



71

07/22

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,  
für Mitglieder frei

**DIE STERNE ÜBER DEN KANARISCHEN INSELN**  
Eine Astro-Reise nach Fuerteventura

**ASTRONOMEN TREFFEN SICH WIEDER**  
Tagungen in Bochum und Würzburg

## Die Himmelspolizey

Jahrgang 19, Nr. 71

Lilienthal, Juli 2022

### Inhalt

<b>Die Sterne</b> .....	<b>3</b>
<b>Eine astronomische Reise nach Fuerteventura</b> .....	<b>4</b>
<b>Impressum</b> .....	<b>7</b>
<b>CMOS-Chip IMX571 mit 16 Bit</b>	
<i>Neue Möglichkeiten bei der Astrofotografie</i> .....	<b>9</b>
<b>Geschichten vom Telescopium Lilienthal</b>	
<i>Beitrag 22: Wie das Licht funktioniert Teil - 1</i> .....	<b>19</b>
<b>45. Würzburger Frühjahrstagung der VDS</b>	
<i>Gut besuchte Veranstaltung trotz Zoom</i> .....	<b>24</b>
<b>ATT 2022 in Essen</b>	
<i>Europas größte Astronomie-Börse war wieder live</i> .....	<b>30</b>

Um den Nachthimmel in seiner vollen Pracht genießen zu können, muss man heutzutage in abgelegene Gegenden fahren. Einige sind bei uns um die Ecke, aber gerade in den Sommermonaten immer noch nicht dunkel genug. Fuerteventura bietet sich als relativ einfach erreichbarer Ort an, um eindrucksvolle Bilder vom Sternenhimmel zu gewinnen. Um sich aber mit anderen Astronomen austauschen zu können, reicht es, die in Deutschland reichlich stattfindenden Treffen zu besuchen, wie etwa diejenigen in Essen oder Würzburg - dank Internet kann man das sogar von zu Hause aus tun.

Titelbild: *Mühle von Tefia vor der Milchstraße. Komposit-Aufnahme.*

Bild: Jürgen Ruddek, AVL.

Die Sterne, so scheint es uns, scheinen jede Nacht unveränderlich vom Himmel herab. Doch bei genauer Betrachtung stimmt das nicht. Neben kurzfristigen Variationen gibt es Veränderungen, die so langsam ablaufen, dass wir sie in der Geschichte der Menschheit noch gar nicht bemerkt haben. Sterne durchlaufen einen durch die Physik bestimmten Zyklus, bis sie erlöschen. Auf biologische Maßstäbe projiziert kann man sagen, dass Sterne ihr Leben abschließen und sterben. Es gibt nur einen grundlegenden Unterschied: Im Gegensatz zu lebenden Organismen durchlaufen Sterne und andere Himmelskörper keine Evolution, da sich die Gesetze der Physik und Chemie nicht ändern. Allerdings gibt es Diskussionen in der Astrophysik, ob nicht die Veränderlichkeit der Naturgesetze einige beobachtete Phänomene erklären würde. Es gibt sehr wohl verschiedene Arten von Sternen, die ihren Lebensweg auf unterschiedliche Weise durchlaufen, aber alle entwickeln sich der Physik folgenden Grundgesetzen und sind daher (mehr oder weniger exakt) vorhersagbar. Auf planetarer Ebene (zumindest bei den vier Gesteinsplaneten des Sonnensystems) sind aber deutliche nicht vorhersehbare Veränderungen zu beobachten. Dabei handelt es sich aber ebenfalls nicht um Evolution – also die Entwicklung zu einem neuen, zufällig entstehenden „Produkt“ – sondern um eine Metamorphose, der Umwandlung von Teilen des Planeten zu etwas Neuem. Diese Verwandlung gehorcht dabei aber ebenfalls chemischen und physikalischen Gesetzen. Auf der Erde ist in die Metamorphose das Leben eingebunden. Aus winzigen marinen Lebewesen wird im Laufe von Millionen Jahren Kalkstein und Dolomit. Hieraus entstehen wiederum Gebirge, weshalb man heute auf über 2000 m Höhe Fossilien von meeresbewohnenden Organismen finden kann. Bei der Verwitterung des Gebirges gelangt der Kalk über die Flüsse zurück ins Meer, wo

Krebse, Fische und Crustacea ihn wieder in ihre Skelette einbauen können. Der biologisch-geologische Kreislauf kann von vorne beginnen.

Bei rein biologischen Metamorphosen – hier allerdings Mutationen genannt – weiß man erst a posteriori, in welche Richtung sie sich entwickelt haben und ob sie, und das ist das Maß aller Dinge, lebensfähig sind. Wobei die Definition von Leben auch die Vermehrung des Organismus beinhaltet. Seit es das Leben auf der Erde gibt, ist es Veränderungen unterlegen. Manchmal war sie für die Art zum Positiven, die Vermehrung und Verbreitung der Mutation wurde fortgesetzt, aber meistens ist es eine Sackgasse. Nur der Bestangepasste der Art wird sich durch Vererbung entwickeln können. Die Evolution zieht sich durch die Arten vom größten Lebewesen wie Dinosauriern oder Blauwalen bis hin zum kleinsten, etwa Bakterien.

Im Laufe der Geschichte der Evolution ist es (nach heutigem Wissen) mehrfach zu Massenaussterben gekommen, die teilweise von außen hervorgerufen wurde, wie vor 65,5 Millionen Jahren als ein Asteroid die Erde traf. Meistens waren und sind(!) diese Extinktionseignisse aber durch Vorgänge auf und in der Erde ausgelöst. Es dürfte aber einmalig sein, dass eine einzige Gattung dazu beiträgt, ein Artensterben einzuleiten.

Nur Viren sind keine Lebewesen. Sie betreiben keinen Stoffwechsel und können sich nicht von alleine vermehren. Ihre Verbreitung gelingt nur, wenn sie geeignete Wirte finden, in deren Zellen sie ihre genetischen Informationen kopieren können. Das Virus agiert hier als Parasit, und dass die Wirtszellen dabei zerstört werden, ist ein unbeabsichtigter aber notwendiger Nebeneffekt. Nur kann ein zerstörter Wirt das Virus nicht weiterverbreiten!

Die entstehenden Kopien entwickeln sich gelegentlich unvollständig und sind aber oft „defekt“ – sie mutieren. Im Ide-

alfall ist die Kopie dann für die Zwecke des Virus besser geeignet. Ziel der Mutation ist es, sich dem Wirt besser anzupassen, d.h. seine Zellen schneller und mit weniger Energieaufwand nutzen zu können. Wenn sich das Virus so gut an den Wirt angepasst hat, dass dieser seine Anwesenheit gar nicht bemerkt, wird der Wirt sich auch nicht gegen das Virus wehren. Virus und Wirt leben dann in Koexistenz, wobei der Wirt normalerweise keinen Vorteil hat. Das Virus verbreitet sich weiter, und manchmal entdeckt es passendere Zellen in einem anderen Wirt – sie überwinden die Artenbarriere.

Auf diese Weise ist wohl auch das Sars-Covid19-Virus auf den Menschen übersprungen. Immer noch kreist das Virus um uns herum, quasi wie der Mond um die Erde. Die Infektionszahlen nehmen zu und ab. Dabei sind verwandte Viren aus der Familie der Coronaviridae schon immer Teil der Menschheitsgeschichte gewesen und haben Krankheiten ausgelöst. Manchmal einen Schnupfen, zur Zeit das schwere akute Atemwegssyndrom. Ich denke, wir alle hoffen, dass wir uns bald nicht mehr um dieses Virus kümmern müssen, gegen den weder Kraut noch Pilz gewachsen sind.

Ich glaube, seit zwei Jahren schreiben wir an dieser Stelle, dass alle hoffen, dass wir uns als Mitglieder der AVL endlich wieder zusammen in einem Raum versammeln können und das Vereinsleben aktiv gestalten. Gerade als ich diese Seite 3 beenden will, steigen die Fallzahlen wieder an. In einem Comic würde an dieser Stelle wohl nur ein Wort stehen: „Seufz!“

*Alexander Alin*

Redaktion der Himmelpolizey

# EINE ASTRONOMISCHE REISE NACH FUERTEVENTURA

von JÜRGEN RUDDEK, *Lilienthal*

Nach unserer ersten gemeinsamen Reise mit astronomischem Schwerpunkt im Herbst 2017 nach Teneriffa (HiPo 53, 01/2018) planten Ernst-Jürgen Stracke und ich eine zweite Reise im Sommer 2020 nach Fuerteventura. Es sollte wieder ein Reiseziel auf den Kanarischen Inseln sein, da wir beabsichtigten, südliche Objekte des Sternenhimmels zu fotografieren, die in unseren Breitengraden nicht hoch genug über dem Horizont aufsteigen.

Bedingt durch die Corona-Pandemie mussten wir unsere Reise mehrfach verschieben – bis zum September 2021. Da wir über eigenes Fotoequipment verfügen, waren wir nicht auf Astrofarmen mit Verleihservice angewiesen. Auf der ATT in Essen hatten wir im Mai 2019 eine motorisierte Vixen GP mit Steuerung erworben (HiPo 66, 04/2021), die auf dieser Reise zum Einsatz kommen sollte.



Abb. 1: Die Villa Cecilio im Herzen von Fuerteventura mit Blick von Süden in den Garten. Alle Abbildungen vom Autor.

Fuerteventura ist für seine dünne Besiedlung im Landesinneren bekannt, welches einen recht dunklen Sternenhimmel verspricht. Bei Tefía befindet sich sogar eine staatliche Sternwarte, die von örtlichen Hobby-Astronomen betreut wird. Da die Insel von Hamburg im Direktflug erreichbar ist und eine Unterkunft in der Nähe der Sternwarte verfügbar war, entschieden wir uns, für eine Woche zur Neumondzeit vom 04.-11. September 2021 dorthin zu fliegen.

Um die Reise ganz entspannt antreten zu können, spendierte Ernst-Jürgen noch eine Übernachtung am Anreisetag in Hamburg, direkt am Flughafen. Unser Gepäck, bestehend aus drei Koffern mit einem Gesamtgewicht von 50 kg, konnten wir sogar am Vorabend abgeben. Beim Check-in machte man uns noch darauf aufmerksam, dass wir auf der Homepage des spanischen Gesundheitsministeriums neben den Reisedaten auch

unsere Impfzertifikate hochladen müssen, was wir gleich anschließend vom Hotel aus erledigten.

