



# Die Himmelspolizey

AVL Astronomische Vereinigung Lilienthal e.V.



68

10/21

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,  
für Mitglieder frei

**DIE GRÖSSTEN TELESKOPE DER WELT**  
Das Lilienthaler Telescopium im Vergleich

**ASTRONOMIE ZU CORONA-ZEITEN**  
Astronomen treffen sich online und in Brandenburg

**Die Himmelspolizey**  
Jahrgang 18, Nr. 68  
Lilienthal, Oktober 2021

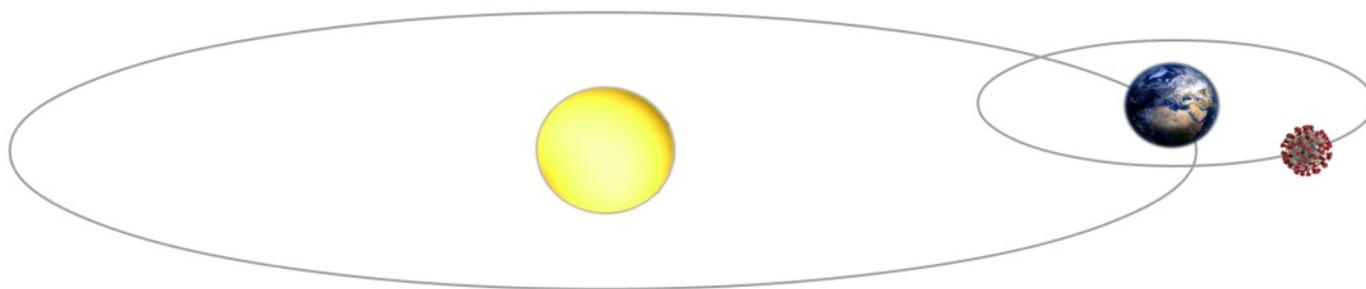
## Inhalt

<b>Die Sterne</b> .....	<b>3</b>
<b>36. Astronomie- und Techniktreffen (ATT) in Essen</b>	
<i>ATT im digitalen Rahmen trotzte Corona</i> .....	<b>4</b>
<b>Eine moderne Systemkamera für die Astrofotografie</b> .....	<b>11</b>
<b>Vergleich zweier Duofilter</b>	
<i>Optolong L-eNhance versus Optolong L-eXtreme</i> .....	<b>14</b>
<b>Geschichten vom Telescopium Lilienthal</b>	
<i>Beitrag 19: Die größten Spiegelteleskope auf der Erde - Teil 1</i> .....	<b>20</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>24</b>
<b>Der Weltraum: er gehört mir... er gehört mir nicht...</b>	
<i>Teil 2 - Weltraumverträge</i> .....	<b>25</b>
<b>Erratum</b> .....	<b>27</b>
<b>Zwei AVLER im Sternenpark Westhavelland</b>	
<i>Ein Erlebnisbericht</i> .....	<b>28</b>
<b>Neues aus der AVL-Bibliotheksecke</b> .....	<b>31</b>
<b>Das Astrofoto des Monats</b>	
<i>August und September 2021</i> .....	<b>32</b>

Teleskope sind seit dem 17. Jahrhundert das wichtigste Werkzeug der Astronomen. Im Laufe der Zeit sind sie zu wahren Riesen gewachsen, wie unser Telescopium in Lilienthal oder auch der "Leviathan von Parsonstown", wie das Teleskop des Earls of Rosse auf unserem Titelbild gerne genannt wird. Helmut Minkus vergleicht in seinem Artikel verschiedene historische Groß-Teleskope. Aber auch optisches Zubehör ist immer wichtiger geworden. Nicht nur die Kamera selber entscheidet über ein Astrofoto, auch verwendete Filter können aus einem guten Foto ein außergewöhnliches machen. Auch hierzu berichten unsere Autoren dieses Mal.

Titelbild: *Das Teleskop des Earls of Rosse im Schlosspark im irischen Biorra*.

Bild: Alexander Alin, AVL.



Die Sterne, liebe AVL-Mitglieder, treten jetzt zum Herbst wieder viel deutlicher in unser Blickfeld. Klar, die Tage verkürzen sich und die Nächte, die uns allen besonders am Herzen liegen, gewinnen an Bedeutung. Zwar sind die Sternbilder des Sommers noch immer präsent, bereits am Abend erscheinen aber bereits die Herbststernbilder. Man nennt die Blickrichtungen vom Pegasus bis zu den Jagdhunden gerne auch das Galaxienfenster. So eines haben wir zurzeit im Herbst und ebenso im Frühling – dann in der Richtung der Jungfrau. Besonders unsere Fotografen werden jetzt vermehrt des Nachts auf die „Jagd“ nach den Galaxien und Galaxiengruppen gehen, die sich in ungeheurer großer Zahl in den genannten Gebieten aufhalten. Niemand wird dabei übersehen, dass das Licht dieser Welteninseln viele Millionen Jahre zu uns unterwegs war.

Die vergangenen Wochen und Monate waren nicht nur für uns in der AVL mit Sorgen und Hoffnungen gleichermaßen durchsetzt. Die Folgen der Corona Pandemie haben uns mehr als uns lieb war in Atem gehalten. Dabei ist diese schlimme, so plötzlich aufgetauchte Krankheit keinesfalls vorbei. Wir haben gelernt, damit umzugehen – wir haben uns arrangiert. Inzwischen treffen sich unsere Arbeitsgruppen wieder persönlich und unsere öffentlichen Vorträge und Veranstaltungen finden ebenfalls in Präsenzform statt – was für eine Wohltat.

Auf der Seite 3 der letzten HiPo hatte ich noch von der Hoffnung gesprochen, unsere überfällige Jahreshauptversammlung endlich nachholen zu können. Nun, das ist inzwischen geschehen! Und das sogar

mit einer Beteiligung eurerseits, wie sie ohne Corona-Einschränkungen auch zu friedienstellend gewesen wäre. Der Vorstand und der erweiterte Vorstand sind neu gewählt worden und wir begrüßen Jürgen Beisser und Jürgen Adamczak als neue Vorstandsmitglieder. Bei Jürgen Gutsche, der sein Amt als Schatzmeister aufgegeben hat, bedanken wir uns für seine Arbeit.

Auch die Veranstaltungen und Führungen im Rahmen des Telescopiums sind seit Juni wieder aufgenommen worden. Sogar eine erste Trauung konnte oben auf der Beobachtungsplattform durch eine Standesbeamtin aus Worpsswede stattfinden. Um auch Gästen zu ermöglichen, an der Zeremonie teilzunehmen, wurde eine Bild- und Tonübertragung in die Besucherinfo geschaltet. Dass die Presse dabei mit drei Vertretern verschiedener Blätter präsent war, kam für uns überraschend, war aber mehr als willkommen.

Sehr erfreulich war, dass die Schulen der Umgebung das Telescopium für Ausflüge entdeckt haben. Zwar ist das zu einem Teil auf die Einschränkungen des Corona-Lockdowns zurückzuführen, dürfte aber, so die Hoffnung, zu Nachahmungen führen. Natürlich muss es ein Anliegen von uns allen sein, besonders jungen Menschen die Astronomie näherzubringen. Und das auch im Hinblick auf die Entwicklungen, wie sie alle Vereine zurzeit verzeichnen.

Es ist ein befreiendes Gefühl, die vielen Einschränkungen der vergangenen Monate langsam hinter sich zu lassen. Der verantwortungsvolle Umgang aller hat es ermöglicht, dass wir ganz allmählich zu unseren gewohnten Umgangsformen zu-

rückkehren können. Auch innerhalb der AVL war diese Verantwortung füreinander spürbar. Wenn ihr diese Zeilen lest, wird sich die Lage hoffentlich weiter entspannt haben. Wir werden die erste Veranstaltung unseres Herbstprogramms als Präsenzveranstaltung durchgeführt haben und vielleicht auch den Astronomietag im Oktober, zu dem wir besonders gerne einladen. Was vermutlich bleiben wird, ist eine gewisse Wachsamkeit und das Bewusstsein, dass viele Dinge, die wir als unser gutes Recht erachten, gar nicht so selbstverständlich sind.

Der Herbst ist nicht selten die Zeit, in der man sich sehr gut wieder der Astronomie zuwenden kann. Die längeren Nächte erlauben uns, wie eingangs schon beschrieben, den Nachthimmel über viele Stunden beobachten zu können. Nachdem hoffentlich alle einen erholsamen Sommer verbringen durften, wünsche ich uns nun einen spannenden Herbst. Sei es in eigenem astronomischem Tun oder in der theoretischen Auseinandersetzung mit den verschiedenen Bereichen unserer spannenden Leidenschaft, wie wir sie in unseren AGs auch gemeinschaftlich praktizieren. Unsere Vortragsangebote sollen als Highlights eine Ergänzung dazu bieten.

Liebe AVL-Mitglieder, liebe Freunde, seid alle herzlich begrüßt und bleibt gesund. Wir sehen uns – und das meine ich wörtlich!

Gerald Willems, Vorsitzender

## 36. ASTRONOMIE- UND TECHNIKTREFF (ATT) IN ESSEN

### ATT im digitalen Rahmen trotzte Corona

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Aufgrund der Corona-Pandemie musste die ATT [1] im letzten Jahr genauso abgesagt werden, wie ihre Schwestermesse AME [2]. Dieses Jahr wollte man sich bei der Walter-Hohmann-Sternwarte in Essen allerdings nicht der Corona-Pandemie beugen und organisierte eine umfangreiche digitale Präsenzveranstaltung, die von 10-17 Uhr ihre digitalen Pforten öffnete. Viele Aussteller waren dabei wieder mit an Bord und präsentierten ihre neusten Produkte in einem virtuellen Foyer. Zudem gab es einige interessante Vorträge, die die aktuellen Trends wiedergaben. Die neue Bezeichnung „Astronomie- und Techniktreffen“ für die ATT sollte ebenfalls eine Erneuerung kennzeichnen, da sie jahrzehntlang als „Astronomischer Tausch- und Trödeltreff“ bekannt war.

The screenshot shows the website for the digital ATT 2021. At the top, there is a navigation bar with 'FOYER', 'BÜHNE', and 'MESSE'. Below that, there are tabs for 'Vermischtes', 'Eröffnung', and 'Fachvorträge'. The main content area is titled 'Grußworte zum ATT 2021 digital' and features three portraits with their names and biographies:

- Claudia Henkel**: Vorsitzende des Vereins Walter-Hohmann-Sternwarte e.V. (Veranstalter des ATT 2021 digital), Projektleiterin des Projekts ATT 2021 digital.
- Thomas Kufen**: Oberbürgermeister der Stadt Essen, Förderer des Vereins Walter-Hohmann-Sternwarte e.V., Essen.
- James W. Kennedy**: 1968 Aerospace Engineering Cooperative Education Program - Ausbildung bei Wernher von Braun, 1980 Ingenieur im Büro für Shuttle-Projekte, 1987 Leiter des Büros für Shuttle-Programmplanung und Managementsysteme, 2001 stellvertretender Direktor des Marshall Space Flight Centers, 2003 achter Direktor des Kennedy Space Center.

Abb. 1: Grußworte zur Eröffnung der digitalen Fachmesse ATT.

Während die ATT aus der Not eine Tugend machte, gab die AME leider in diesem Jahr bekannt, für immer ihre Messehallen zu schließen. Das Organisationsteam wird daher keine weitere AME in Süddeutschland mehr ausrichten und wurde wohl Opfer der kontinuierlichen Planungsunsicherheit. Das ist sehr bedauerlich, da auch die AME seit dem Jahr 2006 eine Institution darstellte und ebenfalls interessante Trends, Vorträge und Themen rund um die Astronomie bot.

Ich konnte mir einmal sogar selbst davon ein Bild vor Ort machen. Auf der AME-Webseite lassen sich die 14 Messejahre noch einmal im Rückblick nachempfinden. Die ATT hat im Gegensatz dazu bereits eine 40 Jahre alte Geschichte und wird uns hoffentlich auch noch lange erhalten bleiben.

Die Grußworte zur ersten digitalen Fachmesse wurden von Claudia Henkel (Vorsitzende des Vereins der Walter-Hohmann-Sternwarte), Thomas Kufen

(Oberbürgermeister der Stadt Essen) und James W. Kennedy (zuletzt Direktor des NASA Kennedy Space Center) gesprochen (siehe Abbildung 1). Diese Eröffnungsreden lassen sich auch nachträglich über YouTube abrufen [3]. Besonders interessant war dabei natürlich die Rede von James W. Kennedy, der auf eine lange Karriere in der Raumfahrt zurückblicken kann. So wurde er 1968 im „Aerospace Engineering Cooperative Education Program“ bereits von Wernher von Braun ausgebildet. In den 1980er Jahren war er Ingenieur im Büro für Shuttle-Projekte und leitete 1987 die Shuttle-Programmplanung. Ab 2001 wurde er stellvertretender Direktor des Marshall Space Flight Centers, bis er zwei Jahre danach der achte Direktor des Kennedy Space Center (KSC) in Florida wurde. James W. Kennedy berichtete kurz über aktuelle NASA-Projekte (z.B. James Webb Space Telescope und Perseverance Mars-Rover) und wies darauf hin, dass man auf der Webseite der NASA [4] seinen eigenen Namen hinterlegen kann, um dann nur zum Spaß einen Boarding-Pass für den Mars zu bekommen, der auch noch die Flugmeilen mitzählt. Immer wenn ein neuer Rover zum Mars gesandt wird, erhält man dann weitere Bonus-Meilen hinzu. Bereits 11 Mio. Teilnehmer haben sich bisher eingetragen.

Danach wurde dann der erste Fachvortrag von Dr. Andreas Müller gehalten,

der in seiner Keynote auf Schwarze Löcher einging. Im Jahr 2020 wurde die Erforschung Schwarzer Löcher mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet. Ein Jahr zuvor gelang Radioastronomen mit dem Event Horizon Telescope das erste direkte Bild eines Schwarzen Lochs. Seit 2015 werden Gravitationswellen direkt gemessen, die vor allem von kollidierenden Schwarzen Löchern stammen. Wir leben daher nach seiner Meinung aktuell in einer spannenden Zeit, um die verrücktesten Objekte unseres Universums zu untersuchen. Als Astrophysiker und Chefredakteur von „Sterne und Welt- raum“, fasste er bei seinem Vortrag den aktuellen Forschungsstand zusammen und gab einen Ausblick auf neue Entdeckungen. Auf dem YouTube-Kanal „Urknall, Weltall, Leben – Wissenschaftler erklären Wissenschaft“ [5], der von Josef M. Gaßner und dem UWudL-Team [6] betrieben wird, wurden zudem von ihm einige Videos veröffentlicht, die helfen sollen, das Phänomen eines Schwarzen Lochs zu verstehen (siehe Abbildung 2). Das ist nach wie vor gar nicht so einfach. Denn der Ereignishorizont besitzt keine Emission und die Singularität stellt eine unendliche Krümmung dar, was schwer vorstellbar ist. Alles im Inneren des Schwarzen Lochs befindet sich daher in einer unendlichen Zukunft, so dass wir niemals dort selbst hineinschauen können. Trotzdem konnte man durch Gravitationswellen mit Laserinterferometern zum



Abb. 2: YouTube-Kanal „Urknall, Weltall, Leben“ mit diversen Astrothemen.

ersten Mal im September 2015 ein Beben der Raumzeit erkennen. Die Vorhersage von Albert Einstein zur Allgemeinen Relativitätstheorie konnten daher auch hier wieder nachgewiesen werden. Und dennoch gibt es nach wie vor viele offene Fragen: Was geschieht wirklich am Ereignishorizont? Was verbirgt sich im Zentrum eines Schwarzen Lochs? Wie entstehen sie? Die Forschung ist bemüht auch diese Fragen in naher Zukunft zu beantworten.

Danach moderierte Daniel Fischer eine spannende Diskussion zum Thema „Lichtverschmutzung“ (siehe Abbildung 3) mit den Experten Dr.-Ing. Detlef Koschny (ESA), Dr. Andreas Hänel (Dark Sky Initiative), Stefan Seip (Astrofotograf). Während früher die Iridium-Flares für Aufsehen gesorgt haben, da sie wie Meteore plötzlich aufblitzten und

sich so in Astrobilder schummelten, ist man heute einer wesentlich größeren Anzahl von Satellitenspuren ausgeliefert. Die Iridium-Satelliten sind inzwischen Geschichte, haben aber anderen Satelliten in größerer Anzahl Platz gemacht, wie beispielsweise Starlink von Elon Musk. Diese Satellitenspuren sind durchaus auch für die ESA ein Problem und nicht nur für Amateurastronomen ein Ärgernis. So sind laut Koschny 30-40% der Aufnahmen von Profi-Observatorien nicht mehr zu gebrauchen. Für die Astrofotografie sieht Stefan Seip hier weniger Probleme, da man durch Sigma-Clipping beim Stacking der Bilder solche Spuren aus den Bildern wieder entfernen kann. Problematischer ist, da waren sich alle Teilnehmer einig, dass die Beleuchtung durch LED-Technik zunehmend die Milchstraße unsichtbar werden lässt. Während in Deutschland dies noch relativ zurückhaltend geschieht, werden in anderen europäischen Ländern Straßen und Autobahnen permanent beleuchtet. Es müssten daher mehr Regelungen aus der Politik kommen, wie dies beispielsweise bereits in Bayern der Fall ist. Seip gab dabei zu bedenken, dass der Nutzen von Satelliten größer ist, als der Schaden, den sie am Nachthimmel verursachen (wer möchte z.B. heute ohne GPS auskommen?) und das bei korrektem LED-Einsatz sogar wieder eine Verbesserung

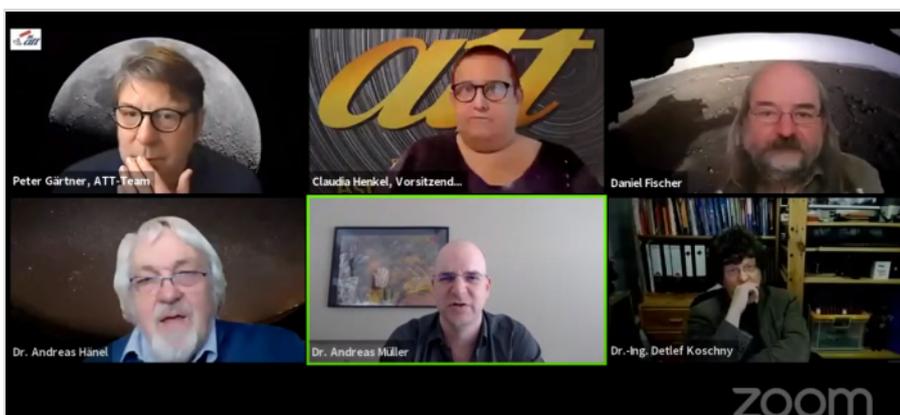


Abb. 3: Diskussion zum Thema „Lichtverschmutzung“ auf der 36. ATT im Digitalformat.

