



# ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

## AUS DEM INHALT

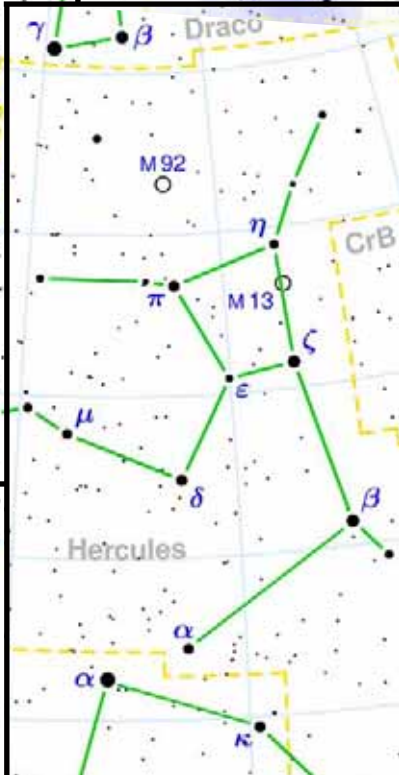
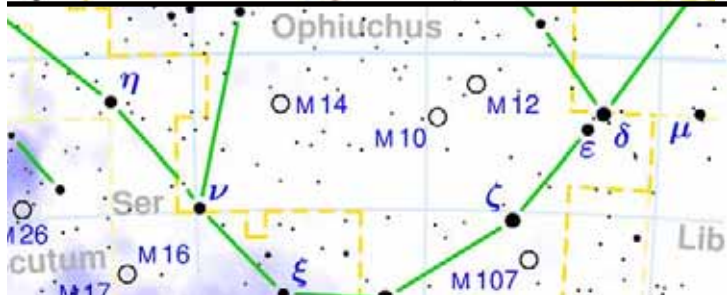
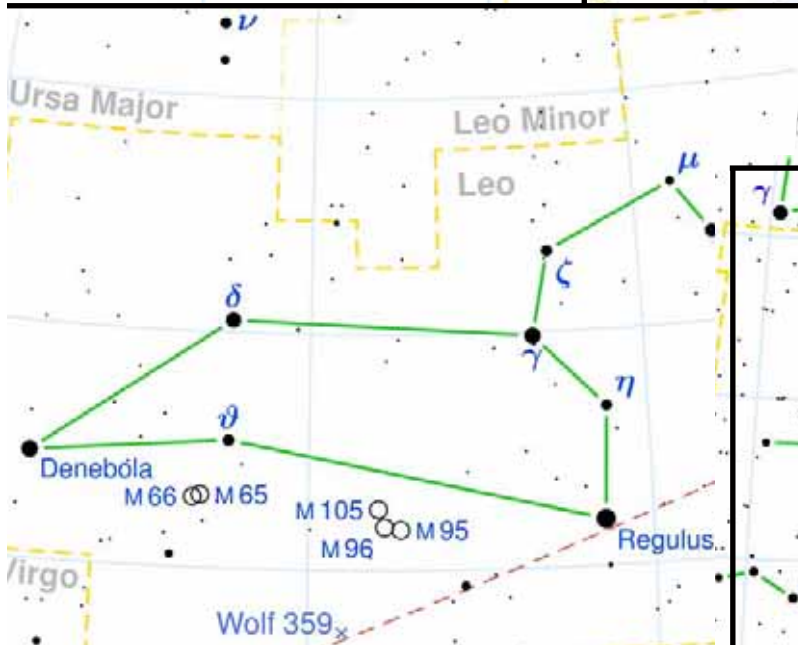
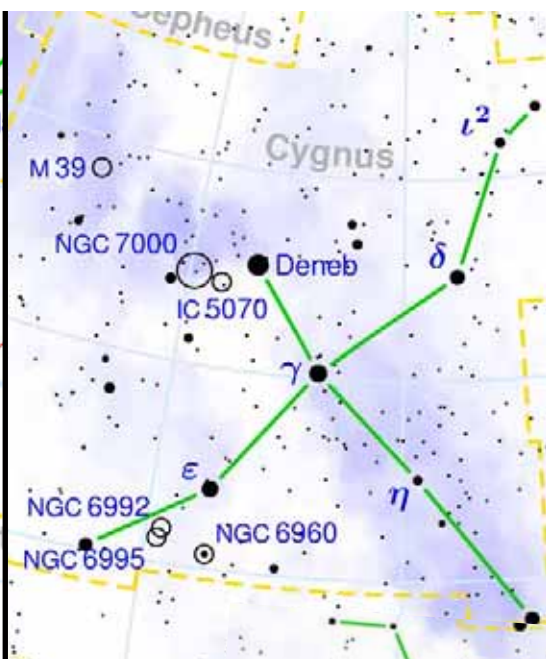
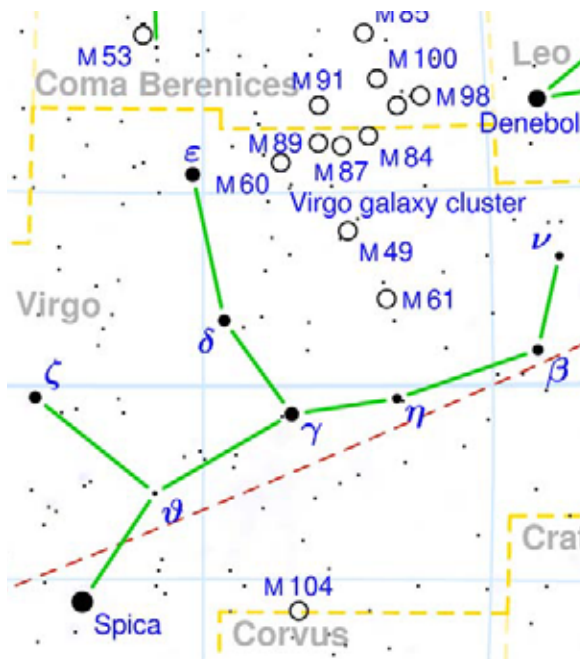
**Totale MoFi 27.7.2018**

**Sehenswerte Deep Sky Objekte**

**Die kosmische Hintergrundstrahlung**

31. Jahrgang – 1/2018

3.- Euro



## Sehenswerte Deep Sky Objekte des Frühlings- und des Sommerhimmels

Witold Wylezol

Die rasch steigenden Temperaturen ab April laden zum längeren Beobachten der geheimnisvollen Weiten des uns umgebenden Kosmos ein. Die kommenden Monate bieten ein reichhaltiges Panorama an Doppelsternen, Galaxien und planetarischen Nebeln, offenen Stern- und Kugelsternhaufen.

Für die meisten hier erwähnten Objekte reichen bereits kleine Optiken ab 60mm Öffnung. Ich erwähne auch solche Objekte, die lichtstärkere Optiken benötigen, um Details wahrzunehmen. Dabei beschränke ich mich auf Himmelsgegenden außerhalb des zirkumpolaren Kreises, auf den ich in einem der folgenden Artikel näher eingehen werde.

### Abkürzungen / Nomenklatur:

Eine Zahl mit hochgestelltem <sup>m</sup> bezeichnet die Sternhelligkeit.

Winkeleinteilung: 1° = Grad; ' = Bogenminute; " = Bogensekunde

Lj. = Lichtjahr

D = Öffnung des optischen Gerätes (des Objektivs bzw. des Hauptspiegels)

M = Messierobjekte

NGC = New General Katalog

IC = Index Catalog

### Unabdingbare Hilfsmittel:

- ein klassisches Fernglas z. B. 7x50,
- gutes Kartenmaterial (z. B. in „Astronomia: Galaxien / Sterne - Planeten / Raumfahrt“ oder in „Atlas für Himmelsbeobachter“ von Erich Karkoschka),
- rote Taschenlampe,
- warme Kleidung, und beim Einsatz eines Teleskops eine bequeme und

problemlos in der Höhe verstellbare Sitzgelegenheit (am besten in Form eines stabilen Astrostuhls).

### April bis Mai

Diese beiden Monate bieten vielen Hobbyastronomen mit Feldstechern und kleineren Teleskopen unvergessliche Sternstunden. Die Beobachtungszeit beträgt bei optimalen Witterungsverhältnissen immerhin satte sechs Stunden. Im Westen in den Abendstunden gehen die letzten Zeugen des Winterhimmels unter: der hellgelbe **Procyon** im Kleinen Hund (Canis Minor), der gelbliche **Castor** (übrigens ein schöner, heller Doppelstern für kleinere Teleskope ab D=60mm, tatsächlich ein Sechsfachsystem) und sein Zwillingsbruder, der rötliche **Pollux** in den Zwillingen (Gemini) sowie die goldgelbe **Capella** im Fuhrmann (Auriga). Der Frühlingshimmel wird vor allem durch drei helle  $\alpha$  Sterne gekennzeichnet: **Regulus** ( $\alpha$  Leonis), **Arcturus** ( $\alpha$  Bootis) und **Spica** ( $\alpha$  Virginis, dt. „Kornähre“). Sie bilden das sogenannte Frühlingsdreieck und laden als Leitsterne zum Erkunden des an helleren Sternen armen Teils des Himmels ein.

Vor allem herausfordernd für den Anfänger sind die unterhalb des Himmelsäquators liegenden, aus schwachen Sternen bestehenden Sternkonstellationen **Becher** (Crater), **Rabe** (Corvus) sowie **Wasserschlange** (Hydra).

Hier verdienen Erwähnung vor allem der knapp 80 Lichtjahre entfernte recht enge Doppelstern  $\gamma$  **Crateris** mit 4,0<sup>m</sup> und 9,0<sup>m</sup> Komponenten (Distanz von 5,2"), der wegen der geringen Leuchtkraft des schwächeren Begleiters mindestens eines 80mm Refraktor bedarf. Auch ein Planetarischer Nebel in einer Entfernung von ca. 3300 Lj. (**NGC 3242** mit 7,7<sup>m</sup>), die sog. „Doppelscheibe“ oder „Jupiters Geist“, südlich des schwach leuchtenden  $\mu$  **Hydrae**, ist ein lohnenswertes Objekt. Dieser entfaltet seine volle Schönheit erst bei einer mittelgroßen Optik ab D=130mm. Er zeigt in einer transparenten Nacht die kugelförmige und sich ausbreitende Doppel-

struktur der Gaswolke mit einem Durchmesser von ca. 0,6 Lichtjahren.

Nördlich des Sternbildes Rabe oberhalb der Ekliptik, stößt man im nördlichen Teil der **Jungfrau** (Virgo) auf eine gewaltige Ansammlung von Galaxien, den **Virgo-Galaxienhaufen**. Dieser Galaxienkomplex (über 2000 Galaxien in einer Entfernung von ca. 60 Mio. Lj!) bietet dem geduldigen Sternbeobachter bei einem dunklen Landhimmel bereits ab einer Teleskopöffnung von 80mm wunderschöne Spaziergänge in den außergalaktischen Sphären. Mit einer Optik von D=200mm erhascht ein geübter Beobachter bereits weit über 100 Galaxien. Es lohnt sich, bei den jeweiligen Galaxien in aller Ruhe ein wenig länger zu verweilen. Das Gehirn selbst braucht mindestens 30 Minuten „Gewöhnungszeit“, um die vom Auge aufgenommenen Bilder richtig zu deuten und die Nuancen „wahrzunehmen“.

Zu den Paradeobjekten gehören die relativ helle und 8,0<sup>m</sup> messende, in Kantenlage zu uns stehende Galaxie **M 104** („Somberragalaxie“) an der Grenze zwischen den Sternbildern Rabe und Jungfrau, nördlich des Doppelsterns  $\sigma$  Corvi sowie die Galaxie **M49** (Zentralgalaxie des südlichen Virgo-Haufens mit 8,4<sup>m</sup>), in der ab 120mm Optiken bei einer 100-fachen Vergrößerung innerhalb der Galaxie I' östlich ein schwacher Stern erscheint. Nicht weit darüber findet man ziemlich genau in der Mitte zwischen den mit bloßem Auge gut sichtbaren Sternen den gelben Riesen  $\epsilon$  **Virginis** (Vindemiatrix dt. „Winzer“ 2,8<sup>m</sup>) und  $\beta$  **Leonis** (Denebola dt. „Löwenschwanz“ 2,1<sup>m</sup>), ein ovales Galaxienpaar **M 84** (9,1<sup>m</sup>) und **M 86** (8,9<sup>m</sup>) und westlich davon eine der schönsten Galaxien in Kantenlage, die bereits 1784 von Wilhelm Herschel entdeckt wurde: Die Galaxie **NGC 4216** (9,9<sup>m</sup>). Sie weist eine in Richtung Nordnordost-Südsüdwest ausgerichtete Lichtspindel und eine deutlich hellere Ausbuchtung in der Mitte auf. Bei guten Bedingungen und einem immer seltenen richtig dunklen Landhimmel zeigt bereits ein Spiegel-Teleskop mit 200mm Öffnung (bei 60-facher Vergrößerung) im Südwesten zwischen einem recht hellen Sternenpaar eine ebenfalls in

Kantenlage befindende recht schwache Galaxie **NGC 4206** mit 12,0<sup>m</sup>. Zu weiteren helleren Galaxienpaaren gehören **M 99** mit 9,8<sup>m</sup> und **M 100** mit 9,3<sup>m</sup>. Bei letzterer Galaxie handelt es sich um eine eng gewundene Spiralgalaxie, die auf länger belichteten Bildern Spiralarms genau von oben zeigt. Bereits in einer Optik ab D = 152mm zeigt uns diese Galaxie einen kleinen gut ausgebildeten flächigen Kern, der von einem ovalen Halo umgeben ist. Erst große Optiken ab D=350mm zeigen die weiter ausgedehnten Spiralarms.

