



Die Himmelspolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.



63

07/20

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,
für Mitglieder frei

KUGELSTERNHAUFEN

Lohnende Objekte für Astrofotografen

MAX PLANCKS NOBELPREISREDE 1920

Ein historischer Abriss des Wirkungsquantums

Die Himmelspolizey
Jahrgang 16, Nr. 63
Lilienthal, Juli 2020

Inhalt

| | |
|---|-----------|
| Die Sterne..... | 3 |
| Filtertechniken im Einsatz: | |
| <i>Neue Möglichkeiten für CMOS-Farbkameras.....</i> | <i>4</i> |
| Wie kam Planck auf h?..... | 11 |
| Kugelsternhaufen | |
| <i>Auch bei hellem Himmel ein lohnendes Ziel.....</i> | <i>15</i> |
| C/2019 Y4 (ATLAS) - der zerbrochene Komet..... | 17 |
| Krater Schroeter und das sogenannte Mondwerk..... | 21 |
| Noch mehr Satelliten?..... | 23 |
| Geschichten vom Telescopium Lilienthal | |
| <i>Beitrag 14: Elektrotechnik, Energie und die Sonne.....</i> | <i>24</i> |
| Was machen die eigentlich? | |
| <i>Sternpopulationen.....</i> | <i>27</i> |
| Ist das Teleskop noch zu retten? | |
| <i>Reparatur des LX 200.....</i> | <i>28</i> |
| Impressum..... | 31 |
| Erratum..... | 31 |
| Neues aus der Bibliothek..... | 32 |

Kugelsternhaufen sind in unserer Galaxis im Halo zu finden. Bisher sind 150 Objekte entdeckt worden, von denen M 13 eines der bekanntesten und hellsten ist. Er ziert deshalb das Titelbild der Juli-Ausgabe der Himmelspolizey. Doch auch viel näher gelegene astronomische Objekte sind einen visuellen Besuch wert, besonders wenn sie uns, wie die Kometen, ebenfalls besuchen. Hans-Joachim Leue berichtet. Zum Glück hat die AVL einige funktionierende Teleskope, wie das jüngst reparierte DX200 - Volker Kunz sei Dank.

Titelbild: Messier 13, der berühmte Kugelsternhaufen im Sternbild Herkules.
Bild: Gerald Willems.



Die Sterne liebe Freunde, lassen sich von dem Virus, das uns so sehr belastet, überhaupt nicht beeindrucken. Sie leuchten weiterhin am Nachthimmel und nehmen nicht die geringste Notiz davon, was sich auf diesem unscheinbaren bläulichen Planeten abspielt. Seit Anfang März hat dieses winzige Corona-Biest unser Leben enorm verändert. Und noch immer ist unser Vereinsleben regelrecht auf Eis gelegt. Nach wie vor dürfen wir uns nicht treffen – weder unsere Veranstaltungen noch die Treffen unserer Arbeitsgruppen sind möglich. Gerade haben wir unsere zweite Vorstandssitzung als Telefonkonferenz durchgeführt, wobei die Tagesordnung zur Vorhergehenden kaum Veränderungen aufwies. Das, was zu besprechen ist, verändert sich zurzeit nur wenig. Wir hoffen, dass zumindest die Treffen des Vorstands und der AGs noch vor der eigentlichen Sommerpause wieder erlaubt sein werden. Wir werden darüber beraten, was im Herbst nachgeholt werden kann.

Auch der Betrieb des Telescopiums kann zurzeit nicht so laufen wie es eigentlich sein sollte. Dabei ist die Gründung der neuen Telescopium-AG zwar sehr erfreulich, nur konnte sich diese AG gerade einmal zu ihrer Gründung treffen. Die jetzt erforderlichen weiteren Treffen und Ausrichtungen für die Zukunft wurden von diesem "Shutdown" gerade in dieser wichtigen Phase kalt erwischt. Immerhin sollen es bald wieder Führungen am Gerät geben, wenn auch mit tiefgreifenden Einschränkungen. Direkte Beobachtungen am Okular sind beispielsweise abso-

lut tabu. Wir werden in den kommenden Tagen sehen, was sich umsetzen lässt.

Bei all den unglückseligen Geschehnissen sollten wir unsere Leidenschaft für den Kosmos aber nicht vergessen. Denn Astronomie geht auch zu diesen Corona-Zeiten. Meist sind wir eh allein, wenn wir den Blick zum Nachthimmel richten. Jetzt, wo in unseren geografischen Breiten die weißen Nächte begonnen haben, bleiben uns viele Objekte des Kosmos verwehrt. Die Sonne steht um Mitternacht nicht einmal mehr 14 Grad unter dem Nordhorizont, was bedeutet, dass es selbst um diese Zeit nicht mehr wirklich dunkel werden kann. Da sind aber unsere Planeten, die auch bei aufgehelltem Himmel etwas zu bieten haben.

Die Venus, war zuletzt als „Abendstern“ im Westen sichtbar, hat sich inzwischen aber unter den Westhorizont verabschiedet. Im Osten tauchen aber in der zweiten Nachthälfte Jupiter und Saturn auf und etwas später gesellt sich Mars dazu. Erstgenannte erreichen zwar nur geringe Höhe, lohnen eine Beobachtung aber in jedem Fall.

Objekte des tiefen Himmels sind zu dieser Zeit nicht so einfach beobachtbar. Die Beobachtung von Galaxien und leuchtende Gasnebel müssen auf den Spätsommer warten – ab Mitte August geht da wieder etwas.

Auf eine Ausnahme möchte ich bei dieser Gelegenheit aber hinweisen: Sternhaufen beider Gattungen haben auch jetzt von ihrem Reiz nichts verloren. Da sind zum einen die offenen Sternhaufen, von denen das Band der Milchstraße geradezu übersät ist. Hier lohnt es sich vom

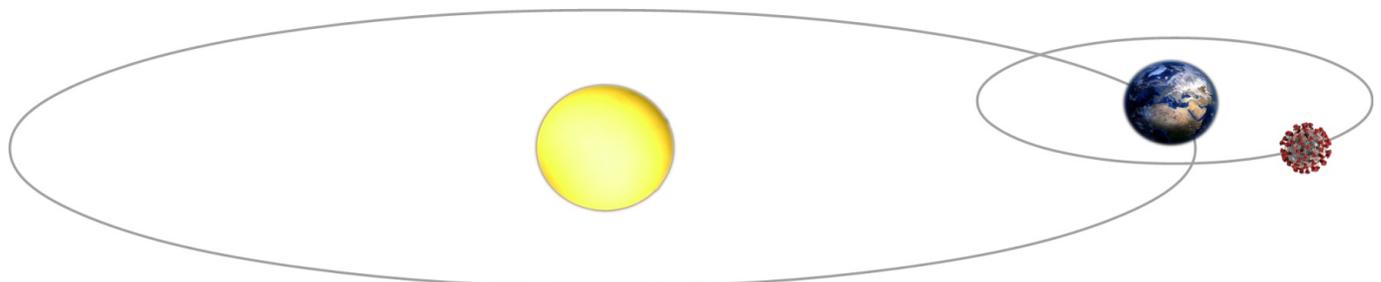
Liegestuhl aus mit einem Feldstecher (vielleicht bei einem Glas Rotwein) die Milchstraße „entlangzuwandern“ und bis hinunter zum Horizont nach Ansammlungen von Sternen Ausschau zu halten.

Und dann sind noch Kugelsternhaufen am Himmel zu finden, die allerdings etwas größeres Instrument zur Beobachtung verlangen. Die im Messierkatalog verzeichneten Kugelhaufen lassen sich von uns Amateuren ausgezeichnet auffinden und beobachten. M 53 im Haar der Berenike oder M 92 im Herkules bieten sich zur Beobachtung an. Und natürlich nicht zu vergessen, M 13, der große Kugelhaufen ebenfalls im Herkules. Bitte beachtet auch den Beitrag zu den aktuellen Kugelsternhaufen in diesem Heft.

Lassen wir uns also nicht auch noch unsere Leidenschaft, die Astronomie, verhaseln. Es wird sicher noch etwas dauern, bis wieder Normalität, wie immer sie dann aussieht, eintreten wird. Wir im Vorstand und in den Arbeitsgruppen warten sehr darauf, auch mit euch wieder zusammenkommen zu können. Liebe AVL-Mitglieder, liebe Freunde, genießt den Sommer so gut es geht. Bleibt vor allem gesund und bewahrt euch den Blick auf die wirklich wichtigen Dinge.

Herzliche Grüße,

Gerald Willems, Vorsitzender



FILTERTECHNIKEN IM EINSATZ:

Neue Möglichkeiten für CMOS-Farbkameras

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Die heutige Filtertechnik ist die Grundlage der digitalen Fotografie, ohne die wir heute auch mit Farbkameras nur s/w-Bilder machen würden. Denn bei Farbkameras sitzt vor dem Fotosensor die sog. Bayer-Matrix, die sich zu 50% aus Grün und jeweils 25% aus Rot und Blau zusammensetzt. Um die zunehmende Lichtverschmutzung zu kompensieren oder Falschfarbenaufnahmen mittels Hubble-Palette aufnehmen zu können, werden in der Astrofotografie zusätzlich oftmals gerne Filter vor die CCD-/CMOS-Kamera gesetzt. Dafür wurden bisher meistens Monochrom-Kameras verwendet, da diese keine Bayer-Matrix besitzen und dadurch jeder Pixel die größtmögliche Empfindlichkeit hat. Nachteilig ist aber, dass das gleiche Himmelsobjekt mehrfach aufgenommen werden muss. Spielt dabei das Wetter nicht mit, fehlt der Aufnahme beispielsweise die Farbinformation. Aufgrund der Weiterentwicklung der Farbkameras und der Nutzung als sog. One Shot Camera (OSC) für eine Aufnahme, sind diese inzwischen ebenfalls sehr beliebt in der Astrofotografie. Auch hier kann man zusätzliche Filtertechnik verwenden. Wie gut dies inzwischen geht und welche Möglichkeiten es gibt, soll dieser Artikel aufzeigen.

Lichtverschmutzung

Die Lichtverschmutzung ist heute der größte Feind für den ambitionierten Hobby-Astronomen. Während man es in der Stadt gewohnt ist nur noch Sternbilder zu erkennen oder helle Objekte wie Planeten und Mond beobachten zu können, wird dies in den Stadtrandgebieten auch immer mehr zur Realität. Denn die Lichtverschmutzung nimmt immer mehr zu. Eine veröffentlichte Studie des Deutschen Geo-Forschungszentrums (GFZ)

aus dem Jahr 2018 [1] bestätigt, dass in den meisten Bundesländern die nächtliche Beleuchtung zunimmt: sowohl in der Fläche, als auch in der Helligkeit. Dies liegt nach der Studie vor allem an dem Wechsel der Außenlampen hin zur LED-Beleuchtung. Denn in den meisten Fällen wird der geringere Strombedarf von LED-Lampen für eine größere Ausleuchtung genutzt oder die Lampen werden falsch angebaut, wodurch sie in den Himmel abstrahlen, statt ihrem eigentli-

chen Grund nachzugehen und den Boden zu beleuchten. Der von einem internationalen Wissenschaftlerteam herausgegebene Weltatlas der Lichtverschmutzung [2] lässt erkennen, dass künstliche Beleuchtung inzwischen massiv unseren Nachthimmel weltweit erhellt. So leben ca. 80% der Weltbevölkerung inzwischen unter einem lichtverschmutzten Himmel – in Europa und den USA sind es sogar 99% der Bevölkerung. Die Nacht verschwindet laut dieser Studie zunehmend, da die Größe der beleuchteten Fläche um rund 2% pro Jahr zunimmt.

Die Webseite Lightpollutionmap [3] stellt eine weltweite Karte zur Verfügung, die die aktuelle Lichtverschmutzung festhält und für den eigenen Ort wiedergibt. Die Landkarte vereint VIIRS¹⁾, DMSP²⁾, Weltatlas-Overlays und IAU-Observatorien miteinander und zeigt die SQM³⁾-Ergebnisse ihrer Nutzer. Das heißt, man kann sich sogar an der Aktualität dieser Lichtverschmutzungskarte selbst beteiligen, um sie ständig auf den neusten Stand anzupassen. Abbildung 1 zeigt diese Karte für den Raum Bremen/Lilienthal und lässt erkennen, dass man hier

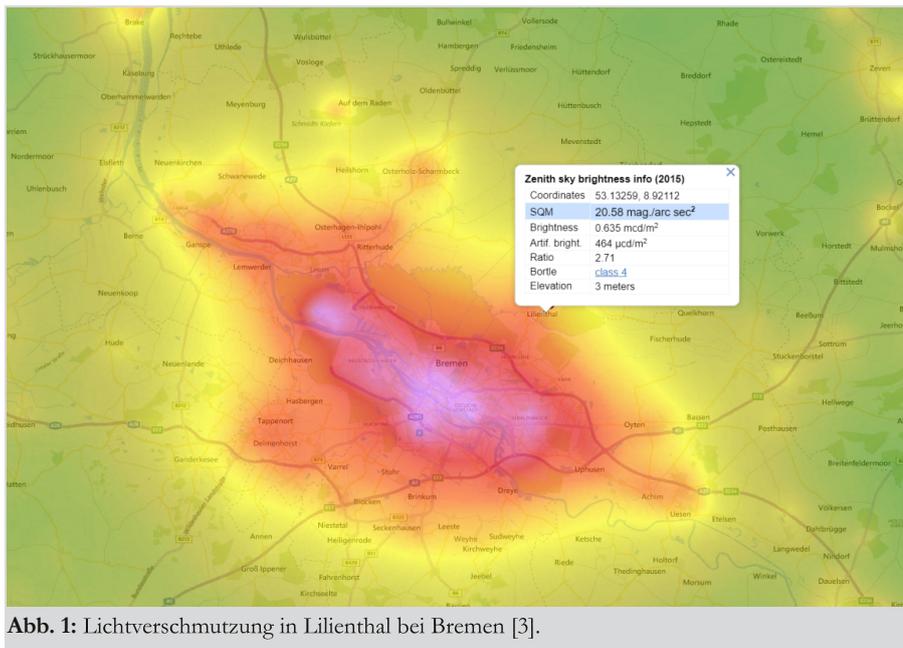


Abb. 1: Lichtverschmutzung in Lilienthal bei Bremen [3].

1) Visible Infrared Imaging Radiometer Suite.

2) Defense Meteorological Satellite Program

3) Sky Quality Meter: Messung der Helligkeit des Nachthimmels in Magnituden pro Bogensekunde-Quadrat

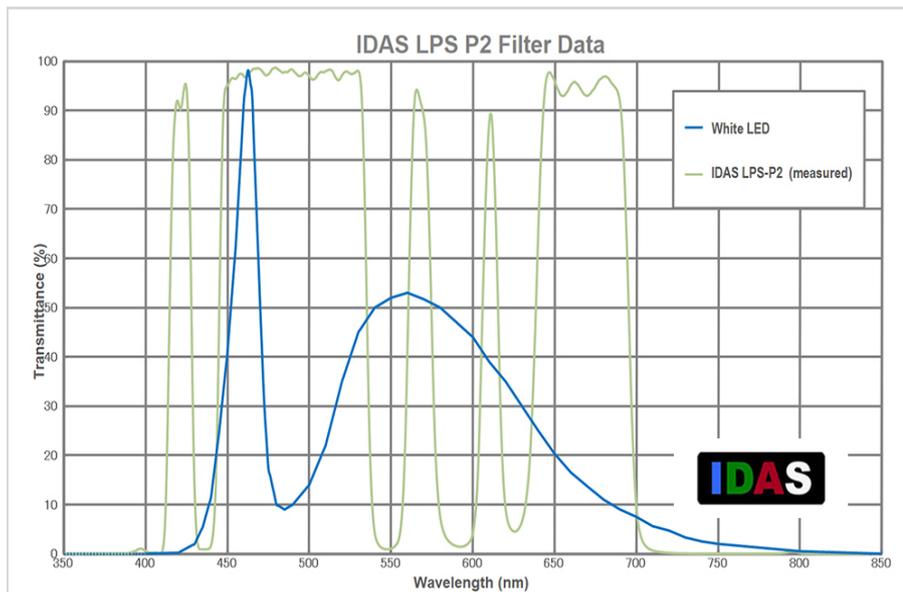


Abb. 2: Transmissionskurve des IDAS-Filters LPS-P2 von Hutech [4].

mit einem SQM-Wert von 20,58 mag/arcsec² rechnen kann. Je bläulicher die Karte gefärbt ist, desto besser ist die Himmelsqualität. Wie man an dieser Stelle erkennen kann, fehlt die Farbe Blau gänzlich. Optimalere SQM-Werte liegen in Deutschland eher bei 21,79 mag/arcsec². Als Bortle-Skala⁴⁾ wird der Wert 4 in Lilienthal angegeben, was es immerhin ermöglicht, dass man die Milchstraße strukturlos erkennen sollte. Allerdings sind die Wolken deutlich durch die Lichtverschmutzung aufgehellt und am Horizont ist die Lichtaufhellung ebenfalls klar erkennbar. Daher ist der Einsatz von Filtertechnik hier unabdingbar, um Galaxien oder Nebelstrukturen optimal erkennen oder aufnehmen zu können.

Filtertechnik und Bayer-Matrix

Bei Filtertechniken haben sich dabei der Einsatz eines CLS-Filters bei astromodifizierten DSLR-Kameras oder eines IDAS-Filters bei gekühlten CMOS-Farbkameras durchaus bewährt. Beim CLR-Filter heben sich dabei der Grünstich des Filters und der Rotstich der DSLR-Kamera ohne Infrarot-Sperrfilter quasi ge-

genseitig auf. Während der CLS-Filter daher auch in stark lichtverschmutzten Gegenden noch gute Ergebnisse liefert, kann der IDAS-Filter auch an einem optimalen Standort eingesetzt werden, um mehr Struktur aus Nebeln und Galaxien herauszuarbeiten. Dies wurde in Namibia auf der Kiripotib-Farm im Mai/Juni 2019 ausprobiert, die mit dem optimalen SQM-Wert von 22 mag/arcsec² und dem Bortle-Wert von 1 aufwarten kann. Trotz dieses ungetrübten Himmels waren mit IDAS-Filter noch leichte Verbesserungen bei den Aufnahmen auszumachen. Positiv kommt hinzu, dass dieser Filter keine Farbverfälschung aufweist, da er über das gesamte Spektrum arbeitet. Beim CLS-Filter ist hingegen eine Farbanpassung bei der späteren Bearbeitung unumgänglich. Dies hält sich aber bei modifizierten DSLR-Kameras im Rahmen.

Man setzt daher auch bei Farbkameras Filtertechnik ein, aber wie wirkt sich dies auf die Empfindlichkeit aus? In der Kamertechnik wird die Empfindlichkeit eines Fotosensors anhand seiner Quanteneffizienz (QE) beschrieben. Sie drückt die prozentuale Anzahl von Photonen aus, die in den einzelnen Pixeln des

Sensors Elektronen auslösen, die für die Bildinformation gespeichert werden können. Bei Farbkameras verringert sich die Quanteneffizienz gegenüber Monochrom-Kameras bereits durch die eingebaute Bayer-Matrix. Diese rekonstruiert die fehlenden Farben des Filtermusters RGBG durch Interpolation (Zwischenwertermittlung) der Nachbarpixel. Das heißt, aus bekannten Pixelwerten eines Bildes werden die neuen Werte mittels Interpolationsalgorithmen berechnet. Dafür gibt es zahlreiche unterschiedliche Interpolationsmethoden, die unterschiedliche Ergebnisse produzieren. Dies liegt in der Auswertung der bekannten Pixelwerte begründet und der daraus resultierenden Festlegung der neuen Bildinhalte. Die Gemeinsamkeit aller Interpolationsmethoden hat damit Auswirkung auf den Inhalt von Punktdichte und Farbtiefe. Die Qualität des fertigen Bildes wird dadurch auf jeden Fall herabgesetzt. Auch wird jedes Bild durch den Interpolationsvorgang etwas an Schärfe verlieren, wodurch die Detailtiefe beim späteren Bildergebnis etwas leidet. In DSLR-Kameras kommen teilweise neben der Bayer-Matrix weitere Filter (z.B. Tiefpass-, IR-Sperrfilter) zum Einsatz, die die Qualität ebenfalls negativ beeinträchtigen können. Aus diesem Grund wird beispielsweise bei einer modifizierten DSLR-Kamera der IR-Sperrfilter entfernt.