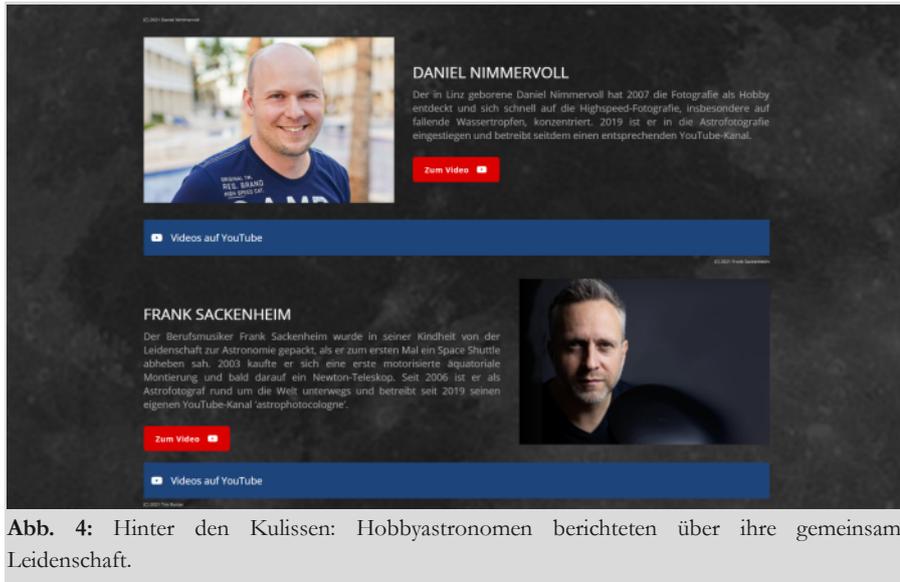


Abb. 4: Hinter den Kulissen: Hobbyastronomen berichteten über ihre gemeinsame Leidenschaft.

AVL unterwegs

treten kann. Wenn man aber das Thema „Gartenbeleuchtung mit Solarleuchten“ nimmt, ist oftmals das Bewusstsein noch nicht ausreichend in der Bevölkerung vorhanden. Hinzu kommt, dass es zwar Definitionen in den Gemeinden gibt, nach denen z.B. die Schlafzimmerbeleuchtung durch Außeneinflüsse der Nachbarn nur ein gewisses Maß erreichen darf, aber diese Regelungen werden durch die Behörden nicht kontrolliert. Es bleibt daher ein harter Überzeugungskampf, um sich gegen übermäßige Beleuchtung durchzusetzen.

Danach gaben im Forum „Hinter den Kulissen“ [7] bekannte Blogger einen Einblick auf ihre Arbeiten: Daniel Nimmervoll, Frank Sackenheim, Tim Ruster und Markus Paul berichteten über ihre Astroleidenschaften (siehe Abbildung 4). Daniel Nimmervoll zeigte sein YouTube-Atelier und wie er seine Videos erstellt, die er seit 2019 regelmäßig auf seinem Kanal [8] veröffentlicht. Auch seine Erfahrungen mit der Astrofotografie stellte er in dem Video dar und wie seine Gartensternwarte aufgebaut ist. Die Highspeed- und Astrofotografie betreibt er nebenberuflich, auch wenn man aufgrund seiner vielen Beiträge etwas anderes vermuten könnte. In Oberösterreich in 730 m Höhe hat er dort einen Bortle-3-Nachthimmel, so dass man das Hobby der Astrofotografie optimal betreiben

kann. Dabei wird mit einer gekühlten Farbkamera und Lacerta-Newton fotografiert, da er ein Freund von minimalistischen Setups ist. Wie gut das funktioniert, zeigte er eindrucksvoll an ein paar Bildbeispielen. Frank Sackenheim zeigte ebenfalls, wie es bei ihm hinter den Kulissen aussieht. Hauptberuflich ist er Musiker und betreibt nebenberuflich ebenfalls einen erfolgreichen YouTube-Kanal [9]. Durch einen Fahrradunfall und die Corona-Pandemie wurde dieser Video-Kanal in zwei Jahren stark ausgebaut, so dass inzwischen jede Woche ein neuer Beitrag erscheint. Dort wird die Handhabung von diversen Software-Lösungen (z.B. PixInsight, Photoshop, Siril, Astro Pixel Processor) gezeigt, aber

auch neue Astrofotos präsentiert oder beispielsweise der allgemeine Nutzen von Dark-Frames und Flat-Frames beschrieben. Aber auch Teleskope und Filter werden analysiert.

Tim Ruster führte hingegen durch das Planetarium des Leonardo-da-Vinci-Gymnasium in Köln-Nippes. Er hat sich zum Ziel gesetzt, komplexe wissenschaftliche Inhalte einfach zu vermitteln. Auf seinem YouTube-Kanal Astro-Comics-TV [10] spricht er daher hauptsächlich die Jugend an, die sich für Astronomie interessiert. Betrieben wird das Planetarium durch den Zeiss-Projektor ZKP1, der über 50 Jahre alt ist und noch komplett analog betrieben wird. Die Ausstellung in den Vorräumen enthält alles in allem eine sehr eindrucksvolle astronomische Zusammenstellung, die einen Besuch auf jeden Fall wert sein sollte. Abschließend berichtete Markus Paul über die Suche nach Meteoriten in Deutschland, worüber er auch ein eigenes Buch verfasst hat. Im Gegensatz zu seinen Vorrednern betreibt er keinen YouTube-Kanal, ist aber seit 17 Jahren leidenschaftlicher Amateurastronom. An der Hector-Akademie unterrichtet er das Fach Astronomie. Eines der Themen ist dabei die Meteoritenkunde. Wie er bei der Suche vorgeht und erfolgreich fündig wurde, berichtete er in seinem digitalen



ATT 2021 digital - Abenteuer Sonnenfinsternis und die Welt bei Nacht

Abb. 5: Gernot Meiser in seiner Sternwarte berichtet über seine Sonnenfinsternisreisen.

## Vortrag.

Zusätzlich wurden interessante Fachvorträge [11] gehalten, wie das inzwischen auf der ATT auch üblich ist. Gernot Meiser fing den Vortragsreigen an, indem er die Teilnehmer auf seine Abenteuerreisen zu weltweiten Sonnenfinsternissen mitnahm (siehe Abbildung 5) [12]. Bis auf eine Ausnahme im Jahr 1999, als in Deutschland eine totale Sonnenfinsternis stattfand, musste er dabei immer reisen, um ein solches Himmelspektakel erleben zu dürfen. Er beobachtete bereits im Jahr 1980 seine erste SoFi, was ihn damals stark beeinflusst und geprägt hat. Während er damals fast alleine dieses Himmelspektakel beobachtete, hat sich inzwischen ein regelrechter Astro-Tourismus entwickelt, da immer mehr Menschen dieses Phänomen beobachten wollen. Man kann sich daher überlegen, ob man sich einer SoFi-Gruppe eines Reiseveranstalters anschließt oder mit dem Flugzeug eine SoFi wetterunabhängig erleben möchte. Gernot Meiser reist aber lieber unabhängig alleine und organisiert die Reise selbst. Daraus ergeben sich für ihn eher Abenteuerreisen, die von ihm auch bevorzugt werden, da man dadurch „Land und Leute“ besser kennenlernen kann.

Er stellte während seines Vortrags drei Beispiele seiner Reisen vor, die in der Tat sehr abenteuerlich waren: Russland mit



ATT 2021 digital - Abenteuer Sonnenfinsternis und die Welt bei Nacht

Abb. 6: SoFi in Russland bei sehr niedrigen Temperaturen.

der Transsibirischen Eisenbahn, Kolumbien in Südamerika und Afrika mit dem Jeep. Während er nach Moskau 10 Tage mit der Bahn unterwegs war, stand für Afrika sogar ein halbes Jahr zur Verfügung, um mit einem Jeep der Firma Bresser (Meade) in das SoFi-Gebiet zu kommen. Während der Bahnfahrt in Russland lernte er dabei einen Lehrer mit seiner Klasse kennen, die ihm sogar bis ins Zielgebiet folgten. Vor Ort stand zwar eine Jagdhütte zur Verfügung, aber man musste bei sehr niedrigen Temperaturen in Zelten übernachten, um zur Zentrallinie zu gelangen (siehe Abbildung 6).

In Südamerika traf er hingegen auf einen Astronomie-Verein in dem Rathaus eines

kleineren Dorfes und wurde gleich dazu eingeladen an der Ausstellung mit seinem Equipment teilzunehmen sowie einen Vortrag über seine Erfahrungen zu halten. So findet automatisch immer ein interkultureller Austausch bei SoFi-Reisen statt, der ihm persönlich auch immer sehr wichtig ist. In Afrika war man durch die Partnerschaft mit der Firma Bresser mit einem gesponserten Jeep unterwegs (siehe Abbildung 7), der zwischendurch auch repariert werden musste. So ging in der Türkei die Vorderachse kaputt und musste ersetzt werden. Das man noch abenteuerlicher unterwegs sein kann, wurde ihm dann in der Wüste Afrikas deutlich, als sie auf Martin aus Tschechien trafen, der nur mit dem Fahrrad von Europa bis Afrika unterwegs war. Bei jeder SoFi-Reise lassen sich daher spezielle Erlebnisse aufzählen, die nur auf solchen Reisen zustande kommen können. Das macht sie immer wieder interessant und abwechslungsreich, weshalb ich solche Fahrten ebenfalls sehr zu schätzen gelernt habe.

Im zweiten Vortrag von Christoph Kalteis ging es um eine neue Generation von CMOS-optimierten Schmalbandfiltern von Baader (siehe Abbildung 8) [13]. Er selbst ist ein erfahrener Astrofotograf, der sogar eine eigene Schärfungstechnik für Photoshop selbst entwickelt



ATT 2021 digital - Abenteuer Sonnenfinsternis und die Welt bei Nacht

Abb. 7: Unterwegs in Afrika mit einem Jeep von Meade (Bresser).



Abb. 8: Christoph Kaltseis berichtet über neue Schmalbandfilter.

hat, die allerdings leider nur in der neuesten PS-Version lauffähig ist [14]. Diese neue Möglichkeit der Bildschärfung wird auch von Experten der NASA und ESA aus dem Team des Hubble Space Telescope (HST) verwendet. Das Plugin wurde von ihm deshalb entwickelt, weil die Fototechnik sich in den letzten 10 Jahren rasant entwickelt hat (von analog zu digital) und die CMOS-Technik mit einer extremen Dynamik und Auflösung der bisherigen CCD-Technik langsam aber sicher den Rang abläuft. Nach seiner Meinung benötigen daher auch die neuen 16-Bit-CMOS-Chips keine Dark-Frames mehr, was ich ebenfalls schon positiv testen konnte. Mit kürzeren Belichtungszeiten sind daher nun ganz andere Bilder möglich geworden.

Durch die neuen Kamertechniken und immer schnellere Teleskopoptiken hat Baader neue Schmalbandfilter entwickelt, die einen besseren Kontrast versprechen und einen schmalen Durchlassbereich besitzen. Dadurch lässt sich auch die Lichtverschmutzung effektiv bekämpfen. Die Filter besitzen eine abgestimmte Halbwertsbreite (HWB) für jede Filterkategorie und eine 1:1:1-Gewichtung für H $\alpha$ , O-III und S-II für die neuen CMOS-Chips. Sie besitzen eine identische Filterdicke und die geschwärzten Ränder unterdrücken sämtliche Reflexe. Man will

durch die neuen Filter auch die Lichthöfe um lichtstarke Sterne verringern bzw. ganz vermeiden. Daran wurde bei Baader laut seiner Aussage immerhin zwei Jahre lang gearbeitet. Entstanden ist dabei eine Filterserie, die folgende Varianten in unterschiedlichen Fassungen enthält:

- 6,5 nm Narrowband-Filter, CMOS-optimiert, für f10 bis f3,5
- 6,5 nm f/2 Highspeed-Filter, CMOS-optimiert, für f3,4 bis f1,8
- 3,5 und 4 nm Ultra-Narrowband-Filter, CMOS-optimiert, für f10 bis f3,5
- 3,5 und 4 nm f/2 Ultra-Highspeed-Narrowband-Filter, CMOS-optimiert, für f3,4 bis f1,8

Die Bandbreiten 3,5- und 4-nm-Filter werden dabei als Ultra-Highspeed-Filter verwendet, die auf ein Öffnungsverhältnis von 1:3,4 bis 1:1,8 optimiert sind. Damit eignen sie sich hervorragend für RASA-Teleskope von Celestron. Von Kaltseis wurde ein Bildbeispiel des Pferdekopfnebels gezeigt, welches von ihm in nur 39 min Aufnahmezeit entstand (siehe Abbildung 9). Die Aufnahme wurde mit seinem C14-EHD RASA-Teleskop angefertigt, was aus seiner Sicht nun nach 20 Jahren sein Traumteleskop ist. So lassen sich in kürzester Zeit, auch bei schlechten europäischen Wetterbedingungen, tiefe Astrofotos erstellen. Für die Firma Baader hat er die Filter-Prototypen ausgiebig getestet und immer wieder neue Verbesserungsvorschläge gemacht, bis das jetzige Resultat herausgekommen ist.

So lassen sich Filter-Reflexionen vermeiden, obwohl oftmals auch die Optiken von Teleskopen daran eine Schuld tragen und nicht wie oftmals angenommen wird die Filter. Sein Ansatz ist es auf jeden Fall keine manipulative Bildverarbeitung zu betreiben, weshalb er auf eine hohe Filterqualität immer Wert legt. Eine interessante Erweiterung bestehender Filter war die Vorstellung in jedem Fall.

Abschließend wurde man von Benjamin Stöwe zu einem Rundgang durch ein



Abb. 9: Bildbeispiel von Christoph Kaltseis mit den Baader-Schmalbandfiltern an einem RASA-C14-Teleskop.

Museum eingeladen, das durch die Enterprise 1701 inspiriert wurde (siehe Abbildung 10) [15]. Die Teilnehmer konnten daher eine virtuelle Reise durch das Star-Trek-Universum machen, das dieses Jahr sein 55jähriges Jubiläum feiert. Raumschiff Eberswalde ist im Übrigen das kleinste Star-Trek-Museum weltweit, mit nur 17,01 m<sup>2</sup> (abgeleitet von der Enterprise 1701). Nur ca. 20 Gäste finden daher hier außerhalb von Corona-Zeiten Platz. Da ein Besuch derzeit schwierig möglich ist, wird nun auch eine digitale 3D-Ausgabe angeboten (siehe Abbildung 10) [16]. Stöwe selbst ist absoluter Star-Trek-Fan, wie bei dem Durchgang deutlich wurde, und durfte in der aktuellen Discovery-Serie sogar den Borg-Arzt synchronisieren.

Neben diesen verschiedenen Höhepunkten konnten die Teilnehmer auch Messestände virtuell besuchen und direkten Kontakt zum Messepersonal mittels der Videokonferenz Zoom aufnehmen (siehe Abbildung 11). Es waren auch in diesem Jahr relativ viele Aussteller dabei, obwohl das Digitalformat einiges an neuen Vorbereitungen abverlangte. Besonders der Messeveranstalter musste wesentlich

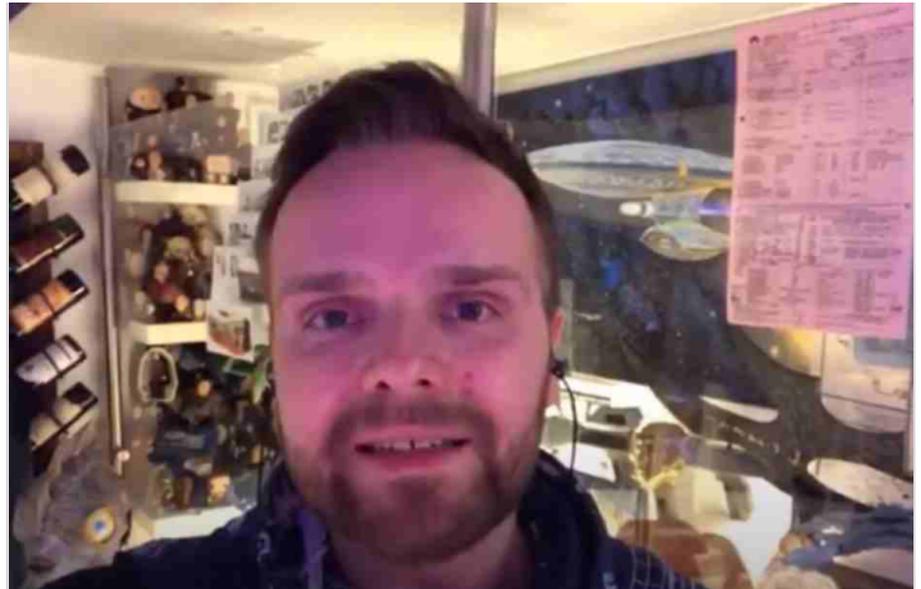


Abb. 10: Benjamin Stöwe führt durch das Raumschiff Eberswalde.

mehr Aufwand in das neue Format stecken, als bei früheren Veranstaltungen. Die Premiere gelang aber und man denkt auch darüber nach, wenn sich das normale Leben wieder etabliert hat, parallel zu einer Messe auch digitale Angebote zu machen. Aber das steht derzeit noch buchstäblich in den Sternen. Auf jeden Fall, und da waren sich alle Beteiligten einig, kann eine digitale Plattform eine echte Messe nicht ersetzen. Das gemeinsame Fachsimpeln mit anderen Hobby-

Astronomen, das Anstehen in der Cafeteria für eine Brot- oder Kuchenpause, die Anfahrt mit mehreren gleichgesinnten Personen, der Austausch mit den Händlern und Herstellern sowie der Kauf von kleinen Astro-Schnäppchen geht halt nur von Menschen zu Menschen. Aber das Digitalformat war immerhin besser, als die Astro-Messe erneut ausfallen zu lassen. Speziell, wenn man bedenkt, dass es sich aktuell nur noch um die einzige Astro-Messe in Deutschland handelt.

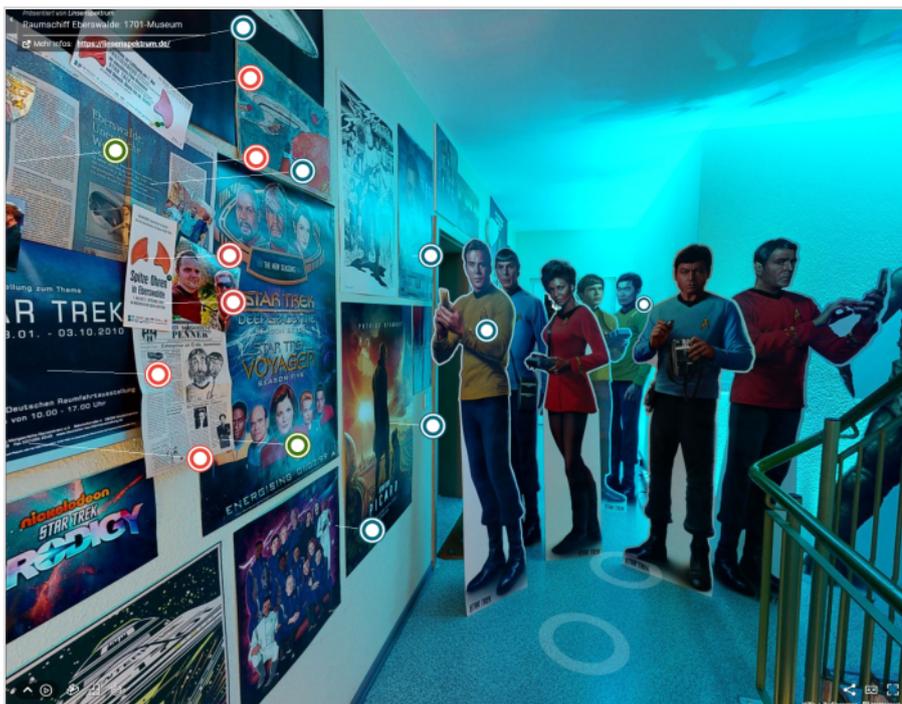


Abb. 11: Virtuelles 1701-Museum Raumschiff Eberswalde.