Ist man sich der Güte des Seesings nicht sicher, so gilt in der Jungfrau als geeigneter Prüfstein der enge Doppelstern  $\gamma$  **Virginis**. Diesen kann man bei gutem Seeing mit einer scharf abbildenden ED Optik D=80mm in zwei perfekt gleiche Komponenten auflösen.

Richtet man seinen Blick weiter Richtung Norden, so begeistert ein wunderschöner offener Sternhaufen mit 3,5° Himmelsausdehnung in der an Sternen armen Konstellation Haar der Berenike (Coma Berenices). Dieser trägt die Bezeichnung **Melotte III** und ist seit dem Altertum bekannt. Diesen Sternhaufen beobachtet man am besten unter einem dunklen Landhimmel mit bloßem Auge. Belohnt wird man dabei mit einem unvergesslichen und faszinierenden Anblick von bis zu zwei Dutzend fernen Sonnen. Nordwestlich des nur 4,3<sup>m</sup> messenden,  $\alpha$  **Comae Berenice** (Diadem dt. „Stirnbinde“), dem hellsten Stern dieses unscheinbaren Sternbildes, erscheint einer der ersten Boten einer anderen Gruppe von intergalaktischen Objekten: Der recht helle, kompakte Kugelsternhaufen, **M 53**. Seine Sterngröße beträgt 7,5<sup>m</sup> und die Entfernung sage und schreibe 61.700 Lj. Um ihn einigermaßen deutlich in einzelne Sterne aufzulösen, bedarf es mindestens eines 200mm Spiegelteleskops.

Zu den Glanzlichtern des Frühlingshimmels zählen zweifellos auch zwei helle Galaxiengruppen im Löwen (Leo). Erstens das berühmte „Quartett im Löwen“ - **M 95** (9,7<sup>m</sup>), **M 96** (9,2<sup>m</sup>), **M 105** (9,3<sup>m</sup>) und **NGC 3384** (9,9<sup>m</sup>), das man weitab der Lichtverschmutzung bereits mit einem kleineren

Refraktor mit  $D=70\text{mm}$  und einer 30-fachen Vergrößerung als Gruppe wahrnehmen kann. In größeren Optiken ( $D>152\text{mm}$ ) werden bereits die nahezu stellaren hellen Kerne der Galaxien sichtbar. Und zweitens, das nicht minder berühmte „**Leo-Triplet**“, gelegen zwischen  $\theta$  und  $\iota$  **Leonis**. Hierzu gehören vor allem die beiden auf Anhieb zu findenden Galaxien **M 65** ( $9,3^m$ ) und **M 66** ( $8,9^m$ ) und die einen dunklen Himmel oder eine Optik mit einer großen Öffnung (ab  $D=200\text{mm}$ ) verlangende Galaxie **NGC 3628** ( $9,5^m$ ). Beide Messiergalaxien sind deutlich heller als die bereits erwähnten hellen Objekte des Virgo-Haufens.

Eine besondere Erwähnung verdient neben dem schönen Doppelstern  $\gamma$  **Leonis** (bestehend aus einem Paar goldgelber Riesensterne mit den Helligkeiten  $2,3^m$  und  $3,5^m$ ) vor allem **R Leonis**: Ein Roter Riese, der ähnlich Mira im Walfisch, ein langperiodischer Veränderlicher ist. Im Maximum beträgt die scheinbare Helligkeit  $5,0^m$ , und im Minimum fällt sie unter  $10,0^m$ . Aufgrund seiner purpurroten Farbe ist dieser Stern ein besonders attraktives Beobachtungsobjekt auch für kleinere Optiken.

Zu den schönsten Doppelsternsystemen mit markanten Farbkomponenten (nicht nur des Frühjahrssternhimmels) gehört  $\epsilon$  **Bootis** (Izar dt. „Umhang“ bzw. Pulcherrima dt. „die Schönste“). Die gelb-orangefarbene hellere Komponente mit  $2,5^m$  ist von einer bläulich-grünen Komponente mit  $5,0^m$  durch einen Winkelabstand von  $2,9''$  getrennt.

### Juni bis Juli

Der Sommerhimmel bietet deutlich mehr Objekte als jede andere Jahreszeit. Dies ist in erster Linie der Tatsache geschuldet, dass der Beobachter zu dieser Jahreszeit in Richtung Zentrum unserer Galaxis blickt. Wegen der Kürze der Nächte lohnt es sich bereits in den Monaten April bis Mai, diese sternenreichen Himmelsareale in der zweiten Nachthälfte zu betrachten.

Den Ausgangspunkt der Beobachtung bieten besonders die hellsten  $\alpha$  Sterne des Sommer-

himmels: Das „Sommerdreieck“, mit einem der hellsten bekannten Überriesen **Deneb** ( $1,3^m$ ) im Schwan (Cygnus), rechts davon die türkisblaue **Wega** ( $0,04^m$ ) in der Leier (Lyra) sowie in der südlichen Ecke des Sommerdreiecks der gelbgoldene **Atair** ( $0,77^m$ ) im Adler (Aquila).

Verfügt man über einen guten Ausblick in Richtung Südhorizont, so erkennt man mühelos den zweitnächsten roten Überriesen, der zugleich ein halbregelmäßiger, veränderlicher Stern der ersten Sterngröße ist: **Antares** (dt. „Gegner des Mars“) im Skorpion. Seine Helligkeit schwankt innerhalb von 5 Jahren zwischen  $0,9^m$  und  $1,1^m$ .

Östlich des im Südwesten stehenden Bärenhüters, (Bootes) liegt eine bildhaft schön angeordnete Sternkonstellation: Die Krone des Nordens mit  $\alpha$  **Coronae Borealis** (Gemma dt. „Edelstein“ mit  $2,2^m$ ), einem bläulichweißen Bedeckungsveränderlichen vom Algol-Typ, welcher alle 17,4 Tage eine Helligkeitsabnahme um lediglich  $0,1^m$  aufweist. Weiter im Osten begegnet uns der antike Held Herkules mit einem bereits im kleinen Teleskop mit  $D=60\text{mm}$  wunderschön erscheinenden Doppelstern  $\alpha$  **Herculis**, bestehend aus einem roten Überriesen mit unregelmäßigen Helligkeitsschwankungen (zwischen 3. und 4. Größenklasse) und einem bläulich-grünlichen Begleiter mit  $5,4^m$ . Neben dem hellsten Kugelsternhaufen **M 13** ( $5,7^m$ ) erblickt man bereits in einem Feldstecher ( $7\times 50$ ) oberhalb des  $\pi$  **Herculis** als schwachen Nebel (ähnlich einem defokussierten Stern) einen nicht minder prägnanten Kugelsternhaufen, **M 92** ( $6,4^m$ ). Dieser befindet sich in einer Entfernung von 26.730 Lj. Besitzer von lichtstarken Optiken mit  $D>250\text{mm}$  erleben bei den beiden Kugelsternhaufen spektakuläre Anblicke von Myriaden von Sternen mit einer enormen Sterndichte, die quasi einen dreidimensionalen Eindruck vermittelt. Ähnliches erlebt man bei dem westlichen Nachbarn von Antares, dem Kugelsternhaufen **M 4** ( $5,9^m$ ) und dem schönsten unter den hellsten Kugelsternhaufen **M 22** ( $5,1^m$ ) im Schützen, nordöstlich des Sterns 3.

Größe  $\lambda$  **Sagittarii** (Kaus Borealis dt. „Nördlicher Teil des Bogens“).

Eine quasi unendliche Fundgrube an intergalaktischen Objekten bilden die Konstellationen Schlangenträger (Ophiuchus) und Schwan (Cygnus). Die erste von den beiden, bekannt auch unter der Bezeichnung „das 13. Sternbild des Tierkreises“, beinhaltet neben einem weiteren Dutzend hellerer Kugelsternhaufen zwischen 6. und 8. Größe einige schöne Objekte für das bloße Auge und kleinere Optiken mit D zwischen 60 und 80mm. Als eine besondere Herausforderung wartet hier weitab der städtischen Lichtverschmutzung südlich des Sternes  $\theta$  **Ophiuchii** ein ausgedehnter Gasnebel mit der Bezeichnung **B59/65-67/77-78** oder „**Pfeifennebel**“ mit einer Ausdehnung von  $6,5^\circ \times 4,5^\circ$ . Und weiter im Norden, nicht weit westlich des sternreichen offenen Sternhaufens **NGC 6633**, der sehr gut mit bloßem Auge zu sehen ist ( $4,6^m$ ), erblickt man bereits in kleineren Optiken einen sehr kompakten, jedoch sehr hellen planetarischen Nebel **NGC 6572** ( $8,1^m$ ). Die satte grüne Farbe des nur  $0,1'$  großen Nebels beobachtet man am besten mit mittelgroßen Optiken ( $D > 120\text{mm}$ ) ab 100-facher Vergrößerung, ohne jedoch den Zentralstern erblicken zu können. Auch im Schlangenträger, im Südosten des zuletzt erwähnten Planetarischen Nebels, begegnet man „**Bernards Pfeilstern**“, einem schwachen Stern ( $9,5^m$ ) mit der größten derzeit feststellbaren Eigenbewegung ( $10''$  pro Jahr). Er ist der zur Zeit fünftnächste Stern in einer Entfernung von  $5,97$  Lj.

Der Schwan bietet unglaublich viele Facetten der Milchstraße. Viele Sternwolken und dunkle Gebiete östlich und nördlich vom Deneb (wie z.B. der **Nordamerika-** und der **Pelikannebel**) laden in einer warmen Sommernacht zu einem optischen Spaziergang am besten mit einem lichtstarken Feldstecher oder kleinen Doppelrefraktor ein. Eine interessante und verblüffende Erfahrung macht der Beobachter eines mittelgroßen Refraktor ( $D > 100\text{mm}$ ), an dem sogenannten „Blinkenden Nebel“ mit der Bezeichnung **NGC 6826** ( $8,8^m$ ) unweit des Sternes  $\theta$  **Cygni**. Hier

kann man sehr gut die Technik des indirekten Sehens üben. Schaut man direkt auf den Nebel, so erblickt man nur den hellen Zentralstern. Der Nebel ist nicht zu sehen. Wechselt man den Blick ein wenig nach rechts oder links, oben oder unten, so erblickt man deutlich den Planetarischen Nebel und der Zentralstern rückt in den Hintergrund des Blickes.

Zu einer besonderen Herausforderung im Schwan gehört zweifelsohne der Überrest einer Supernova, ein weit ausgedehntes ( $2,5^\circ \times 3,5^\circ$ ), jedoch sehr schwaches Objekt mit der Bezeichnung „**Cirrusnebel**“ (der westliche Teil **NGC 6960** mit  $9,0^m$  und der ihm gegenüberliegende **NGC 6992/5** mit  $7,5^m$ ). Große Hilfe leistet hier an einem dunklen Landhimmel in einem größeren Refraktor (mindestens  $D=152\text{mm}$ ) nicht nur der Einsatz von Weitwinkelokularen bei entsprechender Minimalvergrößerung, dank derer die Austrittspupille maximal genutzt werden kann, sondern auch die Benutzung eines **O III-Nebelfilters**. Erst diese zeigen dem geduldigen Beobachter viele schwache Nebelvorhänge und Filamente. Mit einer Optik ab  $D=300\text{mm}$  erlebt hier ein versierter Beobachter eine der schönsten und geheimnisvollsten Landschaften des Sommerhimmels. Auch taucht damit ein weiterer Teil des Cirrusnebels der deutlich dunklere **IC 1340** auf.