Filter sind grundsätzlich für verschiedene Bereiche des Lichtspektrums ausgelegt und blockieren einen bestimmten Bereich oder lassen definierte Wellenlängen durch. Der Wellenlängenbereich, in dem der Filter das Licht durchlässt, wird dabei als Transmissionsfenster bezeichnet. Seine Breite wird durch die Halbwertebreite FWHM (Full Width at Half Maximum)⁵⁾ angegeben. Das Transmissionsfilter sollte steile Flanken besitzen, um das ge-

4) Bortle-Skala: gibt das Ausmaß der Lichtverschmutzung eines astronomischen Beobachtungsstandorts ohne optische Hilfsmittel an.

5) FWHM: sagt etwas über die Qualität (Bildunschärfe) einer CCD-Aufnahme aus und ist dementsprechend von der Fokussierung und dem Seeing abhängig

wünschte Spektrum optimal durchlassen zu können und um unerwünschte Spektren auszuschließen. Abbildung 2 zeigt ein Beispiel anhand des IDAS-Nebelfilters. Er soll zum einen die Quellen künstlichen Streulichts kompensieren und zum anderen die natürlichen Farben nicht beeinträchtigen. Dies gilt allerdings besonders für die Filterung von Quecksilber- und Natriumdampflampen, denn in Abbildung 2 kann man auch gut erkennen, dass weißes LED-Licht kaum gefiltert werden kann. Man kann aber auch erkennen, dass $H\alpha$ - und OIII-Linien durchgelassen werden. Bei einem aufgehellten Stadthimmel ist dadurch eine doppelt so lange Belichtung möglich, bevor der Himmelshintergrund durchkommt. Das Himmelsobjekt erscheint vor dem Hintergrund kontrastreicher. Dabei ist der Filter sowohl für Nebelgebiete, als auch für Galaxien, Sternhaufen und Kometen einsetzbar.

Auf der anderen Seite lassen sich nicht nur bestimmte Spektren blockieren, sondern auch bestimmte Wellenlängen explizit durchlassen. Schmalbandfilter arbeiten so, um beispielsweise nur die Wasserstofflinien $H\alpha$ oder $H\beta$ wahrnehmen zu können. So wird auch nach der bekannten Hubble-Palette aufgenommen, indem drei Schmalbandaufnahmen in $H\alpha$ (Wasserstoff), SII (Stickstoff und Schwefel) und OIII (Sauerstoff) zu einem Falschfarbenbild kompensiert werden. Das heißt, es wird SII = Rot, $H\alpha$ = Grün und OIII = Blau zugeordnet. Damit stimmt, bis auf SII, die Farbe der Emissionslinie nicht mehr mit der Realität überein, aber die Reihenfolge im Spektrum bleibt immerhin erhalten. Durch die Falschfarbendarstellung kann die Nebelstruktur wesentlich besser herausgearbeitet werden, insbesondere die Schockfronten und Dunkelnebel. Zudem lässt sich für die wissenschaftliche Auswertung erkennen, welche Elemente in den Gasnebeln oder Galaxien enthalten sind. Solche Falschfarbenaufnahmen

werden allerdings mit reinen Monochromkameras angefertigt, um die bestmögliche Auflösung und Empfindlichkeit zu erhalten. Und durch die Hubble-Bilder ist die Hubble-Palette auch bei ambitionierten Astrofotografen sehr beliebt.

Trotzdem sind theoretisch auch mit Farbkameras beispielsweise $H\alpha$ -Aufnahmen möglich, wie beide Bilder der Abbildung 3 zeigen, die 4,5 Stunden Gesamtblichtung beinhalten. Allerdings wird in diesem Fall nur der Rotfilter der Bayer-Matrix ausgenutzt. Das heißt, dass 3/4 der Sensorfläche ungenutzt bleiben. Zudem ist die Reproduktion der Sternfarben nicht mehr möglich. Die linke Aufnahme in Abbildung 3 wurde dabei als normale Farbaufnahme behandelt, während die rechte Aufnahme die eher übliche $H\alpha$ -Darstellung zeigt. Die Farbdarstellung war möglich, indem im Programm Deep Sky Stacker (DSS) die Super-Pixel-Methode beim Stacken ausgewählt wurde. Diese Methode verzichtet auf eine Bayer-Matrix-Interpolation, um aus RGB alle Primärfarben zu gewinnen, und erstellt stattdessen ein Super-Pixel aus jeder Pixel-Vierergruppe (RGBG). Jeder dieser Vierergruppen enthält alle Informationen über die Primärfarben und die Luminanz, die benötigt werden. Durch den $H\alpha$ -Filter dominiert dabei na-

türlich die Farbe Rot. Für $H\alpha$ -Bildverarbeitung wird dies von DSS empfohlen. Allerdings wird durch die Pixel-Vierergruppe die Bildgröße auch auf ein Viertel verkleinert. Die Bildergebnisse sprechen aber für sich und mit einer Farbkamera holt man so das Beste aus dem vorhandenen Bildmaterial heraus. Bei Monochromkameras würde man allerdings anders vorgehen und die Auflösung natürlich so belassen.

Bildergebnisse mit $H\alpha$ und RGB

Der Pelikannebel selbst hat mit ca. 25 Bogenminuten fast die Größe des Mondes am Himmel. Seit seiner Entdeckung im Jahr 1891 durch Max Wolf wurde der Nebel deutlich heller. Durch die $H\alpha$ -Aufnahme kommen der Elefantenrüssel sowie die Dunkelwolken und Ionisationsfronten wesentlich besser zum Vorschein, wie die Abbildung 3 zeigt. Der Einsatz eines $H\alpha$ -Filters hatte sich also gelohnt. Ein markantes Detail von IC 5070 ist eine Dunkelwolke, die Elefantenrüssel genannt wird und im Hinterkopf des Pelikans sitzt. Sie besitzt sogar eine eigene Katalogbezeichnung: IC 5067. Am Ende des Elefantenrüssels entstehen neue Sterne, wie seine Jets es verraten, mit deren Hilfe der junge Stern überschüssigen Drehimpuls der auf ihn

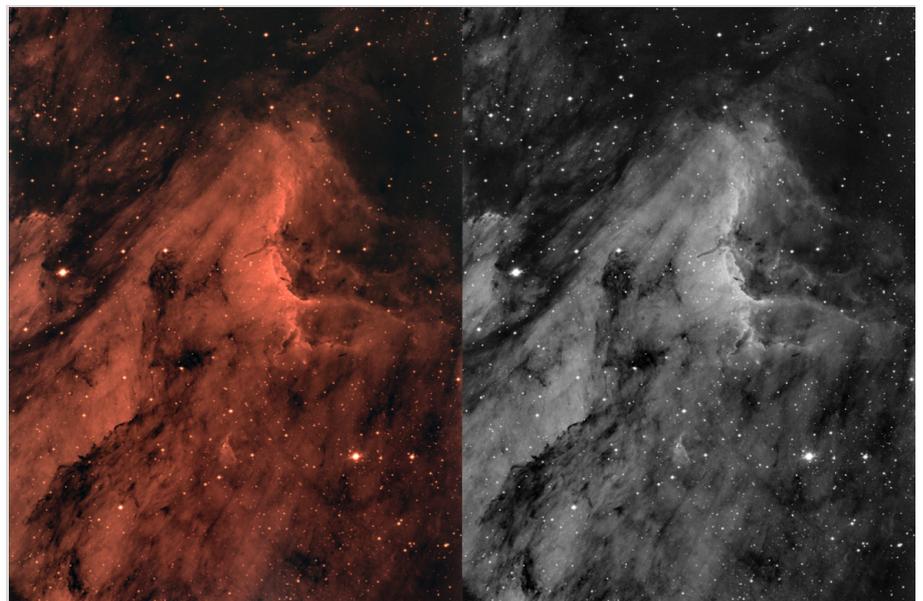


Abb. 3: Pelikannebel (IC 5070) als reine $H\alpha$ -Aufnahme mit Astronomik-Filter ASHA12.

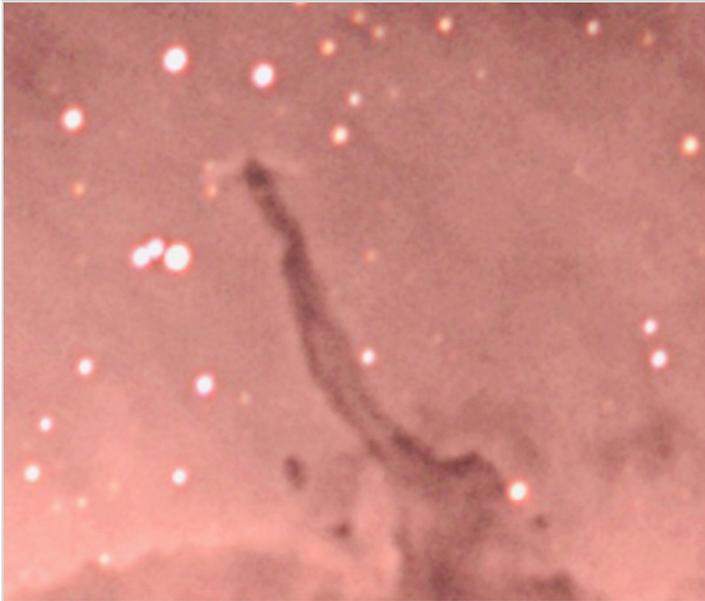


Abb. 4: Bildausschnitt der Sternentstehung am Ende des Elefantenrüssels im Pelikannebel.

niederfallenden Gaswolken los wird. Abbildung 4 zeigt einen Bildausschnitt, der nur den Elefantenrüssel enthält und bei dem man diese Jets am Ende sehen kann, obwohl diese Aufnahme nur mit 560 mm Brennweite gemacht wurde.

Wenn man nun ein $H\alpha$ -Bild mit einer RGB-Aufnahme kombiniert, können auch die Sternfarben fast ganz wieder zurückgewonnen werden. Denn die $H\alpha$ -Aufnahme wird dann als reine Luminanz-Aufnahme verwendet, so dass die Farbe hauptsächlich von den RGB-Bil-

dern kommt. Wie ein solches Bildergebnis aussehen kann, zeigt das Bild des Nordamerikanebels (NGC 7000), der in Abbildung 5 liegend dargestellt wird. Es handelt sich hierbei ebenfalls um einen diffusen Gasnebel im Sternbild

Schwan, der dem nordamerikanischen Kontinent

sehr ähnlich sieht. Er besteht überwiegend aus Wasserstoff, der teilweise in ionisierter Form (HII) auftritt und sichtbares Licht in Form tieferer Strahlung emittiert. Das Bild zeigt nur einen Ausschnitt des gesamten Nebels, der auch als „Große Wand“ bezeichnet wird. Es zeigt den südlichen Teil des Nordamerikanebels, also quasi Mexiko mit dem Golf von Mexiko. Das Gebiet „Großen Wand“ (BCR 31) mit den dichten angrenzenden dunklen Staubwolken kann auf dem Bildausschnitt in Abbil-

dung 5 sehr gut erkannt werden. Sie bilden die scharfe Grenze zu einer ausgeprägten Molekülwolke, die sich südöstlich davon erstreckt. Der Nebel wurde 1786 von Wilhelm Herschel entdeckt. NGC 7000 war eines der ersten Objekte, die fotografisch nachgewiesen werden konnten.

Die Abbildung 5 wurde in drei Nächten aufgenommen und besitzt eine Gesamtbelichtung von 14 Stunden. Als Teleskop kam ebenfalls das SC-Teleskop C11 von Celestron mit HyperStar-Reducer zum Einsatz. Die Einzelbelichtungen betragen 2 min mit der ASI183MCpro, damit kein Verstärkerglühen der Kamera im Bild auftritt. Im Grunde wurden daher die gleichen Rahmendaten verwendet, wie beim Pelikannebel. Nur das in diesem Fall $H\alpha$ - und RGB-Aufnahmen miteinander kombiniert wurden, wovon die Aufnahme hinsichtlich Struktur- und Detailtiefe profitiert.

Duofilter-Technik

Nachdem nun der Unterschied zwischen Breitband- und Schmalbandfiltern (IDAS und $H\alpha$) verdeutlicht wurde, widmen wir uns an dieser Stelle den neuen Dual-Band-Passfiltern, die auch Duofilter genannt werden. Sie gehören quasi zu den Schmalbandfiltern, nehmen sich aber verschiedene Wellenlängen gleichermaßen vor. So kann der L-eNhanze Dual-Bandpassfilter von Optolong die Spektralbereiche $H\alpha$ (656 nm), $H\beta$ (486,1 nm) und O-III (501 nm) gleichermaßen durchlassen. Dies ist besonders für Farbkameras interessant, denn die durchgelassenen Bereiche werden auf die Bayer-Matrix entsprechend verteilt ($H\alpha$ = Rot, $H\beta$ = Blau, OIII = Grün). Das heißt, es wird anders als bei einer $H\alpha$ -Aufnahme mit einer Farbkamera die gesamte Bayer-Matrix ausgenutzt. Diese Filter sind daher speziell für die sog. One Shot Cameras (OSC) entwickelt worden. Dadurch kommt man sehr nah an die Empfindlichkeit einer Monochromka-



Abb. 5: Nordamerikanebel (NGC 7000) mit Großer Wand als kombinierte $H\alpha$ -/RGB-Aufnahme.

mera heran, da alle Pixel gleichermaßen genutzt werden können. Aktuell haben die Hersteller STC, Optolong und ZWOptical diesen neuen Filtertyp im Einsatz. Die hier gezeigten Aufnahmen aus Abbildung 7 und 8 sind mit dem Optolong-Filter erstellt worden, dessen Transmissionskurven die Abbildung 6 zeigt. Wie man erkennen kann, werden H β , H α und OIII mit über 90% durchgelassen. Alle anderen Wellenlängen werden abgeschnitten.

Bildergebnisse mit dem Duofilter

Soweit also die Theorie. Jetzt musste der Duofilter in der Praxis zeigen, was er wirklich abbilden kann. Das war Ende des Jahres 2019 zwar aufgrund der Wetterlage nicht häufig möglich, aber doch an einigen Abenden mit relativ kurzen Belichtungszeiten machbar. Ein solcher Abend, der mit ca. 2-3 Stunden ein enges Aufnahmefenster bot, war der 30. November. Bis das Teleskop ausgekühlt und

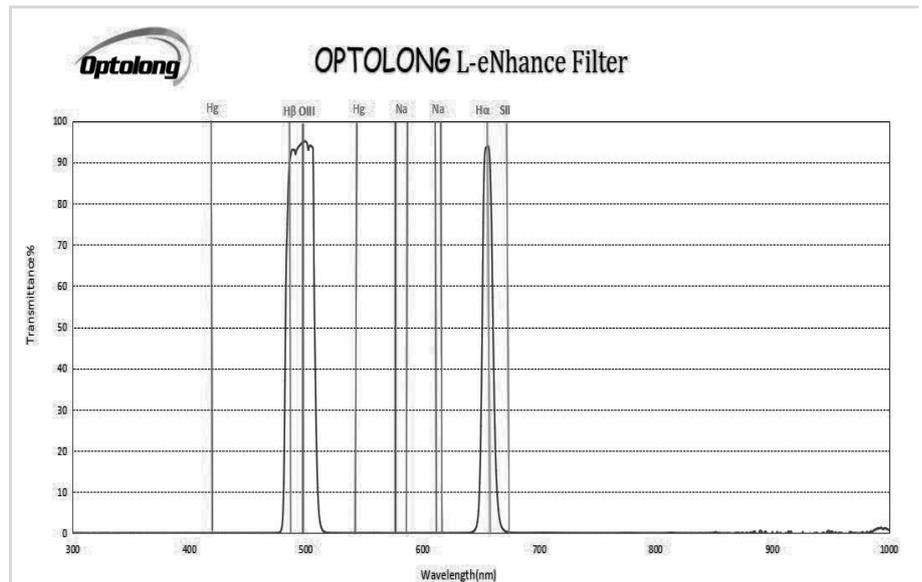


Abb. 6: Transmissionskurven des L-eNChance-Filters von Optolong [5].

alles richtig eingestellt ist, vergeht bei mir meistens eine Stunde, so dass am Ende nur 1,5 Stunden Belichtungszeit zur Verfügung standen, um den Crescent-Nebel NGC 6888 aufzunehmen.

Dabei handelt es sich um einen 5.000 Lichtjahre entfernten Emissionsnebel im

Sternbild Schwan, der auch als Sichelnebel bezeichnet wird. Er wird von einem sog. Wolf-Rayet-Stern (WR 136) beleuchtet und wurde vermutlich auch ursprünglich von ihm abgestoßen. Solche Sterne zählen zu sehr massereichen und heißen Sternen, die enorm starke Stern-

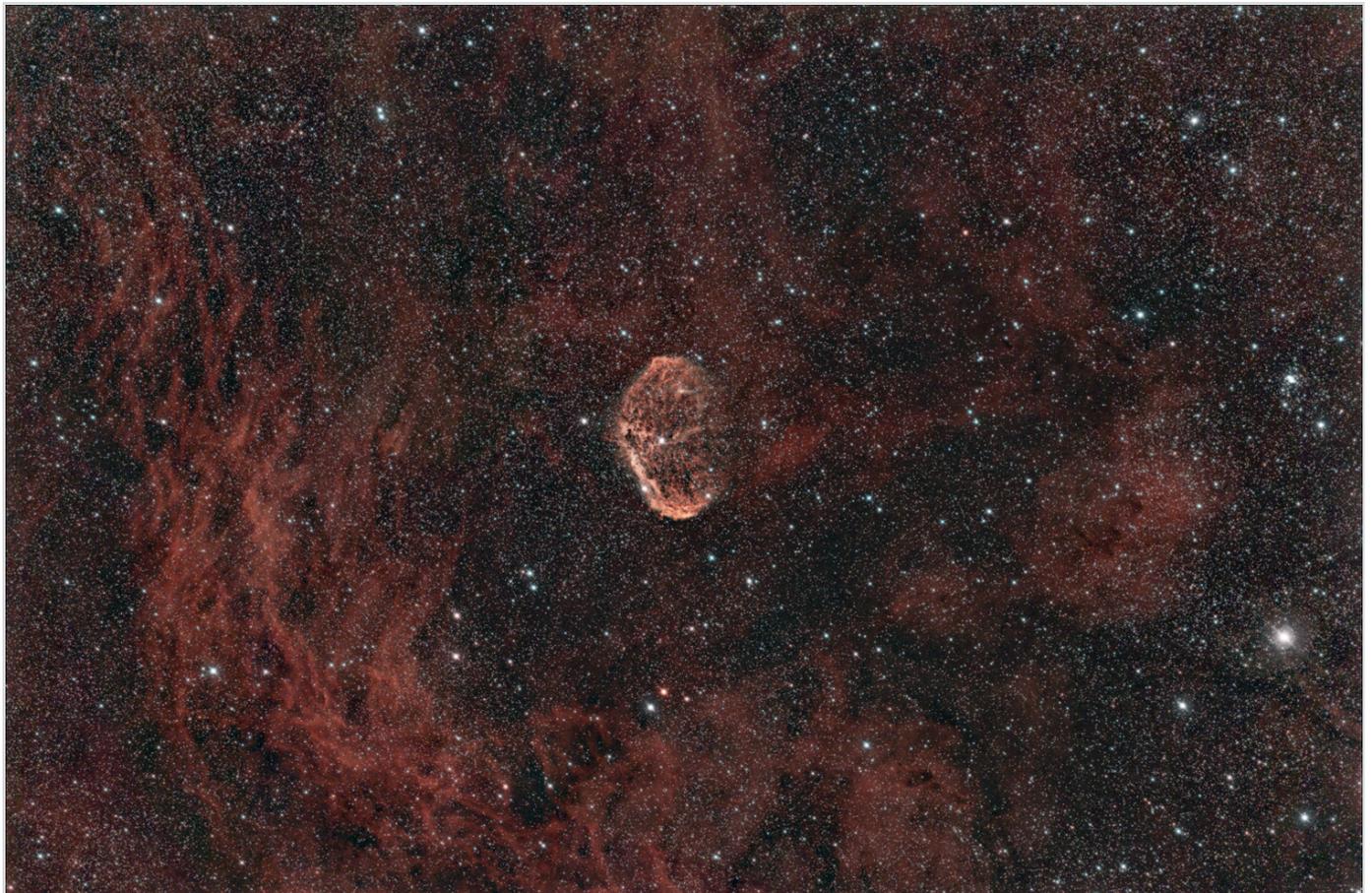


Abb. 7: Aufnahme des Crescent-Nebels NGC 6888 mit dem Dual-Band-Passfilter von Optolong.

winde von etwa 2.000 km/s entstehen lassen. Dadurch verlieren sie in relativ kurzer Zeit (z.B. 10.000 Jahre bei unserer Sonne) ihre gesamte Masse. Das Leuchten des Nebels wird durch zwei unabhängig auftretende Ionisationsvorgänge ausgelöst. Der Hauptstern ist dabei hauptsächlich für das Leuchten von OIII verantwortlich. Die starken Sternwinde kollidieren des Weiteren mit dichtem interstellarem Medium, weshalb eine Stoßfront entsteht, an der sich das Material aufheizt und ebenfalls ionisiert. Der WR-Stern selbst wird in den nächsten Millionen Jahren als Supernova explodieren. Bis dahin wird sich der Crescent-Nebel mit 85 km/s weiter ausdehnen.

