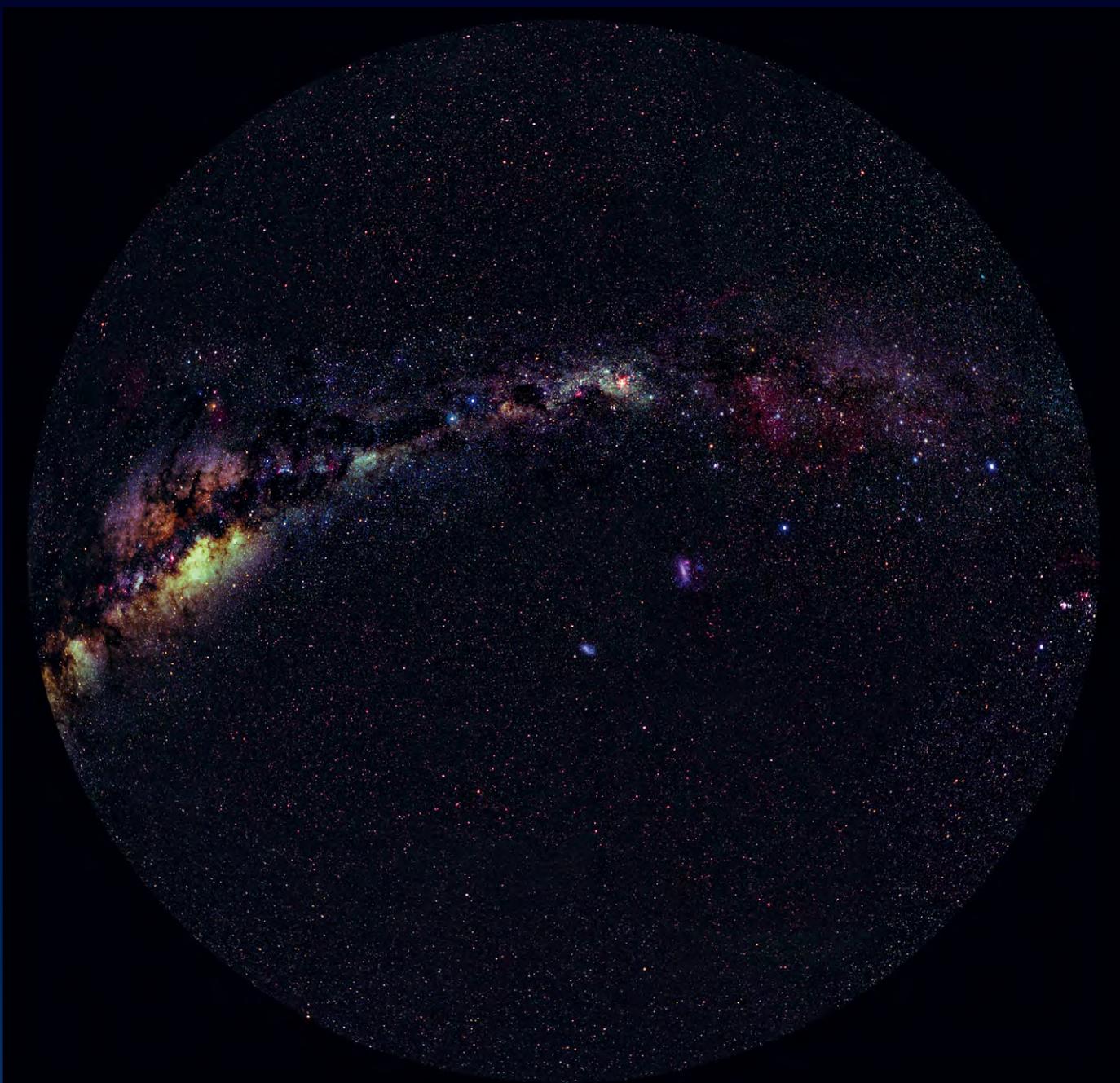


Komet Hale-Bopp über dem Lake Berryessa (Kalifornien). 50mm-Objektiv bei $f/2,8$, Kodak PJM, 10min.



Strichspuraufnahme des nördlichen Himmelspols. 28mm-Objektiv bei $f/6,7$, Kodak Supra 400, 83min. Organ Pipe Cactus National Monument, Arizona. Bildautoren: S. Hoffmann/A. Mellinger.