Südlich des Schwans erblickt man entlang des schimmernden Bandes der Milchstraße weitere mit bloßem Auge sehr schön zu beobachtende Sternbilder: Das Fuchsslein (Vulpecula) und den Pfeil (Sagitta), sowie den Delphin (Delphinus) und südlich davon den majestätischen Adler. Ein Paradeobjekt bildet hier zweifellos der auf unzähligen Titelseiten astronomischer Zeitschriften abgebildete **Hantelnebel** (M 27 mit  $7,3^m$ ), der  $3^\circ$  nördlich von  $\gamma$  **Sagittae** als ein kleines kompaktes Nebelbällchen bereits mit einem klassischen Feldstecher mühelos gefunden werden kann. In Refraktoren ab  $D=120\text{mm}$  erscheint bei einer 80fachen Vergrößerung nicht nur die gut erkennbare Form einer Sanduhr, sondern man findet in besonders klaren und transparenten Nächten einige kleinere Sterne im Nebel. Den  $13,0^m$  mes-

senden Zentralstern des Objektes offenbaren erst Optiken ab  $D=250\text{mm}$ . Zu den besonderen Herausforderungen zählen im Delphin zwei wenig bekannte Planetarische Nebel: Ein nicht ganz rundes Scheibchen von etwa Jupitergröße ( $0,7'$ ) **NGC 6905** mit  $10,8^m$  und **NGC 6891** mit  $10,3^m$ , welches eine Miniatur des weiter oben beschriebenen „Blinkelnden Nebels“ darstellt. Die Erkennbarkeit beider Objekte erfordert den Einsatz eines O III Nebelfilters.

Ein neugieriger Beobachter findet viele weitere ausführlichere Angaben zu vielen anderen und den hier erwähnten Objekten, vor allem in dem überaus empfehlenswerten „Deep Sky Reiseführer“ von Roland Stoyan und in dem weniger bekannten großformatigen Buch „Der Himmel - Ein Reiseführer durch das All“ von Philippe Henarejos, sowie in dem Kosmos Klassiker „Die Messier-Objekte“ von Bernd Koch und Stefan Korth.

Ich wünsche allen Beobachtern in den wärmer werdenden Monaten jederzeit sternklare Nächte und viel Freude bei der spannenden Entdeckungsreise durch die Weiten des heimischen Himmels (s. auch Grafiken S. 2).

## Himmelsführung am 22. Februar

Stephan Plabmann

Das hat Spaß gemacht! Am Donnerstag, dem 22. Februar ab 19:30 Uhr, hat wieder eine Himmelsführung stattfinden können. Viele solcher Termine haben wetterbedingt leider ausfallen müssen.

Und zum ersten Male konnte ich jetzt auch meinen neuen Doppelrefraktor dabei einsetzen.

Am Standort, dem Vorplatz des Museums für Naturkunde, gegen 19:00 Uhr angekommen, gab's allerdings den ersten „Dämpfer“ in Form von viel zu hellem Licht aus allen Ecken und Enden.

Die ganze Fläche vor dem Museum, die Fahrradstände, der Zoo-Parkplatz - alles im hellsten Scheinwerferlicht.

Astronomie-Interessierte können sich hier eher die Teleskope der Sternfreunde anschauen als den Sternhimmel.

Im Normalfall würde ich unter solchen Bedingungen niemals ein Fernrohr aufstellen. Zur Abschirmung (im wahrsten Sinne des Wortes) habe ich meinen Regenschirm aufgespannt, damit die Beobachter in dessen Schatten wenigstens einen Hauch einer Chance hatten, etwas im Okular zu erkennen.

Naja - für die Beobachtung des Halbmondes hat es gereicht, nicht jedoch für angenehmes Anschauen des Orionnebels, der Plejaden, h+chi oder des Eulenhauens (NGC457). Aber gut - den Mond mit beiden Augen anzusehen, war dann schon ein enormer Genuss! Kristallklar und kalkweiß blendete er in die Augen.

Neben mir waren auch noch Jochen Borgert mit seinem Zeiss-Fernrohr sowie Tobias Jogler mit seinem 10 Zoll GSO Dobson da.

An diesem Abend waren schätzungsweise 15 Personen vor Ort.

Trotz Kälte und Helligkeit waren alle begeistert, und es gab durchweg Daumen hoch.

Ein junger Mann hatte sich noch für die Startergruppe gemeldet und wollte am folgenden Dienstag der Gruppe beiwohnen. Von einer Besucherin erhielt ich sogar eine Spende von 5 Euro für unseren Verein in die Hand gedrückt. Ich glaube, dass es auch diese Spenderin war, die sich bereits für die nächste Himmelsführung bei Björn mit ca. 30 Leuten angemeldet hat.

Gegen 21:30 Uhr kamen viele Wolken auf und wir mussten abrechen.

## Marsopposition

**Zeitgleich** zur **totalen Mondfinsternis** am 27./28.7.2018 steht der Planet **Mars** in Opposition zur Sonne und ist somit den ganzen Abend zu beobachten. Die Marsscheibe hat dann einen Durchmesser von ca.  $24''$ . Ca. sechs Grad höher in östlicher Richtung steht der Mond.

Die **Sternfreunde Münster** sind auch dieses Jahr wieder auf dem „Markt der Möglichkeiten“ am 09.06.2018 mit einem Stand zum Thema Lichtverschmutzung vertreten.

## Binokulares Beobachten in der Astronomie

Klaus Soja

Die Anregung zu diesem Artikel hat mir Stephan Plaßmann gegeben. In der Ausgabe Andromeda 2017/III erzählte er von seiner langen Suche nach dem endgültigen Teleskop. Am Ende ist es ein Doppelrefraktor geworden. Auch mich hat das Bino-Fieber gepackt. Seit gut zwei Jahren beobachte ich mit einem APM-Großfernglas 100/550 ED 90°-Umlenkung. Die damit gemachten Erfahrungen möchte ich weitergeben.

Das einäugige Beobachten war lange Zeit alternativlos. Die Gründe hierfür sind schnell aufgezählt. Die Ferngläser und Großferngläser der Jahre 1950 bis ca. 1990 waren für astronomische Zwecke nur bedingt brauchbar. Gleiches galt für die ersten Binokularansätze. Doppelrefraktoren wurden überhaupt nicht angeboten. Mittlerweile hat sich das geändert. Das Qualitätsniveau der vorgenannten Produktgruppen ist so gut geworden, dass viele Sternfreunde neugierig geworden sind bzw. das binokulare Sehen für sich entdeckt haben.

Bevor wir uns aber mit den am Markt erhältlichen Produkten beschäftigen, müssen einige Voraussetzungen geklärt werden. Die individuelle Eignung spielt beim binokularen Sehen eine überaus wichtige Rolle. Beim einäugigen Beobachten ist es einfacher. Man entscheidet sich instinktiv für das „bessere“ Auge, und das war's.

Fangen wir mit den Vorteilen des binokularen Beobachtens an.

1. Das räumliche Sehen ist umwerfend schön – lässt sich aber nur schwer beschreiben – man muss es erleben.
2. Die beobachteten Objekte erscheinen größer und heller.
3. Das Gesichtsfeld erscheint ebenfalls größer.
4. Die beobachteten Objekte zeigen mehr Details.
5. Binokulares Sehen ist ein außerordentlich entspanntes Sehen. Schon nach kurzer Zeit möchte man es nicht mehr missen.

Die Punkte 2 bis 4 habe ich „gefühl“ hundertmal mit einem Refraktor gleicher Brennweite überprüft und bin stets zu den angeführten Ergebnissen gekommen. Anfangs mag man diese Vorteile kaum glauben – vor allem dann nicht, wenn man sie nur vom Papier her kennt – aber nach längerem Nachdenken fällt einem so manches wieder ein. Unsere Augen empfangen ja nur „nichtssagende“ elektromagnetische Wellen und wandeln diese in elektrische Impulse um. Die eigentliche Bilderstellung geschieht in unserem Gehirn. Es gleicht den Input beider Augen ab, interpretiert, beseitigt Bildfehler, verstärkt die als richtig erkannten Signale, unterdrückt Bildrauschen, reichert Zwischenergebnisse mit gespeicherten Erfahrungen an und liefert am Ende ein Bild, das weit mehr enthält als nur die eins zu eins umgewandelten Eingangsdaten. Schaut man mit einem Auge, fallen viele der vorgenannten Gehirnprozesse weg oder werden nur unvollkommen ausgeführt.

Es gibt aber nicht nur Vorteile, sondern auch Nachteile. Das Wort „Nachteile“ trifft es nicht ganz. Die bessere Formulierung ist: Es existieren zwei Problemfelder, die sich nachteilig auswirken können. Das erste hängt mit unseren Augen zusammen, das zweite hat mit unserem Gehirn zu tun.

### Welche Probleme können die Augen uns bereiten?

#### Astigmatismus / Zylinderfehler

Kaum einer ist davon verschont. Es handelt sich um eine Hornhautverkrümmung, die zur Folge hat, dass punktförmige Objekte länglich verzogen gesehen werden. Dieser Fehler kann nur mit Brille korrigiert werden. Bis zu einem Zylinderfehler +/- 0,5 kann ohne Brille beobachtet werden. Auch Nicht-Brillenträger müssen damit rechnen, dass zumindest ein Auge mit Astigmatismus behaftet ist. Das Beobachten mit Brille ist in der heutigen Zeit aufgrund geeigneter Okulare kein Problem mehr, aber gewöhnungsbedürftig. Darüber hinaus schränkt es die Okularauswahl ein.



### Fehlstellung der optischen Achsen

Unsere Augen sind leider nicht so gebaut, dass beide optischen Achsen hundertprozentig parallel zueinander sind. Abweichungen von 1-2 Grad sind normal. Es kann auch mehr sein. Das erschwert das binokulare Beobachten – insbesondere bei höheren Vergrößerungen. Großferngläser sind bis ca. 50-fach weitgehend unproblematisch. Geht es darüber hinaus, muss man damit rechnen, dass das Sehen anstrengend wird bzw. Doppelbilder auftreten. Wo die genaue Grenze liegt, muss jeder selbst herausfinden. Wer mit einem Doppelrefraktor (also kein Großfernglas) beobachtet, kann diesen Augenfehler durch eine Korrektur (minimale Verstellung der Zenitspiegel) ausgleichen.

### Schielen

Es handelt sich um eine extreme Augenfehlstellung, die in der Regel jedes binokulare Beobachten mit Ferngläsern / Großferngläsern unmöglich macht.

### Nystagmus

Dahinter verbirgt sich ein (angeborenes) Zittern der Pupillen. Ich habe damit zu kämpfen, fühle mich aber beim binokularen Beobachten nur unwesentlich gestört.

### Sonstige Augenfehler

Es gibt noch andere Augenfehler, die das binokulare Sehen erschweren können. Zum Beispiel gibt es Menschen mit einem dominanten Führungsauge. Ich bin aber kein Augenarzt. Deshalb beende ich an dieser Stelle das undankbare Thema „Augenfehler“.

### Okularauswahl

Die Okularauswahl ist schon beim einäugigen Beobachten alles andere als einfach. Jeder schwört auf seine Okulare, denen in der Regel zahlreiche Fehlkäufe vorausgegangen sind. Das aber heißt noch lange nicht, dass die für das einäugige Sehen für gut befundenen Okulare auch für das binokulare Sehen taugen. Das Suchen und Experimentieren geht wieder von vorn los. Ich selbst habe mich nach einigen Fehlkäufen für TeleVue

Panoptic 24 mm sowie für die TeleVue Nagler T6-Reihe entschieden. Die Nagler T6-Reihe ist auch für Brillenträger geeignet. Die Beschneidung des Gesichtsfeldes ist minimal.

### Schlussfolgerung

Wer sich für das binokulare Beobachten interessiert, sollte auf jeden Fall – bevor er seine Portokasse plündert und am Markt zuschlägt – diesbezügliche Erfahrungen sammeln. Es gibt immer einen Sternfreund, der über ein entsprechendes Bino verfügt und einen durchgucken lässt.

### Welche Probleme kann uns das Gehirn bereiten?

Unser Gehirn bereitet uns vielerlei Probleme – zum Beispiel beim „Verstehen wollen“ der Allgemeinen Relativitätstheorie – aber das ist ein anderes Thema. Unser Gehirn kann uns auch beim binokularen Beobachten einen gehörigen Strich durch die Rechnung machen. Die Bilderstellung ist ja ein individueller Vorgang, der stark von der individuellen Augenleistung abhängt. Mit anderen Worten: jeder sieht anders. Das wiederum bedeutet: Die Vorteile (Punkte 1-5) werden von jedem Beobachter unterschiedlich wahrgenommen. Im Extremfall werden einzelne Vorteile überhaupt nicht als solche erkannt. Auch hier gilt: Nur eine Testbeobachtung kann Klarheit schaffen.

### Der Bino-Markt

Sind die Testbeobachtungen erfolgreich verlaufen, kann man sich mit ruhigem Gewissen mit dem Markt beschäftigen. Grundsätzlich kommen vier Produktgruppen in Frage: Binokularansätze, Ferngläser, Großferngläser, Doppelrefraktoren. Es gibt aber auch Sternfreunde, die sich große Newton-Binos bzw. Doppelrefraktoren selbst bauen.