Am nächsten Morgen ging es dann mit Condor direkt nach Fuerteventura. Vor Ort nahmen wir unseren gemieteten VW Caddy in Empfang und erreichten innerhalb kürzester Zeit unser Quartier.

Unsere Finca, die Villa Cecilio in Tefía wurde von Carla geführt, einer ausgewanderten Italienerin. Sie vermietet zwei Zimmer. Das größere 3-Bett-Zimmer war in der ausgewählten Woche frei. Sie bot uns neben einem späten Frühstück auch ein frühes Abendessen

an. Letzteres kam uns sehr entgegen, weil wir uns bereits direkt nach dem Abendessen um den Aufbau unserer Geräte kümmern konnten und zeitintensive Fahrten zu entlegenen Restaurants sparen – die in Spanien bekanntermaßen erst recht spät öffnen. Das war auch deshalb ein Glücksgriff, weil uns Carla perfekt bekochte. In dieser Woche setzte hier am 28. Breitengrad die astronomische Dämmerung um 21:30 Uhr ein. Bis dahin wollten wir unser Foto-Equipment fertig einsatzbereit haben.

Die Unterkunft verfügte über ein großes Grundstück, das wir nachts zum Fo-



Abb. 2: Die Vixen GP Montierung mit Teleskop auf dem Alustativ.

tografieren nutzen konnten (s. Abb. 1). Ein mitgebrachtes 25 Meter langes Verlängerungskabel versorgte sowohl die Montierung, die gekühlte Kamera als auch den Laptop mit Strom. Die Kommunikation mit Carla, die nur spanisch und italienisch sprach, klappte dank unserer Smartphones recht gut. Die Google-Translator-APP übersetzt den gesprochenen Text in der übersetzten Sprache sowohl ablesbar als auch akustisch.

Gleich nach der Ankunft bauten wir unsere Montierungen auf. Wir hatten die bereits erwähnte Vixen GP für das 600 mm Teleskop dabei, als auch den IOptron Skytracker für kürzere Brennweiten (s. Abb. 2 und 3). Am Teleskop befand sich die ASI 071 Pro, eine gekühlte CCD Kamera. Zum Guiden verwendeten wir eine ASI 224 MC mit einem KOWA C-Mount-Teleobjektiv. Am Skytracker kam eine modifizierte Canon EOS RP mit Vollformatsensor zum Einsatz. Zur Auswahl standen folgende Objektive: ein Walimex 2,8/14mm, ein Zeiss 4,0/135mm und ein Canon EF 4,0/24-105mm Zoom.

Eine astronomische Reise sollte bezüglich der zu fotografierenden Objekte vorher gut geplant werden. Wir hatten eine Tabelle erstellt, in der neben der Be-



Abb. 3: Die EOS RP einsatzbereit auf der Reismontierung IOptron Skytracker.

zeichnung die Größe, das Sternbild, in dem es sich befindet, die Uhrzeit und die Höhe über dem Horizont aufgeführt waren. Es musste auch berücksichtigt werden, dass manche Nebel und Sternhaufen recht früh untergehen. Andere gingen erst später auf und sollten anschließend, meist nach Mitternacht angesteuert und fotografiert werden (s. Abb. 4-6 und Abb. 9).

Zum Guiden verwendeten wir das Programm PHD2. Zum Fotografieren mit der ASI 071 Pro setzten wir das Astro Photography Tool (APT) ein. Mit beiden Programmen kannten wir uns ausreichend gut aus, so dass relativ problemlos die ersten Fotos „im Kasten“ waren. Wir hatten das Glück, dass für die gesamte Aufenthaltsdauer auf Fuerteventura ein klarer Himmel vorhergesagt wurde. Allerdings war er dann doch auch leicht getrübt durch Dunst (oder Saharastaub?) in hohen Luftschichten.

Tagsüber unternahmen wir nach ausgiebigem Frühstück vogelkundliche Exkursionen oder Wanderungen auf einen Vulkan oder zu einem Stausee in der näheren Umgebung. Schmutzgeier, Triel, Wüstengimpel, Sandflughühner und Mittelmeersteinschmätzer sind nur einige der Arten, die wir auf der so trockenen und wüstenhaften Insel zu Gesicht bekamen. Nachmittags holten wir meistens etwas Schlaf nach, denn die Nächte waren für uns recht kurz.

Die Abende liefen meist nach dem gleichen Schema ab: Nach dem Abendessen

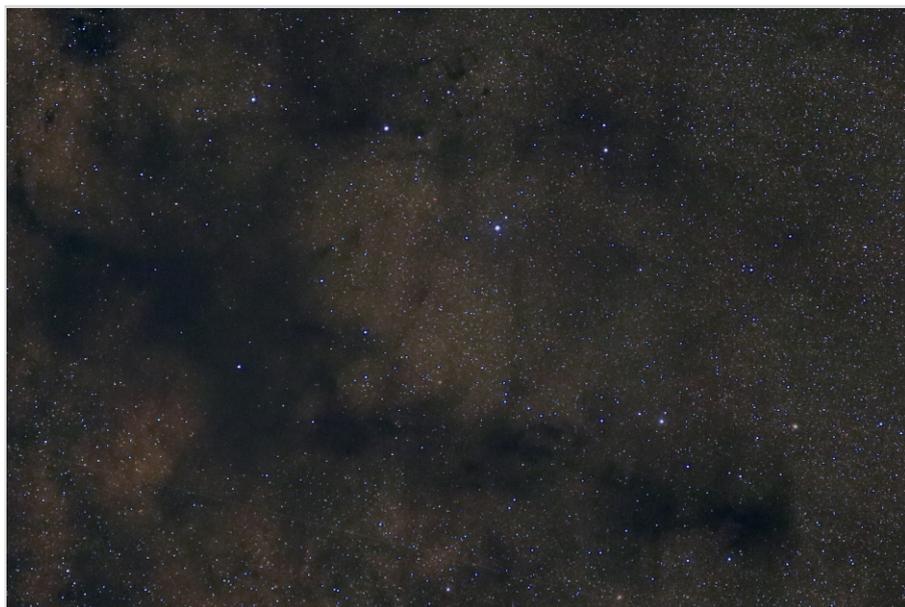


Abb. 4: Dunkelnebel in der Milchstraße (Barnard 59, 65, 67, 77 und 78) .

wurde als erstes die Einnordung überprüft. Das Stativ mit der Montierung konnten wir tagsüber im hinteren Teil des abgeäunten Grundstücks stehen lassen. Das hatte den Vorteil, dass wir nicht alles neu aufbauen und ausrichten mussten. Nach dem Anschluss des Laptops stellten wir am hellen Jupiter scharf und nutzten das Goto von Skychart (Cartes du Ciel), um das Teleskop zum ausgewählten Objekt zu fahren. Es gab aber ein kleines Problem: Die Nebel oder Sternhaufen befanden sich nach dem Anfahren nicht wie gewohnt mittig im Sucher. Erst später stellte sich heraus, dass das Programm nicht mit dem aktuellen Datum synchronisiert war und Jupiter nicht mehr an der Stelle stand, die uns angezeigt wurde.

Am vierten Abend wurde es abends sehr windig. Das Teleskop wackelte trotz des stabilen Alustativs so sehr, dass das Guiding die Toleranzen der Erddrehung nicht mehr ausgleichen konnte. Wir brachen daraufhin die Serie ab und konzentrierten uns mehr auf das Fotografieren mit der EOS RP.

Am nächsten Morgen versetzten wir das Stativ weiter zum Haus hin neben den Anbau, der uns einen Windschutz bot. Der Blick nach Westen war nun versperrt; weil wir aber fast ausschließlich Objekte im Süden in den Sternbildern Schütze und Skorpion fotografierten, war es kein Nachteil.

Im Vorfeld der Reise kontaktierte Ernst-Jürgen die Ansprechpartner der örtlichen Sternwarte, die sich in rund 100 Meter Entfernung in Sichtweite zur Unterkunft befand (s. Abb. 7). Leider bekam er auf die Anfrage einer Besichtigung trotz zweier Nachfragen keine Antwort. Zum Glück kannte Carla die Betreiber und schaffte es, einen Kontakt herzustellen und ein Treffen am vorletzten Abend zu organisieren. Uns begrüßte ein Team von 5 Mitarbeitern, die uns einen Blick in ihre Sternwarte gewährten. Sie war wegen der Corona-Pandemie mehrere Monate ver-



Abb. 5: Der Trifidnebel M20 im Sternbild Schütze.



Abb. 6: Der Katzenpfotennebel NGC 6334 im Sternbild Skorpion.

schlossen geblieben. Die Kuppel ließ sich nur noch sehr schwer öffnen, die Metallteile waren stark verrostet und überall, sowohl im Erd- als auch im Obergeschoss, war alles mit einer feinen Sandschicht überzogen. Im Zentrum der Kuppel befindet sich auf einem Betonpodest ein Meade LX200 auf einer schweren Gabelmontierung, die sie für uns einschalteten (s. Abb. 8). Die Kommunikation war nicht einfach. Nur einer von ihnen sprach etwas englisch und musste dolmetschen. Wir vermuteten, dass sie uns eine astronomische Führung

anbieten wollten. Wir konnten ihnen aber klarmachen, dass wir nur die Arbeit der Astronomischen Gesellschaft kennen lernen und natürlich die Sternwarte besichtigen wollten. Sie zeigten uns Fotos von Sonnenflecken, vom Mond und Aufnahmen der in der Nähe befindlichen Mühle im Nachthimmel, die aber schon einige Jahre alt waren. In erster Linie werden hier für Schüler und Interessierte Beobachtungsnächte angeboten. Nach einer Stunde bedankten und verabschiedeten wir uns, um noch fehlende Sternhaufen aus dem Messier-Katalog zu fotografie-



Abb. 7: Die staatliche Sternwarte auf Fuerteventura.



Abb. 8: Das Meade LX200 in der Kuppel der Sternwarte.

ren. Leider war der Himmel leicht bedeckt, sodass wir an diesem Abend nur wenig brauchbare Deep Sky-Fotos bekommen. Am letzten Abend funktionierte die Steuerung unserer Montierung nach dem Einschalten nicht mehr: Die Motoren der Montierung standen still. Relativ schnell erkannten wir, dass die Steuerung defekt war. So konzentrierten wir uns auf Weitwinkelaufnahmen von der Unterkunft (s. Abb. 10) und der Mühle von Tefía (s. Titelblatt).