Das NGC6888-Nebelobjekt wurde bereits 1792 von Wilhelm Herschel entdeckt und als Sichelnebel bezeichnet. Er ist trotzdem relativ lichtschwach, denn deutlich längere Aufnahmen von 9,5 Stunden reichten bisher bei mir nicht an die Detailfülle heran, die nun der Duofilter bei nur 1,5 Stunden Gesamtbelichtung zu Tage brachte (siehe Abbildung 7). Und auch Herschel scheint nicht den Nebelkörper, sondern nur eine Sichel erkannt zu haben, wie aus seiner Namensgebung schließen lässt. Schließlich hatte er auch keine Filter zur Beobachtung zur Verfügung. Mit dem

C11-HyperStar-System hat man zugegebener Weise eine hohe Lichtausbeute (Öffnungsverhältnis: 1/2), aber dies alleine ist nicht der Grund für die detaillierte Darstellung des Crescent-Nebelkörpers mit der ASI071MCpro, bei der 2min-Einzelbelichtungen Ende November zu einem Endergebnis kombiniert wurden. Bei einer reinen H α -Aufnahme ist ebenfalls der Körper sehr gut erkennbar und damit das HII-Gebiet, wie ich in einer anderen Nacht herausfand. Der ionisierte Wasserstoffanteil kann aber auch in Abbildung 7 im Bildhintergrund mit dem Duofilter sehr schön erkannt und farblich dargestellt werden, während die OIII-Abbildung leider aufgrund des geringeren Vorkommens etwas untergeht. Aber die Sterne besitzen sogar unterschiedliche Sternfarben, obwohl es sich im Grunde um eine Falschfarbenaufnahme handelt.

Das zweite Beispiel zeigt den bekannten Embryo- oder Seelennebel Sh2-199, der ebenfalls mit dem neuen Duofilter von Optolong aufgenommen wurde. Es entstanden Anfang Dezember 2019 dabei 40 Bilder, die einzeln mit 5 min belichtet wurden, so dass 3,5 Stunden zusammenkamen. Als Kamera kam erneut die ASI071MCpro zum Einsatz. Der Mond stand bereits im ersten Viertel bei 54 %,

weshalb ich mir zuerst keine großen Hoffnungen auf ein gutes Ergebnis machte. Bei der Bildbearbeitung zeigte sich dann aber, dass hier mehr Strukturen zu erkennen waren, als jemals zuvor bei anderen eigenen Aufnahmen. Auch die Tiefe war für die relativ geringe Belichtungszeit erneut beachtlich. Ich war so begeistert, dass ich das Bild bei astronomie.de [6] einreichte. Dort wurde es zum Astrofoto der Woche (AdW) angenommen und für die fünfte Kalenderwoche in diesem Jahr ausgewählt.

Der Embryo-Nebel ist ein Emissionsnebel im Sternbild Cassiopeia. Mehrere kleine offene Sternhaufen sind in diesem Nebel eingebettet: Cr 34, Cr 632 und Cr 634 im Kopf und IC 1848 im Rumpf. Mittig ist auf der Aufnahme in Abbildung 8 der Sternhaufen IC 1848 zu erkennen, nachdem der Nebel auch häufig bezeichnet wird. Der kleine Emissionsnebel IC 1871 ist links oben am Kopf zu finden. Es gibt außerdem eine Radioquelle innerhalb des Nebels (W5) und riesige Hohlräume existieren mit ihren Schockfronten. Entsprechend der Theorie der getriggerten Sternentstehung, wird das Gas am Rand dieser Hohlräume komprimiert, wodurch eine Kettenreaktion aufeinanderfolgender Entstehungen neuer Sterne im Nebel ausgelöst wird. Neuere Untersuchungen mit dem Spitzer Space Telescope (SST) zeigen, dass je weiter sich die Schockfront vom Zentrum entfernt, dort neue junge Sterne entstehen [7]. Das heißt, es wurde nachgewiesen, dass ältere Sterne näher am Zentrum liegen und jüngere weiter außerhalb. Der ca. 6.500 Lichtjahre entfernte Nebel erstreckt sich selbst auf über 100 Lichtjahre. Entdeckt wurde der offene Sternhaufen IC 1848 wahrscheinlich im Jahr 1890 von Edward Barnard. Da er seine Entdeckung nicht mit einer wissenschaftlichen Veröffentlichung untermauert ist ein genaues Datum nicht bekannt. Den Nebel Sh2-199 hat er damals sicherlich nicht wahrgenommen.

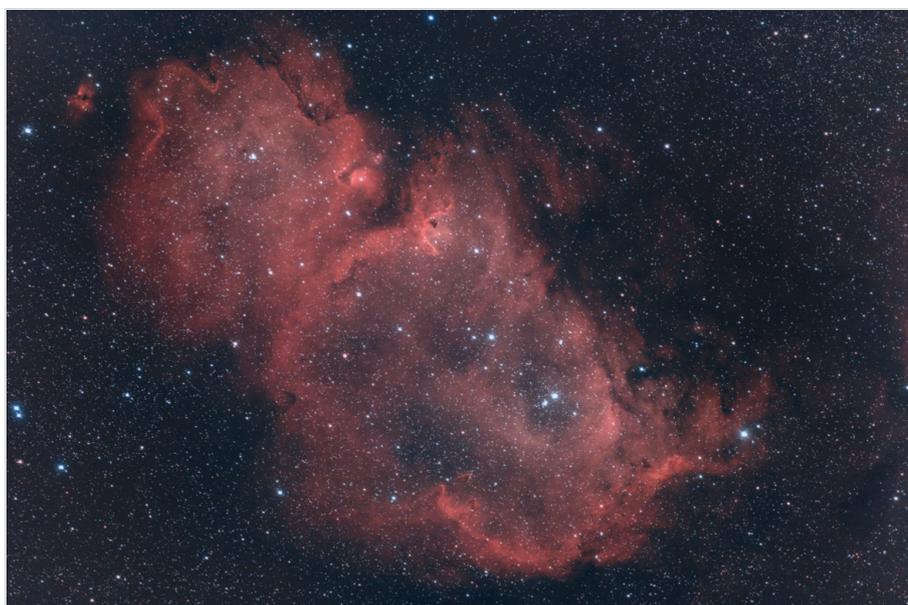


Abb. 8: Aufnahme des Embryo-Nebels (Sh2-199) mit dem Dual-Band-Passfilter von Optolong.

Fazit

Es gibt heute Filter für alle Gelegenheiten in der Astronomie. Allerdings erfüllen nicht alle Filter die an sie gestellten Anforderungen. Man sollte daher möglichst auf Erfahrungswerte anderer Hobbyastronomen aufsetzen, wenn diese vorhanden sind. So haben sich beispielsweise CLS- und IDAS-Filter in der Astrofotografie durchaus bewährt. Der IDAS-Filter besitzt durch die bessere Abdeckung im gelben und blauen Spektralbereich die Vorteile, dass zum einen eine höhere Lichtausbeute vorliegt und zum anderen eine bessere Farbbalance erreicht wird. Man erhält daher mit einem IDAS-Filter rauschärmere Bilder, die keiner Farbverfälschung unterliegen und den Kontrast des Himmelsobjekts erhöhen. Man kann daher im Grunde alle Bilder in unserer Region getrost mit diesem Filter durchführen. Sogar an optimalen Standorten wie Namibia waren leichte Vorteile bei der Bildgewinnung auszumachen. Der CLS-Filter ist ebenfalls empfehlenswert, insbesondere wenn eine größere Lichtverschmutzung vor-

liegt. Er ist besonders im gelben Spektralbereich empfindlich, wodurch die dadurch entstehende Farbverfälschung in der Bildverarbeitung später wieder ausgeglichen werden sollte. Dies ist aber im Grunde kein großer Nachteil und durch den geübten Astrofotografen ohne Probleme zu bewerkstelligen.

Der Einsatz von H α -Filtern konzentriert sich auf vorhandene HII-Gebiete. Dadurch lassen sich die Wasserstoffanteile hervorragend, auch bei starker Lichtverschmutzung, darstellen. Bereits nach relativ kurzer Belichtungszeit entstehen so eindrucksvolle Bilder. Allerdings werden die Sternfarben komplett unterschlagen, weshalb sie meistens als s/w-Bilder dargestellt werden. Die Kombination von RGB- und H α -Aufnahme kann dieses Manko beheben. Die Kombination beider Bilderergebnisse ist dabei ähnlich durchzuführen wie einzelne R/G/B-Aufnahmen. Das H α -Bild sollte dabei als Luminanz hinzugefügt werden, um die Farbgebung nicht zu beeinflussen. Und es ergeben sich dadurch fast immer qualitative Verbesserungen, da beide Auf-

nahmen voneinander profitieren. Allerdings ist die Bildbearbeitung auch anspruchsvoller und langwieriger.

Der Einsatz eines Duofilters bringt die Astrofotografen mit Farbkameras noch einmal einen großen Schritt nach vorne. Die Bayer-Matrix wird durch sie optimal ausgenutzt und fast natürliche Sternfarben erzeugt. Die Bildbearbeitung ist zudem so einfach wie bei einer reinen RGB-Aufnahme. Bereits relativ kurze Belichtungszeiten zeigen auch hier bereits eindrucksvolle Resultate. Hinzu kommt, dass die ursprüngliche Auflösung des Bildes beibehalten werden kann, da man keine Super-Pixel-Methode wie bei H α anwenden muss. Durch den Einsatz eines Duofilters in Kombination mit einer Farbkamera lassen sich daher ähnliche Bilderergebnisse erzielen, wie mit den zeitaufwendigen RGB-Filtermethoden einer Monochromkamera. Galaxien scheiden zwar bei der Beobachtung aus, aber Nebelgebiete und Planetarische Nebel (PN) profitieren von dieser neuen Filtermethode enorm.

Literaturhinweise

- [1] Kyba, C.C.M., Kuester, T., Kuechly, H.U., 2017. Changes in outdoor lightning in Germany from 2012-2016. International Journal of Sustainable Lightling IJSL, 112-123. DOI: <https://doi.org/10.26607/ijsl.v19i2.79>
- [2] Fabio Falchi, Pierantonio Cinzano, Dan Duriscoe, Christopher C. M. Kyba (und weitere): The new world atlas of artificial night sky brightness, ScienceAdvances, 10th June 2016, Vol. 2, No. 6, DOI: <https://advances.sciencemag.org/content/2/6/e1600377>
- [3] Weltweite Landkarte der Lichtverschmutzung: <https://www.lightpollutionmap.info>
- [4] Herstellerseite von Hutech: <https://www.sciencecenter.net/hutech/idas/lps/plots/index.php>
- [5] Herstellerseite von Optolong: <https://www.optolongastronomy.com/cms/document/detail/id/14.html>
- [6] ADW 5. Woche: Der Emissionsnebel Sh2-199 - eine doppelte Blasenstruktur, <https://www.astronomie.de/neuigkeiten/5-woche-der-emissionsnebel-sh2-199-eine-doppelte-blasenstruktur/>
- [7] Koenig, Xavier P. & Lori E. Allen (Harvard-Smithsonian CfA): Spitzer Reveals Stellar 'Family Tree'. https://www.nasa.gov/mission_pages/spitzer/multimedia/20080722.html, NASA/JPL-Caltech. 22. August 2008

WIE KAM PLANCK AUF h ?

von DR. MICHAEL LEMB, *Donnern (Loxstedt)*

Am 2. Juni 1920, also vor 100 Jahren, hielt Max Planck seinen verspäteten (er hatte den Preis 1918 zugesprochen bekommen) Nobelvortrag vor der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm. Dieser Vortrag ist insofern bemerkenswert, weil Planck darin erläuterte, auf welchem Weg er auf das Wirkungsquantum $h = 6,6256 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec}$ (heutiger Wert: $h = 6,62607015 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$) stieß. Wenn wir also verstehen wollen, wie sein Entdeckungsweg war, dann müssen wir inhaltlich diesem Vortrag folgen [3].

Planck wird ja immer wieder als Begründer der Quantenmechanik vorgestellt. Doch das wäre völlig abwegig. Nein, Planck war durch und durch ein (brillanter) Theoretiker des 19. Jahrhunderts, wohlbewandert in Thermodynamik und Elektrodynamik. Das waren die beiden Säulen der physikalischen Entwicklung dieses Zeitalters. In der Elektrodynamik die Maxwellschen Gleichungen, die bis heute unverändert Bestand haben und alle elektrischen und magnetischen Phänomene erklären. Aus diesen Gleichungen kann man u.a. ableiten, dass elektromagnetische Strahlung einen Druck ausübt (Strahlungsdruck), und dass es elektromagnetische Wellen gibt, die sich mit der Lichtgeschwindigkeit $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ausbreiten (dabei gilt natürlich wie bei allen Wellen: $c = \lambda \cdot \nu$; dabei sind λ und ν Wellenlänge und Frequenz). Daraus konnte man schließen, dass auch Licht aus elektromagnetischen Wellen besteht.

In der Thermodynamik waren die entscheidenden Entdeckungen die beiden Hauptsätze der Wärmelehre. Der 1. Satz besagt, dass die Änderung der inneren Energie U eines Systems gleich der Summe ist aus zugeführter Wärmemenge Q und zugeführter Arbeit A , gemäß der Gleichung $\Delta U = Q + A$, wobei J ein Umrechnungskoeffizient (mechanisches Wärmeäquivalent) ist. Es ist gemäß diesem Satz unmöglich eine Maschine zu konstruieren, die laufend Arbeit abgibt (Perpetuum mobile der I. Art). Der 2. Hauptsatz führt den Begriff der Entropie ein. Entropie heißt wörtlich

Verwandlungsinhalt und gibt die Ordnung oder die Wahrscheinlichkeit eines Zustandes an. Mit wachsender Entropie nimmt das Maß der Ordnung ab. Entropievermehrung heißt also Vermehrung der Unordnung und in diese Richtung sind alle physikalischen Prozesse gerichtet. Ein herabfallender Stein wird am Untergrund, wo er aufschlägt, die Wärme erhöhen. Er kann aber unter Abkühlung des Bodens nicht hinaufsteigen (Abnahme der Entropie). Es ist daher unmöglich eine Maschine so zu konstruieren, dass sie der Umgebung nur Wärme entnimmt und daraus mechanische Energie gewinnt. Dies würde die Entropie vermindern (Unmöglichkeit der Existenz eines Perpetuum mobile der II. Art). Mathematisch wird der Zusammenhang zwischen Energie Q und Entropie S ausgedrückt durch $S = Q/T$, oder $dS/dQ = 1/T$ wobei T die absolute Temperatur ist.

Einen weiteren Fortschritt bedeutete in der Wärmelehre die Einführung der statistischen Mechanik. Hierbei ging man von der Vorstellung aus, dass ein Gas aus kleinen Kügelchen besteht, die ständig elastisch zusammenstoßen. Jedes Gasteilchen hat die kinetische Energie $E = \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot v^2$, wobei μ die Molekülmasse darstellt. Diese ist mit der Temperatur über die Beziehung

$$E = \frac{3}{2} kT$$

korreliert, wobei k die Boltzmannkonstante darstellt. Diese ist definiert als das Verhältnis Gaskonstante R durch Loschmidtsche Zahl L (der Anzahl von Teilchen in einem Mol), damals nur un-

gefähr bekannt. Damit hatte man eine direkte Deutung der Temperatur gewonnen.

Die Moleküle weisen weiterhin Verteilungen auf, einmal von Zuständen, z. B. für die Geschwindigkeiten v von Teilchen in einem Gas nach Maxwell, gemäß

$$\Delta N e^{-\frac{\mu v^2}{2kT}} \cdot \Delta v$$

Weiterhin existieren Verteilungen von Objekten nach Boltzmann (z. B. in der barometrischen Höhenformel). Für die Verteilung von identischen Energieobjekten ϵ in einem geschlossenen System gilt die Formel

$$\bar{u} = \frac{\epsilon}{e^{kT} - 1}$$

Dabei bedeutet \bar{u} : die mittlere Energie pro Freiheitsgrad.

Was nun fehlte, das war das verbindende Element zwischen Elektro- und Thermodynamik: wie entsteht aus Wärme Licht? Diese Tatsache war seit Urzeiten bekannt. Bekannt war auch seit langem, dass ein Körper umso besser Wärme, also Wärmestrahlen aussendet, je schwärzer er ist. Dabei lässt sich „Schwärze“ eines Körpers definieren durch den Absorptionskoeffizienten $A_{\text{Körper}}$. Dieser Koeffizient gibt an, welcher Bruchteil der auftreffenden Strahlung vom Körper absorbiert wird. Wird alle Strahlung absorbiert, dann beträgt $A_{\text{Körper}} = 1$ und der Körper heißt „Schwarzer Körper“.

Gustav Kirchhoff untersuchte 1861 diesen Gegenstand genauer und kam aufgrund des II. Hauptsatzes zu dem Schluss, dass Emission $E_{\text{Körper}}$ und Absorptionskoeffizient $A_{\text{Körper}}$ eines beliebigen

gen Körpers in einem festen Verhältnis zueinander stehen müssen. Da der Schwarze Körper $A_{\text{Körper}} = A_S = 1$ aufweist, gilt für alle Körper $E_{\text{Körper}} / A_{\text{Körper}} = E_S / A_S = E_S / 1 = E_S$. E_S ist die Emission des Schwarzen Strahlers und dieser weist also von allen Körpern die stärkste Emission auf, sendet also am intensivsten elektromagnetische Wärmestrahlung aus, die man Schwarze Strahlung nennt.