Panoramabild des südlichen Sternhimmels. Zusammengesetzt aus ca. 25 Einzelbildern, aufgenommen mit einem 28mm-Objektiv bei $f/4$, Kodak PJM bzw. PJ-400, Belichtungszeit jeweils 45min.



Produktspiegel – Neues vom Hersteller

Astro-Mechanik: 2"-Filterrad

Mit dem AM4-Filterrad erfüllt die Essener Selbstbaugemeinschaft Astro-Mechanik einen Wunsch vieler Sternfreunde. Das 170mm im Durchmesser große Rad kann vier 2"-Filter aufnehmen. Das aus schwarz eloxiertem Aluminium hergestellte Stück wiegt etwa 650g. Ohne die obligatorischen 2"- oder T2-Anschlüsse wird eine Rohrverkürzung von 17mm benötigt. Filter mit maximal 5,5mm Höhe der Fassung können verwendet werden.

Dobs-Mounts: Gitterrohrdobson

Ein weiterer handgefertigter Dobson kommt von Dobs-Mounts auf den Markt. Der 12"-Newton besitzt eine Suprax-Optik von Orion/England. Der 27mm dünne Hauptspiegel sitzt in einer 18-Punkt-Lagerung mit Haltegurt. Die 300mm messenden Höhenräder erlauben die Verstellung des Schwerpunkts des Teleskops, so dass sich der Tubus auch für schwerere Zubehörteile ausbalancieren lässt. Der Okularauszug ist eine Eigenentwicklung von Dobs-Mounts und bietet eine 1:10-Untersetzung bei vierfacher Kugellagerung. Zum Lieferumfang gehören ein Lichtschutztuch sowie eine Transportbox für die Tubusrohre. Das gesamte Gerät wiegt 32kg und ist insgesamt 170cm hoch.



Baader Planetarium: neue Nebelfilter

Auch Baader bietet nun Nebelfilter aus eigener Herstellung an. Der UHC-S ist eine breitbandige Variante des UHC-

Filters anderer Hersteller. Wie die Exemplare des früheren Lumicon-Standards besitzen die Baader-Filter zusätzliche Durchlassbereiche im roten und infraroten Spektralbereich, sind also fotografisch nicht auf die klassischen UHC-Wellenlängen [OIII] und H β beschränkt. Ebenfalls neu im Programm von Baader ist ein mit 6nm sehr engbandiger [OIII]-Linienfilter – ohne weitere Durchlassfenster in anderen Spektralbereichen.

Celestron: Goto via Pocket-PC

Für herkömmliche Goto-Teleskope muss ein Computer oder Laptop mitgenommen werden, wenn anspruchsvollere Aufgaben wie die Nachführung und Kontrolle von Astro-Aufnahmen anstehen. Für die NexStar-Teleskope von Celestron ist nun eine Software erhältlich, die das Ansteuern über einen platzsparenden Pocket-PC erlaubt. Autor Robert Brenner hat mit PNSOL ein Programm geschrieben, das auf Minicomputern mit den Betriebssystemen CE 3.0 und Pocket OS 2002 und aktuelleren Versionen läuft. Voraussetzung für den Betrieb ist die NexStar Observer List 2.6.4. Besitzer von NexStar-Teleskopen können die Software bereits kostenlos vom deutschen Celestron-Server herunterladen.

Astrooptik Meier: Dobson-Upgrade

Gefällt Ihnen Ihr alter Dobson nicht mehr? Möchten Sie einen neuen Tubus, Okularauszug oder eine neue Hauptspiegelfassung? Der Amberger Teleskopbauer Meier bietet einen besonderen Service für Sternfreunde, die ihr Dobson-Teleskop rundern möchten. Dazu gehört eine Auswahl von Metall- und Gittertuben, Okularauszügen und Transport- und Haltegriffen. Extralösungen wie ein teilbarer Tubus sind ebenfalls realisierbar.