Leider ging die Woche viel zu schnell vorbei. Wir fotografierten insgesamt nur einen Teil dessen, was wir uns vorge-

nommen hatten – das war uns vorher schon bewusst. Dennoch war es eine schöne Zeit mit vielen neuen Eindrücken und Erlebnissen.

Die Rohbilder wurden in den nächsten Tagen zuhause bearbeitet und ein Vortrag bei der AVL Lilienthal vorbereitet. Die Steuerung konnte vom Hersteller repariert werden. Ein defekter Kondensator hatte einen Kurzschluss verursacht.

## 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 **31. August 2022**. 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 wider. 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 Würdten

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. 9: Verschiedene Nebel in der Milchstraße.



Abb. 10: Strichspuren über der Villa Cecilio.

# CMOS-CHIP IMX571 MIT 16 BIT

## Neue Möglichkeiten bei der Astrofotografie

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Der chinesische Hersteller ZWOptical brachte im Jahr 2016/2017 mit der ASI071MC die erste CMOS-Astrofarbkamera im APS-C-Format auf den Markt. Aufgrund der Möglichkeit einer geregelten Kühlung und keinerlei Verstärkergeräuschen verbreitete sich die Kamera in der Astroszene relativ schnell. Im Jahr 2020 kam dann vom gleichen Hersteller die Astrofarbkamera ASI2600MC heraus, die das gleiche Format anbietet, aber kleinere Pixel sowie einen Dynamikumfang von 16 Bit. Damit schließt sie zu den CCD-Kameras auf, die bisher ihren Vorteil noch im Dynamikumfang ausspielen konnten. Zusätzlich interessant ist die Möglichkeit diese Kamera, auf Basis des IMX571-Chips von Sony, auch als Monochrom-Variante zu bekommen. Dieser Artikel soll allerdings die Farbkameras beider Typen miteinander vergleichen, da sie auch unterschiedliche Techniken beim Auslesen der Photonen besitzen, sowie eine weitere Kamera mit IMX571-Chip vorstellen: die Lacerta DSP2600c.

Zum Start in die Astrofotografie wird in den meisten Fällen eine DSLR-Kamera verwendet. Waren vor zehn Jahren hierbei noch die Canon-Kameras führend, kann der Amateurastronom heute aus verschiedenen Marken (Nikon, Sony etc.) auswählen. Unterschieden wird dabei vornehmlich zwischen APS-C- und Vollformatsensoren. Letztere sind aufgrund ihrer größeren Pixel und weil sie vornehmlich für den professionellen Einsatz

gefertigt wurden, oftmals rauschärmer, wie auch die Tabelle 1 anhand der möglichen Low-Light ISO-Werte zeigt. Die APS-C-Sensoren sind hier rötlich gekennzeichnet, während die Vollformatsensoren Orange und Gelb dargestellt werden. Richtig gute Rauschwerte liefern hier erst die Vollformatkameras ab der Nikon D850. Herausragend wird die Canon EOS Ra bewertet, die als Systemkamera (DSLM) und reine Astrokamera

von Canon hergestellt wurde. Inzwischen ist sie allerdings ausverkauft. Warum die Canon EOS R allerdings etwas andere Werte besitzt erschließt sich mir nicht ganz, da beide Kameras bis auf den eingebauten IR-Sperrfilter und der verbesserten Zoom-Möglichkeit des Live-View-Bildes bei der Ra-Variante baugleich sind. Grundsätzlich muss man diese Werte aber auch relativieren, da man bei Canon in der Vergangenheit die APS-

Kamera-Modell	Maximum PDR <sup>1</sup>	Low Light ISO	Low Light EV <sup>2</sup>
Canon EOS 1000D	8,14	977	8,29
Canon EOS 450D	8,13	1067	8,42
Canon EOS 7D	8,73	1170	8,55
Canon EOS 700D	8,47	1241	8,63
Canon EOS 1100D	8,53	1357	8,76
Nikon D5100	10,20	1435	8,84
Nikon D7000	10,24	1462	8,87
Canon EOS 7D Mark II	9,06	1901	9,25
Canon EOS 80D	10,06	1834	9,20
Canon EOS 90D	10,06	2085	9,38
Nikon D500	10,66	2557	9,68
Nikon D850	11,63	4115	10,36
Canon EOS 5DS R	9,80	4145	10,37
Canon EOS 6D	9,52	4070	10,35
Canon EOS 6D Mark II	9,26	4178	10,38
Canon EOS R	10,63	4675	10,55
Canon EOS 5D Mark IV	10,83	5011	10,65
Canon EOS 5DS	9,76	5043	10,66
Canon EOS Ra	11,08	6423	11,01

Tab. 1: Low-Light ISO-Werte verschiedener DSLR/DSLM-Kameras [1].

<sup>1</sup> Photographic Dynamic Range (PDR)

<sup>2</sup> Exposure Value (EV)



Abb. 1: Größenvergleich zweier APS-C-Format-Kameras – ASI071MCpro versus ASI2600MCpro.

C-Format-Serie Canon 20Da und 60Da für Astrofotografen herausgebracht hatte. Und beide Kameras hatten damals ebenfalls ein gutes Rauschverhalten bzw. sich in der Praxis bewährt. Ich selber besitze inzwischen die Canon 90Da, die gegenüber der Canon 700Da und der Canon 1000Da ein wesentlich besseres Rauschverhalten anbietet, als die Tabelle 1 vermuten lässt.

Trotzdem bleibt bei DSLR/DSLM-Kameras grundsätzlich der Nachteil bestehen, dass sie nicht gekühlt werden können, um das Rauschen zu vermindern. Das ist gerade in lauen Sommernächten ein Problem, wenn man zwar gerne den Sternenhimmel beobachtet, aber die Kameras bei 15-20 Grad Celsius in einem nicht optimalen Temperaturbereich arbeiten. Hier hilft es nur ausrei-

chend Dark-Frames (Dunkelbilder) anzufertigen, um das Rauschen bei der späteren Bildverarbeitung wieder in den Griff zu bekommen. Dies geht aber wiederum auf die Belichtungszeit, da Dark-Frames unter den gleichen Temperaturbedingungen entstehen müssen.

Es kommt daher bei vielen Astrofotografen irgendwann der Wunsch auf eine gekühlte Astrokamera zu erwerben, um bei optimalen Rauschwerten, unabhängig von der Umgebungstemperatur, Aufnahmen anfertigen zu können. Und es liegt dabei auf der Hand, dass erst einmal eine CMOS-Farbkamera gewählt wird, weil man dies so bei der Bildverarbeitung bisher so gewohnt war. Daher erfreuen sich gekühlte Astrofarbkameras in der Astrozene großer Beliebtheit. Es liegt aber wahrscheinlich auch daran, dass der Ab-

stand zu einer Monochromkamera kleiner geworden ist und unser deutscher Himmel nicht häufig Langzeitaufnahmen für die getrennte R/G/B-Bildakquise zulässt.

**ASI071MC versus ASI2600MC** Die meisten CMOS-Chips kommen vom Hersteller Sony. Das ist auch bei den CCD-Kameras nicht anders gewesen, wobei Sony seit 2015 nicht mehr in neue CCD-Chips investiert, weshalb dieser Kameratyp langsam aussterben wird. Der Sony-Chip IMX071, der in der ASI071MC verbaut wurde, hatte eine Bittiefe von 14 Bit und kam mit einer Pixelgröße von  $4,78 \mu\text{m}$  daher. Man setzte daher auf einen älteren aber bewährten Sensor, der bereits seit dem Jahr 2010 in den Nikon-Kameras D7000/D5100 zum Einsatz kam (siehe auch Tabelle 1). Er war bereits sehr rauscharm, besaß eine Anti-Tau-Heizung gegen Vereisung und eine justierbare Anschlussplatte gegen Verkippung. Während die erste Version noch Probleme mit Sensorbeschlag und Vereisung besaß, hatte ZWOptical der zweiten Version mit Erfolg ein besseres Gehäuse spendiert, so dass diese Probleme nicht mehr auftraten. Zwischen 2018 und 2021 konnte ich ebenfalls keinerlei Ausfälle bei dieser Kamera in der zweiten Bauvariante feststellen.

Leistungsmerkmale	ASI071MCpro	ASI2600MCpro
Sensor	IMX071	IMX571
Pixelgröße	$4,78 \mu\text{m}$	$3,76 \mu\text{m}$
Bittiefe	14 Bit ADC	16 Bit ADC
Auflösung	4.944 x 3.283 Pixel	6.248 x 4.176 Pixel
Sensortyp	Front-Side-Illuminated	Back-Side-Illuminated
Schutzglasstyp	Klarglas	IR-Sperrfilter
Ausleserauschen	2,3 e-	1,0 e- bis 3,3 e- je nach Gain
Bilder pro Sekunde	10 fps bei voller Auflösung	3,51 fps bei voller Auflösung
Full-Well Capacity (FWC)	46.000e	50.000e
Glasheizung	Anti-Tau-Heizung	Anti-Tau-Heizung
Kühlsystem	2-Stufen-Kühlungssystem	2-Stufen-Kühlungssystem
Pufferspeicher	256 MByte	256 MByte
Besonderheit	Justierbare Anschlussplatte	Justierbare Anschlussplatte

Tab. 2: Leistungsmerkmale der ASI071MC- und ASI2600MC-Kameras im Vergleich.

Die Kamera ASI2600MC sollte nun die technischen Rahmendaten der ASI071MC nochmals übertreffen. Sie enthält den neuen Sony-Chip IMX571, der kleinere Pixel und zum ersten Mal bei CMOS eine Bittiefe von 16 Bit verspricht. Die Auflösung wurde erhöht und die neuere Back-Side-Illuminated-Technik kommt zum Einsatz, die in der Vergangenheit allerdings immer noch ein Verstärkerglänzen als Nachteil auswies. Ein Unterschied besteht auch in der Verwendung eines IR-Sperrfilters im Schutzglas, so dass nun kein gesonderter IR-Filter zum Einsatz kommen muss, um das Einfallen von Infrarotlicht zu unterbinden. Das Aufblähen von Sternen wird dadurch beispielsweise vermieden. Alle Leistungsmerkmale im Vergleich beider Kameras zeigt die Tabelle 2 noch einmal im Überblick.