Wie konstruiert man einen Schwarzen Körper? Kirchhoff hat selbst die Antwort gegeben, indem er einen Hohlraum vorschlug. Macht man in einen Hohlraum ein kleines Loch, so werden sich eindringende Strahlen totlaufen, d.h. völlig absorbiert. Umgekehrt dient die Öffnung des Hohlraums als Quelle Schwarzer Strahlung (siehe Abb. 1). Diese Strahlung kann nicht vom Material abhängen, sondern nur von der Temperatur T im Inneren des Hohlraums und von der Wellenlänge λ . Somit existiert für die Emission Schwarzer Strahlen eine Funktion $E_s(T, \lambda)$. Das Aufsuchen dieser Funktion $E_s(T, \lambda)$ sollte für fast 40 Jahre eine ganze Generation von Physikern beschäftigen.

Der erste, der 1884 den Versuch machte, die Funktion $E_s(T, \lambda)$ zu enträtseln, war Ludwig Boltzmann. Er benutzte die Tatsache, dass elektromagnetische Strahlung einen Strahlungsdruck ausübt und behandelte daher das Strahlung enthaltende Volumen des Hohlraums wie ein mit Gas gefülltes Volumen. Seine Berechnung unter Verwendung der beiden Hauptsätze ergab $E_s = \rho \cdot T^4$, wobei ρ eine (aus Messungen zu bestimmende) Konstante

ist. Dieses Gesetz, das Boltzmanns Lehrer Stefan vermutet hatte, wird das Stefan-Boltzmann-Gesetz genannt. Spätere Messungen von Lummer und Pringsheim zeigten vollständige Übereinstimmung mit den Messdaten. Damit war es zum ersten Mal möglich, aus der Solarkonstante (also aus der von der Sonne jedem cm^2 der Erde bei senkrechter Bestrahlung zugesandten Energie) die Oberflächentemperatur der Sonne mit etwa 5700 K anzugeben.

Der nächste, der sich ans Werk machte um $E_s(T, \lambda)$ vollständig zu bestimmen war 1893 Wilhelm Wien. Er behandelte ebenfalls den von Strahlung erfüllten Hohlraum des Schwarzen Strahlers wie ein Gas. Aus seinen subtilen thermodynamischen Analysen heraus konnte er zeigen, dass $E_s(T, \lambda)$ gleich dem Produkt einer Potenz von λ und einer Funktion von λT ist. Das vollständige Ergebnis lautet:

$$E_s(T, \lambda) = \frac{\pi \cdot \alpha}{\lambda^5} \cdot F(\lambda \cdot T).$$

Dabei stellt α eine zu bestimmende Konstante dar. Dies ist das Wiensche Verschiebungsgesetz, das sich als streng richtig erwiesen hat. Es sollte für ein bestimmtes λ bei konstanter Temperatur ein Maximum besitzen. Dieses findet man durch Differenzieren und Nullsetzen und erhält dann die Beziehung: $\lambda_{\text{max}} \cdot T = A$ wobei A ebenfalls eine aus Messungen zu bestimmende Konstante ist. Das Strahlenmaximum „verschiebt“ sich also mit höheren Temperaturen zu kürzeren Wellenlängen (Siehe Abb. 2). Als bester Wert für A gilt: $A = 2897,8 \text{ K} \cdot \mu\text{m}$. Wenn man also unterstellt, dass die Sonne ein

Schwarzer Strahler ist, und wenn man weiterhin feststellt, dass das Maximum der Sonnenstrahlung bei 0,478 liegt, dann ergibt sich für die Oberflächentemperatur der Sonne der Wert: $T = A / \lambda_{\text{max}} = 6062 \text{ K}$; für Sterne entsprechend.

Diese Formel bedeutete eine enorme Bereicherung der Astrophysik, wobei die beiden unterschiedlichen Temperaturangaben zeigen, dass die Sonne eben doch nicht in Strenge ein Schwarzer Strahler ist.

Genau an diesem Punkt waren die thermodynamischen Methoden erschöpft. Es war nun wiederum W. Wien, der den Versuch machte, das endgültige Emissionsgesetz zu bestimmen, indem er den Blick von dem fiktiven „Gas“ in dem Hohlraum abwandte und stattdessen auf die Resonatoren in den Wänden des Hohlraums blickte und auf sie die statistische, atomistische Thermodynamik anwandte. Wenn man das tut, dann muss man die (hier nicht erläuterte, [2]) Grundgleichung für die Energie des Hohlraums:

$$U = \frac{8\pi}{\lambda^4} \cdot \bar{u}$$

berücksichtigen, wobei $(8\pi/\lambda^4)$ die Freiheitsgrade des schwingenden Systems und \bar{u} die mittlere Energie pro Freiheitsgrad der Gesamtenergie U bedeutet. Wien ließ sich von der Ähnlichkeit der Kurven des Energiespektrums mit dem der Maxwell'schen Geschwindigkeitsverteilungsgesetzes leiten. Sind c_1 und c_2 zwei empirisch zu bestimmende Konstanten, so lautet sein \bar{u} :

$$\bar{u} = \frac{c_1}{\lambda c} \cdot e^{-\frac{c_2}{\lambda T}}$$

Daraus leitet sich das Wiensche Strahlungsgesetz ab:

$$E_s = \pi \cdot 2c_1 \lambda^{-5} e^{-c_2/\lambda T}$$

das in Einklang mit dem Verschiebungsgesetz steht. Hierbei sind natürlich nicht Geschwindigkeiten, sondern die Schwingungszustände der Resonatoren verteilt. Dieses Gesetz mit den empirischen, spä-

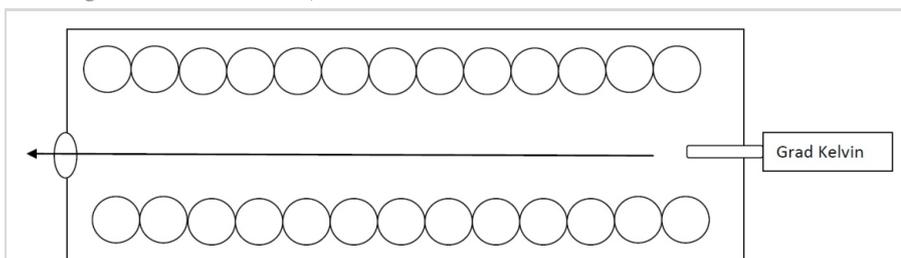


Abb. 1: Schwarzer Strahler (Heizschlangen, senkrecht geschnitten). Zeichnung des Autors

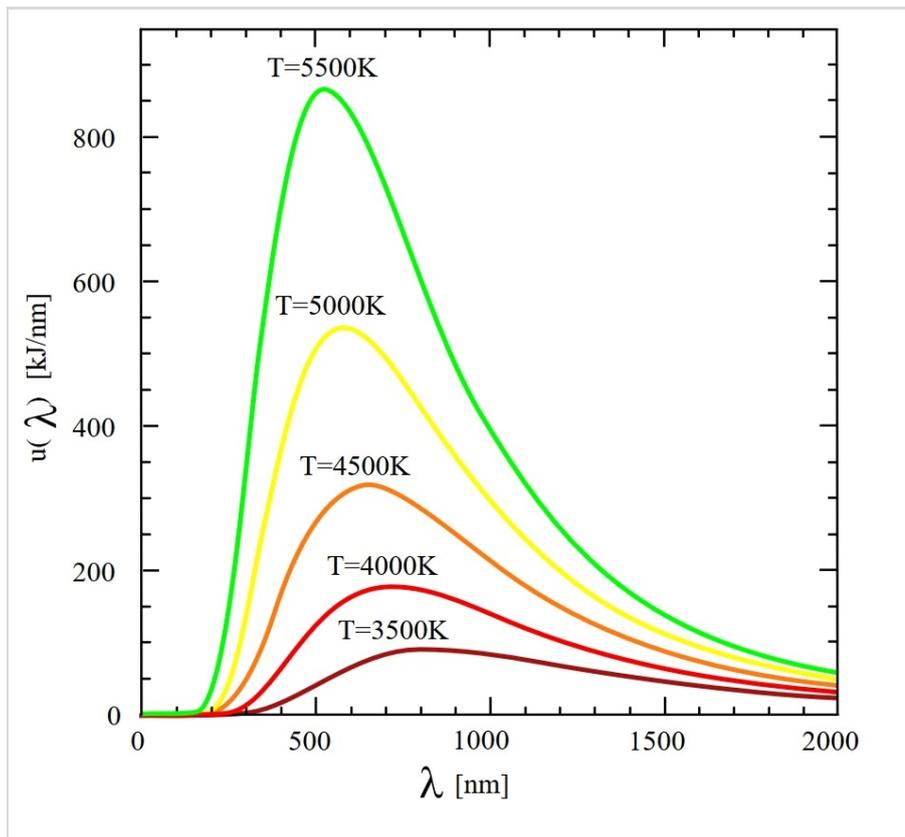


Abb. 2: Isothermen des Schwarzen Strahlers.
Bild: de.wikipedia.org/wiki/Schwarzer_Körper.

ter durch Messungen ermittelten Konstanten $c_1 = 5,954 \cdot 10^{-6} \text{ erg} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ und $c_2 = 14389 \text{ } \mu\text{grad}$, gab zunächst die Messwerte einigermaßen korrekt wieder, wenn man auch von langwelligen Ungereimtheiten absah. Max Planck hatte in seinen Untersuchungen [6] zur Entropie bei elektromagnetischen Strahlungsvorgängen eine Beziehung zwischen Entropie S und der Energie U im Hohlraum gefunden, die lautete:

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{-a}{U}$$

Er konnte daraus das Wiensche Gesetz durch Integration direkt ableiten und war daher, zumal damals (1899) die Messwerte noch halbwegs im Einklang mit der Wienschen Formel standen, von deren Richtigkeit überzeugt.

Hier sei der Vollständigkeit halber der Ansatz von Raleigh und Jeans gewürdigt [2]. Sie gingen von stehenden Wellen im Hohlraum aus, die jeweils eine Energie von $\bar{u} = kT$ hatten. Multipliziert mit der Anzahl der Freiheitsgrade ($8\pi/\lambda^4$) erhält man daraus das Strahlungsgesetz von Ra-

leigh und Jeans:

$$E_s = \pi \cdot \frac{2ck}{\lambda^5} (\lambda T)$$

Dieses Strahlungsgesetz, das ebenfalls in Einklang mit dem Verschiebungsgesetz steht, gibt die Messwerte bei großen Wellenlängen einigermaßen korrekt wieder. Je kürzer aber die Wellenlänge, desto mehr steigen die errechneten Werte an (Ultraviolett katastrophe), so dass dieses Strahlungsgesetz nicht stimmen konnte. Planck war dieser Ansatz erst später bekannt.

Dem Wienschen Gesetz liegt die Annahme zugrunde, dass eine Energieerhöhung des Hohlraums einen Anstieg der Strahlungsemission proportional zu dieser Energie zur Folge hat. Nun hatten die Experimentalphysiker (Lummer, Pringsheim, Rubens) durch ständige Verbesserung ihrer Messtechnik neue Messwerte gewonnen. Diese planten sie in einem Vortrag vor der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 19. Oktober 1900 zu präsentieren. Sie hatten nämlich beobachtet, dass bei langen Wellen der An-

stieg der Emission proportional zum Quadrat der Energie erfolgte. Sie setzten im Vorfeld ihres geplanten Vortrages Max Planck von dieser Tatsache in Kenntnis.

Max Planck zog sich daraufhin zurück [5] und ergänzte seine obige Formel um ein quadratisches Glied:

$$\frac{d^2S}{dU^2} = \frac{\alpha}{U(\beta+U)}$$

Daraus erhielt er durch Integration:

$$\frac{dS}{dU} = \frac{1}{T} = \frac{\alpha}{\beta} \ln\left(\frac{U}{U+\beta}\right) + \gamma.$$

Für $T \rightarrow \infty$ konvergiert auch U gegen ∞ und der Logarithmus wird 0, so dass auch $\gamma = 0$. Setzt man $\beta = \alpha$, $\beta / \alpha = -b$, so folgt

$$U = \frac{a}{\frac{b}{T} - 1}$$

Hieraus folgt durch Umformung und Ergänzung mit den Konstanten des Wienschen Strahlungsgesetzes:

$$E_s(\lambda, T) = \pi \frac{\lambda^{-5} 2c_1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T} - 1}}$$

Dies ist das Plancksche Strahlungsgesetz in seiner ersten Fassung und es gab die Resultate der Experimentalphysiker korrekt wieder.

Planck gab diese Formel am darauf folgenden Tag, also am 19. Oktober 1900 in einem Diskussionsbeitrag am Ende der abgehaltenen Vorträge wieder. Die Experimentalphysiker erkannten zu den Resultaten dieser Formel keinen Widerspruch. Die langgesuchte Strahlenformel war endlich gefunden. Daher stellte Plancks „Diskussionsbeitrag“ sicher den bedeutendsten dieser Art in der ganzen Wissenschaftsgeschichte dar.

Eigentlich hätte Planck hier Schluss machen können. Doch die physikalischen Hintergründe seiner Formel beschäftigten ihn weiter. Formal entspricht die Strahlenformel einer Boltzmannverteilung identischer Energiezustände in Abhängigkeit von der Temperatur:

$$\bar{u} = \frac{\epsilon}{e^{\frac{\epsilon}{kT}} - 1}$$

Diese Verteilung war jetzt mit der Zahl

der Freiheitsgrade ($8\pi/\lambda^4$) zu multiplizieren, um die Gesamtenergie des Hohlraums zu berechnen und zwar in der Form:

$$u(\lambda, T) = \frac{8\pi}{\lambda^4} \cdot \frac{\varepsilon}{e^{kT} - 1}$$

Um nun diese Formel in Einklang mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz zu bringen, muss gelten: $\varepsilon \sim 1/\lambda$. Da bekanntlich gilt $c = \nu \cdot \lambda$, kann man auch schreiben: $\varepsilon \sim \nu$. Was noch fehlt, ist die Proportionalitätskonstante. Das Symbol k war schon besetzt. Was liegt in der alphabetischen Nähe? Nun, das war der Buchstabe h . Also schreibt man: $\varepsilon = h \cdot \nu$. D. h. die Resonatoren des Hohlraums strahlen ihre Energie in diskreten Einheiten (Quanten) von $\varepsilon = h \cdot \nu$ ab, eine wirklich revolutionäre Entdeckung!

Damit erhält die Plancksche Emissionsformel die endgültige Gestalt:

$$E_s(\lambda, T) = \frac{\pi}{\lambda^5} \cdot \frac{2c^2 h}{e^{kT} - 1}$$

Da gilt: $c_1 = c^2 \cdot h$ und $c_2 = h \cdot c / k$ lassen sich daraus $h = 6,6256 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sec}$ und $k = 1,36 \cdot 10^{-16} \text{ erg} \cdot \text{grad}^{-1}$ berechnen. Aus $k = R / L$ lässt sich dann die Loschmidtsche Zahl der Moleküle in einem Mol ($6,02 \cdot 10^{23}$) errechnen, eine Zahl, die bislang nur ungenau bekannt war.

Die neue Naturkonstante h , die die Dimension einer Wirkung (Energie \cdot Zeit) hat, wurde erstmals von Planck der wissenschaftlichen Öffentlichkeit in einem

Vortrag vor der Deutschen Physikalischen Gesellschaft am 14. Dezember 1900 vorgestellt. Planck behandelte diese neue Konstante die er als recht „sperrig“ empfand, in diesem Vortrag durchaus stiefmütterlich. Viel größeren Wert legte er auf k und die daraus erwachsenden Konsequenzen. Insbesondere konnte er das Elementarquantum der Ladung mit $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ angeben.

Zur Veranschaulichung, wann und wo h eine Rolle spielt eine kleine Überschlagsrechnung, die mir freundlicherweise von meinem Freund Roland Rosenfelder (Schweizer Institut für Nuklearforschung und ETH Zürich) aus seiner Vorlesung „Pfadintegrale in der Quantenphysik“ zur Verfügung gestellt wurde (J gleich Joule): „Es ist instruktiv, die Grösse einer Wirkung für zwei unterschiedliche Systeme durch einfache Dimensions-Analyse abzuschätzen: Nehmen wir zuerst eine mechanische Armbanduhr, die bewegliche Teile mit einer approximativen Grösse $d \sim 10^{-4} \text{ m}$, Masse $m \sim 10^{-4} \text{ kg}$ und typischen Zeit $t \sim 1 \text{ s}$ hat. Dann ist die charakteristische Wirkung dieses Systems $s_1 \sim m \cdot d^2 \cdot t^{-1} \sim 10^{-12} \text{ Js} \sim 2 \cdot 10^{21} \cdot h$. Wenn wir dagegen einen Mikroprozessor betrachten, der das Herzstück jedes Computers darstellt, dann wissen wir, dass seine integrierten Schaltkreise typischerweise $d \sim 0,5 \mu\text{m} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ dick sind und er mit Elektronen ($m \sim 10^{-30} \text{ kg}$) operiert. Bei einer Taktfrequenz von

$\nu = 1 \text{ GHz}$ ist dann die typische Wirkung $s_2 \sim m \cdot d^2 \cdot \nu \sim 2,5 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \sim 0,4 \cdot h$. Obwohl also beide Systeme eine vergleichbare (äussere) Grösse besitzen, muss der traditionelle Uhrmacher nichts von der Quantentheorie wissen, die Entwickler von Mikroprozessoren sehr wohl.“

Mit seiner Konstante h und ihrer Konsequenzen, wie insbesondere die Doppelnatur des Lichts (Teilchen, Welle) war Planck zeitlebens nicht sehr glücklich. In seinem Nobelvortrag von 1920 fragte er resigniert [3]: „Was wird aus der Energie eines Lichtquants nach vollendeter Emission? Breitet sie sich [...] nach verschiedenen Richtungen aus [...] oder fliegt sie [...] wie ein Projektil in einer einzigen Richtung weiter?“

Das Wirkungsquantum h fristete über Jahre hinweg ein unbeachtetes Dasein, bis schließlich Einstein mit Hilfe von h und der Einführung der Photonenhypothese den lichtelektrischen Effekt erklären konnte. Richtig zum Durchbruch kam h mit der Einführung des Atommodells durch Niels Bohr. Die weitere Entwicklung zur Quantenmechanik durch Heisenberg und Schrödinger sei hier nur skizziert. Max Planck nahm an all diesen Entwicklungen nur als Beobachter teil. Sie waren ihm fremd. Planck also der Gründer der Quantenmechanik? Weit gefehlt!