### Binokularansätze

Sie können bei Teleskopen ab 8“ Öffnung gewinnbringend eingesetzt werden. Die Nutzung ist aber nur für Mond- und Planetenbeobachtungen sinnvoll. Dort kann man sich den Lichtverlust (Faustformel: wirksame Öffnung =

$\frac{1}{2}$  x Teleskopöffnung x 1,41) leisten. Für Deep Sky Beobachtungen ist dieser Lichtverlust eher hinderlich. Darüber hinaus sollte man den „back-focus“ im Auge behalten. Oft reicht er nicht. Eine Glaswegkorrektur kann Abhilfe schaffen. Wichtig ist auch, dass der Binokularansatz einen Dioptrienausgleich hat.

Gute Binokularansätze sind teuer (zum Beispiel Baader Mark V oder Denkmeier). Hinzu kommen die Kosten für die Verdoppelung der Okulare / Filter. Für das Geld kann man sich auch schon ein brauchbares Großfernglas kaufen.

### Ferngläser

Die Anzahl der angebotenen Gläser ist gewaltig – die Qualitätsunterschiede ebenfalls. Deshalb fasse ich mich kurz. So gut wie alle Gläser sind in erster Linie für den Tagesgebrauch konzipiert – und dafür sollte man sie auch nutzen. Der astronomische Einsatz ist mehr ein willkommener Zusatznutzen. Man kann schöne Übersichtsbeobachtungen machen – mehr aber auch nicht. Lichtmenge, Vergrößerungsleistung und Qualität sind für anspruchsvolle astronomische Beobachtungen unzureichend. Hinzu kommt, dass das geringe Auflösungsvermögen meist weggezittert wird.

### Großferngläser

Das Einsatzgebiet für Großferngläser ist „Deep Sky“. Das bedeutet: relativ große Öffnung und schnelles Öffnungsverhältnis ( $f/4,5 - f/5,5$ ). Mond und Planeten gehen zwar auch – aber nur mit Einschränkungen. Die sinnvolle Vergrößerung liegt bei 20 - 90fach und ist im oberen Vergrößerungsbereich mit einem deutlichen Schärfe- und Kontrastverlust behaftet. Der Schärfe- und Kontrastverlust entsteht durch die in den Großferngläsern eingebauten Prismen.

Auch in diesem Produktsegment herrscht große Vielfalt. Diese Vielfalt lässt sich aber sinnvoll reduzieren, indem man Mindestanforderungen aufstellt. Aus meiner Sicht sollte ein Großfernglas für astronomische Beobachtungen folgende Anforderungen erfüllen:

- ED-Objektiv (FH macht nur Sinn, wenn man sich auf 50 - 70-fache Vergrößerung beschränkt.)
- 90°-Umlenkung
- Wechselokulare
- Gesichtsfeld  $> 2^\circ$
- Objektive und Prismen müssen justierbar sein

Nimmt man diese Anforderungen wörtlich, bleiben nur die APM-Großferngläser (70/400 – 82/470 – 100/550 – 120/660) übrig. Aufgrund meiner Erfahrungen mit dem 100/550 Glas kann ich sie empfehlen.

### Was leistet ein 100/550 ED-Glas der Firma APM?

Die größte Stärke ist sicherlich sein Lichtsammelvermögen. Es entspricht einer 140 mm Öffnung (Der Lichtverlust durch die Prismen ist dabei nicht eingerechnet). Definition und Kontrast können mit einem guten 100 mm Refraktor nicht mithalten, übertreffen aber die Definitions- und Kontrastleistung eines ähnlich dimensionierten Newton. Die nicht optimierte Version liefert bis ca. 100fach gute Ergebnisse, die optimierte Version bis ca. 180fach. Für ein Großfernglas sind das erstaunlich gute Werte. Erfreulich ist auch der geringe Farbfehler. Die Objektive sind so gerechnet und geschliffen, dass sich Objektiv-Farbfehler und Prismen-Farbfehler weitgehend aufheben.

### Was heißt das in der Praxis?

- Offene Sternhaufen, Emissionsnebel, Dunkelwolken, Milchstraßenausschnitte, Sternfelder, Planetarische Nebel, Galaxien usw. gehen sehr gut.
- Mond ebenfalls ok. Die relativ großen und gut erkennbaren Strukturen leiden nur wenig unter der Kontrastschwäche.
- Planeten gut bis befriedigend. Die Kontrastschwäche kann aber bei genauerem Hinsehen nicht gezeugnet werden.
- Anspruchsvolle Doppelsterne sind schwierig. Die durch die Prismen vergrößerten und weichgezeichneten Sterne bedeuten nicht nur Kontrastverlust, sondern reduzieren

auch das Auflösungsvermögen. „Double-Double“ lässt sich trennen – besser geht selten. Hinzu kommt, dass der Kontrastverlust die schwächere Komponente (Helligkeitsdifferenz  $> 3$  mag) regelmäßig absaufen lässt.

- Kugelsternhaufen sind enttäuschend, was aber auch der bescheidenen 4“-Öffnung zuzuschreiben ist

Im Großen und Ganzen ist das Großfernglas 100/550 sehr gut gelungen. Es ist ja als Deep-Sky-Gerät konzipiert worden – weder ein Planetengerät noch ein Doppelsternspezialist war beabsichtigt.

### Doppelrefraktoren

Sie sind die Königsklasse. Ihre herausragenden Eigenschaften sind nadelspitze Sterne, maximaler Kontrast und randscharfe Abbildungen. Besser geht es nicht. Die wesentlichen Gründe hierfür sind:

- hochwertige Objektive (aber auch ein gutes FH- bzw. ED-Objektiv liefert zufriedenstellende Ergebnisse)
- langsamere Öffnungsverhältnisse ( $f/6$  bis  $f/8$ )
- für die Umlenkung werden Zenitspiegel eingesetzt (also keine Prismen)
- Korrekturmöglichkeit für die Augenfehlstellung
- Einzelfertigung auf hohem Niveau

Gern würde ich über diese hervorragenden Doppelrefraktoren mehr erzählen, verkneife es mir aber, da es keine mehr zu kaufen gibt. Die Firma BINOPTIC (identisch mit Markus Schumann) existiert nicht mehr. Stephan Pläßmann hat darüber berichtet.

Ich will aber nicht verschweigen, dass AOK Swiss kleine Doppelrefraktoren als Bausatz anbietet. Empfehlen kann ich sie nicht. Nach meiner Einschätzung funktionieren sie nur im unteren Vergrößerungsbereich.

### Ein Doppelrefraktor zum Träumen:

Das schöne Teil wurde von der Firma APM für einen chinesischen Kunden gefertigt. Verbaut sind LZOS-Objektive, 304 mm,  $F/7,5$ , Triplet. Es

wiegt einschließlich Montierung rund 2000 kg. Hat wirklich ein reicher Chinese diesen schönen Doppelrefraktor gekauft? Es gibt ein nicht



totzukriegendes Gerücht, dass ein Münsteraner Sternfreund, den wir alle gut kennen, diesen Winzling in seinem Garten stehen hat. Er redet aber nicht über seine Neuerwerbung, da er nicht möchte, dass in jeder sternklaren Nacht ständig an seiner Tür geklingelt wird. Wer mehr weiß, kann ja in der nächsten Ausgabe darüber berichten.

### Schlussbemerkung

Da auf absehbare Zeit keine Doppelrefraktoren in der Preisklasse 4000 bis 11000 Euro zu erwarten sind (die von TEC und APM geplanten Doppelrefraktoren liegen deutlich über 20000 Dollar), bleiben uns nur die APM-Großferngläser. Sie sind derzeit das Beste, was man kaufen kann, sofern man einfachen Transport, Vergrößerungsfähigkeit, optische Leistung und Preis/Leistungsverhältnis gemeinsam heranzieht.

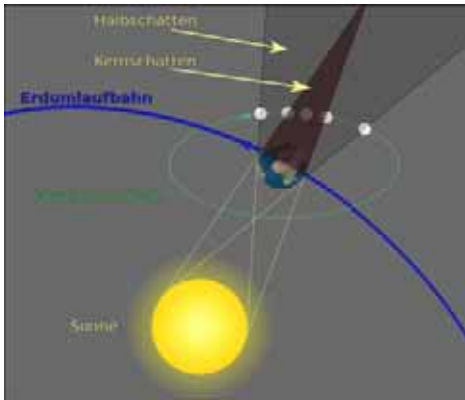
Stets daran denken:

**Mit zwei Augen sieht man besser.**

## Totale Mondfinsternis am 27./28. Juli 2018

Ewald Segna

In der Nacht vom 27. auf den 28. Juli 2018 findet wieder eine totale Mondfinsternis statt, die auch von Münster aus zu sehen sein wird. Die Beobachtung dieses Ereignisses ist durch den sehr niedrigen Stand des Mondes über dem Horizont nicht optimal. Die Verfinsternung wird ca. 1 Stunde und 44 Minuten dauern.



### Daten des Finsternisverlaufs:

**Eintritt** des Mondes in den Kernschatten:

**20:24 Uhr**

**Beginn** der Totalität:

**21:30 Uhr**

**Mitte** der Finsternis:

**22:22 Uhr**

**Ende** der Totalität:

**23:14 Uhr**

**Austritt** des Mondes aus dem Kernschatten:

**0:19 Uhr**

Leider wird der Mond bei seinem Aufgang gegen 21:18 Uhr schon fast zu 100% verfinstert sein. Die Sternfreunde Münster und das LWL-Museum für Naturkunde werden in der Nacht eine öffentliche Beobachtung anbieten. Alle Interessierten sind herzlich eingeladen, das Schauspiel live zu verfolgen (natürlich nur bei klarem Himmel).

## Sternwarten-Führerschein

Rainer Oeding Erdel

Mitte Januar wurde den Mitgliedern der Sternfreunde Münster die Möglichkeit angeboten, einen Führerschein für die Nutzung der Sternwarte zu erwerben. Da es sich um eine hochwertige, komplexe Anlage handelt, ist für die Nutzung der Erwerb eines Sternwarten-Führerscheins Pflicht.

Der Kurs wurde von Jürgen Stockel am 3.2.2018 durchgeführt, und es haben 6 Personen teilgenommen.

Ich bin seit etwas über einem Jahr bei den Sternfreunden und beruflich als Konstrukteur im Maschinenbau tätig. Ich interessiere mich neben der Astronomie auch für alles, was mit Technik zu tun hat, und als die Nachfrage zum Erwerb des Sternwarten-Führerscheins kam, habe ich mich schon aus reiner Neugier angemeldet, um auch die Technik kennenzulernen. Als dann die ersten Beschreibungen und Vorinformationen zur Handhabung der Sternwarte kamen, war mein erster Eindruck, dass es sehr komplex und kompliziert ist.

Für die Nutzung der Sternwarte sind drei Checklisten erstellt worden, die Jürgen mit uns Schritt für Schritt durchgegangen ist. Die Checklisten beinhalten:

1. Öffnung der Sternwarte
2. Schließen der Sternwarte
3. Bedienung des Teleskops.

Diese sind bildlich übersichtlich gut dargestellt und hängen in der Sternwarte. Jeder Teilnehmer hatte dann die Möglichkeit, alles mal selbst bei Tageslicht in die Hand zu nehmen und zu bewegen. Das ist aus meiner Sicht auch notwendig und ratsam, da es ein paar knifflige Dinge gibt, die, wenn man sie nicht kennt, eine lange beschäftigen können. Für die dann anstehende Beobachtung bleibt dann vielleicht nicht mehr genügend Zeit, da die Nacht zu Ende geht, oder die Beobachtung wird erst gar nicht ermöglicht.

Im Grunde ist es nicht sehr kompliziert, man muss es nur kennen, und „learning by doing“ ist

da sehr hilfreich. Wenn man sich dann noch an die Checkliste hält, die Augen aufmacht und weiß wo man hinschauen muss (da ist jetzt mal nicht der Nachthimmel gemeint), kann das, so denke ich, jeder erlernen (s. a. Foto 3. Umschlagseite).