Die Pixelgröße des Fotochips wurde demnach weiter verkleinert und die Auflösung dadurch erhöht. Das Ausleserauschen macht ebenfalls im direkten Vergleich einen noch besseren Eindruck, was auch noch in der Praxis untersucht wurde. Beim Kühlungssystem und dem Pufferspeicher gibt es hingegen keine Unterschiede und auch die justierbare Anschlussplatte gegen Verkippen wurde beibehalten. Allerdings hat sich die Gehäusegröße deutlich verändert, wie die Abbildung 1 zeigt, obwohl der APS-C-Chip nicht mehr Platz einnimmt. Auf den ersten Blick kann die ASI071MC mehr Bilder pro Sekunde erstellen. Diese Werte sind allerdings auf die volle Auflö-

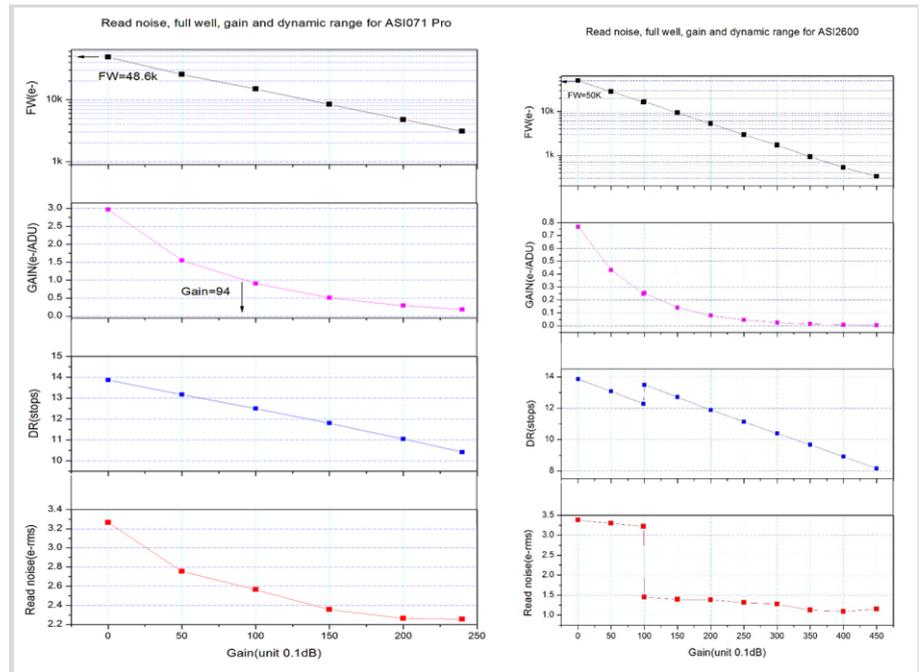


Abb. 2: Rauschverhalten und Quantisierungseffizienz bei ASI071MC und ASI2600MC [2].

sung bezogen. Da die ASI2600MC eine höhere Auflösung besitzt, kommt sie bei einer ähnlichen Auflösung der ASI071MC auf 6,71 fps. Damit liegt sie zwar immer noch unterhalb der angegebenen 10 fps, ist aber in der Praxis bei Mond- und Sonnenaufnahmen deutlich schneller, als die ASI071MC, wie ich feststellen konnte.

**Rauschverhalten und Bittiefe** Der Dynamikumfang hat sich durch die 16-Bit-Technik auf jeden Fall stark verbessert. Während man mit 14 Bit der ASI071MC bereits 16.384 Zustände darstellen kann, sind es bei 16 Bit der ASI2600MC immerhin 65.536 Varianten. Das bedeutet, dass die Bildschärfe und der Kontrast sich ebenfalls verbessert ha-

ben. Es können zudem weichere und natürlichere Farbübergänge geschaffen werden und die Sterne sollten weniger schnell ausbrennen. Da normale DSLR-Kameras ebenfalls nur 14 Bit besitzen und sich dabei auch nie jemand über eine zu geringe Dynamik beschwert hat, muss man dieses Leistungsmerkmal evtl. nicht so stark gewichten. Aber bei langen Einzelbelichtungszeiten das Ausbrennen von Sternen zu verhindern, kann auf jeden Fall ein großer Vorteil sein, was sich in der Praxis noch bewähren musste. Um es vorwegzunehmen, die 16 Bit machen sich hier in der Tat positiv bemerkbar. Das Rauschverhalten beider Kameras ist ebenfalls laut Datenblatt unterschiedlich, wie Abbildung 2 zeigt. Das Ausleserauschen liegt bei beiden Kameras auf einem niedrigen Niveau. Wenn man allerdings die ASI2600MC bei Gain = 0 betreibt, sinkt das Ausleserauschen deutlich nach unten und bleibt bei 1,5e-, unabhängig von höheren Gain-Einstellungen. Gleichzeitig hat man bei diesem Wert noch eine relativ hohe Full Well Capacity (FWC), sammelt also noch viele Photonen ein. Bei der ASI071MC hat man ein höheres Ausleserauschen bei Gain = 100, aber immer noch einen äh-

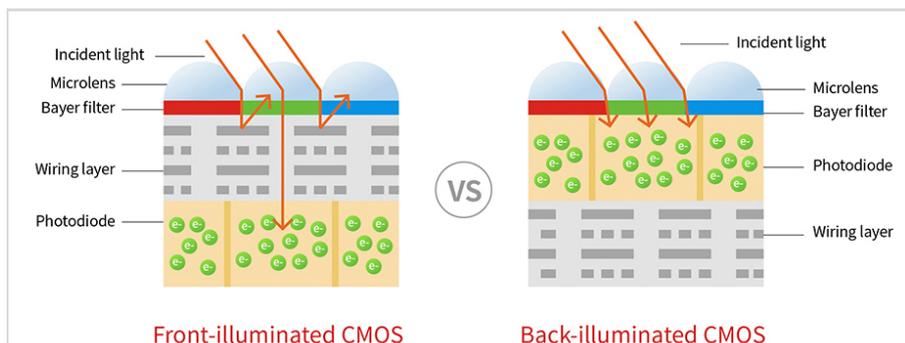


Abb. 3: Vergleich der Back-/Front-Side-Illuminated-Technik [3].

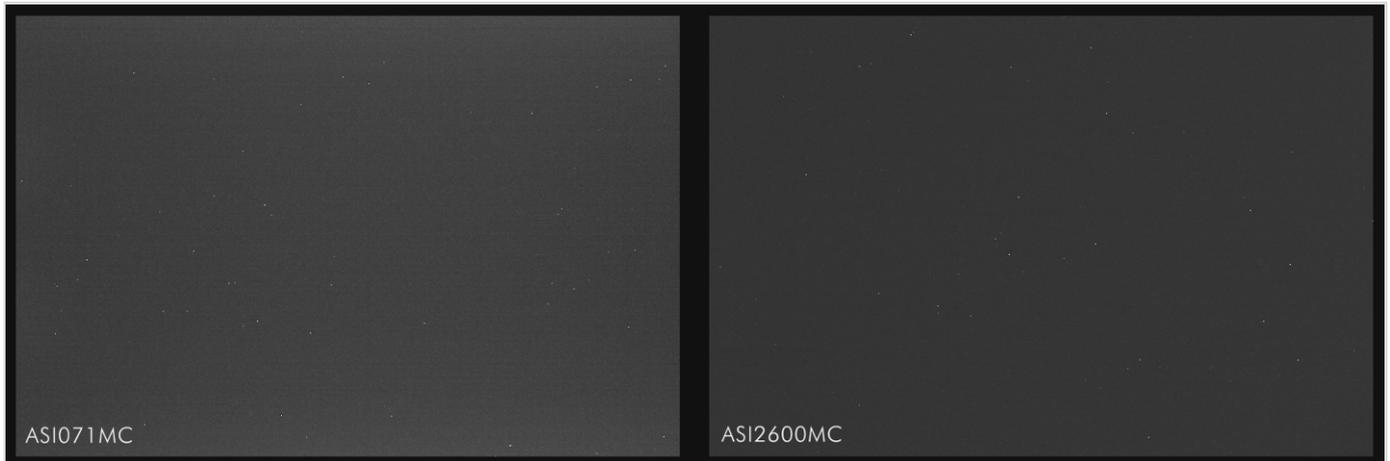


Abb. 4: Vergleich von zwei Dark-Frames bei Gain 90 bzw. 100 und 5 min Einzelbelichtung.

lich guten FWC-Wert. Besser ist es aber die Kamera bei Gain = 0 zu betreiben, um den besten FCW-Wert erreichen zu können. In der Praxis habe ich mich meistens zwischen 0 (Highest Dynamic Range) und 90 (Unity Gain) entschieden. Die ASI2600MC fährt am besten mit Gain = 100, der bei ZWOptical als High Gain Mode (HGM) beschrieben wird. Möchte man den besten FWC-Wert nutzen, kommt man allerdings auch hier nicht an Gain = 0 vorbei, was zu einem größeren Rauschanteil führt.

Aber auch die Technik zur Aufnahme der Photonen ist bei diesen beiden Kameras unterschiedlich. Die ASI071MC nutzt noch die Front-Side-Illuminated-Technik zum Sammeln der Photonen. Hier befindet sich die Fotodiode, die das Licht in elektrischen Strom umwandelt, am unteren Ende des Sensors (siehe Abbildung 3). Dadurch muss das Licht durch mehrere Oberflächen hindurch, wodurch ein Teil der Photonen verloren geht. Die neuere Back-Side-Illuminated-Technik ist hingegen so umgestaltet worden, dass die Fotodiode nach vorne gebracht wurde (siehe ebenfalls Abbildung 3). Dadurch werden quasi alle eingefangenen Photonen ausgewertet. Die Lichtempfindlichkeit und damit die Quanteneffizienz werden größer. Dies kann man bei Live-Bildern in der Kamera-Ansteuerungssoftware (z.B. APT) dadurch erkennen, dass die Objekte besser erkannt werden

können. Vorher ließen sich nur Sterne auf der Vorschau einer 2-Sekunden-Einzelbelichtung gut erkennen. Nun ist es die Galaxie oder das Nebelobjekt selbst, das bereits sichtbar wird.

Bisher litt allerdings die Back-Side-Illuminated-Technik unter einem signifikanten Verstärkergeräuschen, das sich auch durch die Bildverarbeitung nicht immer komplett entfernen ließ. Gut vergleichen lassen sich daher die beiden Dark-Frames, die mit der gleichen Belichtungszeit und ungefähr gleichen Gain-Werten aufgenommen wurden (siehe Abbildung 4). Während die ASI071MC immer schon ohne Verstärkergeräuschen auskam, ist dieses Problem bei der ASI2600MC ebenfalls in den Griff bekommen worden. Hinzu

kommt, dass das Einzelbild der ASI2600MC etwas weniger rauscht und weniger Hot-Pixel aufweist. Das gesamte Dark-Frame wirkt gleichmäßiger, was der späteren Bildverarbeitung zugutekommt. Allerdings kommt hier auch die Frage auf, ob bei dem geringen Rauschen des neuen IMX571-Chips Dark-Frames überhaupt noch zum Einsatz kommen müssen. Diese Frage wird später noch beantwortet.