Literaturhinweise

- [1] BERGMANN, L. & SCHAEFER, C. (1965): Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, Berlin
- [2] BERGMANN, L. & SCHAEFER, C. (1966): Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 3, Berlin
- [3] MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V. IN GEMEINSCHAFT MIT DEM VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN (HRSG.) (1958): Max Planck – Vorträge und Reden, Braunschweig
- [4] MESCHEDER, D. (2010): Gerthsen, Physik, Heidelberg
- [5] PLANCK, M. (1995): Die Ableitung der Strahlungsgesetze. Erschienen in: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften, Bd. 206. Thun, Frankfurt am Main
- [6] PLANCK, M. (1900): Entropie und Temperatur strahlender Wärme. Erschienen in: Ann. D. Physik 1, p 719-737
- [7] WIKIPEDIA (2020): Plancksches Strahlungsgesetz. Online unter: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BlackbodySpectrum_lin_150dpi_en.png?uselang=de, GNU-Lizenz für freie Dokumentation (abgerufen am 10.05.2020)

KUGELSTERNHAUFEN

Auch bei hellem Himmel ein lohnendes Ziel

von GERALD WILLEMS, *Grasberg*

Meine astronomische Leidenschaft gehört ganz klar den Galaxien. Einzeln oder in Gruppen und ab und an auch in großen Galaxienhaufen sind einfach extrem spannende Ziele, die sich immer lohnen, beobachtet oder fotografiert zu werden. Jetzt, da die hellen Nächte der Sommermonate begonnen haben, lassen sich diese Objekte allerdings nicht beobachten. Der Kontrast gegenüber dem Himmelshintergrund ist einfach zu gering. Da bietet es sich an, einfach mal die Objektgruppen aufzusuchen, die dennoch genug Kontrast zu bieten haben – und da sind Sternhaufen erste Wahl. Und Kugelsternhaufen sind derart exotische Vertreter ihrer Gattung, dass sie fast so spannend sind wie Galaxien – dazu gleich etwas mehr.

Wenn ich früher Sternhaufen fotografiert habe, war meist noch etwas Zeit übrig. Entweder weil meine gesuchte Galaxie noch nicht hoch genug am Himmel stand oder noch Zeit in den Morgenstunden übrig war. Mit den hier gezeigten drei Kugelhaufen war es anders. Alle drei habe ich über eine komplette Nacht bei besten Bedingungen aufgenommen. Messier 53, Messier 92 und der prächtige Messier 13, der große Kugelhaufen im Herkules, waren Ziele dreier Nächte im April, die ich euch hier etwas näher brin-

gen möchte.

M 53 im Haar der Berenike ist von diesen Dreien wohl am einfachsten zu finden. Er befindet sich gerade etwas mehr als ein halbes Grad nordöstlich des Hauptsterns von Coma Berenike α Com. Mit einer Entfernung von 60000 Lichtjahren ist M 53 von diesen Dreien am weitesten entfernt. Bei seiner scheinbaren Ausdehnung von 14 Bogenminuten erscheint er uns als der kleinste. Tatsächlich ist er aber der größere dieser drei. Berechnet man die wahre Größe, so ergeben sich stattli-

che 250 Lichtjahren im Durchmesser. M 92 weist ebenfalls eine scheinbare Ausdehnung von ca. 14 Bogenminuten auf. Dieser Kugelhaufen ist aber nur 27000 Lichtjahre entfernt, wobei sich eine wahre Ausdehnung von 110 Lichtjahren ergibt. Der für uns am größten erscheinende Kugelhaufen ist natürlich M 13. Er wird für uns mit einer Ausdehnung von 23 Bogenminuten gesehen. Gleichzeitig ist er uns mit einer Entfernung von 25000 Lichtjahren am nächsten gelegen. Aus diesen Werten ergibt sich der wahre Durchmesser mit 167 Lichtjahren.

Das allein sind also Angaben, die recht unterschiedlich sind. Gemeinsames haben Kugelhaufen, wenn es um ihre Physik geht. Kugelsternhaufen gehören zu den ältesten Objekten im Kosmos. Am Rand der Milchstraße gelegen, sind sie ungestört von Einflüssen der Galaxienscheibe. Sie weisen überwiegend massearme Sterne auf, die meist kleiner sind als unsere Sonne und damit erheblich länger existieren können als massereiche Sterne. Die zahlreichen gelblichen Sterne unterstreichen diese Erkenntnisse. Die ebenso zahlreichen bläulichen Sterne passen so aber nicht in das Bild. Wissen wir doch, dass blaue Sterne eigentlich massereich und sehr jung sind. Die Dichte der Sterne in einem Kugelhaufen ist bis zu 100-mal höher als im Milchstraßen-Mittel. Das führt zu Begegnungen unter den Sternen, bei denen Materie von einem



Abb. 1: Messier 53

L: 15x 6 min + 21x 2 min; R,G,B: je. 12x 2 min, 14"-Newton bei 1200 mm Brennweite, Atik 460EXm.

Alle Bilder vom Autor.

zum anderen Stern übertritt. Ein sehr alter gelblicher Stern kann auf diese Weise zu neuem Leben erwachen und jetzt als blauer Stern mit neuer Energie weiterleben. Es ist also etwas Typisches bei Kugelsternhaufen, wenn wir in ihnen vorwiegend blaue und gelbliche Sterne vorfinden.

Das Frühjahr und der jetzt beginnende Sommer ist eine gute Zeit, sich diesen exotischen Objekten am Rand der Milchstraße zuzuwenden.

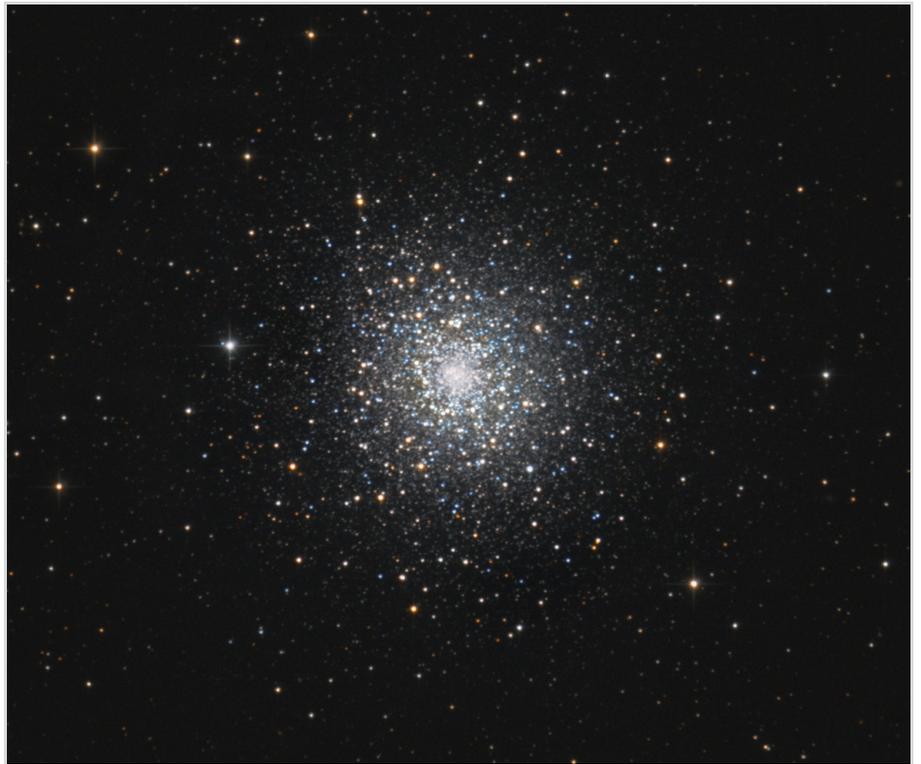


Abb. 2: Messier 92

L: 12x 6 min + 30x 2 min; R,G,B: je. 16x 2 min, 14"-Newton bei 1200 mm Brennweite, Atik 460EXm



Abb. 3: Messier 13

L: 20x 6 min + 12x 2 min; R,G,B: je. 11x 2 min, 14"-Newton bei 1200 mm Brennweite, Atik 460EXm.

C/2019 Y4 (ATLAS) – DER ZERBROCHENE KOMET

von HANS-JOACHIM LEUE, *Hambergen*

Die Sehnsucht nach einem großen, möglichst einem sogenannten Jahrhundert-Kometen, ist groß. Nach Pi mal Daumen ist im Schnitt in einem Jahrzehnt ein großer Komet zu erwarten. So gesehen war es nun an der Zeit! In den letzten 70 Jahren, in denen ich Astronomie mache, gab es mit Ikeya-Seki 1965, West 1975, Hyakutake 1996, Hale-Bopp 1997 und McNaught 2006, ganz zu schweigen von Arend-Roland und Mrkos in den Jahren 1956/57, immer wieder Kometen, die „groß“ waren, aber auch immer wieder 'ne Menge, die zu Jahrhundert-Objekt hochstilisiert wurden. Relativ beschämend war u.a. die bombastische Ankündigung des Kometen C/1973 E1- Kohoutek, entdeckt an der Sternwarte Hamburg-Bergedorf, nach dem Motto: „BILD sprach zuerst mit dem Kometen“ – Ob des Flops vergaß man danach fast die Ankündigung des nun wirklich großen Kometen WEST. So viel zum Unsinn der Superlativ-Hysterie!



Abb. 1: Okular-Einblick mit CCD-Kamera am 50cm-Teleskop des D.A.S.-Observatoriums, Hagen.

Zuverlässige Prognosen sind schwierig, wie es David Levy, der bekannte Kometenjäger, einmal auf den Punkt brachte: Kometen sind wie Katzen – sie haben einen Schwanz, aber sie machen was sie wollen. So auch der Komet C/2019 Y4, der am 28. Dezember 2019 als Objekt der 19. Größe mit einem der 0.5-Meter-Reflektoren des Asteroid-Terrestrial-Impact Last Alert Systems (ATLAS) auf Hawaii im Sternbild Großer Bär entdeckt wurde.

Die Bahnanalyse ergab eine Umlaufzeit zwischen 4400 und 5500 Jahren. Das Perihel wurde mit 0.25 AE berechnet. Da sich seine Bahnelemente mit denen des Kometen C/1844 Y1, der am Südhimmel entdeckt wurde, korrelieren, wird vermutet, dass beide Kometen Bruchstücke eines aus der Oortschen Wolke stammenden großen Kometen sind. Danach also eine gute Voraussetzung, eine helle Kometenerscheinung zu prognostizieren. Wie das jedoch mit den dann wohl unterschiedlichen Bahnen zusammen passt, müssen die Spezialisten klären! Und zu Anfang sah es auch ganz gut aus. Bis Mitte März stieg die Helligkeit des Kometen auf ca. 9 Magnituden an; Ende März bereits auf 7,5.

Die Extrapolation der Kometenparameter versprach einen Helligkeitszuwachs auf die 4. Größenklasse bis Mitte Mai. Jedoch war dann die Sichtbarkeit in der Abenddämmerung dicht über dem Horizont bereits eingeschränkt. Aber dazu



Comet C/2019 Y4: 2020-03-31: 19:45 UT
500mm Newton, f=1936mm, ASI294 MC Pro, 200x5s, FOV=20.0°x16.3°
(D.A.S.O. / Remote / Langenbach)

Abb. 2: Komet am 31.03.2020.

sollte es erst gar nicht kommen. Schon Anfang April zeigten Fotos, dass sich der Kometenkern in der Auflösung befand. Und die Gesamthelligkeit des Objektes nahm deutlich ab. Das Phänomen konnte, ähnlich wie am kurzperiodischen Kometen 73P/Schwassmann-Wachmann 3, der 1930 entdeckt worden war, mit Amateur-Teleskopen verfolgt werden. Beim C/2019 Y4 gehörte dazu aber schon etwas mehr Brennweite!

Dirk Langenbach, Hagen, ein Freund und Mitstreiter aus der Zeit der Selbstbau-CCD-Kamera CB-245 und mein Nachfolger als Referent der VdS-Fachgruppe CCD-Technik, stellte mir seine Aufnahmen von der Zerlegung des Kometenkerns zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Ehemalige Mitarbeiter der Volkssternwarte in Hagen haben sich vor einigen Jahren eine private Sternwarte (D.A.S.O) mit Rolldachhütten gebaut, dessen Hauptinstrument ein 50cm Spiegelteleskop f/4 ist, das Remote betrieben werden kann (Abb. 1); Inklusiv Spiegel, kompletter Eigenbau! (Der exzellente Quarzspiegel des 7-füßigen Schrader-Nachbaus stammt übrigens aus der gleichen Quelle). Zusammen mit der Strategie, durch kurzbelichtete Einzelbilder die Eigenbewegung des Kometen nicht nachteilig auf das Summenbild zu übertragen, hatte das Instrument mit dem relativ großen Spiegel und dem hohen Öffnungsverhältnis bei fast 2 Meter Brennweite gute Voraussetzungen, bei der mittelmäßigen Erscheinung – wie sie der Komet eben war und auch blieb – noch Einzelheiten im Kopf zu liefern, obwohl die Abbildungsgüte des lichtstarken Newtonteleskops nicht vergleichbar ist mit der eines gut korrigierten katadioptrischen Systems. Es liegen Bilder aus der Zeit zwischen dem 31. März bis zum 29. April vor, die nach entsprechender Bearbeitung die Veränderungen im Kometenkopf gut erkennen lassen. Bereits auf dem Foto vom 31.03.2020 (Abb. 2) ist nach der Bildbearbeitung ein längli-



Abb. 3: Der Komet am 11. April 2020 - unbearbeitet.



Abb. 4: Kometen-Kopf-Segmente am 11. April 2020 - bearbeitet.

cher Kopf zu erkennen, der sein Zerbrechen andeutet. Die Aufnahme vom 11. April zeigt mindestens schon 5 Segmente (Abb. 3 / Abb. 4). In der Spätphase der Zerlegung lässt allerdings die Detailauflösung nach, da die Belichtungszeit für lichtschwache Fragmente zu kurz war und Bildpunkte im Pixelbereich immer hinterfragt werden sollten. Im vorliegenden Fall war das zwar unkritischer, weil eine große Anzahl von Einzelbildern pro Summenbild vorliegt. Die Zahl der Kometenfragmente war mit der Zeit stark angewachsen, wie aus den Hubble-Bil-

dern (Abb. 8) vom 20. und 23. April im Detail erkennbar ist. Die Abb. 5 und 6 sind unbearbeitete Fotos aus der Aufnahme-Serie; die Abb. 7 verdeutlicht die Entwicklung der Segmentierung des Kometen. Am 24.04. war faktisch nur noch ein Integralbild der hellen Bruchstücke ohne Struktur machbar (Abb. 9).



Abb. 5: Der Komet am 13. April 2020.



Abb. 6: Der Komet am 21. April 2020.

Beobachtung

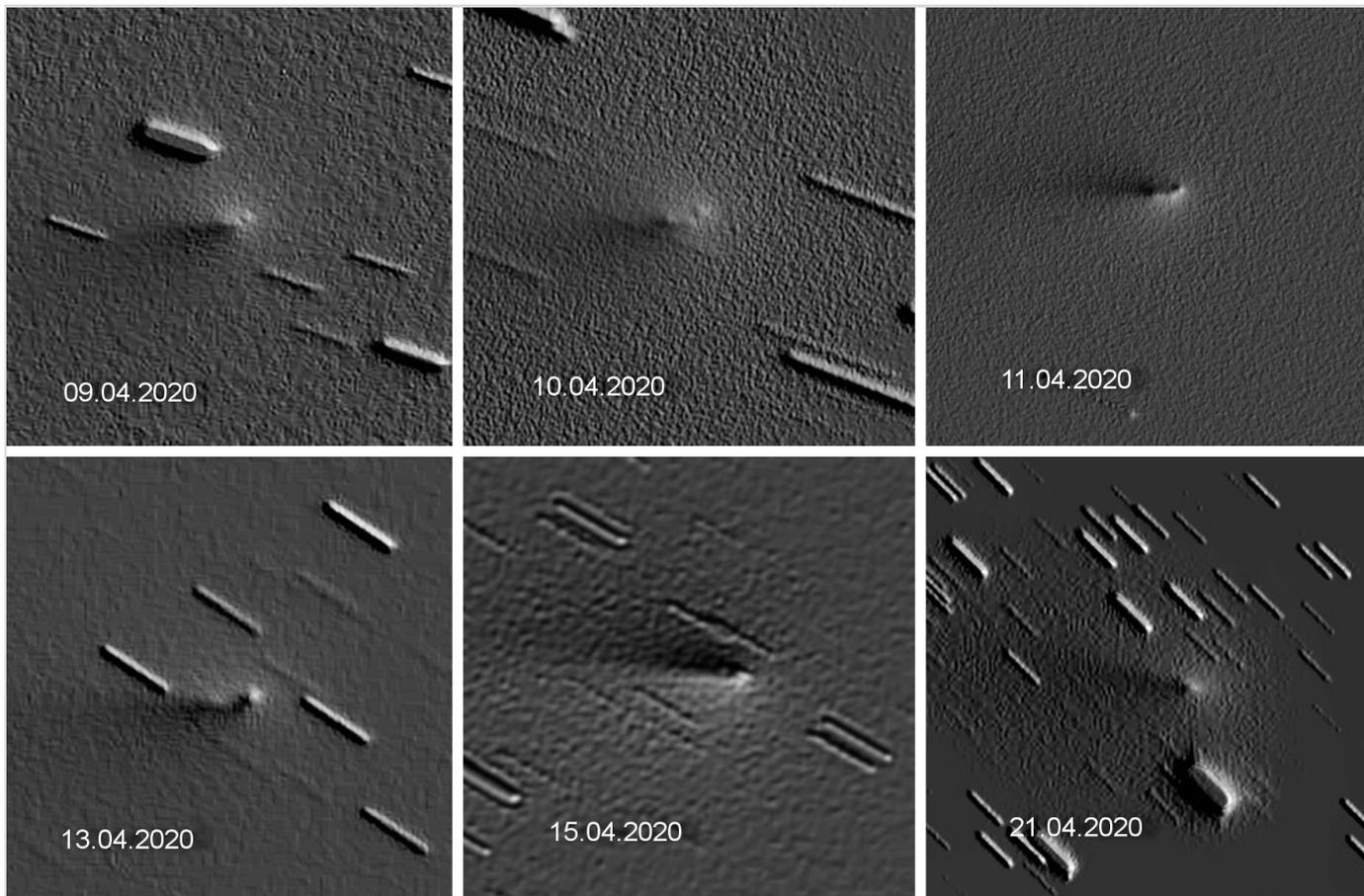


Abb. 7: Ausschnitte des Kopfes – Entwicklung der Segmentierung

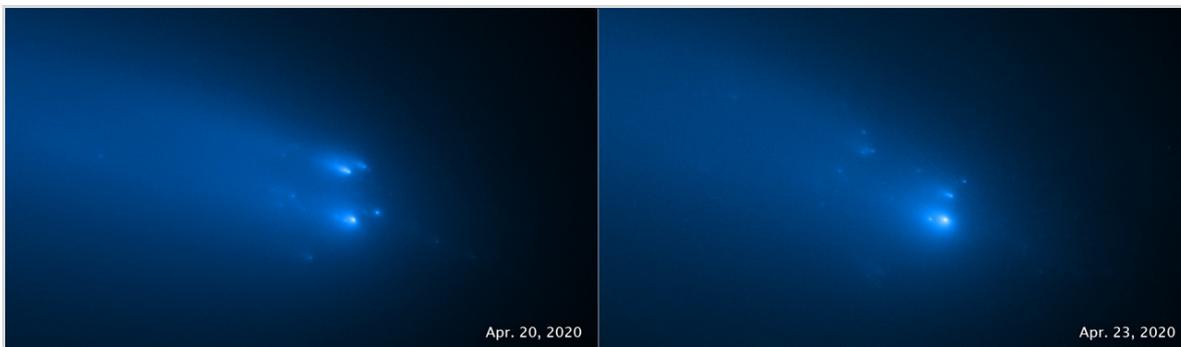


Abb. 8: Kopffragmente im Detail – Hubble-Teleskop, Quelle NASA/ESA .



Comet C/2019 Y1 (ATLAS) : 2020-04-24 21h06 UT
500mm Newton, f=1936mm, ASI294 MC Pro, 60x30s, FOV=27.8'x20.3'
(D.A.S.O. / Remote / Langenbach)

Abb. 9: Komet am 24. April 2020.