Philips: Neue Astro-Webcam

Mit der Philips ToUCam hat der holländische Hersteller jahrelang die führende Astro-Webcam vertrieben. Das Nachfolgemodell ToUCam Pro-II besitzt einen größeren Chip mit 1280×960 Pixeln, ein eingebautes Mikrofon sowie ein Tischstativ. Neu ist das für astronomische Zwecke leicht abschraubbare Objektiv. Bei eini-

gen Händlern ist zusätzlich ein Adapter für Okularauszüge mit Einschraubgewinde für Nebelfilter im Preis inbegriffen. Die Kamera kann per USB-Anschluss an jeden modernen Rechner angeschlossen werden.



Meade: LXD75-Serie

Meade hat eine neue parallaktisch montierte Teleskopserie angekündigt. Die LXD75-Modellreihe ist eine Weiterentwicklung der LXD55-Serie und wird wie diese Refraktoren, Schmidt-Cassegrains und Schmidt-Newtons bis 10" Öffnung enthalten. Neu ist dagegen ein 6"-Newton, der sich mit dem Öffnungsverhältnis von f/5 besonders an Astrofotografen richtet. Verbessert wurden vor allem der Montierungskörper sowie das Stativ. Die LXD75-Teleskope werden mit dem bekannten Meade-Autostar-Computer ausgerüstet sein.



Rezensionen – Neu auf dem Markt

Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge

1799 wurde Johann Georg Repsold (1770–1830) Spritzenmeister der Stadt Hamburg und hatte als solcher eine kleine Werkstatt zu leiten, in der Feuerlöschgerät hergestellt wurde. Angeregt durch mit ihm befreundete Astronomen begann er hier mit der Fertigung astronomischer Messwerkzeuge. Die Söhne Adolf (1806–1871) und Georg (1804–1867) sowie später die Enkel Johann Adolf (1838–1919) und Oscar Philipp (1842–1919) führten das Geschäft erfolgreich weiter. Die Enkel lieferten insbesondere Refraktoren in alle Welt. Ende 1919 endete mit deren Tod die Tätigkeit dieser Werkstatt.

Wer wäre somit kompetenter gewesen als Johann Adolf Repsold eine Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge zu verfassen? Band I bringt die Geschichte von 1450 bis 1830, und damit von Georg Purbach (Peurbach, 1423–1461) bis Georg von Reichenbach (1771–1826). Nur zwölf Seiten Text und sechs Seiten Abbildungen widmete der Autor der Zeit vorher. Es folgen die großen Namen der Astronomie von Regiomontanus, Tycho Brahe, Hevelius, Flamsteed bis Halley, wobei sich Repsold bemühte deren Abbildungen von Geräten möglichst vollständig abzdrukken. Bis zu Halleys Zeiten wurden meistens Quadranten benutzt, erst dann setzte sich langsam das Teleskop durch. Hierzu gab Repsold mit sechs Seiten Text und acht Abbildungen auch einen Einblick in die Werkstatt seines Großvaters Johann Georg. Der Band schließt mit einem Überblick über Werkstätten aus Paris und London nach 1800. Der im Titel genannte Georg von Reichenbach gründete 1802 in München zusammen mit Joseph Liebherr (1767–1840) eine optische Werkstätte, zu der später Josef von Fraunhofer (1787–1826) gehörte.

Band II führt die Entwicklung von 1830 bis ca. 1900 fort. Dabei sind 40 der 154



Johann Adolf Repsold: Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge, Band I: Von Purbach bis Reichenbach, 1450 bis 1830, 492 Seiten, Band II: Von 1830 bis um 1900, 572 Seiten, im Pappschuber. Reprint: PNO, Gerhard Sauer, Köln, Bearbeiter Günter M. Schmitt, 180,- €, ISBN 3-00-013054-3.

Textseiten (ohne Register gerechnet) der Firma A. Repsold und Söhne gewidmet. Ausführlich werden aber auch Geräte aus England, Frankreich, Italien und den USA vorgestellt. Die beiden Bände bieten so eine bis heute hervorragende Einführung in die Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge, was fast allein schon die Neuauflage von 2004 rechtfertigen würde.