Grundsätzlich lässt sich aber schon mal resümieren, dass die Dark-Frames beider Kameras eine ähnlich hohe Qualität liefern, mit leichten Vorteilen für die ASI2600MC. Weitere Pluspunkte der neuen Kamera sind die höhere Bildauflösung durch die kleineren Pixel, die 16-

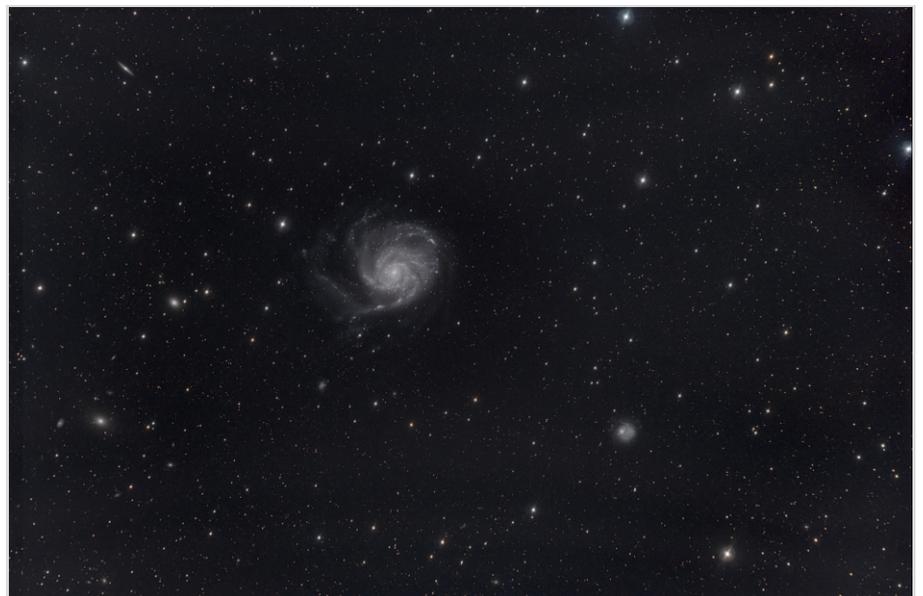


Abb. 5: Aufnahme von M101 mit der ASI071MC bei einer Gesamtelichtung von 4 Stunden.

Bit-Dynamik, der fest eingebaut IR-Cut-Filter und ein geringeres Rauschverhalten. Allerdings ist die neue Kamera auch größer und schwerer geworden und es werden nun 50 Mbyte statt 32 Mbyte pro Aufnahme erzeugt!

**Erste Bildergebnisse** Im Praxistest mussten beide Kameras nun zeigen, ob die theoretischen Leistungswerte sich auch bei der Bildqualität niederschlagen. Als direkter Vergleich ist hier einmal das Objekt Messier 101 genommen worden, welches im Jahr 2018 von mir mit der ASI071MC-Kamera aufgenommen wurde und drei Jahre später mit der ASI2600MC. Es wurde jeweils das gleiche Equipment, ein C11-HyperStar mit 560 mm Brennweite und einem Öffnungsverhältnis von 1/2 genutzt. Bei der ersten Aufnahme mit der ASI071MC war ich damals bereits begeistert, zeigte die Aufnahme doch einige Einzelheiten mehr, als mit meiner damaligen DSLR-Kamera möglich gewesen war. Abbildung 5 zeigt Messier 101 und auch die Nachbargalaxie NGC 5474. Sternfarben lassen sich allerdings kaum ausmachen. Noch angetaner war ich daher von der Aufnahme, die drei Jahre später mit der ASI2600MC entstanden ist (siehe Abbildung 6). In beiden Fällen wurde ein IDAS-Nebelfilter verwendet, um das Hauptobjekt stärker von dem Himmels-hintergrund abzuheben. Aber die zweite Aufnahme enthält nun auf einmal Sternfarben sowie insgesamt deutlich mehr



Abb. 6: Aufnahme von M101 mit der ASI2600MC bei einer Gesamtbelichtung von 5 Stunden.

Sterne. Auch die H $\alpha$ -Anteile in der Galaxie kommen zum Vorschein. Die höhere Empfindlichkeit und die 16-Bit-Dynamik scheinen sich hier positiv bemerkbar zu machen. Auch 10-min-Einzelbelichtungen, die bei einer anderen Aufnahme getestet wurden, lassen die Sterne nicht ausbrennen. Durch die höhere Auflösung kommen die Objekte zudem detaillierter rüber. Das Rauschen ist zusätzlich so gering, dass kein Unterschied zwischen den Bildergebnissen mit und ohne Dark-Frames erkennbar waren. Durch die Nutzung von Dithering (das zufällige leichte Versetzen jeder Aufnahme) sind Dead-Pixel ebenfalls kein Problem mehr, so dass in der Nachfolgezeit keine Dark-Frame-Bibliothek mehr aufgenommen wurde. Seit inzwischen einem Jahr werden die Bilder von mir ohne Dark-Frames bearbeitet – ich vermisse sie schlichtweg nicht mehr. Bei einer DSLR-

Kamera ist das allerdings nach wie vor ein absolutes Muss! Durch die höhere Auslesegeschwindigkeit der ASI2600MC bei kleineren Auflösungen kann man diese Kamera nun auch für Mond- und Sonnenaufnahmen verwenden. Dafür war die ASI071MC vorher nicht so gut geeignet, weshalb ich dafür lieber Planeten-Kameras genutzt habe. Bei Planetenaufnahmen stört allerdings der IR-Cut-Filter, weshalb dort nach wie vor andere Alternativen verwendet werden.

**Auftauchende Probleme** Damit stand also fest, dass die ASI2600MC der ASI071MC überlegen ist, weshalb diese zukünftig zum Einsatz kommen sollte. Kaum fiel diese Entscheidung und die ASI071MC war verkauft, gingen allerdings die Probleme los. So fiel nach vier Wochen Nutzung die Kühlung der Kamera aus. Die Ansteuerungsprogramme APT und FireCapture konnten keine Temperatur der Kamera mehr ermitteln. Dieses Problem war leider bekannt, weshalb die Kamera sofort ausgetauscht wurde. Hinzu kam, dass die Kühlung auch relativ schwerfällig die anvisierten -10 Grad Celsius erreichte und erheblich lauter war, als bei meiner ASI071MC-Kamera. Zusätzlich war die Kamera im Vergleich zu meiner alten ASI071MC sehr grünlich. Das ist bei einer RGB-Matrix nicht ungewöhnlich und



Abb. 7: Ölaustritt im Bereich der Sensorkammer [4].



**Abb. 8:** Gestreckte Aufnahme mit der Austauschkamera von Messier 13 mit diversen Bildfehlern.

konnte durch die Bildbearbeitung behoben werden.

Bei der Austauschkamera lief dann zwar die Kühlung und der Grünstich war geringer, aber es fiel bei der ersten Aufnahme ein unruhiger Himmelshintergrund auf. Zudem konnte man ein Wellenmuster bei der Aufnahme erkennen, welches sich durch die Bildverarbeitung auch nicht entfernen ließ (siehe Abbildung 8, stark gestreckt). Die vielen Flecken sind Staubkörner, die auf dem Fensterglas sitzen – ebenfalls ungewöhnlich für eine neue Kamera, aber entfernbare. Hinzu kam, dass die Kühlung nicht so effizient war, wie bei der ersten Kamera (vor dem Ausfall der selbigen), so dass bei +27 Grad Celsius Umgebungstemperatur die eingestellten -10 Grad Celsius nicht mehr erreicht werden konnten. Als dann auch noch bei anderen Astrofotografen Öl aus dem Bereich der Sensorkammer austrat (siehe Abbildung 7), war das Maß meiner Geduld überschritten.

Es kam zwar noch eine weitere Austauschkamera zum Einsatz, die aber leider das gleiche Wellenmuster im Hintergrund zeigte. So fiel das Fazit der Kamera-Tests erst einmal ernüchternd aus: die erste Kamera war zwar relativ grünstichig, besaß dafür aber einen sehr guten Himmelshintergrund, während die

Austauschkameras mit dem Wellenmuster des Hintergrunds schlichtweg nicht zu gebrauchen waren. Die Fertigungsqualität bei ZWOptical in China schien 2021 ein ernsthaftes Problem zu haben und ich damit ebenfalls.

#### Lacerta DSP2600c versus QHY286c

Da die ASI071MC aber leider verkauft war, musste sich nach anderen Alternativen umgesehen werden. Der IMX571-Chip von Sony wird inzwischen bei diversen Herstellern eingesetzt, da er herausragende Eigenschaften besitzt. So sind auch die Kameramodelle QHY286c, Omegon veTEC571C, Touptec/Lacerta DeepSkyPro2600c und Altair Hypercam26c mit diesem Chip bestückt. Selbst Teleskop-Service hat inzwischen eine gelabelte Touptec-Version davon im Angebot. Da keine weitere Austausch-Kamera von ZWOptical geordert werden sollte, wurde eine Entscheidung zwischen den Herstellern QHY und Lacerta getroffen. Die Eigenschaften beider Kameras fasst die Tabelle 3 übersichtlich zusammen.

Im direkten Vergleich zwischen QHY und Lacerta, die ebenfalls eine gelabelte Touptec-Kamera ist, fallen erst einmal keine großen Unterschiede auf. Interessant ist, dass die Auflösung ein bisschen größer ist, da anscheinend mehr

Pixel vom Chip genutzt werden, als bei Lacerta. Das wirkt sich in der Praxis allerdings nicht wirklich aus. Beim Pufferspeicher ist ebenfalls ein Unterschied auszumachen. Beide Kameras bieten hier mehr an, als die ZWOptical-Variante. QHY kann hier in der Pro-Version sogar nochmals stärker punkten. Allerdings ist auch dieses Leistungsmerkmal bei langbelichteten Deep-Sky-Aufnahmen eher nebensächlich. Es macht sich eher bei Lucky-Imaging und kurzbelichteten Aufnahmen bemerkbar. Unterschiedlich ist noch, dass die QHY-Kamera wie frühere ASI-Kameras Klarglas zum Schutz verwendet und keinen IR-Sperrfilter. Das hat den Vorteil, dass auch Sterne, die im Infrarot leuchten, mit aufgenommen werden können. Für Deep-Sky-Aufnahmen ist dies aber aus meiner Sicht eher kein Vorteil, weil in jedem Fall ein IR-Sperr- oder ein Nebelfilter mit integriertem IR-Sperrfilter zum Einsatz kommen muss. Mit der Lacerta-Kamera kann man daher auch bei perfektem Himmel ohne Zusatzfilter belichten.