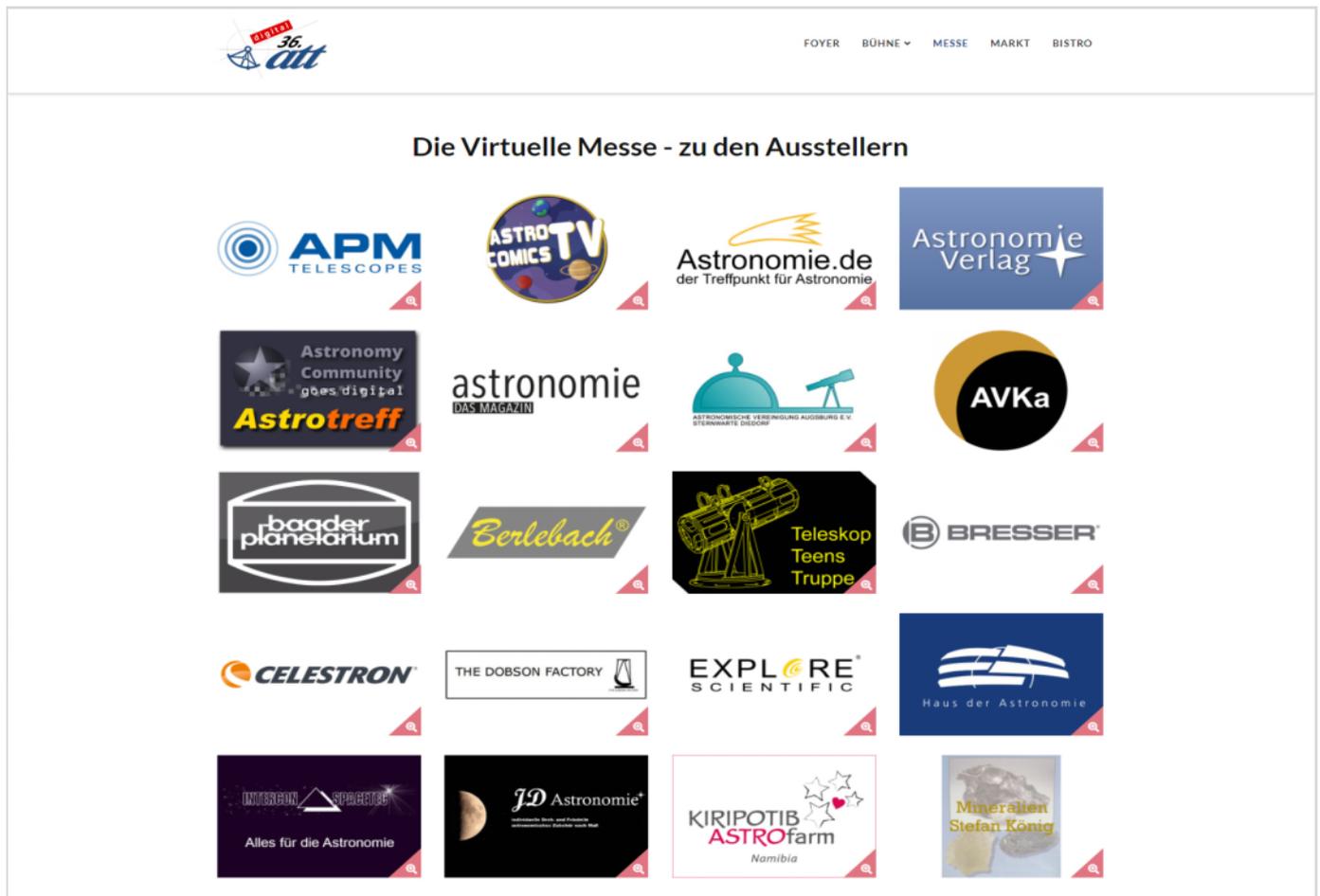


Abb. 12: Zugang zu den Ausstellern über den digitalen Button „Messe“.

#### Literaturhinweise

- [1] Homepage der digitalen ATT-Messe: <https://www.att-digital.de>
- [2] Homepage der AME-Messe mit dem Rückblick der letzten 14 Jahre: <http://www.astro-messe.de>
- [3] Eröffnungsreden der ATT: <https://www.youtube.com/watch?v=iOX7YjKLRj8>
- [4] Homepage des Jet Propulsion Laboratory, NASA: <https://www.jpl.nasa.gov>
- [5] YouTube-Kanal „Urknall, Weltall, Leben“: <https://www.youtube.com/user/UrknallWeltallLeben/>
- [6] Homepage des UWudL-Teams: <https://www.urknall-weltall-leben.de/team>
- [7] Rubrik der ATT „Hinter den Kulissen“: <https://www.att-digital.de/index.php/de/buehne-root/hinter-den-kulissen>
- [8] YouTube-Kanal von Daniel Nimmervoll: <https://www.youtube.com/channel/UC38YzjwD4kH8vlqjB9sFU7w>
- [9] YouTube-Kanal Astrophotocologne von Frank Sackenheim: [https://www.youtube.com/channel/UCFQk\\_QfZSfdzTmpDezf800g](https://www.youtube.com/channel/UCFQk_QfZSfdzTmpDezf800g)
- [10] YouTube-Kanal Astro-Comics-TV von Tim Ruster: <https://www.youtube.com/channel/UCTkYT9IjUuhmkXbwYEohlwQ>
- [11] Fachvorträge auf der ATT 2021: <https://www.att-digital.de/index.php/de/buehne-root/fachvortraege>
- [12] ATT 2021 digital - Abenteuer Sonnenfinsternis und die Welt bei Nacht: <https://www.youtube.com/watch?v=e-d8u5pDpv0>
- [13] ATT 2021 digital - Neue Generation von CMOS-optimierten Baader Narrowbandfiltern: <https://www.youtube.com/watch?v=hmV7rStYUNU>
- [14] The Absolute Point of Focus (APF-R): Programm-Plugin von PS in der Version 22 zum Schärfen von Astrofotos: <https://picture-instruments.com/products/?id=41>
- [15] ATT 2021 digital - 55 Jahre Star Trek - Raumschiff Eberswalde: <https://www.youtube.com/watch?v=C6FcY1cQd-U>
- [16] Museum Raumschiff Eberswalde: <http://www.raumschiff-eberswalde.com>

## EINE MODERNE SYSTEMKAMERA FÜR DIE ASTROFOTOGRAFIE

von JÜRGEN RUDDEK, *Lilienthal*

Seit über 10 Jahren besitze ich eine astromodifizierte digitale Spiegelreflexkamera der Marke Canon, die mich nicht nur auf meinen Reisen stets begleitete. Mit ihr konnte ich viele Aufnahmen von Deep Sky-Objekten sowie Landschaftsaufnahmen mit Sternenhimmel und Milchstraße machen. Da sich die Qualität der Kameras neuer Generationen erheblich verbessert hat, suchte ich nach einem Modell, das die alte 1000D(a) von Canon ablösen sollte.

Auf die Idee, mich neu zu orientieren kam ich, als ich von der Canon EOS Ra erfuhr, die speziell für die Astrofotografie entwickelt bzw. optimiert wurde. Als Basis für dieses Modell dient eine spiegellose Canon EOS R. Der Hersteller hat sie nicht nur bezüglich der Rotempfindlichkeit modifiziert, sondern auch die Vergrößerungsmöglichkeit des Livebild-Monitors von 10-fach auf 30-fach erhöht. Im Rauschverhalten soll sie deutlich besser sein als vergleichbare Kameras des gleichen Typs.

Der Preis für die Canon EOS Ra war mir allerdings zu hoch, so dass ich mich nach einer kostengünstigeren Alternative umsah. Eine gekühlte Kamera kam für mich nicht infrage, da ich weiterhin mit leichtem Equipment ohne Laptop und ohne externen Akku unterwegs sein wollte (s. Abb. 1).

Mein Hauptaugenmerk lag neben einem akzeptablen Preis auf guten Rauschwerten. Auf dxomark.com fand ich Vergleichsdaten für eine Vielzahl von digitalen Kameras mit einem Low Light ISO-Wert veröffentlicht [1]. Dieser wird wie folgt beschrieben: Der maximale Wert der ISO-Empfindlichkeit, der benötigt wird, um einen bestimmten Wert des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) zu erreichen. Die SNR gibt an, wieviel Rauschen in einem Bild im Vergleich zu den eigentlichen Bildinformationen (Signal) vorhanden ist. Je höher der SNR-Wert ist, desto besser ist die Bildqualität, da Details nicht durch Rauschen gestört werden.

Im oberen Viertel der Low Light-ISO-Tabelle sind praktisch nur Profi- bzw. Vollformatkameras in der höheren Preisklasse zu finden – bis auf wenige Ausnahmen (Auszug s. Tab. 1). Darunter befindet sich auch die spiegellose Canon EOS RP. Sie ist das kostengünstige Schwestermodell der EOS R. Mit einem Gewicht von unter 500g und einem dreh- bzw. schwenkbaren 3 Zoll Touch-Moni-



**Abb. 1:** Astrofotografie unterwegs mit leichtem Equipment. Die Canon EOS RP(a) auf dem Skytracker von IOptron. Gesamtgewicht mit Stativ, Kugelkopf, Timer, 135mm-Objektiv und Leuchtpunktsucher: 4,1 kg.

*Alle Abbildungen und Tabellen vom Autor*



**Abb. 2:** Teil der Milchstraße. Canon EOS RP(a) im KB-Modus, 20 Aufnahmen à 2 Minuten, mit Canon EF 28-105mm (f=50mm), F/4.

tor mit einer Auflösung von 1,04 Millionen Bildpunkten ist sie meine erste Wahl. Als eine der wenigen Vollformat-Kameras auf dem Markt bietet sie sogar die Möglichkeit an, intern einen Crop-Faktor von 1,6 auszuwählen. Im APS-C Modus und einer Pixelgröße von  $5,7\mu$  beträgt die Bildgröße  $3888 \times 2592$  Pixel. Der Vollformatsensor wird dann nur im zentralen Bereich belichtet, so dass sich die Dateigröße verringert und Vignettierungen weniger stark sichtbar werden. Meine alte Canon EOS 1000D(a) hat zufällig die

gleiche Auflösung, der Low Light ISO-Wert ist bei dieser Kamera aber mehr als 4x schlechter.

Der Dynamikumfang der Kamera (Photographic Dynamic Range = PDR) ist ebenfalls wichtig für die Astrofotografie, da hier die hellen Sterne auf einen dunklen Nachthimmel treffen. Die hellen Bereiche dürfen nicht überstrahlen und die Sterne sollten nicht ausgebrannt sein. Die Werte der EOS RP liegen auf dem Niveau der Canon 6D Mark II und wie nicht anders zu erwarten im höheren

ISO-Bereich oberhalb der Werte der APS-C-Kameras von Canon. Vergleicht man den PDR-Wert von der EOS RP mit der Canon EOS 1000D, so entspricht der ISO 1600-Wert der EOS RP dem ISO 400-Wert der EOS 1000D [1].

Die EOS RP hat einen eingebauten Timer. Damit lassen sich Fotos ohne externem Fernauslöser mit einer Belichtungszeit bis zu 30 Sekunden aufnehmen. Die Anzahl der Fotos kann über das Menü ausgewählt werden. Im Bulb-Modus (für noch längere Belichtungszeiten) funktioniert der Timer leider nicht.

Um die manuelle Scharfeinstellung zu erleichtern, verfügt die Kamera über ein sogenanntes MF Peaking. Die Ränder der fokussierten Objekte färben sich je nach Auswahl rot oder blau, wenn das Objekt scharfgestellt ist. Diese Anzeige funktioniert jedoch nicht bei Verwendung der Lupenfunktion.

Als eine Schwachstelle wird für die Kamera die Akkulaufzeit angegeben. Diese ist basierend auf den Teststandard der CIPA für rund 250 Aufnahmen vorgesehen. Das ist im Vergleich zur alten DSLR weniger als die Hälfte. Die Akkus beider Kameras sind von der Größe und Kapazität her vergleichbar. Im Handbuch der Canon EOS 1000D wird aufgeführt, dass die hohe Anzahl von 600 Fotos nur ohne Live View Funktion, also ohne Verwendung des Monitors erreicht wird. Die Nutzung des Autofokus bei AF-Objektiven und eines ggf. vorhandenen Stabilisators kostet zusätzlich Strom und reduziert ebenfalls die Akkureichweite [2]. Bei der Canon EOS RP hängt der hohe Stromverbrauch in erster Linie mit dem elektronischen Sucher zusammen. Bei Langzeitbelichtungen sind aber sowohl der Sucher also auch der Monitor ausgeschaltet. Lediglich die Dauer der Aufnahme wird eingeblendet. Das Scharfstellen erfolgt in der Regel manuell am Stern zu Beginn der Aufnahme (in der Einstellung „Auslösen ohne Objekt-

	Digitalkamera	LowLightISO
Vollformat	Canon EOS Ra	6423
	Canon EOS R5	5435
	Canon EOS R6	5071
	Canon EOS 5D Mark IV	5011
	Canon EOS R	4675
	Canon EOS 6D Mark II	4178
	Canon EOS 5DS R	4145
	Nikon D850	4115
	Canon EOS RP	4074
	Canon EOS 5D Mark II	3123
DX / APS-C	Nikon D500	2557
	Nikon Z50	2406
	Canon EOS 90D	2085
	Canon EOS 7D Mark II	1901
	Canon EOS 80D	1834
	Canon EOS 77D	1743
	Canon EOS 1100D	1357
	Canon EOS 700D	1241
	Canon EOS 7D	1170
	Canon EOS 450D	1067
	Canon EOS 1000D	977

Tab. 1: Low Light-ISO-Werte einiger ausgewählter Digitalkameras.

tiv“). Es entfällt auch der Strom für das Hochklappen des (nicht vorhandenen) Schwingspiegels. Aus diesem Grund wird erst die Praxis zeigen, wie hoch unter diesen Bedingungen die tatsächliche Anzahl der Aufnahmen mit einer Akkuladung ist. Sie sollte um einiges höher liegen.

Modifizierungen für die Astrofotografie werden von verschiedenen Fachleuten oder Firmen angeboten. Die Canon EOS RP(a) kann bereits fertig modifiziert im Online-Handel bestellt werden [3]. Ich entschied mich, meine Kamera beim Service-

dienst „Astro-Modifikationen“ von Markus Reel umbauen zu lassen. Der Umbau beinhaltet die professionelle Entfernung des OWB- Sperrfilters, so dass Aufnahmen von H-alpha Regionen 4x empfindlicher sind als bei herkömmlichen Kameras. Um die Kamera weiterhin bei Tageslicht verwenden zu können, wird dieser als Clipfilter angeboten. Der Umbau dauerte nicht lange. Innerhalb einer Woche erhielt ich die Kamera zurück. Mit dabei war der bestellte OWB Clip Filter.

Eine kleine Serie später getätigter Langzeitaufnahmen bestätigt das gute Rauschverhalten der EOS RP(a) (s. Abb. 2).

Viele gute Messwerte sprechen für einen erfolgreichen Einsatz der EOS RP in der Deep Sky Fotografie. Sie ist damit zukünftig mein neuer Reisebegleiter für die Astrofotografie. Aber auch bei dieser Kamera sollte man keine Wunder erwarten. Für gute Deep Sky Fotos sind auch bei der EOS RP viele tief belichtete Aufnahmen erforderlich.

#### Literaturhinweise

[1] <https://www.photonstopphotos.net/Charts/PDR.htm>

[2] [https://files.canon-europe.com/files/soft31314/Manual/CUG\\_EOS1000D\\_DE\\_Flat.pdf](https://files.canon-europe.com/files/soft31314/Manual/CUG_EOS1000D_DE_Flat.pdf)

[3] [https://www.teleskop-express.de/shop/product\\_info.php/info/p11838\\_Canon-EOS-RP-ASTRO---full-frame-system-camera-modified-for-astrophotography---with-EF-lens-adapter.html](https://www.teleskop-express.de/shop/product_info.php/info/p11838_Canon-EOS-RP-ASTRO---full-frame-system-camera-modified-for-astrophotography---with-EF-lens-adapter.html)

## VERGLEICH ZWEIER DUOFILTER

### Optolong L-eNhance versus Optolong L-eXtreme

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Gekühlte CMOS-Farbkameras erfreuen sich bei Hobbyastronomen immer größerer Beliebtheit. Dies liegt einerseits daran, dass der Wechsel von einer DSLR-Farbkamera dahin ein logischer Schritt ist und andererseits, dass viele Astrofotografen das umständlichere L/R/G/B-Aufnahmeverfahren bei Monochromkameras scheuen – schließlich kostet dies auch wertvolle Belichtungszeit. Zudem werden CMOS-Farbkameras immer leistungsfähiger, was die Dynamik und das Rauschverhalten betrifft. Im Zusammenspiel mit entsprechender Filtertechnik, im Besonderen mit Duo- und Triband-Filtern, sollen nun sogar ähnliche Ergebnisse ermöglicht werden, wie sie vorher nur den Monochrom-Kameras mit Schmalbandfiltern vorbehalten waren. Die Firma Optolong hat zwei von ihnen im Programm, die in diesem Artikel miteinander verglichen werden sollen: L-eNhance- und L-eXtreme-Filter.

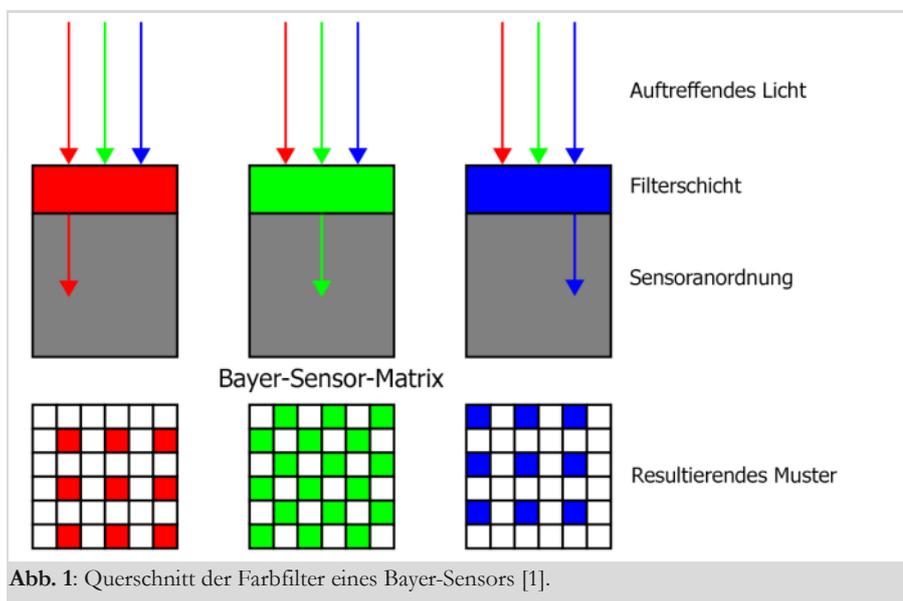


Abb. 1: Querschnitt der Farbfilter eines Bayer-Sensors [1].