## Astronomietag im Naturkundemuseum am 24.03.2018

Jürgen Stockel

So mancher Teleskopanbieter wäre sehr neidisch gewesen: Die Sternfreunde Münster haben mal wieder mächtig aufgefahren! Anlässlich des gut besuchten Astronomietages am 24. März 2018 waren wir mit großem Equipment vertreten und konnten viele Besucher in Erstaunen ver-



setzen. Dobsontelekope haben auch bei uns Sternfreunden viele Liebhaber gefunden. Lars von den AstroKids zeigte ganz stolz seinen 6-Zoll-Dobson, den er seit Weihnachten 2017 nutzen kann. Auf der anderen Seite der Dobsonskala ein Selbstbaugigant von Daniel: 24-Zoll mit einem 60cm-Spiegel. Aufgrund seiner riesigen Ausmaße war dieser Reflektor der Hingucker auf unserem Stand. Ansonsten waren noch ein 10-Zoll-Dobson und ein 12-Zöller vor Ort zu sehen. Aber auch die Linsenfans kamen auf ihre Kosten. Rainer präsentierte seinen schneeweißen Bresser auf einer EQ6. Für die Freunde des beidäugigen Beobachtens hatten Martin und Stephan ihre beiden Groß-Feldstecher mitgebracht. Wobei das Gerät vom Stephan

eher ein Doppelrefraktor allererster Klasse darstellt und viele Besucher begeisterte. Die beiden 2-Zoll-Okulare von Nagler versprechen ein visuelles Doppelaugen-Erlebnis allererster Güte. Schade nur, dass wir diese vielen Top-Geräte nicht live erleben konnten. Die abends angedachte Himmelsführung auf dem Vorplatz des Museums musste ausfallen. Die Wolken verhinderten zumindest bis 22 Uhr einen freien Blick! Ersatzweise hat Björn dann im Planetarium den Sternhimmel wolkenlos vorführen können. Neben den vielen eindrucksvollen Teleskopen kamen die Informationen nicht zu kurz: Es gab ausführliche Plakate zur DarkSky-Gruppe, es wurden vereinseigene Astrofotos gezeigt und auch die Vereinsaktivitäten wurden den Besuchern ausgiebig dargestellt (Flyer). Die AstroKids waren mit einem eigenen Stand vertreten: Sie zeigten Astronomieliteratur für junge Astrofans. Tommy erklärte den Besuchern seinen großen 12-Zoll-Dobson und Lars den jungen Besuchern seinen 6-Zoll-Dobson. Sophy stellte ihr selbst geschriebenes Astrobuch vor. Am Beispiel des kleinen 8cm-Reiserefraktors konnten wir den Besuchern zeigen, wie man erste einfache Astrofotos aufnimmt, mit Hilfe von Smartphones und Kompaktkameras. Dazu hatten wir drei verschiedene Okular-klemmen mitgebracht, mit denen man z. B. Smartphones über dem Okular ausrichtet.

Mit Hilfe eines kleinen digitalen Videookulars aus der Mikroskopszene (Bresser) konnten wir den Besuchern einfach erklären, wie man digitale Astro bilder auf den Rechner holt.

Ganz besonders habe ich mich über die vielen neuen Gesichter gefreut, die uns diesmal tatkräftig unterstützt haben. Da tut sich was bei uns: In den Startergruppen scheint es immer mehr aktive Astrobeobachter zu geben, die dann auch bereit sind, bei solchen Sternfreunde-Aktionen zusammen mit den „alten Hasen“ präsent zu sein.

1000 Dank auch im Namen des Vorstandes an alle, die diesen Astronomietag für uns Sternfreunde mitgestaltet haben!

## Genial Richtiges und genial Falsches im Werk Galileis - nicht immer in der Sprache der Mathematik geschrieben und manchmal als „Fake News“

von Hans-Georg Pellengahr

Der große Galileo Galilei war weniger genial als von vielen angenommen und seine wissenschaftlichen Vorgänger und Zeitgenossen, von denen er so manchen mit seinem Ruhm erstickte, waren längst nicht so dumm, wie Galilei sie oft darstellte.

Der eine oder die andere wird sich vielleicht noch an meine Sternfreunde-Vorträge 2008 und 2014 über die Entdeckung der Jupitermonde durch den fränkischen Astronomen Simon Marius erinnern. Sowohl in diesen Vorträgen als auch in dem von mir verfassten Buchbeitrag „Simon Marius - die Erforschung der Welt des Jupiter mit dem Perspicillum 1609-1614“<sup>1</sup> habe ich nachgewiesen, dass Simon Marius unabhängig von Galilei etwa zur gleichen Zeit, höchstwahrscheinlich sogar einige Wochen vor ihm, die vier großen Jupitermonde entdeckt hatte. Aktuelle Forschungen, u. a. anlässlich des Jubiläumsjahres 2014, in dem sich das Erscheinen von Simon Marius' „Mundus Iovialis“ (*Die Welt des Jupiter*)<sup>2</sup> zum 400. Male jährte, haben endgültig bestätigt, dass Galileis Plagiatsvorwürfe unberechtigt waren.<sup>3</sup> Für den vorgenannten Buchbeitrag habe ich mit dem Nachbau eines historischen Fernrohrs sowie mit Hilfe von Planetariums- und Videosimulationen sowohl Galileis als auch Marius' Jupiterbeobachtungen rekonstruiert und einer vergleichenden Analyse unterzogen. Beide Fernrohre waren danach entgegen allen anderslautenden Behauptungen in Qualität und Abbildungsleistung absolut gleichwertig. Ihre Beobachtungstechniken allerdings unterschieden sich erheblich: Simon Marius widmete dem Jupitersystem ganze vier Jahre und überwachte die Mondumläufe kontinuierlich stets über mehrere Stunden, oftmals ganze Nächte. Galilei hingegen

observierte Jupiter und „die bei ihm stehenden Sternchen“ jeweils nur für kurze Momente ein-, später zwei- oder dreimal pro Nacht und insgesamt auch nur während zweier Monate. Aus diesem Grunde blieben ihm so manche Details der Mondbewegungen verborgen.<sup>4</sup>

Nach meinen Galilei-Marius-Vorträgen in Volkshochschulen des Münsterlandes, in der Volksternwarte Recklinghausen sowie an Marius' Wirkungsstätten in Ansbach u. Nürnberg gab mir so manche(r) Zuhörer/In zu verstehen, mein Vortrag habe sein/ihr bisheriges „Galilei-Bild“ verändert.

Ähnliches wird den Leserinnen und Lesern des nachfolgend besprochenen Buches widerfahren.

### Galileo Galilei kontrovers Ein Wissenschaftler zwischen Renaissance-Genie und Despot

Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, Dez. 2017,

ISBN 978-3-658-19294-5

Walter Hehl



Der in der Schweiz lebende Autor ist wie Simon Marius in Gunzenhausen (*nahe Ansbach bei Nürnberg*) geboren und hat sein Abitur auf dem

dortigen „Simon-Marius-Gymnasium“ abgelegt. Demzufolge ist er mit der Entdeckungsgeschichte der Jupitermonde und den Verleumdungen des fränkischen Hofastronomen durch Galilei seit Jugendzeiten vertraut, als Physiker natürlich darüber hinaus mit Galileis gesamtem wissenschaftlichem Werk.

Durch die umfangreichen Veröffentlichungen von Primär- und Sekundärliteratur von bzw. über Simon Marius und dessen astronomische Forschungen in dem 2014 eröffneten „Simon-Marius-Internetportal“<sup>5</sup> wurde Walter Hehl u. a. auf meine Arbeiten zu Marius und Galilei aufmerksam. Hieraus entwickelte sich zwischen uns ein umfangreicher Email- und Gedankenaustausch, dessen Ergebnisse in „Galilei kontrovers“ Eingang gefunden haben. Vom ersten Kontakt an faszinierte mich Dr. Hehls Buchprojekt, mit dem er einen neuen Blick auf die Person Galilei und dessen Leistungen sowohl im Kontext der Wissenschaft im Zeitalter der Renaissance als auch aus der Sicht der heutigen Physik zu eröffnen gedachte. Es war mir eine Freude, hierzu einen Beitrag leisten zu können, zumal Dr. Hehl allein Marius' und Galileis Fernrohrbeobachtungen 85 spannende und auch aus meiner Sicht äußerst zutreffende Seiten widmet. Einzig seine Aussage „Galilei müsse ein hartnäckiger und ausgezeichneter Beobachter gewesen sein“ (S. 170 unten), bedarf aus meiner Sicht einer gewissen Relativierung (s. oben).<sup>4</sup>

Indem Dr. Hehl Galileis gesamtes wissenschaftliches Werk beleuchtet, wird deutlich, dass dessen astronomische Aktivitäten nur einen kleinen Teil seiner Arbeit ausmachten, zumal er anders als Simon Marius eher Naturphilosoph als Astronom war.

Dafür aber betätigte sich Galilei während eines großen Teils seines Lebens als aktiver, gläubiger und gefragter Astrologe. Die Astrologie war im Zeitgeist der Renaissance fest verankert, wurde von Galilei als rationale mathematische Wissenschaft angesehen und stellte zudem eine willkommene Geldquelle dar. Erst 1992 wurde bekannt, dass Galileis astrologische Aktivitäten bereits 1604 zu einem ersten Konflikt mit der Inquisition führten. Eine gegen ihn vorgebrachte

Anzeige warf ihm „Häresie und freizügigen Lebenswandel“ vor. Der Häresie-Vorwurf bezog sich auf die Ausstellung von Horoskopern, in denen Galilei behauptet habe, den Willen Gottes zu kennen oder ihn zu manipulieren, einem Kunden habe er gar versichert, er würde noch 20 Jahre leben. Das sei ein verbotener Determinismus. Was Galileis Lebenswandel betreffe, sei er an Feiertagen statt zur Messe „lieber zu seiner Maitresse gegangen“, der Mutter seiner drei unehelichen Kinder. Nach mehrfachen Verhören kam es letztendlich nicht zum Prozess, weil sich die venezianische Regierung schützend vor ihren Universitätsprofessor zu Padua stellte.

Bis heute weitgehend unbekannt ist, dass Galilei in jungen Jahren höchst erfolgreich, aber vollkommen unwissenschaftlich, die Maße der Hölle aus Dante Alighieris „*La Divina Commedia*“ einschließlich der Dicke und Stabilität der Höllendecke berechnet hat. Die Vorträge hierüber sollen seinen beruflichen und akademischen Erfolg nicht unwesentlich befördert haben.

Dr. Hehl überschreibt die Einleitung seines Buches mit „Galilei, eine Hagiographie“. So bezeichnet man die Lebensgeschichte von Heiligen. Durchaus zutreffend stellt der Autor fest, dass Galilei bis heute von vielen „idealisiert und mit Heiligschein“ gesehen werde, als „Vorbild für junge Wissenschaftler“ und als „Märtyrer der Wissenschaft“. Die Sicht nicht weniger seiner Zeitgenossen sei dagegen eine völlig andere gewesen. Galilei habe Diskussionsgegner oft verspottet und der Lächerlichkeit preisgegeben. Selbst vor den besten seiner Epoche machte er nicht Halt. Tycho Brahes bewundernswert genaue Himmelsvermessungen aus der vortelekopischen Zeit<sup>6</sup> schmähte Galilei als „dessen angebliche Beobachtungen“, die von Brahe zweifelsfrei als Himmelskörper identifizierten Kometen verhöhnte er als „Tychos Affenplaneten“ und blieb bei deren Deutung als atmosphärische Erscheinungen. Auch Keplers Planetengesetze und Bahnellipsen machte Galilei lächerlich. Keplers 1611 veröffentlichte „*Dioptrice*“ schließlich bezeichnete er „als so dunkel, dass der Verfasser selbst sie nicht verstanden haben werde“. Zuvor hatte Galilei im März 1610 im „*Sidereus Nunci-*

us“, in dem er u. a. über seine Entdeckung der Jupitermonde berichtete, prahlerisch und wahrheitswidrig behauptet, das Fernrohr „gestützt auf tiefgründige optische Studien über die Theorie der Lichtbrechung“ höchstpersönlich entwickelt zu haben. Dabei erklärte er den Sehvorgang mit „vom Auge ausgehenden Sehstrahlen“. Nähere Beschreibungen behielt er einer späteren Schrift vor, deren Herausgabe er allerdings zeitlebens schuldig blieb.

Galilei war stets auf die Mehrung seines Ruhmes bedacht. So präsentierte er sich wahrheitswidrig auch als Erfinder des Mikroskops, des Thermometers und des militärischen Proportionalzirkels. Wenige Monate, nachdem er der venezianischen Stadtregierung im August 1609 das völlig illusorische „alleinige Recht zur Herstellung von Fernrohren“ überlassen und dafür eine Verdopplung seines Professorengehaltes kassiert hatte, wurden diese Instrumente auf allen oberitalienischen Märkten feil geboten.

Anhand vieler Beispiele quer durch die Physik belegt Dr. Hehl Galileis nicht selten unwissenschaftliche Vorgehensweise, mit der er sich selbst in Widerspruch zu seiner berühmten und oft zitierten Aussage setzte, wonach „das Buch der Natur in der Sprache der Mathematik geschrieben sei, deren Buchstaben Kreise, Dreiecke und andere geometrische Figuren seien ...“.

Während Kepler die Gezeiten längst mit der Anziehungskraft des Mondes in Zusammenhang gebracht hatte, betrachtete Galilei sie als eine Folge der Erdbewegung (Hin- und Herschwappen der Ozeangewässer) und entwickelte daraus seine geradezu wahnwitzige „Gezeitentheorie“ als vermeintlichen Beweis für das kopernikanische Weltsystem.

Trotz der bedeutenden Entdeckungen, die ihm als erstem gelangen, war Galilei nicht bereit, auch nur eine einzige zu teilen, woraus sich u. a. im Fall der Sonnenflecken ein höchst unersprißlicher lebenslanger Urheberrechtsstreit mit dem Jesuiten Christoph Scheiner entwickelte.