**Leistungsmerkmale** Interessanterweise können beide Kameras ihre Firmware über FPGA-Bausteine aktualisieren, was bereits bei der Lacerta positiv genutzt wurde, um anfangs noch auftretende Bildartefakte in den Griff zu bekommen. Der größte Unterschied ist aber, dass die QHY-Kamera mehr Auslesemodi anbietet und der Arbeitsabstand (Back-Fokus) bzw. der Teleskopanschluss anders ist. Während die QHY-Kamera ein M54-Gewinde anbietet, bleibt die Lacerta bei einem M42-Innengewinde, was sie kompatibel zu den ASI-Kameras hält. QHY geht hier einen anderen Weg und ermöglicht mit diversen mitgelieferten Abstandshülsen den korrekten Arbeitsabstand einzustellen. Zudem ist ein Bildrotator mit dabei, um das fotografierte Objekt vor der Aufnahme korrekt auszurichten. Dies ist in der Tat vorteilhaft, aber der neue Arbeitsabstand hätte

Leistungsmerkmale	Lacerta DSP2600c	QHY268c
Sensor	IMX571	IMX571
Pixelgröße	3,76 $\mu\text{m}$	3,76 $\mu\text{m}$
Bittiefe	16 Bit ADC	16 Bit ADC
Auflösung	6.224 x 4.168 Pixel	6.280 x 4.210 Pixel
Sensortyp	Back-Side-Illuminated	Back-Side-Illuminated
Schutzglastype	IR-Sperrfilter	Klarglas
Ausleserauschen	0,7 e- bis 3,5e- je nach Gain	0,7 e- bis 7,0 e- je nach Gain
Dunkelstrom	0,0005 e-	0,0005 e-
Bilder pro Sekunde	6,8 fps bei voller Auflösung	6,8 fps bei voller Auflösung
Glasheizung	Anti-Tau-Heizung	Anti-Tau-Heizung
Kühlsystem	2-Stufen-Kühlungssystem	2-Stufen-Kühlungssystem
Pufferspeicher	512 MByte	1 GByte (Pro-Version: 2 GByte)
Besonderheit	FPGA-Upgrade möglich M54 x 0,75 mm Anschluss 12,5 mm Arbeitsabstand	FPGA-Upgrade möglich M42-Innengewinde 17,5 mm Arbeitsabstand

Tab. 3: Leistungsmerkmale der Kameras von Lacerta und QHY im Vergleich.

zur Folge gehabt, dass ein einfacher Wechsel mit anderen ASI-Kameras ohne Anpassungen der Abstandshülsen nicht möglich gewesen wäre.

Interessanter ist die Nutzung der verschiedenen Auslesemodi der QHY, die sich wie folgt beschreiben lassen:

**a. Modus #0:** Standard-Auslesemodus – bei Gain-Einstellung zwischen 25-26 sinkt das Ausleserauschen auf 2,5 e-.

**b. Modus #1:** Hohe Verstärkung – niedrigeres Ausleserauschen bei einer etwas geringeren Full-Well-Kapazität (FWC).

**c. Modus #2:** Erweiterter Fullwell-Modus – es wird der größte FWC-Wert erreicht, das Ausleserauschen liegt bei 7,0 e-.

**d. Modus #3:** Multi-Sampling – identisch mit Modus #2, aber geringeres Ausleserauschen zwischen 4,5-5,5 e-.

Dagegen bietet die Lacerta-Kamera nur zwei Modi an:

**a. Low Conversion Gain (LCG):** vergleichbar mit Modus #0 bei QHY.

**b. High Conversion Gain (HCG):** vergleichbar mit Modus #1 bei QHY.

Die ASI-Kamera bietet hingegen keinerlei Auswahl, sondern setzt alleine auf den HCG-Modus. Auf der einen Seite ist es schön, wenn eine größere Auswahl zur Verfügung steht, auf der anderen Seite

überfordert es manchmal bereits zwischen zwei Möglichkeiten auswählen zu können. Wenn man die Modi der QHY-Kamera betrachtet, kommen auch eigentlich nur Modus #0 und #1 in Frage, da die anderen Modi ein zu hohes Ausleserauschen beinhalten würden. Daher hat sich hieraus kein Vorteil abgeleitet.

Im Größenvergleich (siehe Abbildung 9) fällt zudem auf, dass die ASI2600MC mächtiger wirkte und auch schwerer ist. Die Lacerta DSP2600c kommt schlanker und leichter daher, was sich an einem HyperStar-System auf jeden Fall schon mal positiv bemerkbar macht. Der gleiche Chipabstand von 17,5 mm zum Korrektor mit gleichem Innengewinde sprach ebenfalls für die Lacerta-Kamera. Zudem gibt es einen Preisunterschied

von 500 Euro zu der QHY-Kamera, obwohl sie den gleichen Chip besitzen und demnach auch ähnliche Eigenschaften haben dürften. Der sehr gute Support, den man bei Lacerta gewohnt ist und die Problematik, dass die QHY-Kamera nur von Baader beschafft werden konnte, ließen zusätzlich die Wahl auf die Lacerta-Kamera fallen. Diese wurde daher zum Vergleich mit der vorherigen ASI2600MC herangezogen.

**Bildergebnisse mit der Lacerta DSP2600c** Zu allererst wurde ein erneuter Dark-Frame-Vergleich durchgeführt. Dieser fiel nochmals besser aus, als der erste Vergleich mit der ASI071MC (siehe Abbildung 10). Fixe Hot-Pixel waren bei der Lacerta-Kamera kaum noch



Abb. 9: Lacerta DSP2600c- und ASI2600MC-Kameras im Größenvergleich.



Abb. 10: Vergleich von zwei Dark-Frames bei Gain 100 und 5 min Belichtung, -10 Grad Celsius.

zu sehen, dafür besitzt diese deutlich mehr variable Hot-Pixel. Diese fallen allerdings bei Deep-Sky-Aufnahmen durch das Stacking nicht mehr ins Gewicht. Die Kühlung der Lacerta-Kamera fiel ebenfalls positiv auf, da sie sehr schnell die anvisierten -10 Grad Celsius bei beliebigen Umgebungstemperaturen erreichte. Zudem war sie auch wesentlich leiser, als die ASI-Kamera.

Nachdem der Vergleich der Dark-Frames abgeschlossen war, musste die Kamera am Kugelsternhaufen Messier 13 zeigen was sie konnte (siehe Abbildung 11 und 12). Es war inzwischen der Monat Juli erreicht und die Nächte extrem kurz,

weshalb sich die Aufnahme eines Kugelsternhaufens anbot. Zudem konnte man diese Aufnahme sehr gut mit der bereits durchgeführten Aufnahme der ASI2600MC-Kamera vergleichen. Es wurde bei der Lacerta DSP2600c im Modus Low Conversion Gain (LCG) bei einem Gain von 100 aufgenommen. Die Belichtungszeit betrug bei allen Bildern 5 min. Insgesamt kamen 3,5 Stunden als Gesamtbelichtung zusammen. Bei der ASI2600MC wurde der Gain ebenfalls auf 100 eingestellt, um ein vergleichbares Ergebnis zu bekommen. Es konnte aufgrund des Wetters aber nur 2,5 Stunden belichtet werden, was bei Objekten wie

Kugelsternhaufen aber nicht ins Gewicht fallen sollte. Als Teleskop kam der Refraktor TS PHOTOLINE 130 mm-f/7-Triplett-APO bei 910 mm Brennweite zum Einsatz, der mit dem genutzten TS-Flattner ein Öffnungsverhältnis von 1/7 bietet.

Bei der Bildverarbeitung fiel sofort auf, dass der unruhige Bildhintergrund nicht mehr vorhanden war. Es wurde ein besserer Schwarzwert erreicht. Die Hot-Pixel spielten wie vorausgesehen keine Rolle bei der Bildentwicklung. Das Rauschen war extrem gering, trotzdem wurden in beiden Fällen noch Dark-Frames verwendet. Abbildung 11 zeigt einen



Abb. 11: Vergleich der Bilder der Kameras ASI2600MC und DSP2600c im Detail.

Bildausschnitt der Kugelsternhaufen bei der Kamera im direkten Vergleich. Es fällt bei der Lacerta DSP2600c der dunklere Bildhintergrund auf und die Sternfarben kommen besser heraus. Das Zentrum wirkt zudem nicht so ausgebrannt, wie bei der ASI2600MC, was evtl. an dem verwendeten Aufnahmemodus lag, den die ASI-Kamera nicht anbietet. Das First Light der neuen Kamera ließ daher hoffen, dass die aufgetretenen Probleme hier nicht mehr zutage treten werden.

Abbildung 12 zeigt die Gesamtaufnahme des Kugelsternhaufens M13 noch einmal, welches mit der Lacerta DSP2600c aufgenommen wurde. Damit konnte man rundherum zufrieden sein, obwohl das Bild beschnitten wurde, weil zwei runde Flecken auf dem Bild sich nicht durch Flat-Frames und Bildbearbeitung kompensieren ließen. Dabei handelte es sich aber nur um zwei Staubkörner, die bei nachfolgenden Aufnahmen, nach der Reinigung des Schutzglases, nicht mehr erkennbar waren.