Filtertechnik war bei Astrofotografen immer schon im Einsatz, was zum einen an der Lichtverschmutzung liegt, die in Europa bzw. weltweit immer mehr zunimmt, und zum anderen mit der Verwendung von Monochrom-Kameras zusammenhängt. Denn bei einer s/w-Kamera wird mit der größtmöglichen Empfindlichkeit ein Bild aufgenommen, da diese nicht durch eine Bayer-Matrix eingeschränkt wird. So lassen sich hier beliebige Filter nach Bedarf vor die Kamera setzen, während man bei einer Farbkamera bereits einen RGGB-Filter (25% Rot, 50% Grün, 25% Blau) standardmäßig vor dem Sensor sitzen hat, wie die Abbildung 1 verdeutlicht. Jeder Pixel des Farbkamerasensors ist daher bereits auf Rot, Grün oder Blau opti-

miert, wodurch logischerweise nicht die gleiche Auflösung wie bei einer s/w-Kamera erreicht werden kann. Daher waren Monochrom-Kameras bei anspruchsvollen Astrofotografen bislang immer gesetzt. Dieser Zustand hat sich seit ein paar Jahren geändert, was zum einen an den immer empfindlicheren und rauschärmeren CMOS-Farbkameras liegt und zum anderen an einer neuen Filtertechnik: die sog. Duo- bzw. Triband-Filter. Damit werden bestimmte Wellenlängen bevorzugt aufgenommen, während andere Bereiche des Wellenspektrums gesperrt werden. Durch die Nutzung dieser Filtertechnik mit einer sog. One Shot Color (OSC) Kamera lässt sich zudem Aufnahme- und Bildbearbeitungszeit sparen, denn eine RGB-Auf-

nahme muss nun nicht mehr einzeln erstellt und bearbeitet werden. Da viele Astrofotografen mit der DSLR-Aufnahmetechnik angefangen haben und die fehlende Kühlung als Hauptproblem ansehen, ist der OSC-Einsatz ein logischer Folgeschritt. Doch wie empfindlich ist eine solche Kamera wirklich?

#### Quanteneffizienz und FWHM-Wert

In der Kameratechnik 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 RGGB durch Interpolation (Zwischenwert-Ermittlung) der Nachbarpixel. Das heißt, aus bekannten Pixelwerten eines Bildes werden die neuen Werte mittels Interpolationsalgorithmen berechnet. Dafür gibt es zahlreiche unterschiedliche Interpolationsmethoden, die von jedem Hersteller unterschiedlich verwendet werden und damit nicht einheitliche Ergebnisse produzieren. Dies liegt in der Anuswertung der bekannten Pixelwerte begründet und der daraus resultierenden Festlegung der neuen Bild-

inhalte. 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 Bildendergebnis 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, um eine größere  $H\alpha$ -Empfindlichkeit zu erhalten.

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 Halbwertsbreite bzw. Full Width at Half Maximum (FWHM) angegeben. Dieser FWHM-Wert sagt dabei etwas über die Qualität (Bildunschärfe) einer Aufnahme aus und ist dementsprechend von der Fokussie-

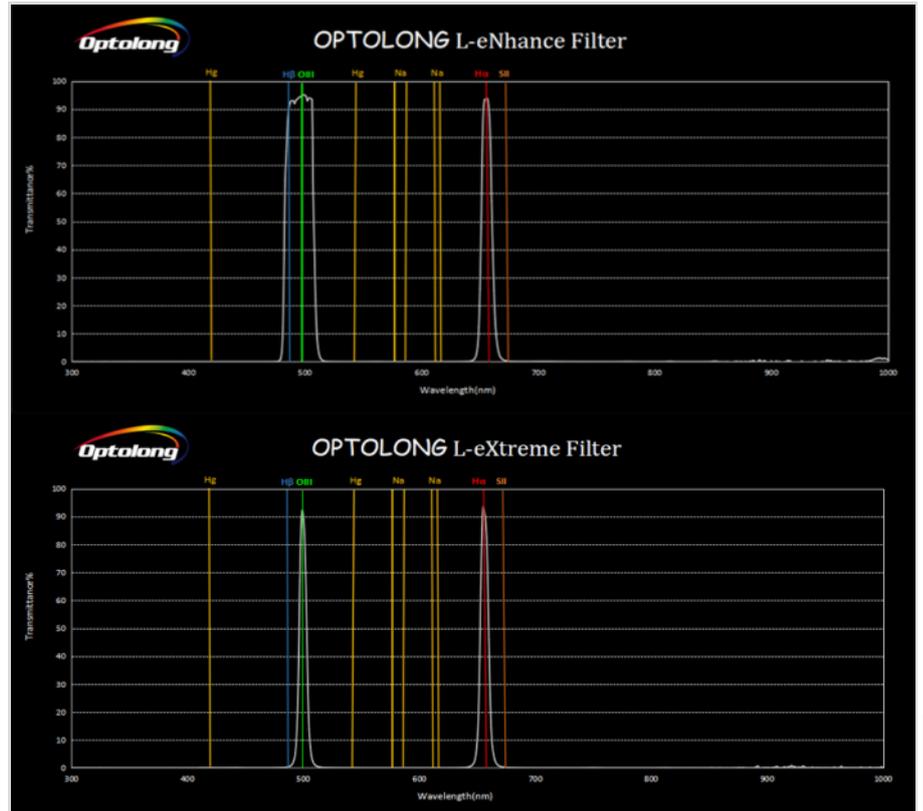


Abb. 2: Transmissionskurve des L-eNhance-Filters [3] und des L-eXtreme-Filters von Optolong [4].

rung und dem Seeing abhängig. Das Transmissionsfilter sollte steile Flanken besitzen, um nur das gewünschte Spektrum optimal durchlassen zu können und um unerwünschte Spektren auszuschließen. Er soll zum einen die Quellen künstlichen Streulichts kompensieren und zum anderen mehr Kontrast bei

Aufnahmen ermöglichen. Bei einem aufgehellten Stadthimmel ist dadurch eine längere Belichtung möglich, bevor der Himmelshintergrund durchkommt. 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  $H\beta$  aufnehmen zu können. So wird auch nach der bekannten Hubble-Palette vorgegangen, 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 können Nebelstrukturen wesentlich besser herausgearbeitet werden. Zudem lässt sich für wissenschaftliche Auswertungen erkennen, welche

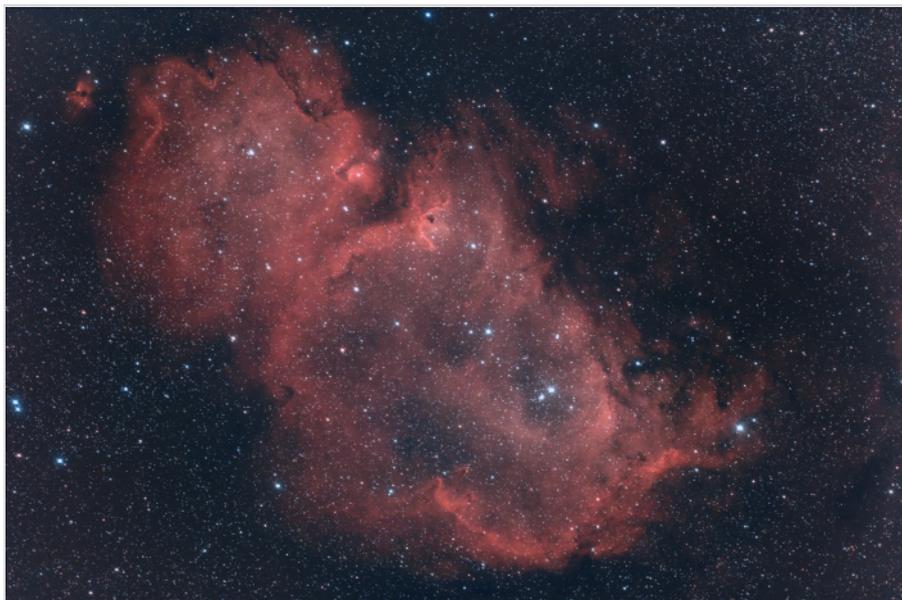


Abb. 3: Embryo- oder Seelennebel Sh2-199 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhance-Filter.



Abb. 4: Konus-Nebel mit Weihnachtsbaum-Sternhaufen mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhnance-Filter.

Elemente in den Gasnebeln oder Galaxien enthalten sind. Durch die bekannten Hubble-Bilder ist zudem die Hubble-Palette auch bei ambitionierten Astrofotografen sehr beliebt.

**Vergleich zweier OSC-Filter** In jüngster Zeit erfreuen sich Schmalbandfilter für OSC-Kameras großer Beliebtheit. Diese neuen Dual-Band-Passfiltern, die auch vereinfacht Duofilter genannt werden, gehören zu dieser Kategorie und nehmen sich verschiedene Wellenlängen des Lichtspektrums gleichzeitig vor. Herausstechend sind dabei zwei Filterarten, die hier exemplarisch von Optolong [2] miteinander verglichen werden sollen: der Triband-Filter L-eNhnance und der Duoband-Filter L-eXtreme.

Der L-eNhnance Bandpassfilter von Optolong lässt dabei die Spektralbereiche  $H\alpha$  (656 nm),  $H\beta$  (486,1 nm) und OIII (501 nm) gleichermaßen durch, wie die Abbildung 2 zeigt. 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 kann die gesamte Bayer-Matrix ausgenutzt werden. Dieser Filter ist daher speziell für die sog. OSC-Kamera entwi-

kelt worden und kam 2019 auf den Markt. Dadurch kommt man laut Hersteller sehr nah an die Empfindlichkeit einer Monochromkamera heran, da alle Pixel gleichermaßen genutzt werden können. Obwohl der L-eNhnance-Filter als Duoband-Filter beworben wird, gehört er aus meiner Sicht aber zu den Triband-Filtern, da er wie beschrieben drei Wellenlängen durchlässt. Er besitzt zudem einen Transmissionsbereich von ca. 24 nm bei OIII und 10 nm bei  $H\alpha$ . Anders verhält es sich mit der Weiterentwicklung, dem L-eXtreme-Filter von Op-

tolong, der im letzten Jahr herauskam. Er enthält zwei 7nm-Bandpässe, was ihn als wirklichen Schmalbandfilter ausweist, und konzentriert sich ausschließlich auf  $H\alpha$  und OIII, wie ebenfalls die Abbildung 2 zeigt. Das heißt, der Filter isoliert die interessanten Nebel-Emissionslinien, generiert mehr Kontrast und maximiert das Signal-/Rauschverhältnis. Dadurch ist er noch besser in lichtverschmutzten Gegenden einsetzbar. Laut des Herstellers sollen Aufnahmen sogar bei Vollmond möglich sein. Auch der Einsatz mittels Monochrom-Kamera soll machbar sein, damit man zwei Spektralbereiche mit einer Aufnahme zeitsparend aufnehmen kann. Diese sollen zudem nahezu ungehindert (99 %) durchgelassen werden. Neben Optolong haben auch Hersteller wie STC [5] und ZWOptical [6] diesen neuen Duoband-Filtertyp im Einsatz, die ähnliche Transmissionskurven aufweisen. Was ein solcher Einsatz bringen kann, sollte der anschließende Test zeigen.

**Test beider Filter** In der Theorie hört sich das erst einmal schlüssig an. Doch wie gut ist ein solcher Filter wirklich im Zusammenspiel mit einer CMOS-Farbkamera? Dies wurde zum allerersten Mal am Embryonebel Sh2-199 (siehe Abbil-

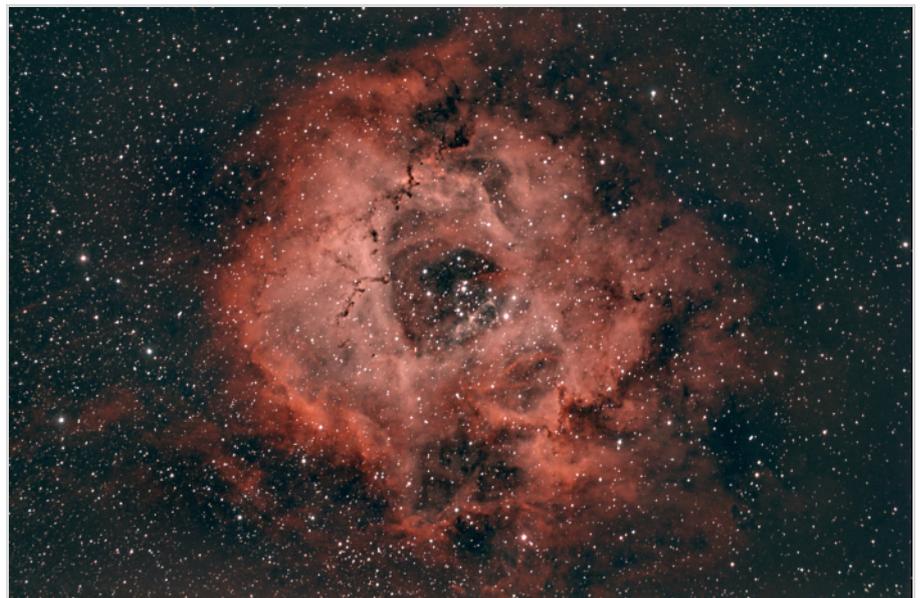


Abb. 5: Rosettennebel Sh2-275 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eXtreme-Filter.

dung 3) ausprobiert, ein Emissionsnebel im Sternbild Cassiopeia, der auch als Seelennebel bezeichnet wird und optimal zur Brennweite 560 mm meines C11-HyperStar-Teleskops passt. Mittig ist auf dieser Aufnahme der Sternhaufen IC 1848 zu erkennen, der sich im Rumpf befindet und oftmals für die Bezeichnung des Nebels herangezogen wird. W5 ist eine Radioquelle innerhalb des Nebels, indem riesige Hohlräume existieren. Entsprechend der Theorie der getriggerten Sternentstehung wird das Gas am Rand dieser Hohlräume komprimiert, wodurch eine Kette aufeinanderfolgender Entstehungen neuer Sterne im Nebel ausgelöst wird. Als Kamera kam die ZWOptical A.S.I.071MCpro mit APS-C-Sensor und L-eNhance-Filter zum Einsatz. Dabei wurde jedes Bild mit 5 min belichtet. Das Autoguiding und Dithering wurde dabei standardmäßig, wie bei allen anderen Aufnahmen, mit einem Lacerta M-GENV3 vorgenommen. Insgesamt kamen 3,5 Stunden Belichtungszeit zustande. Der Kontrast und die Nebelstrukturen überzeugten dabei auf Anhieb.

Auch die Bildverarbeitung war nicht problematisch, da die Ergebnisse wie ein gewöhnliches Farbbild bearbeitet werden konnten. Die Mondsichtbarkeit der Aufnahme lag im ersten Viertel bei ca. 54 % und fiel nicht negativ ins Gewicht. Dass die Sternfarben nicht komplett verloren gingen, wie das bei typischen Schmalbandaufnahmen eigentlich der Fall ist, war ebenfalls bemerkenswert. Dieses Phänomen konnte man auch an NGC 2264 beobachten, einem Gebiet im Sternbild Einhorn, das aus einem Teil eines HII-Gebiets mit einer davorliegenden Dunkelwolke (Konus-Nebel), einem Sternhaufen (Weihnachtsbaum-Sternhaufen) und dem diffusen Nebel dazwischen besteht (siehe Abbildung 4). Die helleren Sterne des Weihnachtsbaum-Sternhaufens ergeben ein Mini-Sternbild in der Form eines Tannenbaums, dessen Spitze

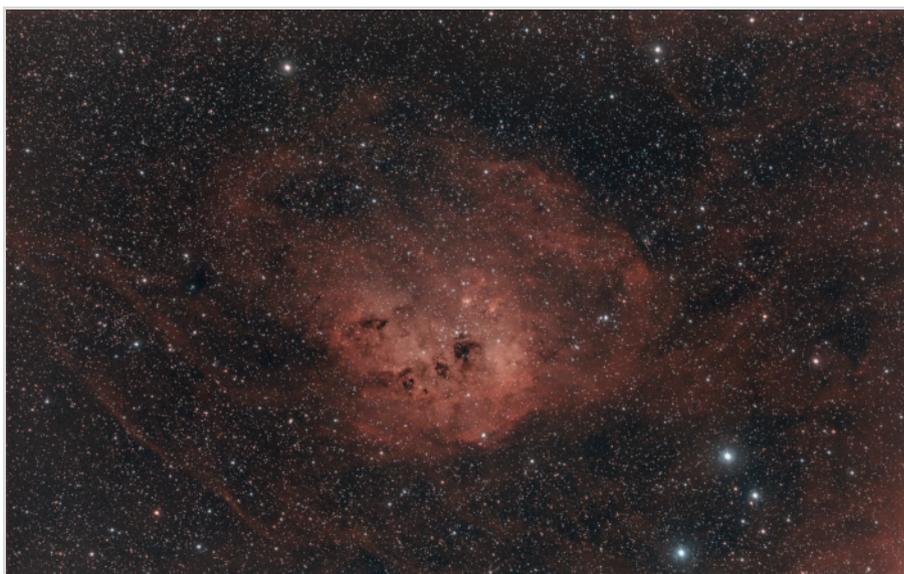


Abb. 6: Kaulquappen-Nebel Sh2-236 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eNhance-Filter.

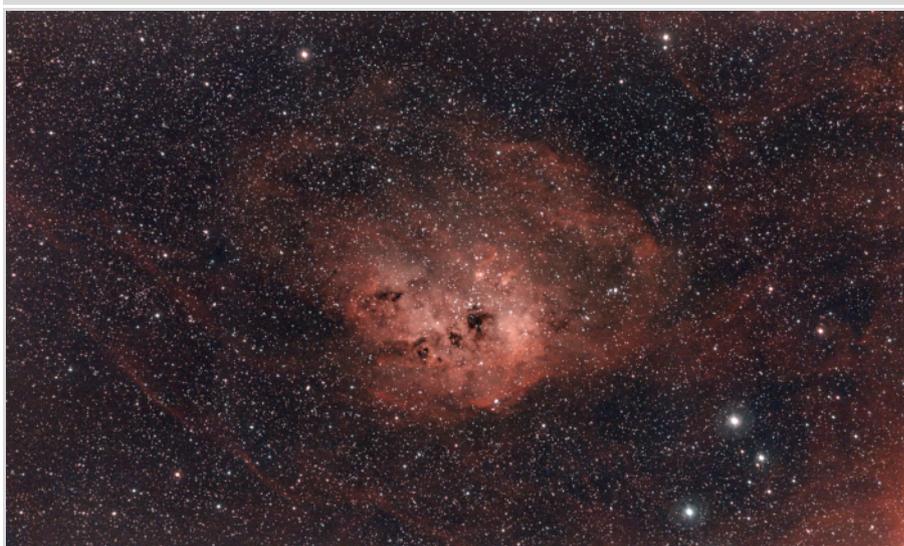


Abb. 7: Kaulquappen-Nebel Sh2-236 mit ZWOptical A.S.I.071MCpro und L-eXtreme-Filter.

nach unten zeigt. Daher wird der Sternhaufen auch oftmals „Christmas Tree Cluster“ genannt. Diese Aufnahme entstand ebenfalls mit 560 mm Brennweite an einem C11-HyperStar-Teleskop mit der gleichen Kamera und gleichen Aufnahmeparametern. Auch hier fällt auf, dass zum einen die Sternfarben nicht komplett verschwunden sind und zum anderen, dass die Blauanteile des Nebels noch herauskommen.