KRATER SCHROETER UND DAS SOGENANNTHE MONDWERK

von HANS-JOACHIM LEUE, *Hambergen*

Quasi nachträglich zum Artikel über den Krater Schroeter und das nach Franz von Paula Gruithuisen und von ihm entdeckte „Mondwerk“, das er auf Schroeters Namen taufte, hat Wolfgang Paech, einer der derzeit besten Mondfotografen, während seiner Beobachtungs-Session im Jahre 2019 den Krater und die Umgebung noch einmal hoch aufgelöst abgelichtet. Ziel war es, die vermeintliche Struktur der dunklen Hochebene noch besser kenntlich zu machen als auf seinen Fotos in meinem Artikel „Neues von den Seleniten“, HiPo 55/07-2018.

Trotz der hohen Brillanz und der Auflösung auf ca. 500 Meter, oder evtl. gerade deswegen, bleibt die Frage, was Gruithuisen damals wirklich gesehen haben will, ein großes Rätsel und muss als Kuriosität in die Astronomiegeschichte eingehen.

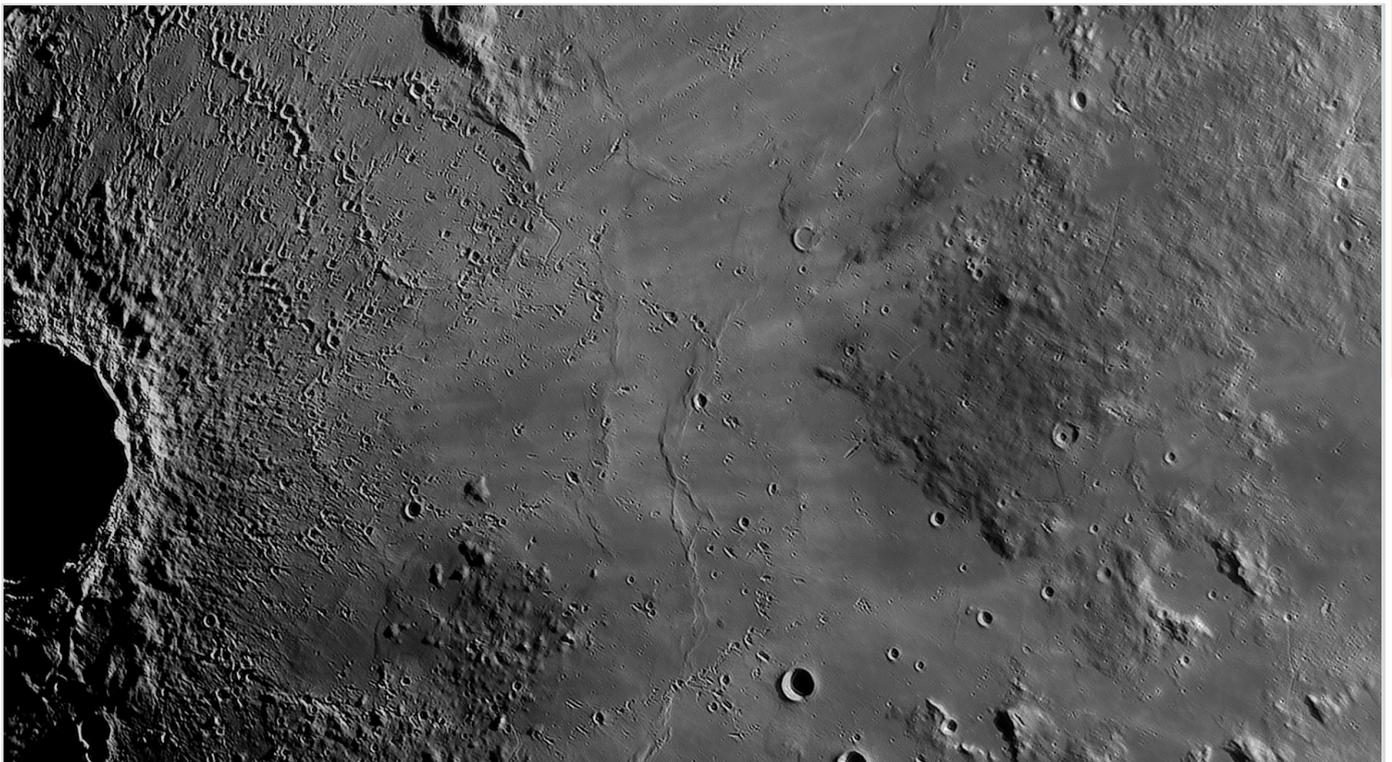


Abb. 1: Aufnahme am 13. Mai 2019, C14 der Onjala-Lodge, Namibia, ZWO ASI 290, Baader IR-Passfilter, Mondalter 8 Tage.

Bild: Wolfgang Paech.

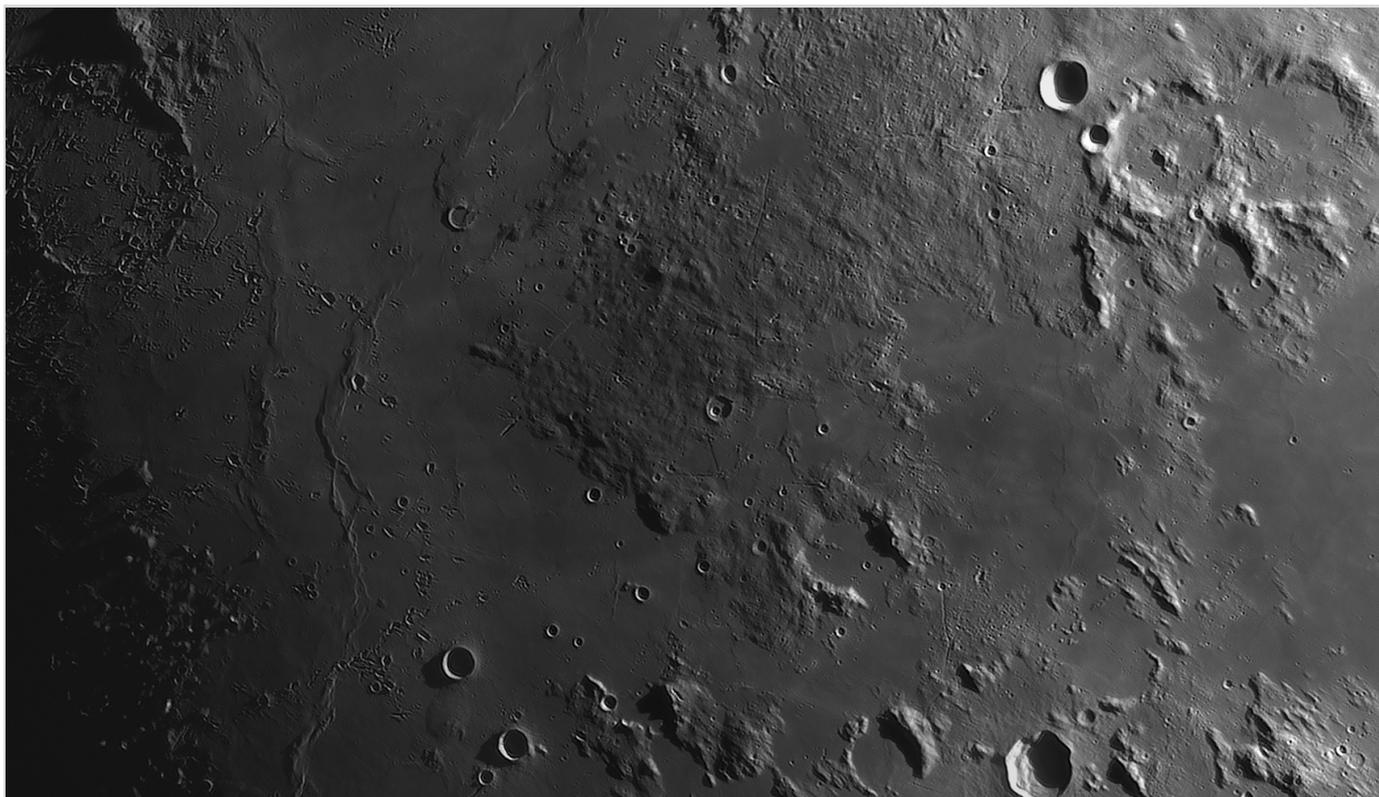


Abb. 2: Mondkrater Schroeter - Oberhalb die dunkle strukturierte Hochebene, das sog. Mondwerk Schroeter (nach Gruithuisen).
Bild: Wolfgang Paech.

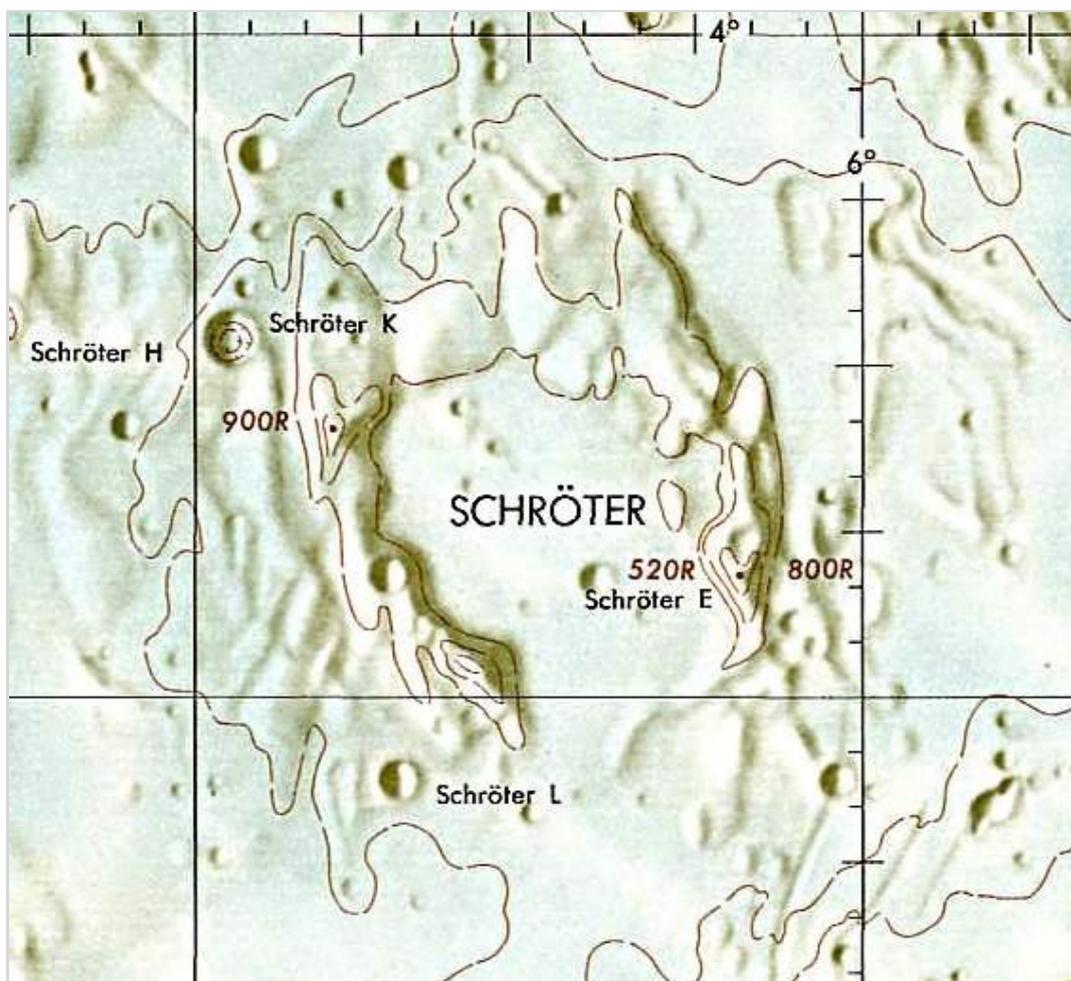


Abb. 3: Karte Mondkrater Schroeter.
Bild: Gemeinfrei.

NOCH MEHR SATELLITEN?

von HANS-JOACHIM LEUE, *Hambergen*

Dirk Lucius, Leer, gelang am 21. April 2020 eine spektakuläre Aufnahme, die die Galaxie Messier 51 mit Strichspuren von Satelliten zeigt. Sie stammen von einem „Paket“ der vom Raumfahrtunternehmen Space X in die Umlaufbahn geschossenen Starlink-Satelliten. Am 17. Mai 2020 ist das inzwischen achte Paket mit jeweils 60 Satelliten in den Orbit gebracht worden.

Die US-Firma plant, in den kommenden Jahren bis zu 1000 Satelliten in Erdumlaufbahnen zwischen 500 bis 600 km zu schicken, um auch entlegenen Internet-Anwendern einen lückenlosen und schnellen Zugang zum Netz zu ermöglichen. Wie groß die Auswirkungen der bisher relativ hellen Objekte auf die Astronomie haben kann, wird z.Zt. diskutiert. Es besteht wohl die Möglichkeit, die Anstellung der Solarzellen, die das Sonnenlicht reflektieren, so zu verändern, dass die Objekte nicht auf jeder Himmelsaufnahme registriert werden.



Abb. 1: Messier 51.

21. April 2020, 8-Zoll-Newton, f/4, Bel. 4 Min. bei ISO 1600, FUJI -XM1, unmodifiziert.

Bild: Dirk Lucius, Leer.

GESCHICHTEN VOM TELESCOPIUM LILIENTHAL

Beitrag 14: Elektrotechnik, Energie und die Sonne

von HELMUT MINKUS, *Lilienthal*

Wer auf der Ostseite des Telescopiums durch den Zaun schaut, kann ganz in seiner Nähe das Fahrwerk genauer sehen, weil es in der Ausgangslage meistens hier „geparkt“ ist. Auf der Außenbahn stehen die beiden großen Speichen-Räder aus Eschenholz mit einem Durchmesser von 2 Metern. An einem davon ist das Kettenrad montiert über das eine riesige „Fahrradkette“ läuft die in einem Getriebekasten verschwindet.

Befinden sich die Besucher auf der Innenseite des Zaunes, ist eine erste Besonderheit die gezeigt werden kann, das Fahrwerk von der anderen Seite und sein Antrieb. Von den 30 Zapfen an einem der kleinen Räder und einem Hebelmechanismus mit dem der Gärtner Harm Gefken noch mit seiner eigenen Muskelkraft die ganze Plattform drehte ist nichts mehr zu sehen (Hipo 50, Seite 24, Abb. 3).

Heute wird die Beobachterplattform gedreht durch einen Elektromotor, der unter dem Rahmen des Fahrwerkes hängt (Abb. 1). Die meisten Besucher können die Leistung des Motors sogar gut abschätzen, wenn ich ihnen diese Frage stelle in Verbindung mit der „Saugkraft“ ihres Staubsaugers. Das Erstaunen darüber ist dann doch groß, dass diese riesige Plattform nur vom Motor eines kräftigen Staubsaugers angetrieben werden kann, oder von der Leistung die drei 500-Watt-Toaster heizen kann. Nicht mehr elektrische Leistung braucht der

Motor des Telescopiums: 1,5 kW (Kilowatt) kann auf seinem Typenschild abgelesen werden, wenn jemand zwischen die Räder kriecht (Abb. 2). In Einheiten von Oldtimer-Fahrern oder Nostalgikern ausgedrückt sind es 2 Pferdestärken (PS). In sehr vielen Fällen wäre eine solche Motorleistung zum Antrieb eines zeitgemäßen Fortbewegungsmittels ausreichend und könnte eine sehr große Anzahl von heutzutage fast immer überdimensionierten Individualfahrzeugen (Autos) oder gar SUVs ersetzen. Beispielsweise hat ein schnelles, leichtes Elektro-Zweirad nur eine Leistung von 0,25 Kilowatt und kann damit einen Menschen genauso einfach transportieren wie ein SUV der selbst eine träge Masse von zwei Tonnen hat und dafür 350 kW Leistung bringen „muss“.

Wird ein Haushaltsgerät mit einer bekannten Leistung, die auf seinem Typenschild steht, eine bestimmte Zeitspanne betrieben, so wird dieses Produkt aus Leistung mal Zeit, Energie oder Arbeit

genannt. Sie wird gemessen in Einheiten von 1000-Watt-hours (kWh), deutsch: Kilowattstunden, von einem Messgerät für elektrische Energie. Es ist besser bekannt unter der Bezeichnung „Stromzähler“, die aber so falsch ist als würde beispielsweise ein Kilometerzähler mit Rundenzähler bezeichnet. Im allgemeinen Sprachgebrauch heißt es auch, dass Strom durch Leitungen fließt, von plus nach minus und in einem Stromkreis. Es gibt Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom, elektrischen Strom, Wirk-, Bind- und Kriechströme und alle werden gemessen in Ampere (A). Um Strom zu bezahlen, wird vom Stromlieferanten eine Stromrechnung geschickt, mit der aber immer nur elektrische Energieeinheiten in kWh abgerechnet werden. Doch sie dürfen auf keinen Fall verwechselt werden mit der Stromstärke, gemessen in Ampere, die vereinfacht auch nur Strom genannt wird.

Beispiele: Für eine ganze Stunde Karussellfahrt mit der Besucherplattform des Telescopiums würde nur 1,5 Kilowattstunden elektrische Energie verbraucht ($1,5 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 1,5 \text{ kWh}$). Zum Vergleich ein Beispiel für den Hausgebrauch: Ein Wäschetrockner hat eine Leistungsaufnahme von 3 kW und läuft eine halbe Stunde lang, wären das die gleichen Kosten denn der Energieverbrauch ist der gleiche: $3 \text{ kW} \cdot 0,5 \text{ h} = 1,5 \text{ kWh}$.

Der schottische Ingenieur und Erfinder der Dampfmaschine, James Watt (1736-1819) war zwar ein Zeitgenosse vom Lilienthaler Astronomen und Oberamtmann Dr. Johann Hieronymus Schroeter



Abb. 1: Elektromotor (grau), der über das Getriebe (links davon, schwarz) und einer Kette das Rad antreibt, zum Verfahren der Beobachterplattform (Grobe Azimutal-Verstellung). Alle Abbildungen vom Autor.

(1745 -1816) doch zu dieser Zeit konnte noch keine elektrische Energie erzeugt werden. Die Einheit der verschiedenen Arten physikalischer Leistung, wird noch heute mit dem Anfangsbuchstaben seines Namens, dem „W“ für Watt angegeben und dem kW für 1000 Watt. (Tabelle) Damals wurde die mechanische Leistung von Dampfmaschinen nur in PS angegeben (Englisch: Horse Power (HP), obwohl es eigentlich Pferdeleistung heißen müsste. Heutzutage steht beispielsweise in jedem Katalog für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor die Leistung in kW. Doch weil die PS-Zahl um den Faktor 1,359 größer ist, wird sie aus verkaufpsychologischen Gründen noch immer gerne zusätzlich genannt.

Weitere weltbekannte Zeitgenossen Schroeters, die bereits zu den Grundlagen der Elektrotechnik forschten und nach denen zu Ehren elektrische Einheiten benannt wurden, waren Andre-Marie Ampère (1775-1836) und Alessandro Volta (1745-1827). Um die elektrische Leistung (Stromleistung) zu berechnen wird die elektrische Spannung mit der elektrischen Stromstärke multipliziert. Also: Volt mal Ampere ergibt Watt. Watt mal Zeit ergibt elektrische Energie.