Der Grund für die Neuauflage ist freilich woanders zu suchen: Von dem Originalwerk wurden nur ca. 500 Exemplare gedruckt, so dass es heute kaum mehr zugänglich war. Nachdem es dem Kölner Juristen Gerhard Sauer, der ein passionierter Sammler alter geodätischer und astronomischer Instrumente ist, gelang, die beiden Bände zu erwerben, entschloss er sich zu diesem Reprint. Den redaktionellen Teil übernahm der gelernte Wer-

bekaufmann und Systemprogrammierer Günter M. Schmitt, mit dem Sauer seit Anfang 2003 die Internetservicefirma PNO betreibt. Schmitt hat insbesondere die Errata sorgfältig in Band I eingearbeitet, die sich zu Beginn von Band II fanden.

Damit ist die Neuauflage verdienstvoll und mutig: Der stattliche Preis von 180 Euro dürfte leider selbst viele Bibliotheken davon abhalten, sich das Werk anzuschaffen. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass jede Abbildung ein Buch teurer macht. Mit über 450 meist großformatigen Abbildungen sind die Bände üppig ausgestattet, weswegen sie bisher als bibliophile Kostbarkeit galten. So ist dem Herausgeber zu wünschen, dass trotz des abschreckenden Preises viele Volkssternwarten und (Hobby-)Astronomen dieses Buch anschaffen werden.

Hans Gaab

LOW – Lunar Occultation Workbench

Die Beobachtung von Sternbedeckungen ist gerade für den Anfänger eine interessante Aufgabe. Aber auch der fortgeschrittene Beobachter sieht sich gerne Sternbedeckungen an. Eine Beobachtergruppe kann so zum Beispiel bei einer streifenden Sternbedeckung ein Mondprofil erstellen.

Die Bedeckungen der hellsten Sterne findet man in der Regel noch in einem größeren Himmelsjahrbuch. Die Vielzahl der Sternbedeckungen lichtschwächerer Sterne werden da schon weniger gut publiziert. Hier hilft die nützliche Freeware des Niederländers Eric Limburg weiter. Mit Hilfe dieser Software kann sich jeder

Beobachter die Sternbedeckungen für seinen Standort berechnen lassen. Dabei geht die Software sowohl auf die instrumentelle Ausrüstung als auch auf die Beobachtungserfahrung des Anwenders ein: Ein Anfänger bekommt also nur die Sternbedeckungen angeboten, die auch zu seinem Erfahrungsschatz und seinem

Teleskop passen. Darüber hinaus können die Beobachtungen erfasst und präsentiert werden. Zu jeder Sternbedeckung kann man sich sowohl ganz genau die Uhrzeiten als auch die Ein- und Austrittspunkte anzeigen lassen.

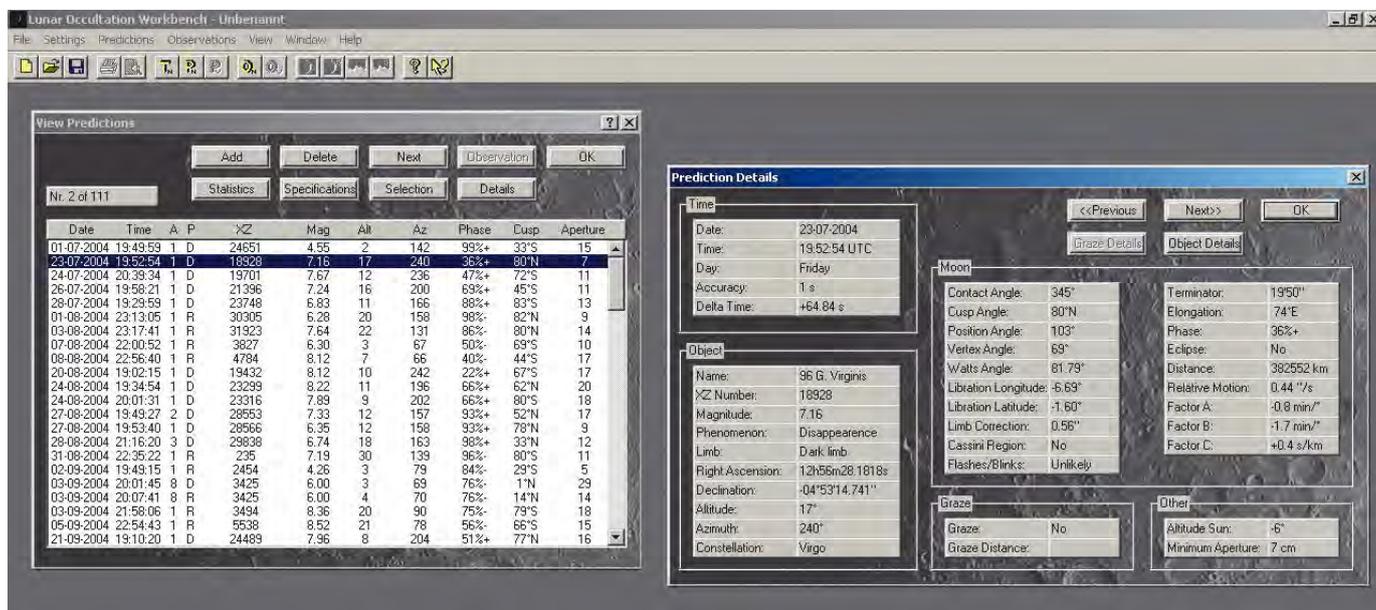
Die Software gibt es in zwei Ausbaustufen: Eine »Light-Version«, die für den Gelegenheits-Beobachter absolut ausrei-