Anfang 2021 wurde dann der zweite Schmalbandfilter der Firma Optolong getestet. Dabei kam die erste Testaufnahme bei nahezu Vollmond (92,6%) zustande, bei der der Mond auch noch ungünstig in die Optik hineinschien. Bei dem L-eNhance-Filter wurde dies in der

Vergangenheit ebenfalls versucht und kein gutes Ergebnis erzielt. Hier ließen sich Mondphase bis ca. 40% noch ausnutzen. Anders hingegen beim L-eXtreme-Filter, der auch bei diesen schlechten Bedingungen noch Strukturen offenbarte. Als Test wurde der Rosettennebel (Sh2-275), ein diffuser Emissionsnebel im Sternbild Einhorn, im kalten Monat Februar herangezogen. Im Zentrum des Nebels befindet sich der offene Sternhaufen NGC 2244, der den Nebel zum Leuchten bringt. Trotzdem war das Vollmondbild keine Offenbarung und konnte nicht mit den versprochenen Ergebnissen des Herstellers nicht ganz mithalten. 10 Tage später, bei abnehmendem Mond mit 59,9%, sah das Er-



Abb. 8: Medusa-Nebel Sh2-274 (Abell 21) mit ZWOptical A.S.I.071MCpro mit L-eNhance-Filter (links) und L-eXtreme-Filter (rechts).

gebnis, wie man in Abbildung 5 erkennen kann, schon ganz anders aus. Der Mond stand dieses Mal für das Teleskop auch günstiger. Hier kam der Vorteil der Kontrastverstärkung des L-eXtreme-Filters klar zur Geltung. Denn unter diesen Bedingungen hätte man von einer Aufnahme mit dem L-eNhance-Filter immer noch abgesehen. Diesen Kontrastgewinn erkauft man sich allerdings mit einem Verlust der Sternfarben. Wenn man diese ebenfalls abgebildet haben möchte, sollte eine RGB-Aufnahme nachgelegt und diese anschließend mit der Schmalbandaufnahme verknüpft werden.

Anhand optimalerer Bedingungen im März, ein paar Tage nach Neumond, entstanden weitere Aufnahmen, die gleichermaßen mit beiden Filtern zum Vergleich durchgeführt wurden. Dieses Mal wurde die Nebelregion Sh2-236 im Sternbild Fuhrmann aufgesucht. In den Abbildungen 6 und 7 lassen sich die zwei sog. Kaulquappen (OCL Dolidze 18) erkennen, die aus Gas und Staub bestehen, weshalb der Nebel auch Kaulquappen-Nebel genannt wird. Der Nebel, der teilweise von Staub im Vordergrund verdeckt ist, umgibt NGC 1893, einen jungen galaktischen Sternhaufen. Der ungemein heiße, helle Sternhaufen, der

vor etwa vier Millionen Jahren in einer interstellaren Wolke entstanden ist, regt das leuchtende Gas an. Die Kaulquappen bestehen aus dichtem, kühlem Gas und Staub, sind ungefähr 10 Lichtjahre lang und wahrscheinlich Orte beginnender Sternbildung. Ihre Köpfe wurden von den Winden sowie der Strahlung der Haufensterne geformt und sind von hellen Graten aus ionisiertem Gas umgeben. Beide Bilder wurden identisch bearbeitet und mit dem gleichen Equipment aufgenommen. Es kam erneut 560 mm Brennweite an einem C11-HyperStar-Teleskop mit der Kamera ZWOptical A.S.I. 071MCpro zum Einsatz. Auch hier waren die Aufnahmeparameter identisch zu den vorherig beschriebenen. Der Kontrast fällt bei der Abbildung 7 stärker aus, wie zu erwarten war. Dafür lassen sich keine Sternfarben mehr erkennen. Hinzu kommt, dass sich die Höfe um hellere Sterne stärker bemerkbar machen und sogar doppelt auftreten. Dieses Phänomen liegt an der Filtertechnik und nicht an der genutzten Kamera oder dem verwendeten Teleskop. In Abbildung 6 ist dieser Effekt ebenfalls vorhanden, aber nicht so stark. In den Internet-Foren gab es dazu unterschiedliche Meinungen: die einen fanden den Effekt vernachlässig-

bar, während andere damit gar nicht leben konnten. Auf mich hat er durchaus eine ästhetische Wirkung.

Wenn man die Abbildungen 6 und 7 miteinander vergleicht, kann bis auf den Kontrast kein großer Unterschied zwischen beiden Filtern festgestellt werden. Daher wurde noch ein weiteres Objekt mit dem Medusa-Nebel (Abell 21 oder Sh2-274) mit dem gleichen Equipment fotografisch getestet. Abell 21 ist ein ausgedehnter planetarischer Nebel (PN) mit geringer Flächenhelligkeit im Sternbild Zwillinge. Seinen Namen verdankt der Nebel den schlangenartigen Gasfilamenten, die ans Haar der Medusa erinnern. Der den Nebel verursachende, sonnenähnliche Stern befindet sich in einem späten Entwicklungsstadium eines Sterns dieser Größe und Masse. Als Ergebnis des thermomolekularen Prozesses im inneren des Sternes wurde die äußere Hülle des Sterns vor ca. 6.800 Jahren in den umgebenden Raum abgestoßen. Der zurückbleibende Stern (Weißer Zwerg) regt mit seiner enormen, energiereichen UV-Strahlung die zuvor abgestoßene Gashülle zum Eigenleuchten an. Das interessante an dem Nebel sind aber auch die rötlichen und bläulichen Nebelbereiche, die jeweils durch ionisierten Wasserstoff

Optolong L-eNhnance-Filter	Optolong L-eXtreme-Filter
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Hinterlässt einen natürlicheren Bildeindruck</li> <li>+ Die Sternfarben lassen sich ansatzweise zurückgewinnen</li> <li>+ Neben H<math>\alpha</math> und OIII wird auch noch H<math>\beta</math> aufgenommen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sorgt für einen höheren Kontrast</li> <li>+ Echte Schmalbandaufnahme für H<math>\alpha</math> und OIII</li> <li>+ Mondphasen lassen sich besser ausnutzen (bis nahezu Vollmond)</li> <li>+ Es lassen sich H<math>\alpha</math> und OIII exakter voneinander trennen</li> <li>+ OIII kommt stärker zum Ausdruck</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es bilden sich Höfe um leuchtstarke Sterne</li> <li>- Ab einer Mondphase von 40% ist der Filter nicht mehr wirkungsvoll einsetzbar</li> <li>- OIII wird oftmals durch H<math>\alpha</math>-Anteil unterdrückt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Kontrast schafft teilweise weniger Natürlichkeit</li> <li>- Es bilden sich stärkere Höfe um leuchtstarke Sterne (teilweise Doppelhöfe)</li> <li>- Die Sternfarben lassen sich nicht zurückgewinnen</li> </ul>

Tab. 1: Vergleich der Vor- und Nachteile beider Optolong-Schmalbandfilter.

und Sauerstoff zustande kommen. Daher konnte man an diesem Objekt die Fähigkeit beider Filter testen, wie sie H $\alpha$  und OIII darstellen. Der L-eNhnance-Filter konnte schon mal den Nebel, der eine visuelle Helligkeit von nur 15,99 mag besitzt, klar vom Himmelshintergrund abheben, wie die linke Aufnahme in Abbildung 8 zeigt. Auch erkennt man die abgestoßene Gashülle bzw. sie lässt sich auch im größeren Abstand erahnen. Allerdings sind kaum Blauanteile auf dem Bild auszumachen. Das H $\alpha$ -Spektrum scheint den OIII-Anteil zu verschlucken. Ganz anders kann man dies in der rechten Aufnahme in Abbildung 8 beobachten. Zwar ist die Aufnahme nur in der Hälfte der Zeit zustande gekommen (2 Stunden), aber es wird klar zwischen HII- und OIII-Region unterschieden. Der L-eXtreme-Filter ist daher anscheinend in der Lage beide Schmalbandbereiche exakter voneinander zu trennen. Allerdings kann die abgestoßene Hülle des PN nicht mehr ganz so gut nachgewiesen werden, was aber der Aufnahme-länge geschuldet sein mag.

**Fazit** Wenn man nun die Optolong-Filter miteinander vergleicht, haben beide durchaus ihre Berechtigung (siehe Tabelle 1). Bei beiden Filtern fiel auf, dass in relativ kurzer Belichtungszeit bereits sehr gute Ergebnisse zustande kommen können. Was bei Einsatz einer Monochromkamera durch die separaten Aufnahmen von R/G/B/H $\alpha$ /OIII sehr viel Zeit kostet, kann durch den OSC-Einsatz mit

Duofilter auf ein Minimum von 2-3 Stunden reduziert werden. Dabei kommen durchaus ähnliche Ergebnisse bei Einsatz moderner CMOS-Farbkameras zustande. Man spricht daher unter den Hobby-Astronomen bei dieser Entwicklung von einem sog. „Game-Changer“. Von der vollmundigen Aussage des Herstellers, dass man nun auch Vollmondnächte fotografisch nutzen kann, wenn der L-eXtreme-Filter zum Einsatz kommt, würde ich allerdings abraten. Es ist aber durchaus ein Vorteil bei Mondschein gegenüber dem L-eNhnance-Filter auszumachen, da der L-eXtreme-Filter bis 90% Mondphase noch gute Ergebnisse erzielen kann. Dies hängt natürlich auch davon ab, ob sich das fotografierte Objekt in der Nähe des Mondes befindet. Ein weiterer Vorteil der schmalbandigeren Duofilter ist, dass sie H $\alpha$  und OIII in einer Aufnahme gleichzeitig erfassen und dadurch Aufnahmezeit sparen. Durch Bearbeitungssoftware wie Siril [7] oder Astro Pixel Prozessor (APP) [8] lassen sich beide Schmalbandbereiche aus der Aufnahme separieren und einzeln bearbeiten. Wenn man nun noch eine Auf-

nahme mit einem SII-Filter nachlegen würde, könnte sogar die künstliche Hubble-Palette dargestellt werden. Dieses Unterfangen war bis vor gar nicht allzu langer Zeit nur den Monochromkameras vorbehalten. Ob diese für den Einsatz eines Duofilters geeignet sind, müsste hingegen getestet werden, da die Filter eigentlich für Farbkameras entwickelt wurden. Theoretisch müsste sich diese Zeitersparnis bei der Aufnahme allerdings auch auf Monochromkameras auswirken. Grundsätzlich zeigen aber die Ergebnisse, dass Schmalbandaufnahmen auch mit OSC-Kameras möglich geworden sind.

Abschließend kann man festhalten, dass der L-eNhnance-Filter Vorteile bei reinen HII-Regionen besitzt und meistens ohne separate RGB-Aufnahme für die Sternfarben auskommt. Auch wirkt der Kontrast weicher (natürlicher) und die Halos um die Sterne fallen weniger auffälliger aus. Man hat also die Qual der Wahl, wenn man nicht beide Filter anschaffen möchte, liegt aber mit keinem der beiden Typen daneben. Ob man dadurch auf den Einsatz von Monochrom-Kameras verzichten kann, muss jeder Astrofotograf für sich entscheiden. Sicherlich bekommt man nach wie vor eine etwas bessere Auflösung und Tiefe bei solchen Kameratypen, aber der Abstand ist ganz klar gegenüber OSC-Derivaten geschrumpft. Der Zeitgewinn bei der Aufnahme und der Bearbeitung sprechen daher aus meiner Sicht klar für den Einsatz einer Farbkamera.

#### Literaturhinweise

- [1] [https://commons.wikimedia.org/wiki/file:Bayer\\_pattern\\_on\\_sensor\\_profile.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/file:Bayer_pattern_on_sensor_profile.svg)
- [2] <https://www.optolong.com>
- [3] <https://www.optolong.com/cms/document/detail/id/16.html>
- [4] <http://www.optolong.com/cms/document/detail/id/100.html>
- [5] [https://stcoptics.com/en/astro\\_duo\\_narrowband/](https://stcoptics.com/en/astro_duo_narrowband/)
- [6] <https://astronomy-imaging-camera.com/product/zwo-duo-band-filter>
- [7] <https://www.siril.org>
- [8] <https://www.astropixelprocessor.com>

# GESCHICHTEN VOM TELESCOPIUM LILIENTHAL

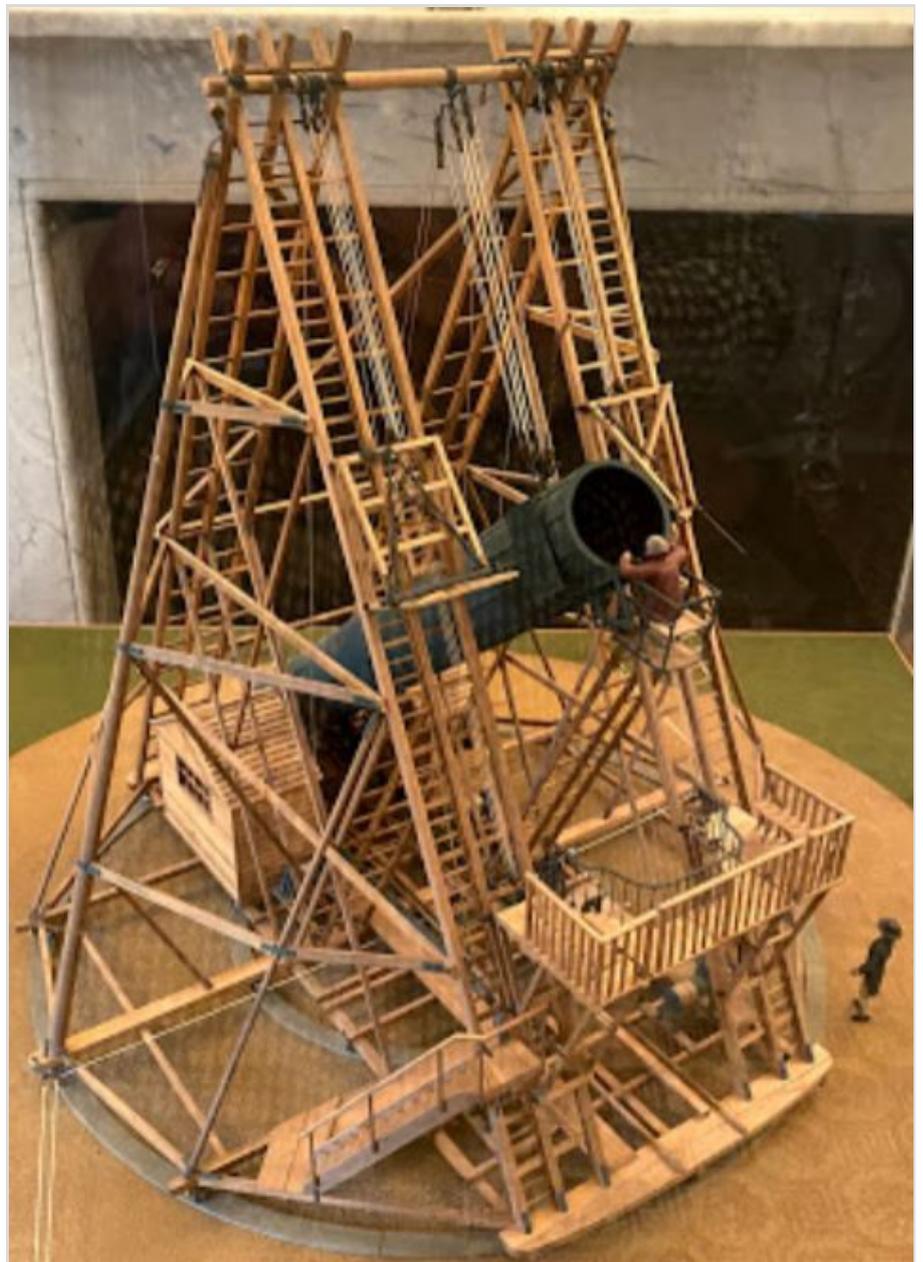
## Beitrag 19: Die größten Spiegelteleskope auf der Erde - Teil 1

von HELMUT MINKUS, *Lilienthal*

Wegen des nicht aufzuhaltenden technischen Fortschrittes kann heute jeder Mensch beispielsweise auch ein astronomisches Beobachtungsgerät erwerben. Wie auch bei Individualfahrzeugen (Autos) kann hier zwischen verschiedenen Herstellern, Typen, Einsatzbedingungen, persönlichem Bedarf, sowie Preis- und Leistungsklassen gewählt werden. Beide können Gebrauchsgegenstände, Luxusgüter oder Prestigeobjekte sein, wobei das Eine in großem Stil meist bis zur Sinnlosigkeit genutzt wird und sich immer mehr zur schädlichen Belastung entwickelt, dient das andere fast nur zur Weiterbildung und zum Gewinn von Erkenntnissen.

Die wichtigsten optischen Leistungsmerkmale von Teleskopen und Ferngläsern sind: Brennweite, von der die Vergrößerung abhängt und der Durchmesser, genannt auch (freie) Öffnung, Apertur oder Blende, von Linse oder Hauptspiegel ihres Objektivs. In diesem Beitrag sind nur (konkave) Hohlspiegel gemeint, von deren Durchmesser das Sammeln von Licht (Lichtempfindlichkeit) abhängt und das Auflösungsvermögen (Trennschärfe). Es verbessert sich linear mit dem Objektivdurchmesser und ist der minimale Winkelabstand, mit dem zwei Gestirne getrennt voneinander gesehen werden können. Die Lichtsammelnde Wirkung steigt mit dem Quadrat des Objektivdurchmessers. Das heißt: Doppelter Objektivdurchmesser bringt vierfachen Lichtgewinn. Beispiel: Hat die Pupille eines Auges 5 Millimeter (mm) Durchmesser, (Öffnung) so fällt bei der Benutzung eines Fernrohres von 50 mm Öffnung, 100 Mal mehr Licht ins Auge, weil der Fernrohr-Durchmesser 10 Mal größer ist. Statt Sterne von 6. Größe können dann Sterne bis 11. Größe gesehen werden.

Das Lilienthaler „Telescopium“ vom berühmten Amtmann Johann Hieronymus Schroeter (1745-1816) war zwar nicht das erste und nicht das größte der damaligen Zeit, aber es ist das einzige neu aufgebaute, heute noch funktionsfähige. Von den Meisten anderen ist nichts mehr zu



**Abb. 1:** Teleskop, Baujahr 1789, Spiegeldurchmesser 122 cm (48 in), Brennweite 12,20 m (40 ft). War bis 1845 das Größte. Modell ist im Herschel Museum in Bath. Der Original Spiegel im Science Museum in London.

Abbildungen 1 & 2 vom Autor



**Abb. 2:** Teleskop, Baujahr 2015, Spiegeldurchmesser 51cm (20 in), Brennweite 7,90 m (27 Fuß)  
Die Maße gelten für die Rekonstruktion, die hier in einem CAD-Modell gezeigt ist.

sehen, obwohl sie alle Vorgänger waren, aus denen die heutigen Instrumente entwickelt wurden. Die ersten historischen Großteleskope waren alle zur Beobachtung im elektromagnetischen Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes und wurden gebaut in:

**England: Datchet, östlich von Windsor und Slough nördlich von Windsor.**

Friedrich Wilhelm (William) Herschel (1738-1822) aus Hannover, ein Zeitgenosse von Schroeter, kam 1756 als Musiker nach England und wohnte nach einigen Wechsellern in der Universitätsstadt Bath bei Bristol am Avon River. Er war geflohen, weil Napoleons Truppen Hannover besetzten. In den 1770er Jahren fing er an Astronomie zu studieren, Spiegel zu schleifen und Fernrohre zu bauen. Unterstützt wurde er dabei von seinem Bruder Alexander und seiner Schwester Caroline, die später eine anerkannte Astronomin wurde. Hier in der New King Street, befindet sich noch heute in einem Reihenhaus das kleine „William Herschel Museum of Astronomy“.