Es gibt grundsätzlich zwei Arten um elektrische Energie zu erzeugen. Eine, mit der mechanisch ein Generator gedreht wird, der nach dem 1856 von Werner

Siemens entwickelten dynamo-elektrischen Prinzip, Strom erzeugt. Die Generatoren wurden über Turbine mit Wasserkraft angetrieben, die damals „Weiße Kohle“ genannt wurde und regenerative, elektrische Energie erzeugte. Das war aber nur dort möglich wo es Wasserkraft gab. Als der Bedarf an elektrischer Energie stark anstieg, wurden immer mehr Wärmekraftmaschinen gebaut, zum Antrieb der Generatoren. Hierzu werden noch heute von großen „Stromern“, megatonnenweise Kohle abgebaut, zum Verheizen und damit Wasser zu Dampf zerkocht, der die Turbine anbläst, die einen Generator treibt, der elektrische Energie erzeugt um einen Motor zu drehen, Licht zu erzeugen usw. Die „Schwarze Energie“ breitete sich rasend schnell aus und deckt heute noch in Deutschland über ein Drittel des Bedarfes. Auch mit Dampfmaschinen, die bekanntlich Kohle verheizen, wurden Generatoren früher noch direkt, mechanisch gedreht.

Es begann in den Jahren ab 1880 als in Paris, Wien, München und Frankfurt wo internationale Elektrizitätsausstellungen veranstaltet wurden. Hier präsentierte der Gründer des deutschen Museums Oskar von Miller (1855-1934) zum ersten Mal den verlustarmen Transport von elektrischer Energie durch dünne Hochspannungsdrähte über eine Entfernung von

180 Kilometer. Nach dieser Sensation wurde versucht, mit allen Mitteln die geheimnisvolle, elektrische Energie möglichst schnell zu verbreiten. Es gab Verträge, die Windmüller dazu verpflichteten, die Mahlwerke mit Elektromotoren anzutreiben, anstatt mit Wind. So machten sich Energielieferanten unbeliebt, wurden immer mächtiger und deshalb „Stromer“ genannt, für die der Ausdruck in seiner heutigen Bedeutung noch immer angebracht ist. Auch das Grundprinzip der Stromerzeugung ist heute noch bei allen großen Wärmekraftwerken das gleiche. Der Unterschied liegt nur im „Brennstoff“ mit dem das Wasser gekocht wird: Kohle, Gas, Öl, Lebensmittel [1] und im „Atomzeitalter“ kamen noch die CO₂-neutralen Brennstoffe Uran und Plutonium hinzu.

Niemand sollte sich davon täuschen lassen, dass der ständig, scheinbar „natürlich“ wachsende Bedarf der Menschen an elektrischer Energie, durch ungebremsten Ausbau von zentralen Großkraftwerken gelöst werden kann. Auch die aktuell diskutierte Verbrennung von Wasserstoff bringt keine akzeptable großtechnische Lösung. Beide sind keine natürlichen Energiequellen (Primärenergie) sondern nur Energieträger von Sekundärenergien. Energieformen werden mit immer größerem Aufwand und Verlusten in Abhängigkeit vom naturwissenschaftlichen und technischen Wissensstand der Menschen, ineinander umgewandelt nur damit sie „einfach“ in Gebiete geliefert werden können wo sie natürlich nicht vorkommen. So ist es auch einfach, die hierfür „nötigen“ Infrastrukturen wie Asphalt-, und Stromtrassen zu rechtfertigen oder neue anzulegen, wie Batterie- und Wasserstofflager und Folgeprobleme in den Hintergrund zu verdrängen. Da das alles so bequem und selbstverständlich ist, werden heutzutage beispielsweise in Deutschland 25-30 % dieser gesamten elektrischen Energie verschwendet, ohne



Abb. 2: Typenschild am Elektromotor von Abb. 1 mit seinen technischen Daten. In der Mitte die Stromleistung von 1,5 kW. Mindestens diese Angabe auf einem ähnlichen Schild befindet sich auf jedem anderen elektrischen Gerät. Hieraus kann leicht der Energieverbrauch errechnet werden durch Multiplikation mit den Betriebsstunden..



Abb. 3: Drei verschiedene dezentrale, photovoltaische Energieerzeugungsanlagen [3]. Sie werden auch Solargeneratoren genannt, denn in ihren Halbleitern (Silizium) wird elektrische Energie generiert durch Sonnenlicht. Ihre Leistungen: Dach: 2 kW, Balkon: 2x0,012 kW, Geländer: 0,265 kW.

dass sich der Verbraucher dessen bewusst ist.

Der durchschnittliche Verbrauch an elektrischer Energie für einen Einwohner im deutschen Wirtschaftsraum, wird mit 6700 kWh pro Jahr angegeben, was hoch ist im Vergleich zum europäischen Wirtschaftsraum mit 5400 kWh pro Einwohner. Das ist der Brutto-Energieverbrauch, was bedeute, dass der Verbrauch an elektrischer Energie für die ganze Nation mit Industrie, Gewerbe und Dienstleistung eingerechnet ist. Der Netto-Energieverbrauch für den rein privaten Bereich, sollte weit unter der Hälfte liegen. Genaueres, aber oft verwirrendes steht auf jeder „Stromrechnung“.

Im Jahr 2018 wurden In Deutschland rund 649 000 000 000 kWh erzeugt. Das sind 649 TWh (Tabelle). Weltweit sind es geschätzt 21 000 000 000 000 kWh. Das

sind 21PWh [2].

Die zweite Art der Erzeugung von elektrischer Energie ist zwar auch nicht sehr effektiv und erst seit der Entdeckung und Weiterentwicklung der Halbleitertechnik in den 1960er Jahren möglich. In größerem Umfang erst ab 1990 zur photovoltaischen Energieerzeugung verfügbar. Es sind die mit Lichtgeschwindigkeit von der Sonne kommenden Lichtteilchen (Photonen), die durch die Erdatmosphäre gelangen und auf die Solarzellen auftreffen (Abb. 3). Hier bringen sie im Halbleiterkristall Elektronen zum Fließen die Strom und Spannung erzeugen und direkt elektrische Leistung in Watt liefern, ohne Kohle, Dampf und Maschinen. Abhängig von Stärke und Dauer des Sonnenscheines wird elektrische Energie in Form von Gleichstrom erzeugt. Dieser kann heutzutage technisch problemlos

mit dem von Generatoren erzeugten Wechselstrom der Großkraftwerke gemischt oder direkt im eigenen Haushalt verbraucht werden. Solche Solarmodule zur Erzeugung von Strom aus Sonnenlicht, sind heute nichts mehr Besonderes, günstig in allen Größen und für jede/n einfach zu beschaffen. Physikalisch und technisch funktionieren sie nach den gleichen Naturgesetzen, doch nach juristischen, abrechnungs- und „steuertechnischen“ Gesetzen sind sie sehr unterschiedlich.

Die Sonne strahlt in einer Stunde so viel Energie auf die Erde, wie die Menschen pro Jahr insgesamt verbrauchen. Also Energie für Strom Heizung und Verkehr. Sie strahlt in einer Sekunde 1×10^{20} Kilowattstunden Energie ab und wird dabei in jeder Sekunde 4 Megatonnen (Mt) leichter. Die Sonne brennt seit 5 Gigajahren (Ga) und wird noch etwa 6 Ga (a heißt anno) weiter leuchten. Bisher war es nur möglich einen winzigen Energieanteil aus den „Abgasen“ der Sonne zu nutzen in Form von Wärme (thermisch) und von Licht (photovoltaisch).

Im Inneren der Sonne wird bei 6 Millionen Grad durch Kernverschmelzung aus Wasserstoff, Helium erzeugt. Seit vielen Jahrzehnten wird daran geforscht, diese dritte mögliche Form der Energieerzeugung durch die Sonne, in einem Fusionsreaktor auf der Erde zu beherrschen. Zurzeit ist jedoch eine großtechnische Anwendung zur Energieerzeugung hiermit noch nicht absehbar.

| Name Deutsch | Name USA | Name Système International | SI Zeichen | Zahl der Nullen | Potenz |
|--------------|-------------|----------------------------|------------|-----------------|-----------|
| Tausend | thousand | Kilo | k | 3 | 10^3 |
| Million | million | Mega | M | 6 | 10^6 |
| Milliarde | billion | Giga | G | 9 | 10^9 |
| Billion | trillion | Tera | T | 12 | 10^{12} |
| Billiarde | quadrillion | Peta | P | 15 | 10^{15} |
| Trillion | quintillion | Exa | E | 18 | 10^{18} |
| Trilliarde | sextillion | Zetta | Z | 21 | 10^{21} |
| Quadrillion | septillion | Yotta | Y | 24 | 10^{24} |

Möglichkeiten zur Angabe der Anzahl von Nullen hinter der ersten Ziffer, einiger etwas größerer Zahlen. Die einfachste Art für beliebig große, „astronomische“ Zahlen, ist die Potenz-Schreibweise mit der auch entsprechende Rechnungen gemacht werden können.

Literaturhinweise

- [1] www.sbz-monteur.de/allgemein/lebensmittel-als-waerme-quelle-zulaessig
- [2] www.verivox.de/strom/themen/weltweiter-strom-verbrauch/
- [3] www.youtube.com/watch?v=6NGdq1-J75U

WAS MACHEN DIE EIGENTLICH?

Sternpopulationen

von der ARBEITSGEMEINSCHAFT ASTROPHYSIK DER AVL

Die grundsätzliche Einteilung der Sterne in zwei große Gruppen, die Population I und II geht auf den deutschen Astronomen und Astrophysiker Walter Baade (1893 - 1960) zurück. Die zwei Gruppen unterscheiden sich im Wesentlichen durch ihre Farbe und durch ihre spektralen Eigenschaften, als ein Maß für ihren Gehalt an schwereren Elementen als Wasserstoff und Helium. Diese sind ein Unterscheidungsmerkmal für das Alter der verschiedenen Sternpopulationen. Später ist dann noch eine dritte Gruppe, die Population III hinzugekommen, deren Sterne, die ältesten im Universum überhaupt, allein aus Wasserstoff und Helium bestehen sollen. Diese Population III ist aber bisher rein hypothetischer Natur, da sie bisher noch nicht direkt beobachtet werden konnte.

Durch die Beobachtung von Sternen des Andromeda Nebels hatte Baade festgestellt, dass diese je nach ihrer Position unterschiedliche Merkmale aufwiesen. Während in den Spiralarmen viele blaue, offenbar relativ junge Sterne zu sehen waren, konnte er zum Zentrum der Galaxie hin vorwiegend rottere, ältere Sterne beobachten. Diese Beobachtung hat dann zur Klassifizierung in 3 Sternpopulationen (jung, alt und erste Sterne nach dem Urknall) als eine grobe Einteilung in verschiedene Sternpopulationen geführt. Diese unterscheiden sich durch die sogenannte Metallizität. Die Metallizität ist ein Charakteristikum der stofflichen Zusammensetzung eines Sterns aus schwereren Elementen als dem primordialen Wasserstoff und Helium.

Die Theorie geht davon aus, dass die ersten Sterne nach dem Urknall aus den einfachsten Atomkernen des Wasserstoffs und Heliums und in Spuren des Lithiums entstanden sind. Diese Elemente sollten sich innerhalb der ersten 3 Minuten nach dem Urknall durch die sogenannte primordiale Nukleosynthese gebildet haben. Die so entstandenen Elemente verteilen sich zu ca. 75 % auf Wasserstoff ^1H und ca. 25 % Helium ^4He , sowie auf vernachlässigbare Spuren von Deuterium und Lithium. Alle schwereren Elemente sind erst im Laufe der Entwicklung des Universum über viele Generationen von Sternen durch Kernfusionen erbrütet worden, wobei die Elemente im Peri-

odensystem oberhalb von Eisen und Nickel aus energetischen Gründen erst durch Supernovae-Explosionen entstanden sind.

Die verschiedenen Sternpopulationen unterscheiden sich also grob durch ihren Gehalt an schwereren Elementen, d. h. durch ihre Metallizität, und damit auch durch ihr Alter. Massereiche, junge Sterne der Population I haben gegenüber den älteren masseärmeren Sternen der Population II einen deutlich höheren Anteil an schweren Elementen, da diese sich durch viele Prozesse des Sterbens und neu Entstehens von Sternen (siehe HIPO 48) im Laufe der Zeit erst angereichert haben. Das hat auch dazu geführt, dass die Populationen I und II weiter in eine Graduierung unterteilt wurden, so dass man dem Grad der Metallizität auch das Alter der Sterne innerhalb der jeweiligen Population grob zuordnen konnte. Typische Vertreter der Population I sind die Hauptreihensterne im Hertzsprung-Russell-Diagramm, die sich in der galaktischen Ebene, insbesondere in den Spiralarmen befinden. Population II-Sterne findet man zumeist im Halo der Galaxis, insbesondere in den dortigen Kugelsternhaufen. Sie weisen neben Wasserstoff und Helium kaum andere, höhere Elemente auf. Der Population III, also der ersten Sternpopulation werden hingegen Sterne zugeordnet, die de facto ausschließlich primordialen Wasserstoff und Helium aufweisen. Diese müssen al-

so als erste Sterne nach dem Urknall im ganz frühen Universum entstanden sein. Sie entsprechen sozusagen Adam und Eva der Sternentstehung. Derartige Sterne sind bisher jedoch rein hypothetisch. Zwei Sterne, die direkt aus den Supernova-Überresten der Population III stammen könnten, sind HD 140283, ein Stern im Sternbild Libra, dessen Alter mehr als 13,5 Milliarden Jahre betragen dürfte. Der zweite Kandidat ist der Stern SMSS J031300.36-670839.3 dessen Alter etwas genauer mit ca. 13,6 Milliarden Jahren abgeschätzt werden konnte. Er müsste also demnach schon rund 200 Millionen Jahre nach dem Urknall entstanden sein (!?).

Peter Steffen

IST DAS TELESKOP NOCH ZU RETTEN?

Reparatur des Meade LX200

von VOLKER KUNZ, *Bremen*

Vor zwei Jahren im Spätsommer stand unsere vereinsinterne Schnuppenparty an. Aufgrund der totalen Mondfinsternis zwei Wochen zuvor haben wir die Feier allerdings auf diesen Tag vorverlegt. Zum gleichen Zeitpunkt waren auch die Planeten Jupiter, Saturn und Mars am Himmel. Mars stand genau an diesem Tag in Opposition und durch die Nähe zur Erde erschien er durchs Fernrohr beobachtet besonders groß. Dank des warmen Sommers und des wolkenfreien Himmels kamen auch sehr viele Mitglieder mit ihren Familien und Freunden zum gemütlichen Grillen und Klönschnack zusammen.



Abb. 1: Wechselstecker (links Fernrohr, rechts Netzteil).
Alle Bilder vom Autor.

Um dieses Himmelsereignis zu erleben, haben einige von uns ihre eigenen Feldstecher oder Fernrohre zum Beobachten und Fotografieren mitgebracht und aufgebaut. Auch die Vereinsgeräte wurden vorbereitet. Dazu gehört auch ein Spiegelteleskop mit bis zu 200-facher Vergrößerung, mit dem man den Mond und auch die Planeten gut beobachten kann. Als es nach dem Grillen dann langsam dunkel wurde schaltete ich das Gerät ein. Es besitzt eine Nachführung zum Ausgleich der Erddrehung, so dass, wenn es gut Richtung Norden ausgerichtet ist, ein Himmelsobjekt verfolgt, ohne dass man von Hand in die Nachführung eingreifen muss. Ein Objekt bleibt somit im Sichtfeld stehen, ohne langsam herauszuwandern.

Doch leider ließ das Fernrohr beim Einschalten nicht die üblichen Töne von sich hören, und auch die Beleuchtung am Display blieb dunkel. Stattdessen bemerkte ich einen leicht stechenden Geruch in der Nase, der mich, da von Beruf

Elektriker, an Brandgeruch in Elektroanlagen erinnerte. Eine kleine weißgraue Rauchfahne aus dem Inneren des Gehäuses bestätigte dann meine Vermutung. Irgendetwas stimmt hier nicht!! Ich schaltete das Fernrohr sofort wieder aus. Verdammte! Und das gerade heute! Die Besucher standen schon hinter mir und wollten beobachten, und ich musste mit den Schultern zucken. Tut mir leid, heute leider nicht. So blieb nur die Beobachtung durch Feldstecher und andere Geräte mit kleinerer Vergrößerung. Ich war sehr enttäuscht.

Doch was war passiert? Wie kam es dazu? Am nächsten Tag habe ich mir das Fernrohr bzw. das Netzteil mal genauer angesehen. Am Stecker des Netzteils, der in die Buchse des Fernrohrs gesteckt wird, ist zusätzlich ein abnehmbarer Wechselstecker (Abb. 1), mit dem man durch Drehen um 180° die Polarität tauschen kann. In richtiger Stellung stehen sich ein + vom Netzteil und ein CEN vom Stecker gegenüber, in falscher Stel-

lung ein – und das CEN. Das CEN bedeutet hierbei Center, da es ein Rundstecker mit Mittelkontakt ist. Mit + und – ist die Polarität der Versorgungsspannung des Netzteils gemeint.

Wahrscheinlich habe ich diesen feinen aber doch wichtigen Unterschied am Abend in der Dunkelheit nicht gesehen, und durch die falsche Polarität der Versorgungsspannung die Elektronik im Fernrohr zerstört. Mein erster Gedanke war: „Das gibt Mecker vom Meister“, wie vertelle ich ihm das? Das Fernrohr war zwar ein Geschenk, aber dafür von beachtlichem Wert! Und wenn es jetzt defekt ist, ist es schon ein großer Verlust. Also raus mit der Wahrheit, das ist immer noch das Beste! Mein zweiter Gedanke war: „Warum baut man so einen Mist?“. Für mich ein Konstruktionsfehler des Herstellers mit fatalen Folgen.

Im Internet habe ich nach einer Möglichkeit gesucht, die Elektronik zur Reparatur einzuschicken. Doch das stellte sich als recht schwierig heraus, da das Gerät in den USA gefertigt wurde, und seit langer Zeit nicht mehr produziert wird. Auch ein Support, geschweige denn eine Reparatur ist somit schwierig bis unmöglich. Auf einer deutschen Internetseite bot mir eine Firma schließlich doch noch Hilfe an, nur wollte man sich erst neu aufstellen und das eigene Dienstleistungsangebot überdenken. Man vertröstete mich, ich solle mich doch in 6 Monaten noch einmal melden. Dann könne man mir mehr sagen. Na



Abb. 2: Runde Hauptplatine, Frontplatine unten.

tot!!! Voller Ernüchterung geriet die Reparatur erst einmal in Vergessenheit.

Die Zeit verging. Es kam das Frühjahr 2020 und die Corona-Pandemie schwappte von Asien nach Europa. Viele Produktionsbetriebe stellten ihre Arbeit ein, und so wurde auch ich von meinem Arbeitgeber kurzerhand für mehrere Wochen wegen Kurzarbeit nach Hause geschickt. Am Anfang ist alles noch wie Urlaub, doch nach einiger Zeit wird einem langweilig, und es fällt einem die Decke auf den Kopf. Das Wetter war schlecht und ich konnte nicht viel unternehmen.