In seinem „Dialog“ über die beiden Weltsysteme (1632) erwähnt Galilei das von den meisten Wissenschaftlern seiner Zeit favorisierte Tychonische Weltsystem<sup>7</sup> mit keinem Wort. Er

stellt dem „dummen Ptolemäus mit seinen albernen Epizykeln“ einzig den „klugen Kopernikus mit einfachen Kreisen“ gegenüber und verschweigt dabei, dass auch Kopernikus zur Berechnung der exakten Planetenbahnen noch 34 „alberne“ Epizykel benötigte, wobei sich im Übrigen kein Mittelpunkt seiner Hauptkreise innerhalb der Sonne befand. Sollte Galilei tatsächlich nicht bemerkt haben, dass Kopernikus' geometrische Berechnungen hinsichtlich ihrer Genauigkeit hinter den ptolemäischen Ergebnissen zurückblieben? Dr. Hehl stellt diesbezüglich ernsthaft die Frage, ob Galilei Kopernikus und Kepler überhaupt je gelesen habe.

Galileis Persönlichkeit verleitete ihn zu so mancher unbedachten am Ende auf ihn selbst zurückfallenden Äußerung. So lässt er beispielsweise „Simplicio“ (den „Einfaltspinsel“) im „Dialog“ Papst Urban VIII. zitieren und dessen Aussage gleich anschließend von dem Mitdiskutanten „Salviati“ (= Galilei) verspotten. Damit verscherzte er sich die Freundschaft des ihm ursprünglich wohl gesonnenen wissenschaftsaffinen Papstes und beförderte maßgeblich selbst den 1633 gegen ihn geführten Inquisitionsprozess.

Piero Guicciardini, der toskanische Gesandte, berichtete 1616 anlässlich eines mehrmonatigen Rom-Aufenthalts Galileis an die Medici-Herrschaft in Florenz: „Er (Galilei) entflammt sich an seinen Meinungen, hat heftige Leidenschaften in sich und wenig Kraft und Vorsicht, um sie besiegen zu können.“

Am härtesten urteilt der von Dr. Hehl zitierte Historiker und Schriftsteller Arthur Koestler (1905-1983): „Galilei besaß das seltene Talent, Feindschaft zu erregen; nicht die mit Empörung abwechselnde Zuneigung, die Tycho Brahe hervorrief, sondern die kalte erbarmungslose Feindseligkeit, die das Genie plus Überheblichkeit minus Bescheidenheit ... schafft.“<sup>8</sup>

Der US-amerikanische Astrophysiker und Kosmologe Edward Rocky Kolb entwickelte hieraus die böse „Galilei-Gleichung“: „Genie + Unnachgiebigkeit - Bescheidenheit = Ärger“<sup>9</sup>

In einem abschließenden Fazit fasst Dr. Hehl Galileis Leistungsbilanz unter der Überschrift „Genial Falsches und genial Richtiges“ zusam-



men. Wenn es in jener Zeit ein Genie gab, war es wohl eher Kepler mit seinen Planetengesetzen und Bahnellipsen. Nach heutigen Maßstäben hätte er dafür wahrscheinlich den Nobelpreis für Physik erhalten. Galilei hingegen wäre wohl eher ein Kandidat für den Literatur-Nobelpreis gewesen.

Kepler half Galilei begeistert, Anerkennung für seine Fernrohr-Entdeckungen zu finden. Dieser aber ließ dessen Briefe zumeist unbeantwortet, zitierte aber daraus, um den vermeintlichen Prager Konkurrenten zu widerlegen oder gar zu verspotten. Galilei verschenkte mehrere Fernrohre an Prinzen und Kardinäle. Keplers Teleskop-Wunsch hingegen verweigerte er sich, indem er diesem diplomatisch unwahr schrieb, er habe keine guten Teleskope mehr und Kepler verdiene nur das Beste.

Besonders bedauerlich ist Galileis bis heute fortwirkende Diffamierung des fränkischen Astronomen Simon Marius. Dabei hätten dessen Werke eine gute Ergänzung für Galileis Arbeiten sein können, zumal Marius mit der Jupitermond-Parallaxe den allerersten, leider erst von Dr. Hehl aufgedeckten bis dato unbeachteten Beweis für die zentrale Stellung der Sonne geliefert hatte, der Galilei sehr nützlich hätte sein können.

„Galilei-kontrovers“ ist eine lange überfällige kritische Auseinandersetzung mit der Persönlichkeit und dem Werk des noch heute von vielen zu Unrecht als „Wissenschaftsheiliger“ eingestuft Gelehrten. Es war mir eine Freude, hierzu ein wenig beizutragen. Dr. Hehls spannend und leicht verständlich geschriebenes Buch ist eine wahre Fundgrube für jeden wissenschaftsgeschichtlich und physikalisch Interessierten.

Schließen möchte ich mit zwei diametralen Beschreibungen der Persönlichkeit Galileis, die Walter Hehl dem Vorwort seines Buches voranstellt, enden.

„Es ist schwierig, sich die Wissenschaft vorzustellen ohne Galileis Beiträge. Dies beweist die lange Reihe von Übernahmen wie „der Vater der Wissenschaft“, „der Vater der modernen Physik“ und „der Vater der beobachtenden Astronomie“.“

Mentalfloss, US-amerikanisches Medienunternehmen

„Das Geschichtsbild von Galilei ist aufgeblasen worden wie ein Luftschiff, das nun über der frühen modernen Periode schwebt und die Leistungen der anderen Wissenschaftler verdeckt. Nur der Schatten des anderen Gottes der Wissenschaft, der von Newton, kommt noch durch. Leider ist dieses Bild schlicht Bullshit und verzerrt die Geschichte.“

Anthony Christie, Wissenschaftshistoriker

## Quellen

<sup>1</sup> Kap. 4.2.2 „Vergleich der Beobachtungen von Simon Marius und Galileo Galilei“, S. 88-105, bes. S. 104 f., in Gudrun Wolfschmidt (Hrsg.), *Simon Marius, der fränkische Galilei, und die Entwicklung des astronomischen Weltbildes, Nuncius Hamburgensis - Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Band 16, Universität Hamburg, 2012, S. 73-141, Download unter [http://www.simon-marius.net/pixl/content/4/Pellengahr\\_Simon-Marius\\_2012.pdf](http://www.simon-marius.net/pixl/content/4/Pellengahr_Simon-Marius_2012.pdf),*

<sup>2</sup> *Mundus Iovialis, lat.-dt. Ausgabe 1988, Joachim Schlör, Reihe: Fränkische Geschichte, Schrenk Verlag, Gunzenhausen, Download unter <http://www.simon-marius-gymnasium.de/images/s-marius/welt-des-jupiter/mj-zweisprachig.pdf>*

<sup>3</sup> *Galilei 1623 in „Il Saggiatore“: „Höchstwahrscheinlich hat dieser Einfaltspinsel (=Marius) die Jupitermonde überhaupt nie beobachtet.“*

<sup>4</sup> *Andromeda 3/2013, S. 26 ff., Download unter <http://www.sternfreunde-muenster.de/pdf/a32013.pdf>*

<sup>5</sup> [www.simon-marius.net](http://www.simon-marius.net)

<sup>6</sup> *Brahes genaue Marsbahndaten bildeten die Grundlage für Keplers Planetengesetze*

<sup>7</sup> *Tycho Brahe ließ die Erde im Zentrum, die Planeten aber um die Sonne kreisen, die ihrerseits die Erde umkreiste.*

<sup>8</sup> *Arthur Koestler, Die Nachtwandler - Das Bild des Universums im Wandel der Zeit, A. Scherz Verlag, 1959, S. 431-504*

<sup>9</sup> *R. Kolb, Blind Watchers of the sky, 1999, Oxford University Press*

## Selectra 4.0a

Howard Wagner

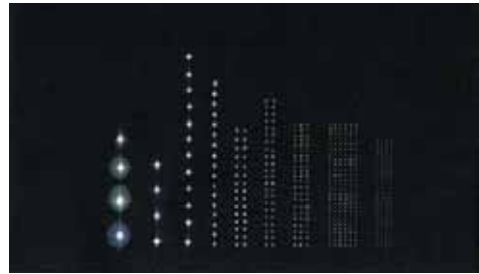
Die Spezialsoftware Selectra 4.0, die extra für das Large Binocular Telescope (LBT) auf dem Mount Graham in Arizona entwickelt wurde, steht in einer abgespeckten und erschwinglichen Version nun auch für Amateurastronomen zur Verfügung (300,- \$). Das von der US-Softwarefirma Nerds.Inc. stammende Programm kann Sterne in einem Gesichtsfeld von bis zu 5° systematisch ordnen und anzeigen. Für 549,- \$ kann die Version Selekra 4.0a auch mit großen Doppelrefraktoren für Hobbyastronomen verbunden werden. Dazu braucht man allerdings wenigstens ein 115 / 805mm Gerät!

Die Vorgehensweise ist so simpel wie einfach: Man stellt sein Fernglas auf eine beliebige Himmelsregion ein und benutzt zwei Okulare mit einer Brennweite von je 25mm, sodass das Ge-



sichtsfeld nicht über 3° hinausgeht (wie in Bild 1). Anschließend muss ca. 5 Minuten exakt nachgeführt werden. Eine normale computergesteuerte Nachführung reicht hierbei aus. Die Software erkennt Sterne bis zur 14. Größenklasse und ordnet sie nach Helligkeit und Spektralklasse in Spalten und Zeilen ein. Das Ergebnis ist dann eingespiegelt im rechten Rohr des Doppelfernrohrs zu sehen (Bild 2). Das ermöglicht dem engagierten Amateurastronomen, sich sofort einen Überblick zu verschaffen, was in der bestimmten Himmelsregion so „los“ ist.

Auf ein Betätigungsfeld weist der erste Chefprogrammierer Sella Lirpa besonders hin: Die Beobachtung Veränderlicher Sterne.



Dazu muss allerdings in regelmäßigen Abständen das gleiche Gesichtsfeld mehrmals beobachtet werden. Durch die Möglichkeit der Speicherung des Sternfeldes (in der teureren Pro-Version enthalten) springt somit der Veränderliche bei den Helligkeitsänderungen in den Reihen (Columns) hin und her und fällt dabei sofort ins Auge.

In einem späteren Update der Software wird noch ein Blinkkomparator, der den Veränderlichen Stern im linken Rohr als „blinkender Stern“ positionsgenau anzeigt, sowie eine Lichtkurvengenerierung enthalten sein. Somit ist auch die Identifizierung des Veränderlichen kein großes Problem mehr und die Nächte, die man mit der fehlerhaften Suche nach dem Veränderlichen Stern vergeudet, werden ein für allemal der Vergangenheit angehören.

Fazit: Ich empfehle dringend, die 50,-\$ Mehrkosten für die Pro-Version zu investieren, da der Zeitgewinn sich schon bei fünf „vertanen Nächten“ amortisiert hat.

Für die Welt bist du irgendjemand. Aber für irgendjemanden bist du die Welt.

Wer immer versucht alles richtig zu machen, verpasst vielleicht den schönsten Fehler seines Lebens.

Die Kunst zu leben besteht darin, zu lernen, im Regen zu tanzen, anstatt auf die Sonne zu warten.

## Die kosmische Hintergrundstrahlung (CMB)

Wolfgang Albrecht

Das „Urknallmodell“ war zunächst ein von Einstein (1917), Friedmann (1922) und Lemaître (1927) entwickeltes rein theoretisches Modell. Ein erster Hinweis für dessen Richtigkeit ergab sich durch die Entdeckung der „Galaxienflucht“ (Edwin Hubble – etwa 1930). Trotzdem blieb der größte Teil der Astronomen bei seiner Vorstellung eines ewigen und statischen Universums.

In den vierziger Jahren machte u. a. Gamow die Aussage, dass aus der Anfangszeit des damals noch kleinen und heißen Weltalls eine Strahlung übrig sein müsse, die es nachzuweisen gelte. Genau diese Strahlung wurde 1965 von Penzias und Wilson entdeckt und damit dem „Urknallmodell“ zum Durchbruch verholfen. Durch genauere Analysen ergab sich im neuen Jahrtausend sogar die Möglichkeit, Aussagen über die „Flachheit“ und die Entwicklungsgeschichte des Universums kurz nach dem Urknall zu machen.

### I. Die Geschichte der Entdeckung der Hintergrundstrahlung

Im Jahr 1915 veröffentlichte Albert Einstein seine Allgemeine Relativitätstheorie (ART), die in wenigen (aber recht komplizierten) Formeln eine völlig neue Sicht auf das Thema *Gravitation* eröffnete. Ursache dieser Naturkraft ist die Krümmung der Raumzeit durch Massen. Vereinfachend wird das häufig mit dem „Gummituchmodell“ anschaulich gemacht. Einige seiner Differentialgleichungen, die sich in einer einzigen Tensorgleichung zusammenfassen lassen, wurden für das Gesamtuniversum zunächst von Alexander Friedmann, dann kurz danach von George Lemaître gelöst. Beide kamen zu dem Ergebnis, dass das Universum nicht statisch ist, sondern sich ausdehnt.