chend ist und eine »Professional-Version« für den Sternbedeckungs-Profi. Zur Berechnung streifender Sternbedeckungen können noch die Watts- und die Moon-Limb-Datenbestände hinzugefügt werden. Diese Vollausrüstung schlägt dann allerdings auch mit rund 50 MB zum Download zu Buche. Die Light-Version erfordert dagegen nur einen Download von

rund 8 MB. Dieses Programm ist Freeware und für den ernsthaften Beobachter ein absolutes Muss.

André Wulff

Download: home.plex.nl/~gottm/doa/



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



Termine für Sternfreunde von Oktober bis Dezember 2004

- M** Messe
- T** Teleskoptreffen
- F** Fachtagung
- J** Jugendlager
- S** Sternwartenfest

20.11.: 23. Bochumer Herbsttagung,
Hörsaal HMA 10 der Ruhr-Universität
Bochum
① Peter Riepe, Lortzingstr. 5, D-44789
Bochum, fg-astrofotografie@vds-astro.de,
www.boheta.de

M F

**23.10.: 1. Tagung der VdS-Fachgruppe
»Geschichte der Astronomie«,**
Volkshochschule Göttingen
① Wolfgang Steinicke, Gottenheimerstr.
18, D-79224 Umkirch, Tel.: 07665/51863,
wolfgang.steinicke@vds-astro.de,
www.vds-astro.de/fg-geschichte

F

**29.–30.10.: 3. Radebeuler
Beobachtertreffen,** Volksternwarte Radebeul
① Robert Gehlhaar, Feuerbachstr. 3, D-01219
Dresden, Tel.: 0351/7994078, gehro@web.de,
www.astroclub-radebeul.de

F

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

F S

13.–14.11.: Astromarkt in Durmersheim,
Littlehamptonhalle in Durmersheim
① Sternfreunde Durmersheim und Umgebung e.V.,
Tel.: 07245/937594 od. Tel.: 07224/50932, juergen.
linder@t-online.de

M

24.–26.10.: 4. CCD-Workshop 2003,
Carl-Zeiss-Planetarium Stuttgart
① Schwäbische Sternwarte e.V., Seestr.
59a, D-70174 Stuttgart, Tel.: 0711/2260893,
ccd@sternwarte.de, www.sternwarte.de.

F

**30.10.: 13. Tagung der
Amateurastronomen Westsachsens**
① Sternwarte Rodewisch, Rützengrüner Str.
41a, D-08228 Rodewisch, Tel.: 03744/32313,
graf@sternwarte-rodewisch.de,
www.sternwarte-rodewisch.de

F

13. 11.: SAG-Kolloquium Venustransit,
Parktheater Grenchen (SO), Schweiz
① Schweizerische Astronomische
Gesellschaft SAG, Hugo Jost-Hediger,
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

F

T

15.–17.10.: Starparty der West-Schweiz, Neuchâtel
① Rencontres Astronomiques Neuchâteloises, Wilfried
Noell, Rue de l'Observatoire 30,
CH-2000 Neuchâtel, ran@net2000.ch,
www.teleskoptreffen.ch/ran