Ein erstes großes Teleskop baute er 1783 im Dorf Datchet, mit dem er hauptsächlich den Himmel durchmusterte, Stern-

positionen vermaß und Doppel- und Nebelsterne katalogisierte. Das Fernrohr war vertikal schwenkbar aufgehängt zwischen einer Balkenkonstruktion, ähnlich einem steilen Satteldach. Dieses stand auf einer um 360 Grad horizontal drehbaren runden Holzplattform. Das Fernrohr hatte einen Spiegeldurchmesser von 18,7 inch, kurz: in (Deutsch: Zoll), Zeichen: ′. Das sind ~47 Zentimeter (cm). (2,54x18,7). Die Brennweite war 20 feet, kurz: ft (Deutsch: Fuß), Zeichen: ′. Das sind 6,10 Meter (m). (0,0254x12x20) Noch berühmter wurde Herschel im Jahr 1781 durch die Entdeckung des Planeten Uranus; den er dem englischen König Georg III. zu Ehren „Georgium Sidus“ (Georgs-Stern) nannte; wurde zum Mitglied der Royal Society of London gewählt; bekam ein gutes Gehalt vom König und ließ das größte Teleskop bauen in Slough bei Windsor (Abb.1). Es hatte einen Spiegeldurchmesser von 48 in (122 cm) und eine Brennweite von 40 ft (12,20 m). Die erste Beobachtung wurde am 19. 2. 1787 am Orionnebel gemacht. Im Jahre 1795 wurde von Herschel eine technische Beschreibung in Englisch herausgegeben. Hier einige von Bode übersetzte und veröffentlichte Zitate aus der „Sammlung astronomischer Abhandlungen,

gen, Beobachtungen und Nachrichten“, Berlin 1808: „Um eine so ungeheure Maschine mit aller Leichtigkeit gegen einen jeden beliebigen Theil des Himmels zu richten, war die Erfindung mancherlei mechanischer Kunstgriffe nothwendig. Die ganze Rüstung ruht auf Rollen, und besonders ist auf die Gründung desselben alle Sorgfalt angewendet“. „Auf der Plattform stehen zwei kleine Gemächer, das eine heißt das Observatorium und das andere die Arbeitshütte. Den sich in diesen Gemächern aufhaltenden Personen, kann der Beobachter, mittels Sprachröhren, seine Bemerkungen und Anordnungen bekannt machen, und es stehen in den Gemächern die in Beobachtungszimmern gewöhnlichen Sachen“. „Die Röhre des Teleskops ist aus eisernen Blechen zusammengerollt, welche ohne Nägel und nur durch einen einzelnen Saum wie die Ofenröhren zusammengefügt sind“. „Die vertikale Bewegung des Teleskops geschieht mittels der Stricke und Rollen, die über die Hauptbalken des Gerüstes, welche von Leitern getragen werden, gehen“ - Zitatende.

Eine der bemerkenswertesten Entdeckung, die Herschel mit seinen Teleskopen machte war, dass sich die Sonne doch bewegt. Zwar nicht um die Erde wie es das geozentrische Weltbild „verlangte“, sondern in Richtung des Sternbildes Herkules. Das bedeutete: Selbst das vor etwa 200 Jahren vor Herschel, endlich akzeptierte heliozentrische Weltbild, nach dem die Erde und die Planeten um die feststehende Sonne kreisen, war nicht mehr gültig. Die Sonne selbst kreist mit all ihren Planeten im Universum. Heute wissen wir es genauer: In 250 Millionen Jahren einmal um das Zentrum unserer Milchstraße (Kosmisches Jahr). So müsste sie in ihrem heutigen Alter von 5 Milliarden Jahren schon 20 Runden gedreht haben (5000:250), wenn angenommen wird, dass in dieser Zeit alle anderen Entfernungen und Bedingungen

etwa so waren wie heute. Doch wen interessiert wieviel kosmische Jahre alt unsere Sonne ist? Herschels großes Teleskop, der „40-Füßer“, wurde 1839 von einem Sturm zerstört und danach von seinem einzigen Sohn John, (1792-1871) der auch ein berühmter Astronom war, abgebaut (Mehr über Familie Herschel in Hipo 64, Seite 32).

### Deutschland: Lilienthal und Kiel

Wilhelm Herschel war ein großes Vorbild für die astronomische Fachwelt und wurde bewundert von Oberamtmann Schroeter, der von ihm seine ersten Spiegel und Teleskope aus England kaufte, bis er sie selbst herstellen konnte. Das drückt Schroeter im Astronomischen Jahrbuch von 1795 so aus: „Es wäre wünschenswert, daß mehrere Astronomen 20 und 40füßige Teleskope gebrauchen, und Herrn D. Herschel diese Schlüssel des Himmelreiches (wie sie Herr Hofrath Lichtenberg nennt) nicht allein im Besitz haben möchte, da dieser große Mann doch nicht alles bestreiten kann, es würde alsdann ohne Zweifel noch manches entdeckt werden, wovon wir bis jetzt keine Begriffe haben“. Diesen Wunsch, ein 20-feet Herschel-Teleskop zu haben, erfüllte sich Schroeter erst im Juli 1807. Es war sein viertes und letztes großes Teleskop, das er sich im Amtsgarten von Lilienthal hinter der Klosterkirche bauen ließ. Es hatte die gleiche Konstruktion und Größe wie das von Herschel bereits 1783 in Datchet. Der Spiegel den Schroeter einbaute, hatte jedoch einen kleineren Durchmesser von nur 12 in = 1 ft (30 cm) bei einer Brennweite von 20 ft (6,10 m). Ein Modell vom Amtsgarten mit allen von Schroeter gebauten Observations-Instrumenten befindet sich im Heimatmuseum von Lilienthal und ein Foto davon mit Beschreibung in Hipo 46, Seite 23.

Bereits 1793 stellte Schroeter sein leistungsfähigstes Teleskop fertig, nach seinen eigenen Plänen. Es ist zwar das

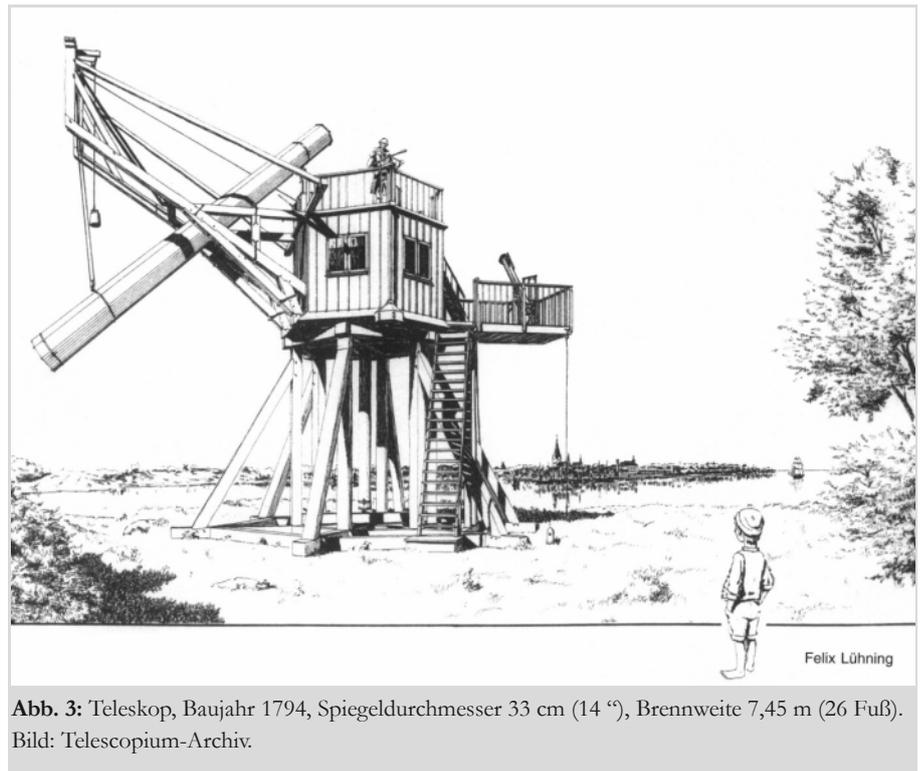


Abb. 3: Teleskop, Baujahr 1794, Spiegeldurchmesser 33 cm (14 ″), Brennweite 7,45 m (26 Fuß). Bild: Telescopium-Archiv.

gleiche Funktionsprinzip der Azimutalen Nachführung, wie bei allen hier beschriebenen Teleskopen, doch die Bauform unterscheidet sich doch auffällig von Herschels Dachstuhl-Konstruktionen. Das Rohr selbst hatte damals wie heute eine achtkantige Form und bestand damals aus Tannenholz. Die Lichtstrahlen der beobachteten Objekte verlaufen nach dem Newtonschen Prinzip (Neutonianisch) vom konkaven Hauptspiegel über einen planen Umlenkspiegel zur seitlichen Okularöffnung. Der Hauptspiegel hatte damals einen Durchmesser von 20 calenbergischen Zoll (49 cm) und eine Brennweite von 27 calenbergischen Fuß. (7,90 m)

Damit die Werte dieser alten, in Lilienthal üblich gewesenen Zoll- und Fuß-Maße nicht mit den heute noch gültigen anglo-amerikanischen Werten verwechselt werden, bezeichne ich die calenbergischen hier mit ″ und Fuß und letztere mit in und ft, wie es üblich ist. Also: 1 in = 2,54 cm; 1 ″ = 2,434 cm; 1 ft = 12 in; 1 Fuß = 12 ″. Schroeter schreibt in seinem Werk „Aphroditographische Fragmente“ von 1786 ausdrücklich, dass für dieses Teleskop und seine Spiegel alle

Maßangaben calenbergische sein sollen. Das wird vom Verfasser des Buches „Die Lilienthaler Sternwarte 1781 bis 1818“, bei dessen Erklärungen auf den Seiten 116 und 228 nicht berücksichtigt. Demnach müsste die Brennweite des Lilienthaler Teleskopes 8,23 m betragen, (0,0254x12x27) statt der von Schroeter vorgegeben und am 2015 nachgebauten „Telescopium“ realisierten 7,90 m. (~0,0243x12x27) Hier ist nur der Spiegel etwas zu groß geraten, denn er hat einen Durchmesser von 51 cm statt 49 cm. Zusammen mit Prof. Harding hatte Schroeter seine Instrumente und die beiden großen Teleskopspiegel noch im Herbst 1815 per Pferdefuhrwerk in die Universität Göttingen transportiert, nachdem sie ihm der Englische König abgekauft hatte und bevor er im Alter von 70 Jahren, am 29. August 1816, wenige Stunden vor seinem 71. Geburtstag verstarb.

Nur etwa 1 Jahr nach Fertigstellung des großen Lilienthaler Teleskopes wurde 1794 bei Kiel ein weiteres Großteleskop eröffnet (Abb. 3), von Professor Johann Gottlieb Friedrich Schrader (1763 bis etwa 1833). Eine etwas gewagtere Kon-

struktion als die Lilienthaler. Das ganze Gewicht des Fernrohres, samt Beobachterplattform und Besuchern, musste ohne stützendes Fahrwerk, alles vom Turmlager aufgenommen werden. Das Fernrohr selbst war, wie beim Lilienthaler Teleskop, am „Okular-Ende“ auf den Mechanismus der Feinverstellung aufgelegt und am „Spiegel-Ende“ an einem Flaschenzug für die vertikale Verstellung (Elevation) aufgehängt. Die Seile hierzu laufen über eine Rolle am höchsten Punkt des Teleskopes, dem Trimmbalken. Er ist jedoch nicht über ein Fahrwerk abgestützt, sondern am vorderen Ende des „Kranarmes“ montiert. Es sollte das größte Teleskop auf dem europäischen Festland werden, mit einem Spiegeldurchmesser von 20“ (49 cm) bei einer Brennweite von 26 Fuß (7,60 m). Die Brennweite sollte also einen calenbergischen Fuß (29 cm) länger werden, als der von Schroeter ursprünglich geplante 25-Füßer. Diesen Spiegel hatte Schroeter ja zusammen mit Schrader, bei dessen Aufenthalt in Lilienthal, von April 1792 bis Januar 1793 bereits fertiggestellt. Als Schroeter nun erfuhr, dass das Kieler Fernrohr noch „leistungsfähiger“ werden sollte als das Lilienthaler, stellte er sich wiederum einen neuen Spiegelrohling her, mit einem Durchmesser von 20“, dem er eine Brennweite von 27 Fuß gab. Außerdem änderte er seinen schon eingebauten 25-Füßer ebenfalls in einen 27-Füßer (Hipo 60, Seite 26). So blieb ihm doch das Privileg, das größte Teleskop auf dem europäischen Festland gebaut zu haben, wobei es immer nur um die Brennweite ging. Doch auch Schrader hatte schon weiter in die Zukunft geplant, denn in seiner „Beschreibung des Mechanismus eines ohnweit Kiel errichteten sechs und zwanzigfüßigen Telescops“ schreibt er: „Die Ursache, warum ich das untere Stockwerk nicht so niedrig gebaut habe, dass das Rohr die Erde erreiche, ist keine andere, als um bereits ein beträchtlich längeres etwa 30 bis 35 Fuß

haltendes Rohr gebrauchen zu können“ (Gerdes Seite 156). In seiner Beschreibung erwähnt er außerdem, dass aus Kostengründen sein Spiegel anfänglich einen Durchmesser von nur 14 hamburger Zoll erhalten wird. 1 Hamburger Zoll = 2,39 cm. Dieser freundschaftlich kooperative Wettbewerb, in der gleichen Leistungsklasse ihrer Teleskope, ging zu Ende, als Schrader im Jahre 1798 sein großes Observatorium der Universität Kiel übergab und einer Berufung an die Akademie der Wissenschaften nach St. Petersburg folgte. Dort entwickelt er bis 1803 ein doppeltes Reflexionssystem, um die Baulängen von Spiegelteleskopen zu halbieren und starb dort im Alter von etwa 70 Jahren. Das genaue Datum ist nicht bekannt, denn das Todesjahr schwankt bei unterschiedlichen Quellen zwischen 1831 und 1833. Eine Quelle behauptet gar 1821. Auch ist heute nicht mehr bekannt, wo genau sein Teleskop stand; entweder am Ufer der Kieler Förde im heutigen Hafengebiet von Gaarden oder bei Holtenau, wo 1887 mit dem Bau des Nord-Ostsee-Kanals begonnen wurde.

#### **Irland: Birr im County Offaly**

Im Jahr 1827 begann William, Lord Oxmantown, der dritte Earl of Rosse, (1800-1867) mit dem Bau eines ersten Teleskopes, mit einem Spiegeldurchmesser von 36 in (91cm).

Zu Beginn der 1840er Jahre errichtete er in der Parkanlage des Schlosses, im Städtchen Birr, ein noch gewaltigeres Teleskop, das „Leviathan of Parsonstown“ genannt wurde (Abb. 4). Im Unterschied zum Schroeter- und Schrader-Teleskop war / ist hier das Rohr, wie bei den Herschel-Typen, am hinteren Ende (Spiegelende) gelagert, während das vordere Ende mit den Einblick-Öffnungen, samt Beobachter und seiner Plattform, mittels Seilzug in die Vertikale geschwenkt wird (Abb. 1). Zwischen zwei dicken Mauern, parallel zum Ortsmeridian  $7^{\circ} 50' 10''$

Ost, ist das nach Süden ausgerichtete Fernrohr, horizontal und vertikal schwenkbar, installiert. Es kann in Ost-West-Richtung (azimutal) nur 15 Grad verstellt werden, sodass der Himmel in einem kleinen Sektor zu beobachten ist. Ein Gestirn muss hier also zum Teleskop kommen und kann abhängig von der eingestellten Höhe (Elevation) des Rohres nur maximal eine Stunde lang verfolgt (nachgeführt) werden, wenn es in Zenit-Nähe steht. Das ist so als wäre beim Lilienthaler Teleskop die azimutale Feineinstellung an den Anschlag gekurbelt und könnte nicht mehr mit dem Fahrwerk nachgeführt werden. Dazu müssten die Mauern auf ein Drehgestell gesetzt werden, was bei dieser massiven Bauweise unmöglich wäre und auch nicht vorgesehen war.

Der Fernrohr-Tubus ist anders als die 8-eckigen Tuben von Schroeter, Schrader und Herschel, tatsächlich ein rundes Rohr, das an den beiden Enden einen Außendurchmesser von etwa 1,90 m hatte, sodass der Innendurchmesser den 72-inch-Spiegel oder 6 foot-Spiegel (1,82 m) fassen konnte. Der Außendurchmesser in der Mitte des Rohres betrug 2 m, die 2 Zoll dicken Eichenbohlen waren mit Eisenringen zusammengehalten, sodass der Tubus eine tonnenförmige Geometrie hatte, wie ein Bierfass und deshalb auch so genannt wurde. Das Rohr mit Spiegel hatte eine Masse von 15 Tonnen und wurde auf Gleitschienen mit Ketten und Flaschenzügen verstellt. Eine Beobachterplattform musste wie bei Herschel am vorderen Ende des Tubus mitgeführt werden. All das konnten einige Mitglieder der AVL selbst besichtigen, auf einer Studienreise nach Irland, die vom 1. bis 5. August 2008 stattfand und am 4. 8. auch nach Birr führte (Abb. 4). Ein Reisebericht hiervon ist in Hipo 17 ab Seite 7 zu lesen und ein früherer in Hipo 14 Seite 4. Die vielen Fotos dazu waren in den gedruckten Ausgaben damals noch schwarz-weiß. Alle Hipos sind aber unter

## 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](http://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](mailto:hipo@avl-lilienthal.de)

**Redaktionsschluss** für die nächste Ausgabe ist der **30. November 2021**. 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

Dr. Jürgen Beisser.....(04298) 41 94 98

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](http://www.avl-lilienthal.de); [vorstand@avl-lilienthal.de](mailto:vorstand@avl-lilienthal.de)



**Abb. 4:** Teleskop, Baujahr 1845, Spiegeldurchmesser 183 cm (72 in), Brennweite 16,50 m (54 ft) War bis 1917 das größte der Welt.

Bild: Ute Spiecker.

[www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de) im Menü „Ver- einszeitung / zum Archiv“, farbig und leicht einsehbar.

Das Teleskop ist zwar seit 1999 restauriert, der zerstörte Tubus wieder ersetzt, und ein neuer Aluminiumspiegel gegossen, doch es machte schon damals nicht den Eindruck, dass es zu Beobachtungen genutzt wird. Davon ist auch heute noch nichts im Internet zu finden. Lord Rosse entdeckte Spiralgalaxien und er konnte feststellen, dass sie keine Nebel sind, sondern aus einzelnen Sternen bestehen. Sein Teleskop blieb bis 1917 das größte auf der Erde.

Außer, dass die hier beschriebenen alle Spiegelteleskope sind, haben sie über die Jahrhunderte hinweg eine weitere typische Gemeinsamkeit behalten: Ihre technischen Merkmale, die Verstell-Mechanismen sind alles Azimutale Montierungen. Das bedeutet: Zur Verfolgung eines Gestirnes, das sich während der Nacht um die Erdachse zu dreht scheint, muss das Fernrohr in zwei Richtungen (Azimut und Elevation) von getrennten Antrieben nachgeführt werden. Diese Bauart hat trotz ihrer unterschiedlichen

Konstruktionen keine Rektaszensionsachse oder Stundenachse, parallel zur Erdachse, um die ein äquatorial (parallaktisch) montiertes Fernrohr in konstanter Winkelgeschwindigkeit, der Sternzeit, dem Verlauf eines Gestirnes nachgeführt wird.