Einsteins Gleichungen waren zunächst nur in Fachkreisen bekannt, erst als die Periheldrehung des Merkurs und die Lichtablenkung im Schwe-

refeld der Sonne<sup>1</sup> durch seine Theorie erklärbar wurde, erlangte Einstein auch öffentliche Aufmerksamkeit und Anerkennung.

Lässt man nun in Gedanken die Zeit für das sich ausdehnende Universum rückwärts laufen, so wird es immer kleiner und damit auch immer heißer. Es muss also einen sehr kleinen und heißen Anfang gegeben haben, den Fred Hoyle (ein Gegner dieser Vorstellung) einmal spöttisch „Urknall“ nannte. Seitdem, so zeigen Friedmanns und Lemaîtres Lösungen der Einsteinschen Gleichungen, dehnt sich unser Universum stetig aus und kühlt dabei ab. Einstein selbst versuchte 1918 durch Einfügen eines  $\Lambda$ -Terms in seine Gleichungen das statische Universum „zu retten“, später konnte ihn jedoch Lemaître von der Richtigkeit der Ausdehnungshypothese überzeugen und Einstein selbst bezeichnete  $\Lambda$  als „größte Eselei seines Lebens“.

Eine Bestätigung für das sich ausdehnende Weltall gelang Edwin Hubble (1929)<sup>2</sup>. Durch Beobachtungen von Spektrallinien ferner Galaxien stellte er fest, dass sich Galaxien umso schneller von uns fortbewegen, je weiter sie entfernt sind. Im Rahmen seiner Berechnungen ging er allerdings noch davon aus, dass sich die Linienverschiebungen durch den Doppler-Effekt erklären ließen. Heute weiß man, dass diese durch die Ausdehnung des Raumes selbst zustande kommen.

Obwohl es also deutliche Hinweise auf ein sich ständig vergrößerndes All gab, versuchten die Anhänger des statischen Universums ihr Weltbild dadurch zu „retten“, indem sie annahmen, dass permanent neue Materie entstünde, sodass die Gesamtdichte des Raums trotz der Flucht der Galaxien voneinander erhalten bliebe. Diese Theorie nennt man das „**Steady-State-Modell**“, dessen Hauptvertreter der schon erwähnte Fred Hoyle war.

Trotz der Anfeindungen vieler Fachkollegen wurde das „**Urknallmodell**“ insbesondere durch Gamow, Alpher und Hermann in den 40er und 50er Jahren des letzten Jahrhunderts weiterentwickelt. Dabei gelang es, eine Voraussage

zu machen, die im Prinzip durch Beobachtungen zu überprüfen wäre: Wenn das Universum einmal klein und heiß gewesen wäre, so müsste es damals eine Strahlung abgegeben haben, die man noch heute – allerdings wegen der Abkühlung deutlich zu längeren Wellenlängen verschoben – nachweisen könnte.

Bei dieser Strahlung handelt es sich um die Strahlung eines „Schwarzen Körpers“, die jeder von einem glühenden Stück Metall her kennt: Je heißer der Körper ist, desto heller, aber auch weißer leuchtet er. Kühlt er ab, so leuchtet das Metall nur noch rot und dann später spürt man nur noch seine Wärme (Infrarotstrahlung). Das Gesetz, das diesen Vorgang beschreibt, heißt „Wiensches Verschiebungsgesetz“; aus der Wellenlänge bzw. der Frequenz der emittierten Strahlung lässt sich die Temperatur des strahlenden Körpers genau berechnen.<sup>3</sup>

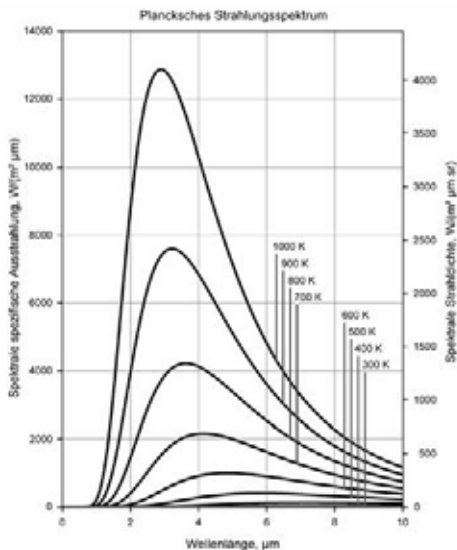


Abb. 1: Wärmestrahlungsintensitäten in Abhängigkeit von der Wellenlänge für verschiedene Temperaturen (Bild aus Wikipedia: CC BY-SA 3.0)

George Gamow berechnete sowohl die „Ausgangstemperatur“ (etwa 3000 K) als auch die heutige Temperatur dieser Strahlung (etwa 3 K). Es gab allerdings ein Problem: Wie sollte man eine Strahlung messen, die in den Mikrowellenbereich hinein verschoben war?

Bis in die 30er Jahre hinein waren Astronomen auf das „optische Fenster“ angewiesen – jetzt wurde ein neues aufgestoßen: Die amerikanische Telefongesellschaft Bell versuchte schon 1931 Gespräche zwischen Europa und den USA über Funk zu führen; Störgeräuschen sollte Karl Janski auf die Spur kommen. Mit einem primitiven „Radioteleskop“ gelang es ihm, die Quelle des „Rauschens“ ausfindig zu machen: Es war eine Quelle nicht irgendwo auf der Erde, sondern im Weltraum, im Sternbild Sagittarius. Er hatte die erste radioastronomische Beobachtung durchgeführt und festgestellt, dass das Zentrum unserer Milchstraße eine Quelle starker Radiostrahlung darstellt.

Bedingt durch die Weltwirtschaftskrise in den 30er Jahren stellte Bell Labs für die Intensivierung solcher Beobachtungen kein Geld mehr zur Verfügung; allerdings gelang es Grote Reber mit einem selbstgebauten Gerät (einem echten Vorläufer der heutigen Radioteleskope mit einem Schüsseldurchmesser von 20 m) eine erste Radiokarte des Himmels zu erstellen, bei der drei Quellen deutlich sichtbar waren: Cassiopeia A, Cygnus A und Sagittarius A\*.

Im Laufe des zweiten Weltkriegs wurde der Bau von Radarantennen aus militärischen Gründen forciert. Nach dem Ende des Krieges konnten sich Radioastronomen mit diesen Geräten vertraut machen und statt feindlicher Flugzeuge nun den Himmel beobachten. Schon 1948 erschien der „First Cambridge Catalogue of Radio-Sources“ (abgekürzt IC).

Vermutlich auch durch die Kriegswirren (viele Astronomen wurden zur Armee eingezogen) waren inzwischen die Voraussagen (der 3K-Strahlung) von Gamow und seinen Mitarbeitern völlig vergessen worden.

Erst in den 60er Jahren begannen Robert H. Dicke und James (Jim) Peebles die Temperatur der Reststrahlung des Urknalls neu zu berechnen. Sie kamen auf einen Wert von 2,8 K und begannen, einen entsprechenden Mikrowellendetektor zu bauen.

Zur gleichen Zeit arbeiteten nur 50 km entfernt Arno Penzias und Robert Wilson an einer nicht mehr benötigten „Hornantenne“, um weitere Radioquellen am Himmel orten zu können. Ein Jahr lang suchten sie dabei vergeblich nach der Ursache für ein „Zischen“, das aus allen Richtungen zu kommen schien und ihre geplanten Messungen störte. Selbst ein Taubenpaar, das in der Antenne genistet hatte, wurde (wegen des von ihnen hinterlassenen „dielektrischen Materials“) umgesiedelt. Trotz aller Mühen konnten sie einfach keine Ursache für das Störgeräusch finden.



Abb. 2: „Bell Labs“ Hornstrahler-Antenne in Holmdel, New Jersey (USA), wo 1964 zufällig die vorhergesagte Mikrowellenstrahlung als Störsignal empfangen wurde (Bild: GNU Free Documentation Licence)

Nach einem Jahr des Prüfens, Säuberns und Neuverkabelns war der Rauschpegel zwar gesunken – aber irgendetwas strahlte diese nervigen Radiowellen aus, unaufhörlich und aus allen Richtungen. Anfang 1965 hörte nun Penzias durch einen gemeinsamen Bekannten (Bernard Burke) von der Vorhersage Dicke und Peebles’.

Umgehend rief er Dicke an, um ihm mitzuteilen, dass er die gesuchte Hintergrundstrahlung entdeckt habe.

So geschah es, dass im Sommer 1965 im „Astrophysical Journal“ zwei Artikel zum gleichen Thema erschienen: Penzias und Wilson legten in dem einen Artikel nur dar, was sie gefunden hatten – in dem anderen Artikel verknüpften Dicke und sein Team diese Beobachtungen mit der kosmischen Hintergrundstrahlung<sup>4</sup>. Damit waren in den Augen der allermeisten Kosmologen die Würfel für das Urknallmodell und gegen die Steady-State-Theorie gefallen!

## 2. Die Analyse der kosmischen Hintergrundstrahlung

Gemessen wurde die von den Theoretikern vorhergesagte Strahlung damals nur bei einer einzigen Wellenlänge von  $\lambda = 7,5$  cm. Eine weitere Messung ein Jahr später erfolgte bei etwa 3,5 cm. Jetzt hatte man schon zwei Punkte der Planck-Kurve; weitere sollten folgen. Für den Wellenlängenbereich  $\lambda < 0,1$  cm musste man Höhenballons (wie BOOMERanG) oder Satelliten (wie COBE, WMAP oder PLANCK) einsetzen, um die Absorption der Strahlung durch unsere Atmosphäre zu minimieren.

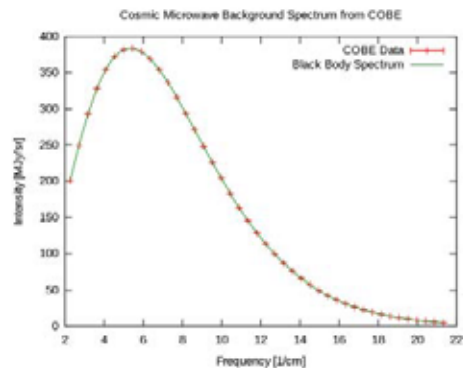


Abb. 3: Durch den Satelliten COBE gemessenes Spektrum (Intensität als Funktion der Wellenzahl) der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung, ein Planck-Spektrum mit der Temperatur  $T = 2,725$  K. (BILD aus Wikipedia – gemeinfrei)

COBE lieferte ein extrem genaues Bild der Restwärmestrahlung, die zu einer Temperatur von 2,728 K (mit einem Strahlungsmaximum bei 4080 MHz) passt.<sup>5</sup>

Jetzt ist es an der Zeit, etwas über den Ursprung dieser Restwärmestrahlung zu sagen: In einem Zeitalter von weniger als 380.000 Jahren nach dem Urknall (was auch immer das genau ist!) hatte das Universum eine Temperatur von über 3000 K. Die Atomkerne hatten sich bereits in den ersten drei Minuten bilden können, nur mit den zugehörigen Elektronen haperte es: Zur Bildung von Atomen war es einfach zu heiß. Der Wasserstoff und das Helium des Anfangszustandes lag in Plasmaform vor – ein heißer „Brei“ aus Atomkernen sowie Elektronen und Photonen, die ständig miteinander wechselwirkten, was zur Folge hatte, dass das Plasma<sup>6</sup> undurchsichtig war. Nach 380.000 Jahren hatte sich das Universum so weit ausgedehnt, dass das Plasma auf die Temperatur von etwa 3000 K abgekühlt war, sodass sich Atome bilden konnten. Die Photonen fanden keinen Wechselwirkungspartner mehr<sup>7</sup> und konnten sich frei im Raum ausdehnen: Das Universum wurde durchsichtig und die uralten Lichtteilchen machten sich auf den Weg, was als Hintergrundstrahlung etwas von der damaligen Zeit (und sogar noch von davor) zu „erzählen“.

Die Strahlung, deren Frequenzverteilung im obigen Bild dargestellt ist, stellte sich als extrem isotrop heraus. Ein Auge, das in diesem Wellenbereich sehen könnte, würde nur eine Einheitsfarbe erkennen – allerdings erst, wenn man von einem Dipoleffekt absieht, der dadurch entsteht, dass sich unsere Erde mitsamt der ganzen Milchstraße mit einer Geschwindigkeit von 370 km/s in eine bestimmte Richtung bewegt.<sup>8</sup> Warum aber sollte das Plasma so perfekt gleichmäßig sein? Es müsste dort doch „brodeln“ – mit dichten, heißen Bereichen und entsprechend dünneren und kühleren. Man musste lange warten, bis sich 1989 – 1993 im Rahmen der COBE-Mission ein erster Hinweis auf solche Fluktuationen ergab. Erst die späteren Untersuchungen insbesondere durch die Satelliten WMAP und PLANCK zeigten das

genaue Muster der Anisotropien allerdings erst bei einer Auflösung von 1 : 100.000; das bedeutet, das Intensitätsmaximum verschiebt sich bei Änderung des Messortes am Himmel um 0,001% zu kürzeren oder längeren Wellenlängen. Indem man den ganzen Horizont abstastet, misst man nun „Flecken“ am Mikrowellenhimmel, die eine Sehwinkelgröße von maximal etwa 10 haben (zum Vergleich: Vollmond: 0,50).