**4.12.: Jahrestagung der Wiener
Arbeitsgemeinschaft für Astronomie,**
Kolpinghaus, Althanstr. 51, Wien 9
① Wiener Arbeitsgemeinschaft für
Astronomie, Tel.: +43/(0)664/2561221,
www.waa.at

Kleinanzeigen

Verkaufe interstellarum-Hefte 15–34 (ohne 27), pauschal inkl. Porto 40,- € • Michel Lienau, Tel.: 04121/94440, E-Mail: mlienau@t-online.de

Verkaufe Teleskop Celestron C8 mit Holzstativ, Motor und vielem Zubehör, wie neu, 2000,- € (Neupreis ca. 3200,- €) • Ingrid Dallmann-Kanth, Tel. 05306/911556, E-Mail: dallkanth@t-online.de

Suche VdS-Journale aus allen Jahrgängen • Reinhard Vollrath, Tel.: 06257/61481, E-Mail: reinhard.vollrath@web.de

Vorschau interstellarum 37

ab 26.11. im Handel

Exotische Galaxien im Amateurfokus

Deep-Sky-Abenteuer am Südhimmel

Lidl vs. Tchibo

Die Weihnachtsangebote im Test

Augenprüfer für Amateurastronomen

Was leistet mein bloßes Auge?

Venustransit-Auswertung

Das Phänomen des Lichtrings

10 Jahre interstellarum

Wir blicken zurück



BERND FLACH-WILKEN/VOLKER WENDEL

Impressum

Verlag

Oculum-Verlag, Westliche Stadtmauerstr. 30a, D-91054 Erlangen, info@oculum.de, www.oculum.de

Abo-Service

Tel.: 09131-970694, Fax: -978596, aboservice@interstellarum.de

Bezug

Jahresbezugspreise 2004 inkl. Zustellung frei Haus: 37,80 € (D), 44,80 € (CH), 40,90 € (A), 44,80 € (Ausland), erscheint zweimonatlich Anfang Feb., Apr., Jun., Aug., Okt., Dez.

Vertrieb

Verlagsunion KG, Am Klängenweg 10, D-65396 Walluf

Redaktion

Ronald Stoyan (-rcs), Susanne Friedrich (-sf), Stephan Schurig, (-sbg), Matthias Gräter (-mg), redaktion@interstellarum.de

Ronald Stoyan: Chefredaktion
Susanne Friedrich: Lektorat
Stephan Schurig: Layout/Anzeigen
Matthias Gräter: Repro

Mitarbeit

Peter Friedrich, Béla Hassforther, Manfred Holl, Thomas Jäger, André Knöfel, Jürgen Lamprecht, Thomas Ratte, Wolfgang Steinicke, Rainer Töpler, André Wulff

Manuskripte

beachten Sie unsere Hinweise auf www.interstellarum.de/autorenhinweise.asp

Copyright/Einsendungen

Für eingesandte Beiträge, insbesondere Fotos, überlassen Sie uns das Recht für einen einmaligen Abdruck. Weitere Nutzungen in Büchern oder CDs sind nicht gleichzeitig gegeben und bedürfen der Genehmigung durch den Autor. Ausgenommen davon ist der Abdruck ausgewählter Bilder in der Vorschau für die nächste Ausgabe und im Internet auf www.interstellarum.de. Prinzipiell drucken wir nur unverfälschte Fotos und Texte. Parallelver-

öffentlichungen bereits eingesandter Materialien sind gesetzlich für den Zeitraum eines Jahres nach Abdruck untersagt (§ 2-1 Verlagsgesetz) – **wir bitten um Beachtung.**

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

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

Leserhinweise

Bildorientierung:	Allgemein: Norden oben, Osten links; Planeten: Süden oben, vorangehender Rand links
Datenquellen:	Sonnensystem: Kosmos Himmelsjahr, Ahnerts Kalender für Sternfreunde, Cartes du Ciel; Deep-Sky: Deep Sky Reiseführer, NGC/IC W. Steinicke, Deep Sky Field Guide
R.A., Dekl.:	äquatoriale Koordinatengaben, Äquinoktium 2000.0
Helligkeiten:	sofern nicht anders angegeben V-Helligkeit
Deep-Sky-Objekte:	DS (Doppelstern), OC (Offener Sternhaufen), PN (Planetarischer Nebel), GN (Galaktischer Nebel), GC (Kugelnsternhaufen), Gx (Galaxie), Qs (Quasar)
Uranometria:	es gelten die Seitenzahlen der Ausgaben vor 2001