Da erinnerte ich mich an das defekte Fernrohr der AVL. Vielleicht kann ich damit meine freie Zeit vertreiben, und versuchen, mehr über den Fehler herauszubekommen? Nach meinen ersten Recherchen im Herbst 2018 ist ein Teil der Elektronik defekt. Irgendetwas hat Rauchzeichen gegeben. Ein klares Zeichen für zu viel Strom! Und so baute ich das Gerät auseinander und nahm alles mit nach Hause, was Elektronik beinhalten konnte. Im Grunde genommen war das gar nicht so viel, nur die Frontplatine und die Hauptplatine mit dem Rektaxensationsantrieb, alles eingebaut in einem ge-

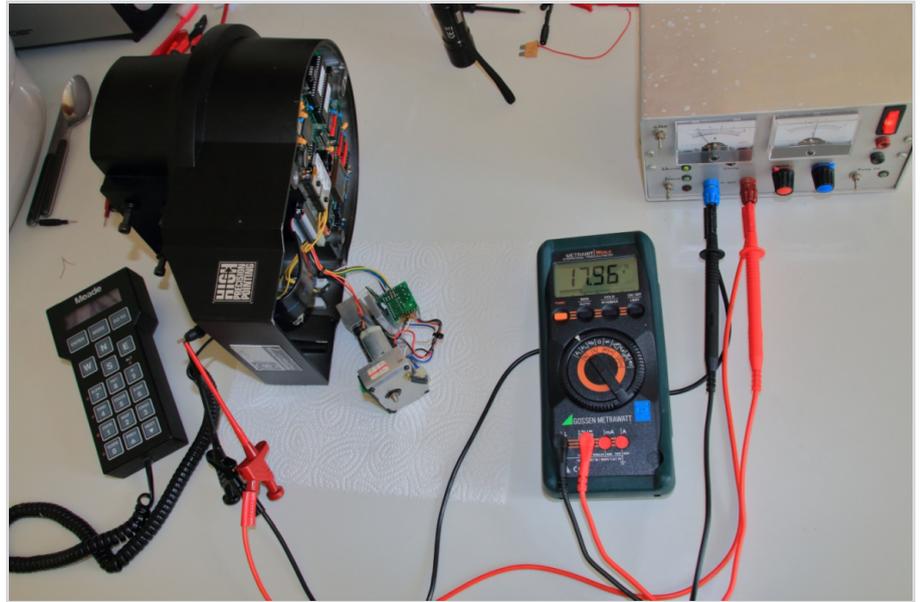


Abb. 3: Testaufbau mit ausgebautem Rekt-Achsenmotor.

meinsamen Metallgehäuse. Der Rektaxensationsantrieb ist der Motor für die automatische Nachführung des Fernrohrs. Im Internet gibt es glücklicherweise jede Menge von Wartungs- und Reparaturanleitungen sowie Schaltpläne der einzelnen Platinen [1].

Systematisch angefangen untersuchte ich zuerst die Frontplatine. Ich trennte sie von der Hauptplatine, die ich erst später untersuchen wollte. Ich fand nur eine defekte Sicherung und eine dunkle Stelle an einem von zwei Operationsverstärkern. Lag hier der Fehler? Anhand des Schalt-

plans machte ich mir die Funktion klar. Sie steuern die einzelnen Leuchtdioden für die Stromstärke in Form einer Balkenanzeige an. Ich schloss die Platine an mein Netzgerät an, und erhöhte die Gleichspannung langsam auf die erforderlichen 18V und beobachtete den Strom. Der blieb sehr klein. Ich simuliere unterschiedliche Stromstärken, und alle Leuchtdioden leuchteten nacheinander auf. Die Funktion der Frontplatine war also in Ordnung.

Also machte ich mich an die Hauptplatine (Abb. 2). Diese war schon wesentlich

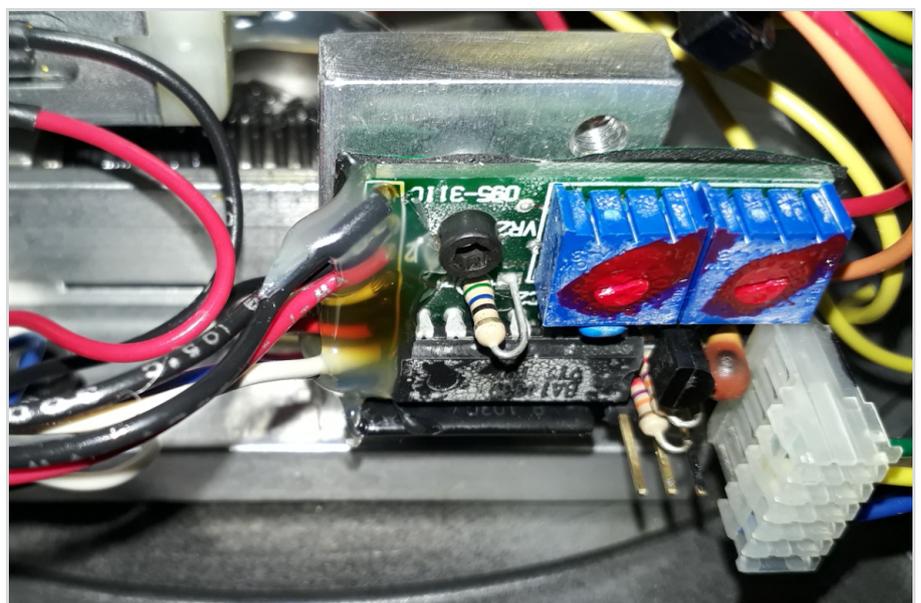


Abb. 4: Platine mit defektem Bauteil (das gelb/braune Etwas).

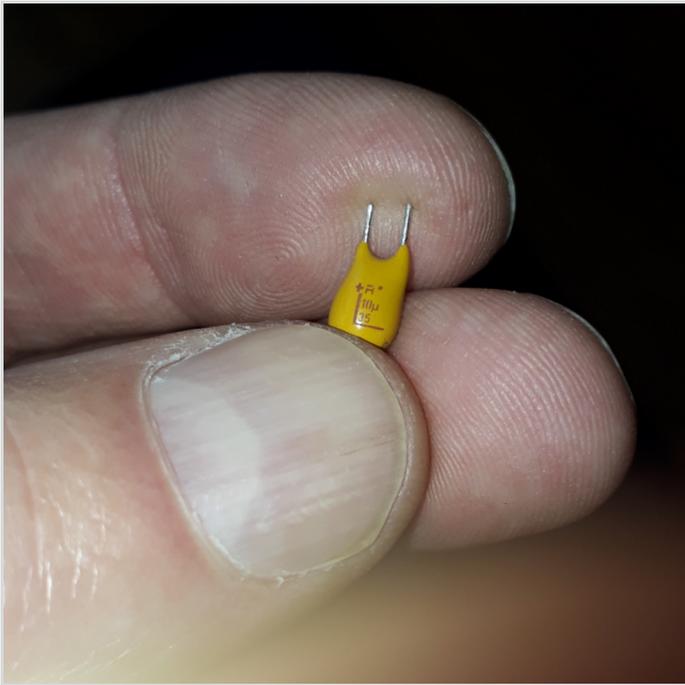


Abb. 5: Neuer Kondensator.

komplizierter aufgebaut. Auch hierfür gab es einige Schaltpläne im Internet. Und die Funktionen waren schon viel komplexer als auf der Frontplatine. Hier geht es um Geschwindigkeitsregulierung und Drehrichtung der beiden Servomotore (Rektazensions-, und Deklinationsachse, um nur einige zu nennen. Augenscheinlich war hier kein verschmortes Teil zu finden. Ich trennte den Servomotor der Rek-Achse von der Platine, und schloss die Hauptplatine wieder an die Frontplatine an. Auch hier erhöhte ich langsam die Gleichspannung und gab mehr Strom frei. Es floss nur wenig Strom, die Anzeige auf der Frontplatine zeigte nur 3-4 Balken an. Ein völlig normaler Wert. Also scheint die Hauptplatine auch in Ordnung zu sein. Ich ließ das Ganze eine halbe Stunde laufen. Nun roch ich doch wieder etwas Strom. Doch das war nur etwas Wärme aus meinem Netzgerät. Also bisher auch hier kein Fehler.

Zum Schluss blieb noch der Servomotor der Rek-Achse mit seiner kleinen Versorgungsplatine (Abb. 4) übrig. Auf der war dann ganz versteckt ein kleines verkohltes Bauteil zu erkennen. Ist das nun endlich der Fehler? Auch für diese

feststellen! Nun gut, verbrennt ein Kondensator, kann er entweder dauerhaft einen Kurzschluss verursachen, oder aber den Stromfluss völlig abblocken. Was auch immer, der Kondensator muss ausgetauscht werden. Nach etwas Fummelarbeit und ein wenig Trickserei habe ich es geschafft, den Kondensator zu wechseln. Immerhin ist er nicht größer als ein Stecknadelkopf (Abb. 5)! Nach dem Austausch habe ich die Platine separat an mein Netzgerät angeschlossen und getestet. Nachdem der Motor lief und nur ein niedriger Strom floss, ließ ich ihn eine Zeitlang drehen. Zum Glück gab es keine Probleme. Dann schloss ich ihn wieder an die Haupt-

Versorgungsplatine an und ließ ihn auch hier länger laufen. Auch hier gab es keine Probleme. Juhu!! Ich hatte den Fehler tatsächlich gefunden und reparieren können. Ich war stolz auf mich. War meine Ausbildung zum Elektroniker also doch nicht umsonst?! Nun baute ich alles wieder zusammen, und fuhr damit zur Sternwarte. Bisher hatte ich nur die Steuerung zusammen mit dem Rektazensionsmotor getestet. Es fehlte aber noch die Handbedienung und der Deklinationsmotor. Sollte hier noch eine Überraschung auf mich warten? Doch auch hier blieb der Strom im erwarteten Bereich und es war nun kein weiterer Fehler mehr zu erwarten.

Ich zückte mein Messgerät, konnte aber keinen Fehler

feststellen! Nun gut, verbrennt ein Kondensator, kann er entweder dauerhaft einen Kurzschluss verursachen, oder aber den Stromfluss völlig abblocken. Was auch immer, der Kondensator muss ausgetauscht werden. Nach etwas Fummelarbeit und ein wenig Trickserei habe ich es geschafft, den Kondensator zu wechseln. Immerhin ist er nicht größer als ein Stecknadelkopf (Abb. 5)! Nach dem Austausch habe ich die Platine separat an mein Netzgerät angeschlossen und getestet. Nachdem der Motor lief und nur ein niedriger Strom floss, ließ ich ihn eine Zeitlang drehen. Zum Glück gab es keine Probleme. Dann schloss ich ihn wieder an die Haupt-

platine an und ließ ihn auch hier länger laufen. Auch hier gab es keine Probleme. Juhu!! Ich hatte den Fehler tatsächlich gefunden und reparieren können. Ich war stolz auf mich. War meine Ausbildung zum Elektroniker also doch nicht umsonst?! Nun baute ich alles wieder zusammen, und fuhr damit zur Sternwarte. Bisher hatte ich nur die Steuerung zusammen mit dem Rektazensionsmotor getestet. Es fehlte aber noch die Handbedienung und der Deklinationsmotor. Sollte hier noch eine Überraschung auf mich warten? Doch auch hier blieb der Strom im erwarteten Bereich und es war nun kein weiterer Fehler mehr zu erwarten.

Also baute ich das Fernrohr wieder komplett zusammen und testete es noch am gleichen Abend. Und es lief und lief und der Rek-Motor schnurrte leise vor sich hin, genauso wie es sein soll. Hervorragend! Eine Sache musste ich jetzt allerdings noch ändern. Damit eine Verwechslung mit dem Netzteilstecker



Abb. 6: Das Meade LX200 im Einsatz.

nicht noch einmal vorkommt, habe ich das dazugehörige Netzteil mit dem drehbaren Stecker kurzerhand umgebaut, so dass die Polarität ganz klar festgelegt ist und nicht mehr vertauscht werden kann. Somit steht nun wieder ein gutes Gerät zur Beobachtung in der Sternwarte zur

Verfügung und wartet darauf, benutzt zu werden.



Abb. 7: First (Re)-Light mit dem Mond.

Literaturhinweise

[1] Dokumentation zum Meade LX200: www.lx200classic.com



ERRATUM:

Korrektur zu Hipo 62, Seite 18, Abb. 3. Im Artikel *Geschichten vom Telescopium Lilienthal Beitrag 13: Die feuchteste Führung / Okulare und Vergrößerungen* wurde eine falsche Bildunterschrift eingesetzt. Die richtige lautet:

Beim Blick durch die Augenlinse des Okulares mit der Brennweite 60mm wird eine 4-fache Lupenvergrößerung erreicht. Zu sehen ist auch die Maserung des Holzes am Geländer.

Die Redaktion bittet, diesen Fehler zu entschuldigen.



Impressum

„Die Himmelspolizey“

ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint alle drei Monate. Sie wird in Papierform und online unter www.avl-lilienthal.de veröffentlicht.

Der Name der „Himmelspolizey“ leitet sich von den 24 europäischen Astronomen ab, die im Jahre 1800 auf die gezielte Suche nach dem „fehlenden“ Planeten zwischen Mars und Jupiter gingen. Entdeckt wurde letztendlich der Asteroidengürtel, von dem geschätzt wird, dass er bis zu 1,9 Millionen Mitglieder enthält.

Einer der Gründer war Johann Hieronymus Schroeter, der hier in Lilienthal eines der größten Teleskope seiner Zeit betrieb. In Anlehnung an ihn und die grandiose Geschichte der ersten Lilienthaler Sternwarte trägt diese Zeitschrift ihren Namen.

Mitarbeiter der Redaktion

Alexander Alin

E-Mail: hipo@avl-lilienthal.de

Redaktionsschluss für die nächste Ausgabe ist der **31. August 2020**. Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggf. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wieder. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei.

Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist

Alexander Alin, Hemelinger Werder 24a, 28309 Bremen.

ISSN 1867-9471

Nur für Mitglieder

Erster Vorsitzender

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Stellv. Vorsitzender

Dr. Kai-Oliver Detken.....(04208) 17 40

Schatzmeister

Jürgen Gutsche.....(0421) 25 86 225

Schriftführung

Jürgen Ruddek.....(04298) 20 10

Sternwarte Würden

Ernst-Jürgen Stracke..... (04792) 10 76

Redaktion der Himmelspolizey

Alexander Alin..... (0421) 16 13 87 91

AG Astrophysik

Dr. Manfred Zier..... (04292) 93 99

Deep Sky-Foto-AG

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Internetpräsenz und E-Mail-Adresse der AVL:
www.avl-lilienthal.de; vorstand@avl-lilienthal.de

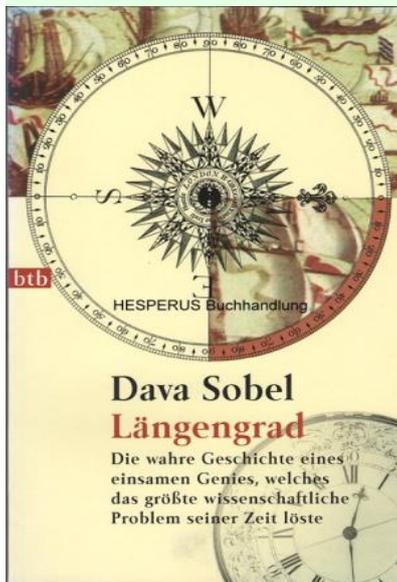
Aus der AVL

NEUES AUS DER AVL-BIBLIOTHEKSECKE

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

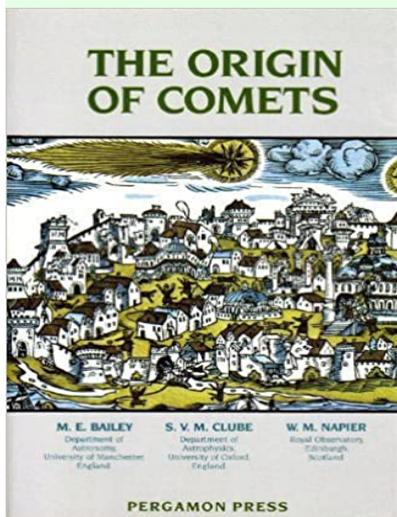
Die Bibliothek der AVL will sich auf dieser Seite den Mitgliedern vorstellen. Hier sollen in jeder Ausgabe ein oder zwei Bücher präsentiert und beschrieben werden, um einen Überblick über die vorhandenen AVL-Schätze zu gewinnen und das Interesse an einer Ausleihe zu wecken. Die komplette Bücherliste befindet sich auf den AVL-Webseiten, unter „AVL-Intern“. Anfragen werden gerne unter k.detken@avl-lilienthal.de entgegengenommen.

Dava Sobel: Längengrad. 6. Auflage, Berlin-Verlag, 1998.



Dieses Buch erzählt die Geschichte des unbekanntenen schottischen Tischlers und Hobby-Uhrenmacher John Harrison, dem es im 18. Jahrhundert gelang, die Schifffahrt durch die Lösung des Längengrad-Problems auf neuen Kurs zu bringen. Denn Anfang des 18. Jahrhunderts wurde ein Preis ausgelobt für denjenigen, der es schaffen würde, eine Technik zu ersinnen, die es ermöglicht, Längengrade auf hoher See zu messen. Eigentlich dachte man dabei an Messungen mit Sonne, Mond und Sternen, denn die geografische Breite wurde durch Messungen von Vertikalwinkeln der Sonne oder des Polarsterns bestimmt. Deshalb schafften es auch die großen Astronomen dieser Zeit wie Galilei, Newton und Halley nicht, das Längengrad-Problem zu lösen, da sie in den Gestirnen nach einer Lösung suchten. Doch John Harrison baute 1762 eine so genaue Uhr, dass sie auch bei starkem Seegang verlässlich funktionierte und durch Wettereinflüsse wie Hitze oder Luftfeuchtigkeit nicht beeinträchtigt wurde. Um die erforderliche Genauigkeit zu erreichen, hatte er seine Uhr mit reibungsfreien Kugellagern und Bimetall-Systemen temperaturunabhängig hergestellt. Damit hatte man nun die Möglichkeit, den Längengrad genau zu messen, wodurch er vielen Seeleute das Leben rettete. Trotz vieler Intrigen seiner Rivalen setzte sich Harrison durch. Er musste trotzdem lange um Anerkennung kämpfen und erst sein Sohn bekam einen Teil des ursprünglichen Preises zugesprochen. Dava Sobel erzählt die Geschichte spannend und kenntnisreich. Die Autorin zeigt auch wie borniert Wissenschaftler manchmal sind. John Harrisons Uhr ist heute noch in Greenwich ausgestellt.

M. E. Bailey, S. V. M. Clube, W. M. Napier: The origin of comets. Pergamon Press, 1990.



Seit undenklichen Zeiten hat die Menschheit zahlreiche „sich bewegende Sterne“ mit bloßem Auge am Nachthimmel gesehen und über deren Entstehung nachgedacht. Daher hat das Thema „Kometen“ viele Astronomen und Philosophen über die Jahrhunderte hinweg interessiert und bewegt. In dem Werk „The Origin of Comets“ wird diese spannende Geschichte der Astronomie und der Kometen erzählt – allerdings in englischer Sprache, wie der Titel des Buches bereits vermuten lässt. „Der Ursprung der Kometen“ ist dabei nicht nur ein wissenschaftliches Werk über Kometen. Es handelt auch von der Astronomie und ihrem Ursprung, als astronomische Aufzeichnungen noch auf Keilschrifttafeln aufbewahrt wurden. Aber auch die wichtigsten Ideen über Kometen für andere Wissenszweige werden hervorgehoben, insbesondere in Bezug auf die galaktische und terrestrische Entwicklung. Mit der Erkenntnis, dass das Massenaussterben von Arten möglicherweise auf das Zusammentreffen der Erde mit Strömen von Kometentrümmern zurückzuführen ist, steht die Frage nach dem Ursprung der Kometen wieder einmal im Vordergrund der Forschung. Und nicht nur das, die Autoren führen außerdem eine kritische Diskussion darüber, wie das Gebiet der Wissenschaft sowohl in der Vergangenheit als auch in der Gegenwart von einigen wenigen mächtigen Individuen beherrscht wurde, um unsere Aufmerksamkeit vom Himmel wegzulenken. Dieses Buch ist daher eine umfassende und interessante Studie zu diesem Thema, die nicht nur für Wissenschaftler, sondern auch für den Laien geschrieben wurde. Es handelt sich um ein Werk von über 550 Seiten, neunzehn Kapiteln und drei Anhängen, mit buchstäblich über tausend Verweisen.