Blieb die Frage, ob der eingebaute Infrarotsperrfilter die Rotempfindlichkeit heruntersetzt. Dies wurde erst einmal vom Anbieter Lacerta durch die aufgenommene Kurve der Abbildung 13 verneint. Hier sieht man das Durchlassfenster der Lacerta DSP2600c, welches bei einer Wellenlänge von 400 nm startet und bei 680-700 nm aufhört. Somit werden die wichtigsten Wellenlängen durchgelassen, die man für die Astrofotografie im Deep-

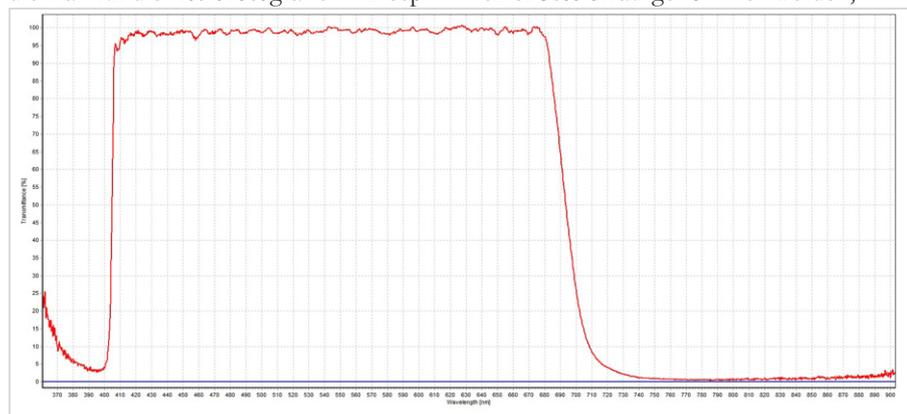


Abb. 13: Transmissionsfenster der Lacerta DSP2600c mit IR-Cut-Filter [5]

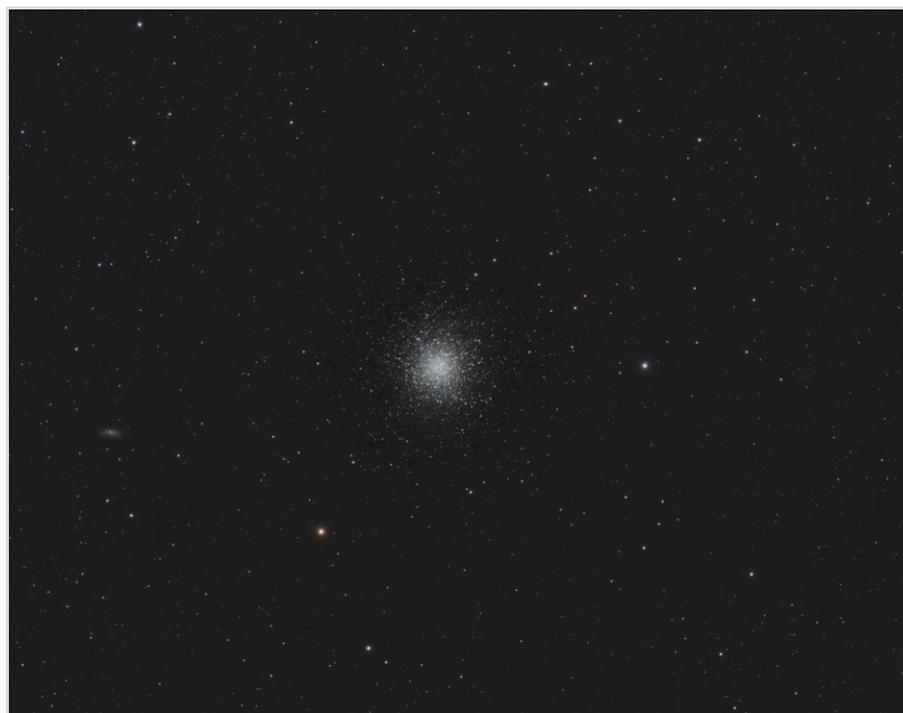


Abb. 12: First Light der DSP2600c-Kamera bei Messier 13.

Sky-Umfeld benötigt.

Ob das wirklich so ist, musste die Kamera an zwei Objekten beweisen, die einen großen H $\alpha$ -Anteil besitzen: Crescent-Nebel und Pickering's Triangular Wisp. Auch konnte so das Zusammenspiel der Kamera mit dem neuen Duofilter L-eXtreme von Optolong zum ersten Mal getestet werden. Am 29. Juli 2021 wurde daher, nach einem gemeinsamen Abend mit der AVL-Fotogruppe, der Crescent-Nebel anvisiert. Dieses Mal wurde der High Conversion Gain (HGC) Modus verwendet und Gain auf null gesetzt, um die höchstmögliche Photonenausbeute zu erhalten. So konnten vier Stunden in einer Session aufgenommen werden,

denn länger war diese Nacht nicht.

Der Crescent-Nebel (NGC 6888) ist ein Emissionsnebel im Sternbild Schwan, der auch als Sichelnebel bezeichnet wird. Er wird von einem sog. Wolf-Rayet-Stern (WR 136) beleuchtet und wurde vermutlich auch ursprünglich von ihm abgestoßen. Das Leuchten des Nebels wird durch zwei unabhängig auftretende Ionisationsvorgänge ausgelöst: die Hauptarbeit leistet der Zentralstern selbst, der durch seine hohen Temperaturen den Nebel besonders stark ionisiert und vor allem den [OIII]-Bereich zum Leuchten bringt. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 14, welches mich sofort begeistert hat. Den Crescent-Nebel hatte ich bereits häufiger aufgenommen, aber nie in dieser Qualität. Die H $\alpha$ -Anteile ließen sich sehr gut erkennen, so dass der eingebaute Infrarotfilter keinerlei Einschränkungen erkennen ließ. Zudem war aber auch die [OIII]-Schockfront sehr gut erkennbar, was natürlich auch mit dem Duofilter L-eXtreme zusammenhing. Denn dieser ist in der Lage mit nur einer Aufnahme H $\alpha$  und [OIII] gleichermaßen abzubilden.

Als zweites Objekt kam der Cirrus-Ne-



Abb. 14: Crescent-Nebel (NGC 6888) mit 4 Stunden Gesamtbelichtung und L-eXtreme-Duofilter.

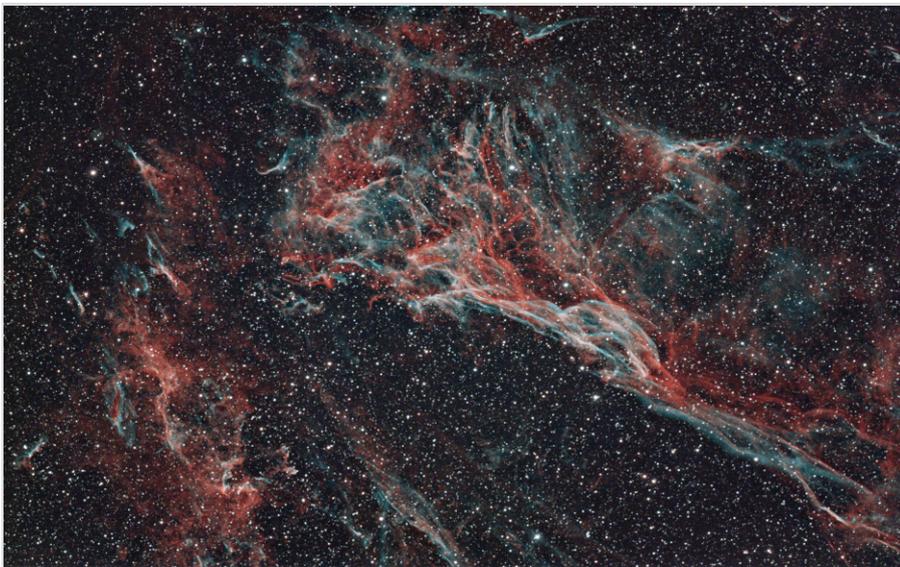


Abb. 15: Pickering's Triangular Wisp mit 6 Stunden Gesamtbelichtung und L-eXtreme-Duofilter.

belkomplex in Frage. Dabei handelt es sich um eine Ansammlung von Emissions- und Reflexionsnebeln aus einem Supernova-Rest von vor ca. 8.000 Jahren. Der Komplex wird auch als Schleiernebel bezeichnet (der sichtbare Teil des Cygnus-Bogens im optischen Spektrum) und befindet sich im Sternbild Schwan. Zum einen bietet der Nebel H $\alpha$  und [OIII] gleichermaßen an und zum anderen sollte eine schwache Region des Nebels aufgenommen werden, die normalerweise in dem gesamten Nebelkomplex etwas unterrepräsentiert wird: Pickering's Triangular Wisp. Das ist der Mittelteil des Nebels, der erst im Jahr 1904 fotografisch mittels

des 24" Teleskops vom Harvard-Observatorium entdeckt werden konnte. Das Ergebnis zeigt die Abbildung 15, welches ebenfalls eindrucksvoll die H $\alpha$ - und [OIII]-Anteil separiert zeigt und diesen schwachen Bereich in einer Deutlichkeit hervorhebt, die vorher mit einer Farbkamera so nur mit größerer Belichtungszeit möglich war. Auch hier ist natürlich das Zusammenspiel mit dem L-eXtreme-Filter hervorzuheben. Beide

Aufnahmen wurden bereits ohne Dark-Frames gemacht.

**Fazit** Nachdem drei ASI2600MC-Kameras getestet wurden, die aus unterschiedlichen Gründen keine guten Ergebnisse lieferten, war man endlich mit der Lacerta DSP2600c am Ziel angekommen. Der IMX571-Chip ist daher uneingeschränkt zu empfehlen, den es inzwischen auch in der monochromen Version gibt. Dies könnte auch noch einmal spannend werden, wenn monochrome Luminanz-Aufnahmen mit Farbe kombiniert werden. Allerdings kommt die Farbkamera, aufgrund ihrer Empfindlichkeit und dem sehr geringen Rauschen, im Zusammenspiel mit einem Duofilter der Qualität einer Monochromkamera sehr nah. Man hat zudem die Qual der Wahl, wenn man eine Kamera mit IMX571-Chip auswählen möchte, denn fast jeder Hersteller bietet diesen Chip in Farbe/Monochrom inzwischen an. Dabei gibt es leider unterschiedliche Fertigungsqualitäten, die ZWOptical inzwischen hoffentlich wieder in den Griff bekommen hat, denn es gibt auch sehr viele Besitzer einer ASI2600MC, die diese Probleme nicht hatten bzw. sehr zufrieden mit den Bildergebnissen sind. Unabhängig davon ist die Lacerta DSP2600c-Kamera nun seit fast einem Jahr in Betrieb, hat keinerlei Ausfallerscheinungen gehabt und begeistert noch immer mit ihrer Bildqualität. Der lange und steinige Weg zu einer neuen Kamera hat sich damit dann doch letztendlich gelohnt.