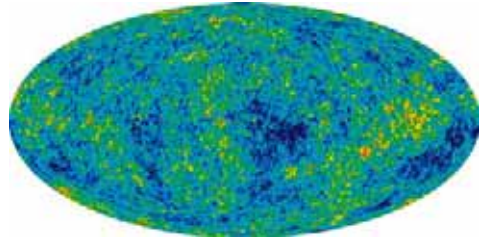


Abb. 4: Temperaturschwankungen der kosmischen Hintergrundstrahlung, gemessen durch WMAP. Rot entspricht höheren Temperaturen, blau niedrigeren Temperaturen. (BILD: NASA, gemeinfrei)

Die im Bild nun sichtbar werdenden Temperaturschwankungen entstehen übrigens nicht durch thermische Dichteunterschiede, sondern durch stehende akustische Wellen im frühen Universum (incl. Oberwellen). Wenn man die vorkommenden Sehwinkelgrößen (Fleckengrößen) gegenüber der Häufigkeit ihres Auftauchens im Bild abträgt, so erhält man eine Verteilung mit einem ausgeprägten Maximum bei 10. Eine solche Kurve nennt man Leistungsspektrum:

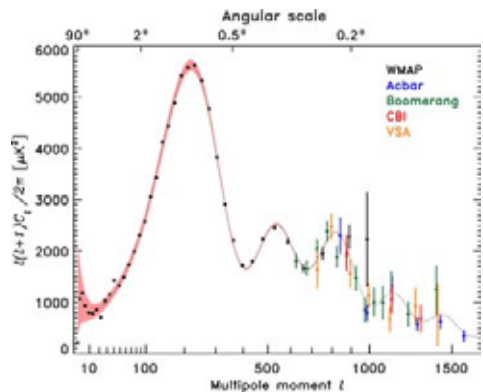


Abb. 5: Leistungsspektrum der kosmischen Hintergrundstrahlung (Autor: NASA/WMAP Science Team, gemeinfrei)

Die Lage des Maximums beim Sehwinkel von  $l^0$  würde sich allerdings seitlich verschieben, wenn unser Universum eine andere als die „flache“ (euklidische) Geometrie hätte. Simulationsrechnungen haben für „geschlossene“ Universen durchschnittlich größere, für „hyperbolische“ durchschnittlich kleinere Flecken vorausgesagt.

**Begriffserläuterung:** „Räumliche ‚Flachheit‘ ist ein technischer Begriff aus der Differenzialgeometrie und lässt sich daran festmachen, dass zwei parallele Lichtstrahlen ihren Abstand halten. Ein räumlich gekrümmtes Universum hingegen würde wie eine riesige Linse wirken, durch die die Strukturen des kosmischen Mikrowellenhintergrundes im Vergleich zu ihrer berechneten Form vergrößert oder verkleinert aussähen. Das ist aber nicht der Fall.“<sup>9</sup>

Hinweis für alle Schülerinnen und Schüler: Ihr könnt also getrost davon ausgehen, dass die Winkelsumme im Dreieck auch in großen Maßstäben  $180^\circ$  beträgt!

Informationen über eine Polarisation der Hintergrundstrahlung haben sich übrigens als übereilt herausgestellt.

Das auch in der Fachliteratur so gerne erwähnte Beispiel der „heißen Hintergrundwand“, die uns den Blick auf den Urknall verweigert, bedarf meiner Meinung nach einer Klarstellung:

Die Hintergrundstrahlung entstand, als das Universum ein „Alter“ von etwa 380.000 Jahren erreichte und zwar bei einer Temperatur von etwa 3000 K. Durch die Abkühlung auf heute 2,72 K ergibt sich eine Rotverschiebung von  $z = 1089 \pm 0,1$ . (→ Wien-Verschiebung des Maximums der Planck-Kurve eines Schwarzen Körpers) Bei anderen Objekten (z.B. Galaxien) schließt man nun von  $z$  auf die Entfernung des Objekts,

das sich mit der sich aus  $z$  ergebenden Geschwindigkeit von uns entfernt. Das hat übrigens hier nichts mit dem Doppler-Effekt zu tun; der Raum zwischen uns und den fernen Galaxien dehnt sich aus – nur dadurch entsteht die Wellenlängenänderung und der Effekt, dass sich die Galaxie von uns entfernt<sup>10</sup>.

Die 3-K-Hintergrundstrahlung trifft aber aus allen Richtungen bei uns ein, da sie im gesamten Weltall entstanden ist. Hier entfernt sich also kein „Objekt“ von uns, sondern die gemessene Rotverschiebung ist Ergebnis der Abkühlung des expandierenden Universums.

Es lässt sich somit keine „Entfernung“ der Strahlungsquelle angeben – schließlich strahlt das Weltall selbst.

Trotzdem stellt die 3-K-Mikrowellenstrahlung natürlich eine (zeitliche!) Beobachtungsgrenze dar; vor Ablauf der 380.000 Jahre war das Universum undurchsichtig, da es mit heißem Plasma erfüllt war. Erst die (Re-)Kombination der Elektronen mit den Wasserstoff- und Heliumkernen zu Atomen machte es transparent. Die bei der Bildung der Atome freiwerdende Energie wird von uns als Mikrowellenstrahlung registriert.

Die Hoffnungen, doch noch etwas mehr über das Universum zu einer Zeit direkt nach dem Urknall zu erfahren, beruhen auf weiteren Untersuchungen der Anisotropien in der CMB sowie auf völlig neuen Beobachtungsfenstern: Neutrinostrahlung und Gravitationswellen wären hier mögliche Kandidaten.

### Anmerkungen:

<sup>1</sup> Sonnenfinsternis 29. Mai 1919 (Beobachtungen koordiniert durch Eddington)

<sup>2</sup> WIKIPEDIA schreibt dazu: Aufgrund der räumlichen Verteilung anderer Galaxien sowie ihrer im Spektrum u. a. von Milton Humason nachgewiesenen Rotverschiebung postulierte der belgische Priester Georges Lemaître im Juni 1927 die Expansion des Weltalls im Einklang mit Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie. Hubble veröffentlichte zwei Jahre später mit zusätzlichen Daten denselben linearen Zusammenhang zwischen der Rotverschiebung und

der Verteilung extragalaktischer Nebel, zog jedoch nicht die physikalische Schlussfolgerung einer Expansion des Weltalls und vermutete ein bisher unentdecktes Naturprinzip hinter der Rotverschiebung. Dennoch wird in der öffentlichen Wahrnehmung diese Entdeckung Lemaitres häufig Hubble zugeschrieben.

- <sup>3</sup> Eine theoretische Berechnung der sich für eine bestimmte Temperatur ergebenden Kurve gelang Max Planck schon um 1900; man spricht in diesem Zusammenhang vom Beginn der „Quantentheorie“.
- <sup>4</sup> Man spricht von Hintergrundstrahlung, weil sie von „überall“ herzukommen scheint; englisch: Cosmic Microwave Background (CMB) oder auch Cosmic Microwave Background Radiation (CMBR)
- <sup>5</sup> Den Zusammenhang zwischen dem Maximum der Intensität der Strahlung und der Temperatur liefert das Wiensche Verschiebungsgesetz.
- <sup>6</sup> Auch der leuchtende Teil einer Kerzenflamme ist undurchsichtiges Plasma.
- <sup>7</sup> Man nennt diesen Vorgang „Rekombination“ – wobei die Vorsilbe „re-“ eigentlich falsch ist!
- <sup>8</sup> Bezugssystem ist dabei die Hintergrundstrahlung (als absolutes Bezugssystem).
- <sup>9</sup> Alexander Knochel: Neustart des LHC: neue Physik (Springer Spektrum – essentials) – Seite 15 (Anmerkung)
- <sup>10</sup> Nur für „nahe“ Galaxien liefern die Formeln des Doppler-Effektes ein richtiges Ergebnis!

## Sternfreunde intern

### Eintritte

Julia Oeding Erdel, Michael Schnabel, Joachim Kirschner, Philipp Schmidtko, Daniel Schulze Wettendorf, Franziska Brüggemann, Jörg Meier, Bernd Lütkenhöner, Dr. Tobias Jogler,

### Austritte

Elisabeth Rickers, Josef Rickers, Julian Kirchhoff, Zachari Gueorguiev, Ronja Schlagheck, Anke Schaffrinna, Oliver Schmidt

## Lustiges Silbenrätsel

### Auflösung

1. Abfolge von Köpfen  
**Hauptreihe**
  2. Wenn einer ein Begrüßungswort falsch schreibt  
**Halo**
  3. Beleuchtungseinheit am nördlichsten oder südlichsten Punkt der Erde  
**Pollux**
  4. Münsterspezifische Fortbewegungsmittel, welche allerdings nicht für tiefere Lagen bestimmt ist  
**Hoehenraeder**
  5. Standpunkt eines chirurgischen Eingriffes  
**Opposition**
  6. Setze „h“ statt „f“ bei heimischer Frucht.  
**Aphel**
  7. Extrabegehung unter Anleitung für einen, der zu spät kam  
**Nachfuehrung**
  8. Hülsenfrucht, die nicht mehr weiter will.  
**Umkehrlinse**
  9. Allererste Austrittsöffnung des Darms.  
**Uranus**
  10. Halber Durchmesser eines komplett sehr dunklen Verkehrszeichens  
**Schwarzschildradius**
  11. „@Luft“ in englisch  
**Atair**
  12. Gruppe von allerbesten Schülern  
**Groessenklasse**
  13. Kleiner flacher runder Gegenstand, der dekliniert wird  
**Beugungsscheibchen**
  14. Ort ohne Ausdehnung, der nicht spät rechts ist  
**Fruehlingspunkt**
- Das Lösungswort lautet:  
**Polhoehenwiege**
- Der glückliche Gewinner:  
Daniel Spitzer



# Was? Wann? Wo



## Astronomie – Unser Hobby:

Gemeinsame Beobachtung • Astrofotografie • Startergruppe  
 • Mond- & Sonnenbeobachtung • Beratung beim Fernrohrkauf  
 • öffentliche Vorträge über astronomische Themen • Vereinszeitung

Wer sich mit dem faszinierenden Gebiet der Astronomie näher beschäftigen möchte, ist herzlich eingeladen, zu einem unserer öffentlichen Treffen zu kommen. Unsere Mitglieder beantworten gerne Ihre Fragen.



## Öffentliche Veranstaltungen

Wir veranstalten Vorträge über aktuelle astronomische Themen an jedem 2. Dienstag des Monats. Öffentliche Beobachtung vor dem LWL-Museum für Naturkunde. Aktuelle Infos über unsere Homepage!

[www.sternfreunde-muenster.de](http://www.sternfreunde-muenster.de). Alle Veranstaltungen sind kostenlos!

### Vortragsthemen:

#### **08. Mai: Einstein und die Sonnenfinsternis - Bernd Gärken**

Die letzte Sonnenfinsternis in Deutschland fand am 11.8.1999 statt. Damals hatten viele Beobachter Pech und standen im Regen. Doch die Himmelsmechanik ist zyklisch und Sonnenfinsternisse wiederholen sich in einem Abstand von 18 Jahren und 10,3 Tagen. Diese Periode nennt sich Saroszyklus. Am 21.8.2017 war die Wartezeit vorbei und der Nachfolger unserer Finsternis sollte in den USA sichtbar sein. Mehr als 100.000 Sofi-Touristen aus aller Welt machten sich auf den Weg, um dieses Himmelschauspiel zu erleben. Das Medienecho war gewaltig, denn der Finsternispfad lief von Küste zu Küste quer durch die USA. Auf der Totalitätszone lagen mehr als ein Dutzend Bundesstaaten und die partielle Phase war in den gesamten USA zu sehen. Daher wurde die Finsternis trotz der

kurzen Dauer von nur 2,3min als „Great American Eclipse“ bezeichnet. Die besten Wetterchancen gab es im Windschatten der Rocky Mountains. Im dünn besiedelten Wyoming war der Himmel klar, und das Ereignis konnte bei besten Bedingungen beobachtet werden. Der Vortrag berichtet von den Ergebnissen und Erlebnissen der erfolgreichen Reise in den Wilden Westen der USA.

**12. Juni: NN**

**10. Juli - Sommerpause**

**14. August - Sommerpause**

**Ort und Zeit: Multifunktionsraum des LWL-Museums für Naturkunde / 19.30 Uhr**