# DER WELTRAUM: ER GEHÖRT MIR... ER GEHÖRT MIR NICHT...

## Teil 2: Weltraumverträge

von CHANTAL SADEK, Bremen

**Am 1. Januar dieses Jahres war die Welt in Ordnung. Nach einer mehr oder minder durchgefeierten Nacht mit nur etwas weniger Feuerwerk als in den bisherigen Sylvesterzechen wachte die Nachbarschaft allmählich auf. Hin und wieder hörte man noch einen Knaller.**

**Die Nachrichten im Internet waren nicht verblüffend, zur allgemeinen Erleichterung gab es anscheinend in der Welt keine großen Schäden zu melden. Einer der größten Nachrichten-Sender der USA erwähnte, dass der noch amtierende „mächtigste Mann auf der Erde“ den Beschluss zur Bewachung im Weltraum durch eine der Armee unterstellte Einheit unterschrieben hatte. Nicht alle Leser waren verschlafen, einige Bedenken wurden gemeldet, mit der aufgeworfenen Frage, ob der Präsident, sagen wir irgendwelcher Nation, jener insbesondere, sein Land aus den internationalen Verträgen zur Erforschung und Nutzung der außerirdischen Weiten werfen könnte, wie auch genau dieser amtierende Präsident der USA seine Nation aus den internationalen Verträgen bezüglich Umweltschutz zurückgezogen hätte.**

**Da konnte ich nur noch ganz wach werden. Diese anscheinend berechtigte Frage beruht auf Missverständnissen, die besser gleich aus der Welt geschafft werden.**

Zunächst einmal sind schon sehr viele internationale Satelliten dem jeweiligen Militär zugeordnet, ohne zu irgendwelchen militärischen Zwecken zu dienen. Bei dieser Überwachungseinheit von einem Land handelt es sich um die örtliche Bewachung des eigenen Luftraumes im Rahmen der üblichen internationalen Verträge. Die eventuelle Gefahr für den Weltraum, insbesondere im Rahmen der Objekte, die zur astronomischen Forschung dienen, ist dann nur eine manchmal gerechtfertigte Auslegung.

Nun zur obigen Kernfrage, die uns alle an der Beobachtung des Weltraums „vor Ort“ interessiert. Dem Präsidenten der Vereinigten Staaten von Amerika obliegt die Pflicht, Vereinbarungen mit Vertretern ausländischer Nationen zu treffen. Solch eine Vereinbarung muss dem Senate vorgelegt werden, damit die Mitglieder beraten, abstimmen und damit gegebenenfalls der Vereinbarung einen legalen Status verleihen, indem dieser Rat den Vertrag ratifiziert.

Genau so ist der Präsident gar nicht befugt, seinen Staat aus irgendeinem internationalen Vertrag hinauszubeschwören, der zu irgendeinem Standpunkt vom Senat ratifiziert würde, wie es der Fall für

einige Verträge zur Erforschung und Nutzung des Weltraums und der entdeckten Himmelskörper ist. Dazu müsste er sein Anliegen dem Senat vorbringen, dieses Mal mit dem Ziel, dass dieser darüber berät und dafür oder dagegen entscheidet.

Die Pariser Vereinbarungen zum Umweltschutz unterschrieb ein anderer Präsident, sozusagen erstmals als seine persönliche, willkommene Willenserklärung, eine Vereinbarung, die er dem Senat nie vorlegte, der diesen Vereinbarungen so abgeneigt war, dass er sich damit einer Abfuhr preisgegeben hätte. Was sein Nachfolger tat, war sozusagen diesen Entwurf als unnütze Vorlage in den Papierkorb zu werfen, da auch er keine Absicht hegte, sich damit bei dem Senat und seiner Bevölkerung unbeliebter als nötig zu machen.

Nach diesen beiden geschilderten Mustern verhält sich das internationale Verhandeln in den meisten Ländern, in denen das Volk direkt oder durch gewählte Vertreter mit entscheidet. Die Verträge im Zusammenhang mit der Erforschung und Nutzung des Weltraums und den etwaigen Himmelskörpern sind weitgehend unterschrieben und ratifiziert

worden, daher nicht willkürlich von einem Oberhaupt zu entkräften. Wie wir sehen, erschwert die Ratifizierung einen Austritt, der unwahrscheinlich wird.

Die Sorge, die wir um diese Verträge haben dürften: sie sind nicht von allen Ländern anerkannt, die sich heutzutage mit der Erforschung des Alls „vor Ort“ tummeln, und einige unterschreibenden Staaten bestehen nicht mehr oder nicht mehr in der ursprünglichen Form. Das machte auch mir bei der Zählung Kopferbrechen. Ich habe daher eine etwaige Zahl erwähnt, weil sogar offizielle Portale der Regierungen unterschiedlich zählen.

Wir können auch darüber nachdenken, dass die zur Zeit geltenden Verträge keine Sanktionen bei Zuwiderhandlungen beinhalten, und uns fragen, ob sie dem neuartigen Stand der Bestrebungen sowohl staatlicher wie auch privater Mitspieler Rechnung tragen. Die Astronomen verstehen sich als professionelle oder in der Freizeit Forschenden, und teilen ihre Ergebnisse gern weltweit, ohne politische oder wirtschaftliche Interessen. Welchen Schutz die jetzigen Verträge bieten, und was sie möglicherweise für die Astronomie bedeuten, wol-

len wir noch aufzählen.

Die Weltraumforschung von der Erde aus und die Erkundung „vor Ort“ ergänzen die astronomischen Erkenntnisse durch beinahe tägliche neue Analysen und Schlussfolgerungen. Parallel dazu buchen zukünftige Weltraum-Touristen ihre Tickets schon. „Risiken und Nebenwirkungen“ rücken für Befürworter in den Hintergrund, während Skeptiker Einwände erheben.

Bereits in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts begannen die Vereinten Nationen, ambitionierte Staaten durch rechtliche Instrumente zu maßregeln. Es ging damals hauptsächlich, wenn auch nicht nur, um die Vermeidung von ausufernden Konflikten außerhalb ihrer geographischer Reichweite.

Die vorrangige Sorge galt der Wahrung der Interessen aller Nationen auf der Erde, jede kriegerische Auseinandersetzung im Weltraum zu verhindern. Darüber hinaus zielten die Vereinten Nationen darauf ab, allen Völkern den Zugang zum All zu erlauben, eine einseitige Nutzung zu verhindern, und die Ausbeutung von Ressourcen auch der zukünftig entdeckten Himmelskörper einer breiteren Allgemeinheit zu ermöglichen.

**Der Weltraumvertrag** Am 10. Februar 1971 trat der „Vertrag über die Grundsätze zur Regelung der Tätigkeiten von Staaten bei der Erforschung und Nutzung des Weltraums einschließlich des Mondes und anderer Himmelskörper“ für die Bundesrepublik Deutschland in Kraft.

Es ist eine Vereinbarung, die am 27. Januar 1967 unter Mitgliedern der Vereinten Nationen getroffen wurde. Die politische Stimmung ließ zu jenem Zeitpunkt so etwas wie einen Dritten Weltkrieg befürchten. Verfasst wurde diese kurz „Weltraumvertrag“ genannte Vereinbarung in

Chinesisch: 外层空间条约

Englisch: Space Treaty

Französisch: Traité de l'Espace

Russisch: Договор о космосе

Spanisch: Tratado sobre el espacio ultraterrestre

verfasst. Die Originaltexte sowie offizielle Übersetzungen in nahezu allen Sprachen sind verfügbar.

Es wurde deswegen an erster Stelle in dieser Vereinbarung festgesetzt, dass keine Nation für andere eine Bedrohung im Weltraum darstellen dürfte, speziell in Form der Lagerung von Waffen, die zu einer Massenvernichtung benutzt werden könnten, wie es Nuklearwaffen sind. Alle militärischen Aktionen werden untersagt, z. B. auch Übungen.

Desweiteren wird die Verlagerung oder Austragung eines Konflikts in den Weiten des Weltraums oder auf einem Himmelskörper untersagt. Auch wird keiner Nation erlaubt, ihre Positionierung im Weltraum, möglicherweise auf dem Boden von neu erschlossenen Gebieten, zur unlauteren Beobachtung anderer Nationen zu mißbrauchen.

In den Artikeln 1 bis 5 wird daher vertraglich festgesetzt: jede Nation hat zu verantworten, dass zu ihr gehörige Behörden, Unternehmen und/oder Privatpersonen bei der Weltraumforschung und -erschließung die auf der Erde geltenden internationalen Gesetze erfüllen und darüber hinaus die außerirdischen Bereiche des Universums als Erbe der ganzen Menschheit betrachten und als solche friedlich miteinander dieses menschliches Projekt vorantreiben.

Die an dieser Vereinbarung beteiligten Nationen, sagen wir 110 an der Zahl, bestätigen Grundsätze, „Prinzipien“ zur fairen Erforschung und Erschließung des Weltraums. Jede Nation, im Grunde jeder Mensch, ist berechtigt, an diesem Abenteuer teilzunehmen und teilzuhaben. Kein Himmelsobjekt darf, in anderen Worten, eine Kolonie oder ein außerirdi-

ches Gebiet irgend eines Staats der Erde werden. Die jeweiligen Staaten müssen ihre Staatsangehörigen entsprechend unterweisen und die Aktivitäten von Behörden, Unternehmen, Privatpersonen entsprechen bewerten. Jede Nation muss prüfen, dass irgendeine von ihrem Boden aus geplante oder durchgeführte Aktivität im Weltraum den Interessen keiner anderen Nation schadet. Die Folgen einer solchen Aktivität im Weltraum stehen demnach juristisch unter der Schirmherrschaft der Nation, von der aus die Aktivität stammt. Eine nationale Regresspflicht kann auch für Aktivitäten von Personen entstehen, die in den Weltraum befördert werden, steht weiter in den Artikeln 6 bis 9 der Erklärung dieser Grundsätze.

Im Teil B dieser Erklärung wird eingehend die Nutzung des Weltraums im Rahmen von Telekommunikation besprochen. Das Satelliten-Fernsehen ist heutzutage nicht mehr wegzudenken, und die meisten Bereiche unseres gesellschaftlichen Lebens sind von der Nutzung eines Intranets und Internets abhängig. Das Weltgeschehen, das Wetter, sogar das Wohlbefinden von geliebten Menschen in fernen Orten, erfahren wir zeitgleich dank fortlaufender Satellitennutzung.

Die Vereinten Nationen trafen bereits im Jahr 1972 Vereinbarungen, um dieses intellektuelle, didaktische und kulturelle Gut zu schützen und für die gesamte Menschheit sicherzustellen, dass dieser Bereich der Telekommunikation die Souveränität von Staaten nicht beschneidet.

Es heißt zusammenfassend in den „Principles relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space“, also die Grundsätze im Rahmen der Beobachtung von irdischen Phänomenen auf der Erde vom All aus, dass jede Nation berechtigt ist, Satelliten im Orbit der Erde zu bewirtschaften, Botschaften aufzunehmen und zu senden.

Dieses erstgenannte Prinzip zur Beob-

achtung der Erde aus der Ferne hat uns manch ein schönes astronomisches, geographisches oder meteorologischen Dokument beschert. Dass diese spezielle Nutzung der Weltraumforschung und -erschließung im Respekt oben erwähnter gesetzlichen Vereinbarungen erfolgen soll, betont gesondert das Prinzip 3.

Die Vierten Prinzipien, Grundsätze, erklären zusammenfassend, dass die Nationen, die unseren Planeten aus der Ferne beobachten und Weltraumforschung vor Ort betreiben (werden), diese Aktivitäten nicht nur im Einklang mit bestehenden

internationalen auf der Erde bereits geltenden Gesetzen durchführen müssen, und zwar unter Berücksichtigung der Beschlüsse bezüglich der Forschung und der Erschließung des Weltraums, sondern auch die Interessen der irdischen Gemeinschaft im Augenmerk behalten sollen

Es wird daher den Nationen eingehend empfohlen, ihre Erkenntnisse zu teilen, Forschung und Projekte gemeinschaftlich anzustreben. Die ISS ist ein Vorbild solcher internationalen Zusammenarbeit. Auch ermutigen die Vereinten Nationen

die Staaten dazu, eigene Gesetze dahingehend zu formulieren und die internationale Zusammenarbeit durch eigene Verträge untereinander voranzutreiben.

Durch diesen Austausch, zum Beispiel das internationale Verteilen und Austauschen von Befunden oder gesammelten Probestücken aus dem Weltraum, will man alle Nationen, auch unterprivilegierte Staaten, realistisch in die Weltraumforschung einbinden, ohne das Vorpreschen einzelner Nationen zu verhindern.

#### Literaturhinweis:

United Nations, Office of Outer Space Affairs. Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies. Wien, o. J. Online unter: <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/treaties/introouterspacetreaty.html>



#### ERRATUM:

Korrektur zu Hipo 67, Seite 27.

Im Artikel *Wie kam Albert Einstein auf die Formel  $E=mc^2$ ?* hat sich ein Fehler eingeschlichen, der das M-M-Experiment unverständlich macht. Es fehlt oben die Zeit in y-Richtung. Diese lautet, wie man leicht ableitet:

$$t_y = \frac{2l}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2l}{c \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \approx \frac{2l}{c} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2} \right)$$

Die im Artikel stehende Formel tritt dann korrekt weiter unten wieder auf und führt dann zur Lorentz-Kontraktion..



## ZWEI AVLER IM STERNENPARK WESTHAVELLAND

### Ein Erlebnisbericht

von KARL-HEINZ GROSSHEIM, *Beverstedt-Lunestedt*

Covid 19 hat, wie wir Hobbyastronomen erfahren haben, unser astronomisches Wirken und Miteinander erheblich beeinträchtigt. Der Wunsch, endlich wieder gemeinschaftlich aktiv zu werden, konnte erst im Verlaufe des 2. Halbjahres 2021 verwirklicht werden und so nahmen Friedo Knoblauch und ich die Gelegenheit wahr, endlich einmal Deutschlands dunkelsten Ort zu besuchen und diese Dunkelheit zum Spechteln zu nutzen.

Bereits Ende Juni meldeten wir uns zur Teilnahme am WHAT (West Havellander Astro Treff) im kleinen Ort Gülpe an, wo die Veranstaltung vom 3.9. - 5.9.2021 auf dem Sportplatz stattfinden sollte. Aufgrund der Corona-Pandemie war es noch unklar, ob das WHAT tatsächlich durchgeführt werden könnte. Die Beschränkung der Teilnehmerzahl durch die Pandemie machte eine frühe Anmeldung erforderlich. Der Sternenpark Westhavelland ist geografisch deckungsgleich mit dem Naturschutzpark Westhavelland in Brandenburg. Es gibt dort mehrere ausgewiesene astronomische Beobachtungsplätze, deren dunkelster der Ort Gülpe sein soll.

Unsere Anmeldung zum 10. WHAT verlief reibungslos per Mail. Thomas Becker, der Organisator des Treffens, informierte uns über die Konditionen und gab uns den Platz Nummer 17. Der Sportplatz war in Felder von der Größe 4 m x 10 m aufgeteilt. Unser Platz lag damit sehr günstig nahe an den Futterstellen, Sanitäreanlagen und der Stromversorgung.

Mitte August, als es klar wurde, dass das WHAT stattfinden würde, setzten Friedo und ich uns zusammen und begannen mit den Planungen. Jeder, der solch ein mehrtägiges Teleskoptreffen oder eine

Fotoreise unternommen hat, weiß, was da alles zu bedenken ist. So ergab sich dann auch schnell eine recht erkleckliche Liste von Materialien. Um eine sichere Stromversorgung zu gewährleisten, nahm ich zwei Kabeltrommeln mit. 50 m Kabel sollten ausreichen und wie sich später herausstellte, war das auch notwendig. Friedo nahm seinen Refraktor Takahashi TSA-120 und als Montierung eine Skywatcher Eq 6 ohne Goto, aber mit Nachführungsmotoren ausgestattet, für die visuelle Beobachtung mit. Ich wollte endlich einmal meinen kleinen Doublet Refraktor SD-Apo 72/ f6 nutzen. Als

Montierung sollte meine Celestron AVX dienen. Natürlich baute ich sie einige Tage vorher im Garten auf und testete sie. Aber bis zum heutigen Datum und aus bisher ungeklärten Gründen streikte sie beim Alignment. Rücksprachen mit Herrn Timofti von Baader brachten keine Klärung. Auch der Einbau einer neuen Steuerplatine zeigte keine Verbesserung. Mittlerweile befindet sich die Montierung bei Christian Peter (cg-5.de) in Reparatur, was natürlich zu einer Umplanung meiner Ideen zwang. Aber flexibel, wie man ja desweilen in der Astrofotografie sein muss, griff ich auf eine von mir noch nie benutzte Skywatcher Star Adventurer Reisemontierung zurück und nahm ein stabiles Fotostativ von Dürr mit. In der Hoffnung, gut gerüstet zu sein, machten wir uns dann am Donnerstag, den 2. September, auf den Weg gen Gülpe.

Gülpe ist ein kleines Dorf mit ca. 160 Einwohnern, in dessen Zentrum sich nach klassischem Dorfbild die Kirche befindet. Es geht dort sehr beschaulich zu. Einen Verkehrsstau hat Gülpe wohl noch nie erlebt. Ich hatte bereits Anfang Juli zwei Zimmer für Friedo und mich im „Hof der Stille“ gebucht. Das Anwesen bietet nur drei Zimmer und das dritte Zimmer war natürlich auch von einem astronomiebegeisterten Ehepaar belegt.

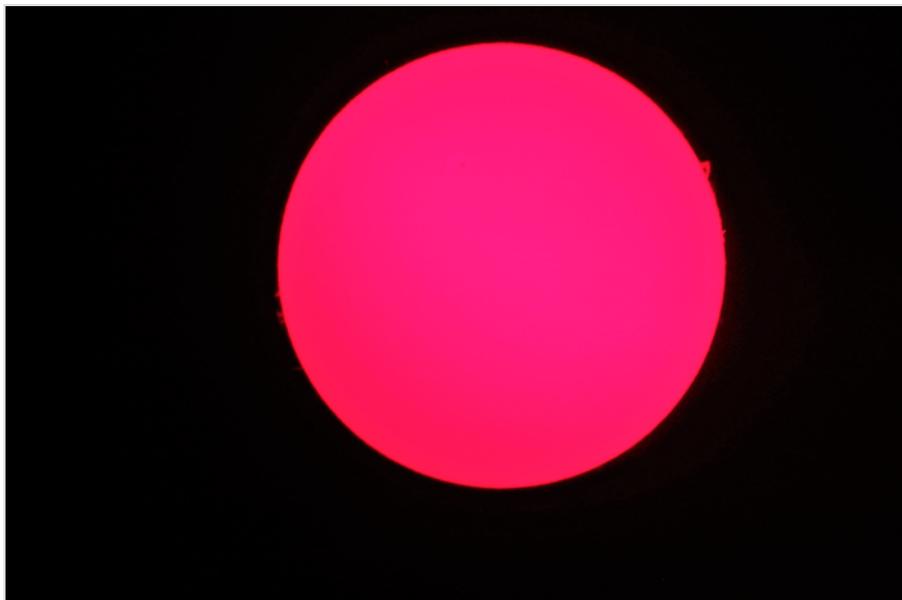


Abb. 1: Diese Aufnahme entstand durch Auflegen des Objektivs auf ein Pentax Okular.