Autorenverzeichnis

Markus Dähne, Grafstr. 6, 82008 Unterhaching, markus.daehe@geo-photo-gmbh.de • **Wolfgang Düskau**, Troppauer Str. 11, 84478 Waldkraiburg • **Steffen Fischer**, Magdeburger Str. 9–10, 06366 Köthen, kontakt@sackpfeifenmacher.de • **Bernd Flach-Wilken**, Bahnhofstr. 55, 56422 Wirges, b.f.wilken@t-online.de • **Susanne und Peter Friedrich**, Hoheberg 29, 85309 Pörsnbach, pfriedrich@naa.net • **Hans Gaab**, Löbleinstr. 21, 90409 Nürnberg • **Bernd Gährken**, Am Holzbach 41, 33378 Rheda-Wiedenbrück, bernd@mini.gt.owl.de • **Béla Hassforther**, Ringstr. 27, 69115 Heidelberg, bela1996@aol.com • **Ralf Hofner**, Walther-Rathenau-Str. 4b, 04895 Falkenberg • **Manfred Holl**, Friedrich-Ebert-Damm 12a, 22049 Hamburg, m.holl@t-online.de • **Martin Huwiler**, Schlimbergstr. 19, CH-8802 Kilchberg ZH, mhuwiler@datacomm.ch • **Matthias Juchert**, Neuhäuser Str. 22, 14797 Lehnin • **Erich Kopowski**, Tempelhofer Str. 81, 45661 Recklinghausen • **Walter Koprolin**, Nordmannngasse 9/2/7, A-1210 Wien, koprolin@astro-univie.ac.at • **Arndt Latubeck**, Lützowstr. 5, 31141 Hildesheim, arndt.latusbeck@t-online.

Inserentenverzeichnis

APM Markus Ludes	11	Astro Optik v. Bergen	31	Intercon SpaceteC	4/5
Astro Service-Center	74	Baader Planetarium	79	Kosmos Verlag	37
Astro Shop	U2	Bauer Kuppeln	77	MEADE	U4
Astrocom GmbH	U3	Berlebach	65	Oculum-Verlag	27, 80
Astronomie.de	47	Dobsmounts	37	Stefan Böhle	77
AstroInfo	7	Engel EDV	77	Tele-Optic	46
Astro-Theke	77	Gerd Neumann	36	Teleskop Service	32
Astrotreff	59	Grab Astrotech	77	Wissenschaft Online	74
Astrooptik Meier	65	Hofheim Instruments	54	Wolfgang Lille	77

de • **Thierry Legault** • **Christoph Lohuis**, Jahnstr. 3, 49828 Neuenhaus • **Axel Mellinger**, axm@rz.uni-potsdam.de • **Wolfgang Paech**, Wiesenstr. 13, 30989 Gehrden, paech@ife.uni-hannover.de • **Jörg Reinhold** • **Rudolf Reiser** • **Martin Schoenball**, Welschhufer Str. 69, 01728 Bannewitz, martin@schoenball.de • **Rainer Sparenberg**, Humbusch 60, 45721 Haltern, R.Sparenberg@t-online.de • **Wolfgang Steinicke**, Gottenheimer Str. 18, 79224 Umkirch • **Rainer Töpler**, Zaisenweg 6, 73614 Schorndorf, drjhtoepler@t-online.de • **Sebastian Voltmer**, Metzger Str. 65, 66117 Saarbrücken, info@weltraum.com • **Heinrich Weiß**, Eichenweg 3, A-3163 Rohrbach/Gölsen, hein.weiss@kronline.at • **Volker Wendel**, Marcignystr. 12, 67251 Freinsheim, VWendel@t-online.de • **Klaus Wenzel**, Hamoirstr. 8, 63762 Grobostheim • **Peter Wienerroither**, Ziegelteichgasse 1, A-2331 Voesendorf • **Markus Wildi**, Riehenring 23, CH-4058 Basel, markus.wildi@one-arcsec.org • **André Wulff**, Glückstr. 18a, 22081 Hamburg, a.wulff@t-online.de