Als wir abends den Sportplatz aufsuchten, waren wir überrascht, dass bereits so viele Teilnehmer ihre Zelte und Geräte aufgebaut hatten. Ein kurzer Rundgang über den Platz zeigte schon, dass es sich lohnen würde, einige Geräte genauer zu betrachten.

Mit zunehmender Dunkelheit zeigte der Himmel über Gülpe seine „astronomischen Qualitäten“. Die Sterne traten deutlich abgehoben hervor und das Band der Milchstraße wurde so klar erkennbar, wie man es in unseren norddeutschen Graden wohl nie sieht. Leider kam an diesem Abend noch Nebel auf und beeinträchtigte die Sicht. Wir waren besonders beeindruckt von einem recht betagten Celestron C 14, das uns beinahe in den Herkuleshaufen hinein reisen ließ. Die Sternabbildung dieses Teleskops war außergewöhnlich punktförmig. Ein weiteres Teleskop, welches wir intensiver unter die Lupe nahmen, war der Takahashi Mewlon 180, ein Dali-Kirkham System mit 2160 mm Brennweite, 180 mm Öffnung und einem Öffnungsverhältnis von  $f/12$ : Ein Planetenspezialist mit herausragender Abbildungsqualität. Das wurde am Saturn und Jupiter sofort deutlich. Klar abgebildete Cassini-Teilung des Saturnrings, sogar leicht wahrnehmbare Oberflächenstrukturen waren erkennbar. Zwar versteckte der Jupiter seinen Roten Fleck, aber die Wolkenbänder am Äquator und auch in Polnähe wurden deutlich sichtbar. Ein für Planetenliebhaber sehr zu empfehlendes Instrument.

Wir unterhielten uns auch mit dem Besitzer einer selten zu sehenden Montierung Rainbow RST 135 classic. Diese Montierung wird in Südkorea hergestellt. Die Erfahrungen mit dieser recht klein und nahezu zierlich wirkenden Montierung waren laut Besitzer hervorragend. Die Rainbow soll nach seiner Angaben 15 kg visuell tragen und auch fotografisch nahe an diese Tragkraft heran kommen. Da uns die Kühle langsam, aber merklich die

Beine hoch kroch, entschlossen wir uns, den Platz zu verlassen und den Weg zur Unterkunft anzutreten. Mittlerweile war der neue Tag auch schon einige Stunden alt.

Am frühen Freitagnachmittag wurde es dann für uns ernst: Auspacken und aufbauen. Erst einmal die Stromversorgung sicherstellen. Das war ein richtiger Gedanke, denn wir ergatterten die letzte freie Anschlussstelle der beiden Stromkästen. Unser Platznachbar, der etwas später

kam, wurde dann notgedrungen von unserer Kabeltrommel mit versorgt.

Kaum hatten wir die ersten Sachen aus dem Auto genommen, da eilte auch schon schnurstracks ein älterer bärtiger Herr auf uns zu. Er hatte sofort unser CUX KFZ-Kennzeichen bemerkt. Beim Näherkommen stellte sich dieser Herr als Dr. Andreas Hänel heraus, der auch gleich auf sein Anliegen zu sprechen kam, den Sternepark in der Nordsee. Gemeint sind die beiden Nordseeinseln Pellworm und Spiekeroog. Andreas Hänel ist Vorsitzender der Fachgruppe Dark Sky in der Vereinigung der Sternfreunde (VdS). Er bat mich als Küstenbewohner das Projekt „Sternepark Nordsee“ in unserem Verein anzusprechen und um Mitwirkung zu werben, was ich hiermit tue. Andreas Hänel ist ja

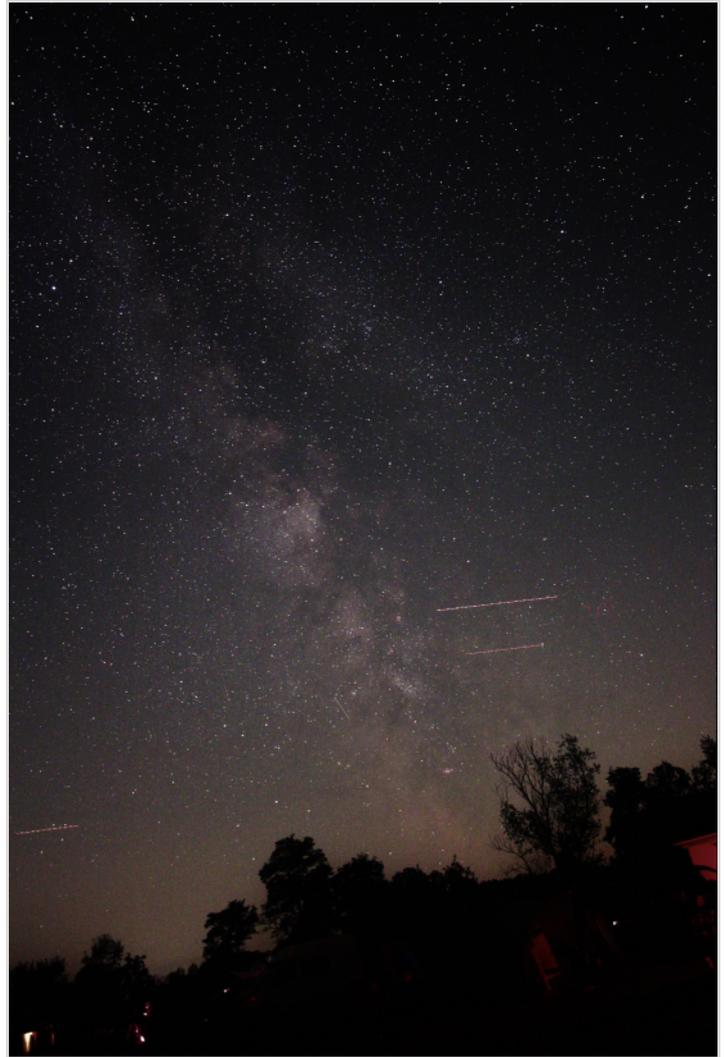


Abb. 2: Leider wurde die Pracht der Milchstraße durch Nebel getrübt.

bekannt als engagierter Kämpfer gegen die Lichtverschmutzung und hat auch den „Sternepark Westhavelland“ initiiert und begründet. Für diesen Einsatz hat er das Bundesverdienstkreuz erhalten. Laut Messungen mit seinen hochempfindlichen und geeichten Lichtmessungsinstrumenten hat er vor einigen Jahren in Gülpe einen Flächenhelligkeitswert von  $21,48 \text{ mag/arcsec}^2$  erhalten. Der offizielle Wert liegt bei  $21,78$ . Andreas Hänel war mit der zahlenmäßig stärksten Gruppe da, den Naturfreunden Osnabrück Abt. Astronomie, deren Mitglied er auch ist. Andere vertretene Gruppen kamen u.a. aus Münster, Berlin, Lüneburg und nun auch zum ersten Mal von der AV Lilienthal.

Nachdem wir unser Setup aufgebaut hatten, begann Friedo sogleich mit der Son-

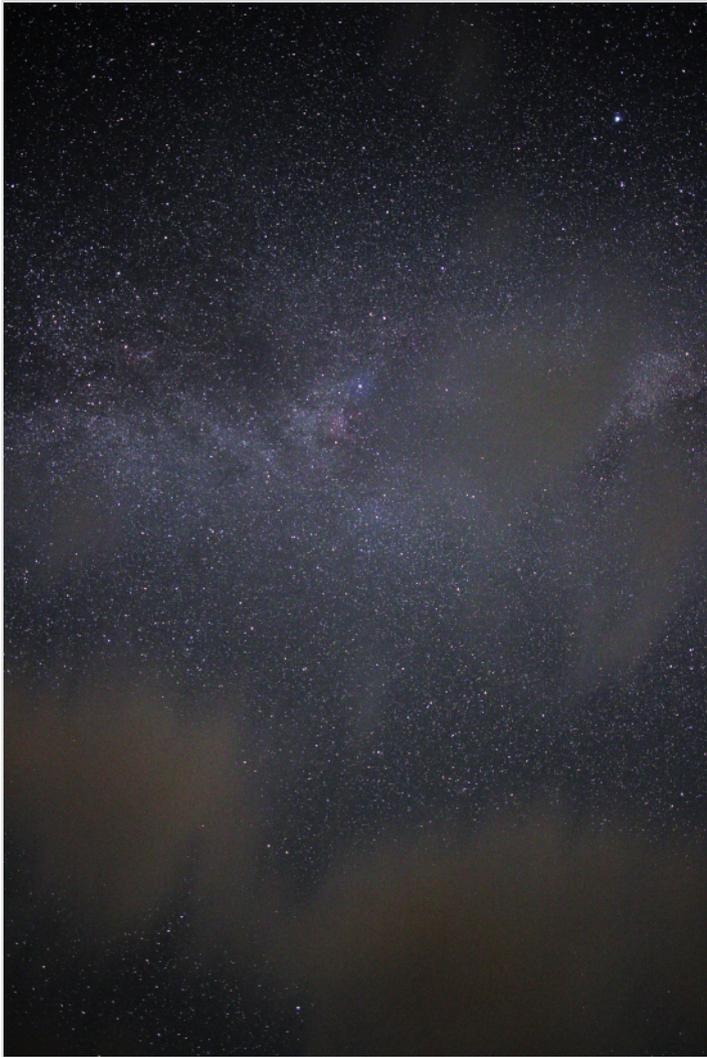


Abb. 3: Wolken machten die Fotopläne zunichte.

nenbeobachtung im h-alpha Bereich. Sein 60 mm Corona Filter zeigte ein schönes Bild von den Protuberanzen und einen Sonnenfleck. Leider konnte ich aufgrund von Adapterproblemen kein Foto in besserer Qualität aufnehmen, aber durch Auflage auf das Okular gelang mir immerhin noch dieser Schnappschuss. Als der Himmel dunkler wurde, begann sich langsam, aber sicher, die Pracht des Gülper Sternhimmels zu entfalten. Gegen 21.30 Uhr konnte ich folgendes Foto mit einer Canon 1300d und einem Objektiv Walimex pro 16mm f2 aufnehmen. Die Belichtungszeit betrug 15 Sekunden bei ISO 1600. Das Foto soll möglichst realitätsentsprechend diesen Himmelsausschnitt über Gülpe darstellen. In dieser Nacht fielen etliche Sternschnuppen der Aurigiden in die

Atmosphäre ein. Leider kam ich während des gesamten Treffens nicht dazu, weitere Aufnahmen zu machen, weil uns eine Menge Besucher besonders aus dem Raum Berlin mit Fragen und visuellen Beobachtungswünschen vom Fotografieren abhielten. So lag die Hoffnung, fotografieren zu können, auf dem Samstag. Aber in dieser Nacht verdarb eine dichte Wolkenfront jegliche Hoffnung auf brauchbare Aufnahmen. So blieb dann nur diese

übrig mit dem Schrecken eines jeden Astrofotografen - Wolken. Ziel war eigentlich das Sternbild Schwan mit dem NGC 7000 und IC 5070 durch den TS 72/f6 mit der Canon 1300d aufzunehmen. Das Walimex Objektiv verdeutlicht den sonnenabendlichen Sternhimmel und zerstörte alle Fotopläne. In der Mitte des Fotos kann man als kleinen roten Fleck den Nordamerika mit dem Pelikannebel erkennen. Trotz des Wetters harrten noch einige Besucher aus, denn wie wir alle wissen, die Hoffnung ...

Am nächsten Morgen wurde dann wieder alles gepackt und die Heimreise angetreten. Ein letzter Besuch auf dem Sportplatz zeigte uns, dass noch immer etliche Teilnehmer anwesend waren und einige wollten sogar noch länger bleiben. Während des Teleskoptreffens gab es im großen Zelt jeden Abend Vorträge, so unter anderem auch von Dr. Hänel über sein Projekt auf den beiden ostfriesischen Inseln Spiekeroog und Pellworm. Nach etwa sechs Stunden Fahrt mit zwischenzeitlichem ausgezeichnetem Mahl kamen wir in der Heimat an.

Diese Nacht habe ich hervorragend und lange geschlafen!



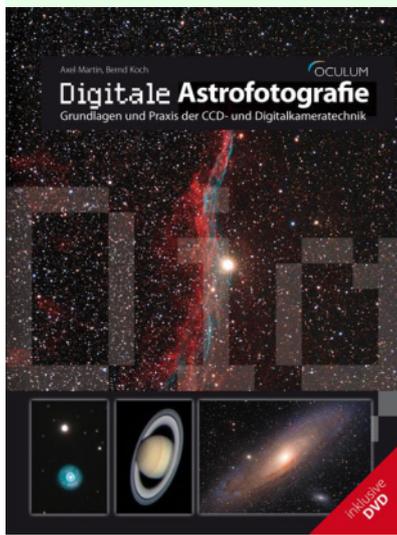
Abb. 4: Leute, nächstes Jahr kommen wir wieder!

## NEUES AUS DER AVL-BIBLIOTHEKSECKE

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

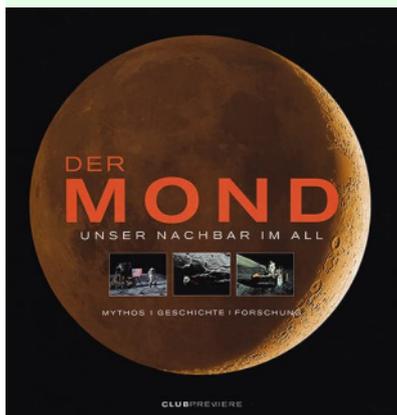
Die Bibliothek der AVL will sich auf dieser Seite den Mitgliedern vorstellen. Hier sollen in jeder Ausgabe ein oder zwei Bücher präsentiert und beschrieben werden, um einen Überblick über die vorhandenen AVL-Schätze zu gewinnen und das Interesse an einer Ausleihe zu wecken. Die komplette Bücherliste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

*Axel Martin und Bernd Koch: Digitale Astrofotografie – Grundlagen und Praxis der CCD- und Digitalkameratechnik. Oculum-Verlag, 1. Auflage, 2009*



Die schnelle Entwicklung der digitalen Technik hat in der Astrofotografie neue Betätigungsfelder erschlossen. Ausgefeilte digitale Aufnahme- und Bearbeitungsmethoden lassen auch die bekannten Himmelsobjekte „im neuen Licht“ erstrahlen. Was früher nur professionellen Observatorien vorbehalten war, kann heute auch mit Amateurmitteln fast erreicht werden. Digitale (modifizierte) Spiegelreflexkameras (DSLR) und gekühlte CCD-/CMOS-Kameras für die Astronomie ermöglichen auch mit kleinerem Geldbeutel inzwischen relativ schnell einen erfolgreichen Einstieg in die digitale Astrofotografie. Das vorliegende Werk ist daher als umfangreiches Kompendium zur Astrofotografie erschienen. Es vermittelt die Grundlagen zu Kameras, Optik und Montierung. Wesentlicher Teil ist auch eine fundierte Anleitung der Aufnahmetechnik und Bildbearbeitung. Der angehende Astrofotograf erhält anhand zahlreicher Praxisbeispiele entsprechende Hinweise, wie man mit verhältnismäßig einfachen Mitteln die Aufnahmetechnik optimieren und das Beste aus seinen Aufnahmen herausholen kann. Die meisten der im Buch vorgestellten Verfahren lassen sich ebenfalls auf Aufnahmen mit CCD-/CMOS-Kameras anwenden. Dem Buch liegt zusätzlich eine DVD bei, auf der zahlreiche nützliche Freeware-Programme zur Astrofotografie enthalten sind. Diese entsprechen zwar nicht mehr dem neuesten Stand, aber über die entsprechenden Herstellerseiten lassen sich ja auch neuere Versionen bequem herunterladen. Ein Buch, was in jedem Fall sehr detailliert in die Astrofotografie einführt und durchweg zu empfehlen ist.

*Scott L. Montgomery: Der Mond, unser Nachbar im All – Mythos, Geschichte, Forschung. RM Buch- und Medien Vertriebs GmbH, 2009.*



Der Mond, unser nächster Nachbar im All, hat schon immer unsere Fantasie beflügelt. Er steht uns näher, als alle anderen Gestirne und verändert ständig seine Gestalt. Er begleitet uns jede Nacht und spielt seit Menschengedenken eine wichtige Rolle in Religion, Mythologie, Wissenschaft und Kunst. In diesem Buch soll daher die Geschichte von der Entdeckung der wahren Natur des Mondes erzählt werden. Deshalb beginnt der erste Teil mit den Mythen und Legenden. Im zweiten Teil wird ausführlich auf den Wettlauf zum Mond eingegangen, der zwischen der Sowjetunion und den USA in den 1960er Jahren entbrannte. Im dritten Teil ist die Mission erfüllt und es werden hochauflösende Bilder von den Apollo-Mondausflügen gezeigt, die auch heutzutage noch faszinierend sind. Im letzten Teil finden sich dann noch wichtige Fakten und Mondkarten. Eugene „Gene“ Cernan, Kommandant der Apollo 17, wird hier ebenfalls wie folgt zitiert: „Ich war der letzte Mann, der seinen Fuß auf den Mond setzte, doch ich hoffe und glaube, dass dieses Buch eine unvollendete Geschichte erzählt. Wir sollten bald wieder auf den Mond zurückkehren und uns von dort weiter ins Weltall hinauswagen. Neugier ist die Essenz der menschlichen Existenz und der Erkundungstrieb ein wesentlicher Zug des Menschen. Die Raumfahrt ist ein Risiko, doch ein Risiko, das wir eingehen sollten.“ Bisher haben sich seine Wünsche nicht umsetzen lassen. Bei den neusten Raumfahrt-Anstrengungen verschiedener Nationen könnte es bald aber wieder einen bemannten Besuch auf dem Mond geben. Das Buch zeigt auf jeden Fall unseren Nachbarn in allen Facetten und vermittelt gleichzeitig einen Einblick in die wissenschaftlichen Erkenntnisse, die bis 2009 bekannt waren.

# DAS ASTROFOTO DES MONATS

August und September 2021

**Abb. 1, Astrofoto September 2021:**  
Einer der bekanntesten Supernova-Überreste befindet sich im Sternbild Schwan, welches in den Sommermonaten gut zu beobachten ist. Es handelt sich um den Cirrusnebel, der auch manchmal als Schleiernebel bezeichnet wird. Die zugrundeliegende Supernovaexplosion muss als neuer heller Stern vor ungefähr 8.000 Jahren deutlich sichtbar gewesen sein

*Foto: Dr. Jürgen Beisser (AVL), fotografiert am 12. und 13. August 2020,  $47 \times 180$  Sekunden = 2 Stunden 21 Minuten.*



**Abb. 2, Astrofoto August 2021:**

Das Bild zeigt die ca. 40 Mio Lichtjahre entfernte linsenförmige Galaxie NGC 5866 im Drachen. Sie hat eine scheinbare Ausdehnung von etwa  $6' \times 3'$  und eine scheinbare visuelle Helligkeit von etwa 9,9 mag. Manchmal wird sie auch als Spindelgalaxie bezeichnet. Bei dieser Galaxie schauen wir nahezu exakt auf die Kante. Damit gehört sie zu den Galaxien, die gerne unter dem Begriff „edge-on galaxy“ zusammengefasst werden.

*Foto und Text: Dr. Kai Wicker (AVL). Die vorliegende Aufnahme wurde in der Zeit vor den norddeutschen weißen Nächten aufgenommen: am 7. und 29. Mai 2021 wurde insgesamt 4 h – verteilt auf  $45 \times 2$  min L und je  $25 \times 2$  min RGB – belichtet.*

AVL