#### Literaturhinweise

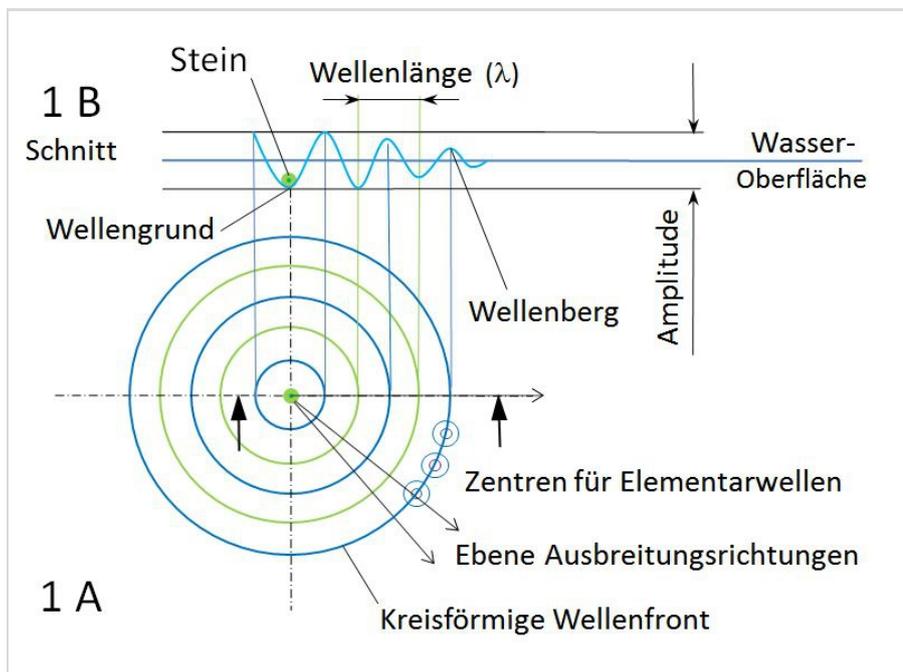
- [1] Webseite Photons to Photos: Photographic Dynamic Range versus ISO settings: <https://www.photonstophotos.net/Charts/PDR.htm>
- [2] Hersteller ZWOptical, siehe die jeweiligen Kameras: <https://astronomy-imaging-camera.com>
- [3] Hersteller ZWOptical: <https://astronomyimagingcamera.com/product/asi2600mm-pro-mono>
- [4] Aufnahme von Oliver Schneider und seiner ASI2600MC, <http://www.balkonsternwarte.de>
- [5] Anbieter der DSP2600c-Kamera: [www.lacerta-optics.com](http://www.lacerta-optics.com)

# GESCHICHTEN VOM TELESCOPIUM LILIENTHAL

## Beitrag 22: Wie das Licht funktioniert - Teil 1

von HELMUT MINKUS, *Lilienthal*

Ob es romantische Sternbildsucher sind, die mit bloßen Augen in den dunklen Himmel blicken oder Besucher mit dem Lilienthaler Spiegelteleskop; ob es Hobby-Astronomen mit ihren Fernrohren sind oder Wissenschaftler mit einem Riesenteleskop, sie alle haben eine Gemeinsamkeit: Sie sehen nicht wirklich Sterne, obwohl das Universum voll davon ist. Das ist kaum zu glauben aber Tatsache, denn nur durch Fernrohre werden echte Bilder der Planeten und von ein paar Asteroiden unseres Sonnensystems gesehen. Die allermeisten anderen Sterne bleiben auch in den größten Fernrohren punktförmig und zu sehen ist nur das Beugungsbild ihres Lichtes. Warum? Weil Licht sich auch wie Wellen verhält.



**Abb. 1:** Kreisförmige Oberflächenwelle (gedämpft) mit unendlich vielen zweidimensionalen Ausbreitungsrichtungen. In jedem Punkt ihrer Wellenfront sind Wellenzentren aus denen abhängig von der Form eines Hindernisses oder Durchbruches, neue Elementarwellen entstehen können.

Abb 1 - 4 vom Autor.

Wenn ein Stein auf eine ruhende Wasseroberfläche geworfen wird entsteht das bekannte Wellenmuster, das sich um den „punktförmigen Auslöser“ dieses Wellenzentrums kreisförmig und konzentrisch ausbreitet (Abb. 1). Da eine Wasseroberfläche waagrecht ist, breiten sich diese Wellen, zwischen zwei Ebenen aus. Die eine liegt etwas höher als die ruhige Wasseroberfläche; bis hier reichen die Wellenberge und etwas tiefer als die Wasseroberfläche liegen die Wellentäler. Es ist eine zweidimensionale Oberflächenwelle. Die sieht so aus wie ein Schnitt durch die konzentrische Welle

auf einer beliebigen Radiuslinie der Zeichenebene von Abb. 1A und ist gezeigt in Abb. 1B. Die Amplitude nimmt mit der Entfernung vom Wellenzentrum immer mehr ab, bis die Wasserfläche wieder glatt ist (Dämpfung). Die Wellenfront kann bei Materiewellen (Wasser, Erde, Feste Körper) auch eine Gerade sein wenn sie von einem flachen Gegenstand erzeugt wird. Dieses und weitere folgende Wellengesetze wurden bereits von Christiaan Huygens (1629-1695) erforscht und gelten auch für das gesamte elektromagnetische Spektrum in dem die Sterne nicht nur sichtbar strahlen.

Einige Eigenschaften und Folgen des Lichtes, nach denen es sich wie Korpuskel (Photonen) verhält, (Teilchen-Charakter) wurden in Hipo 65, Seite 23 beschrieben und werden hier nicht behandelt.

**Lichtwellen** Wie ein Stein der „Auslöser“ eines ebenen Wellenmusters ist, erzeugt ein Stern kugelförmige Elementarwellen, die sich in unendlich viele Richtungen als „Wellenstrahlen“ ins dreidimensionale Universum ausbreiten (Abb. 2). Sie sehen im Schnitt alle so aus wie Abb. 1B. Der einhüllende, geometrische Raum, in dem die Amplituden sich bewegen (schwingen), sind zwei Kugelschalen, statt der Ebenen bei Wasserwellen. Außerdem sind sie nicht gedämpft und schwingen solange der Stern existiert. Seine Lichtwellen schwingen im Unterschied zu Schallwellen (Longitudinalwellen) senkrecht zu ihren Ausbreitungsrichtungen (Transversalwellen). Die Wellenlängen, genannt Lambda ( $\lambda$ ), des sichtbaren Lichtes (Farbspektrum), welche die Wellenzüge annehmen können, liegen zwischen 0,7 und 0,4 Tausendstel Millimeter (mm). Das ist geometrisch kaum noch vorstellbar, doch glücklicherweise verhält sich Licht auch wie Wasserwellen, sodass wenigstens einige grundsätzliche Eigenschaften leichter dargestellt werden können.

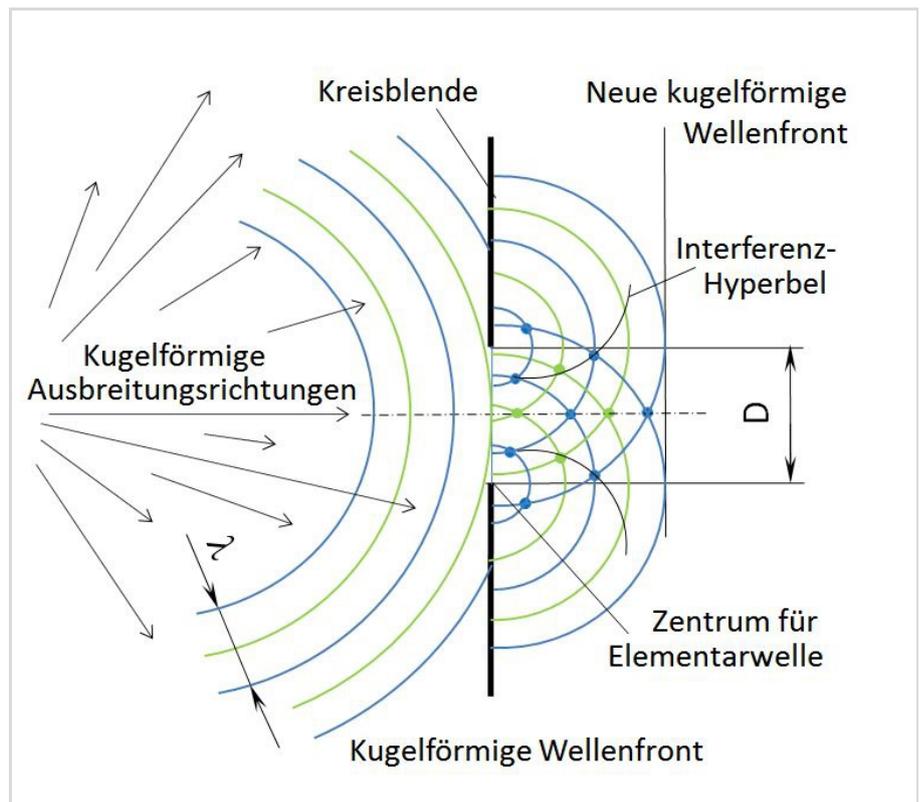
Eine Binsenweisheit lautet: Licht geht nicht um die Ecke. Das ist zwar nicht falsch, richtig aber auch nicht immer, was

jede/r beispielsweise bei einer Sonnenfinsternis selbst beobachten kann. Hier werden Sterne sichtbar, die normalerweise von der Sonne verdeckt sind. Eine Erklärung ist, dass die Sonne mit ihrer großen Masse das Sternenlicht umlenkt, oder es der (dreidimensionale) Raum selbst bewirkt, weil er durch große Massen „verzerrt“ ist, sodass Sternenlichtstrahlen auf gekrümmten (geodätischen) Bahnen laufen.

Einen zweiten, nicht direkt beobachtbaren Effekt der „Licht-Umlenkung“ erleben wir bei jedem Sonnenaufgang oder -untergang. Die Sonne ist morgens schon sichtbar, obwohl sie geometrisch noch unter dem Horizont liegt und der Sonnenuntergang kann immer noch gesehen werden, wenn die Sonne schon komplett unter dem Horizont versunken ist, der „Fata-Morgana-Effekt“.

Eine weitere „unsichtbare“ Tatsache: Die meisten Gestirne sind nicht wirklich dort wo wir sie sehen, also nicht auf einer geraden Blickrichtung (Sichtlinie) zwischen unseren Augen und dem Stern selbst. Am stärksten ist diese Abweichung, wenn ein Objekt in der Nähe des Horizontes etwa in Höhe  $3^\circ$  ( $87^\circ$  Zenitdistanz) beobachtet wird. Dort beträgt die (Strahlen)-Brechung (atmosphärische Refraktion), abhängig von Lufttemperatur und Luftdruck, zwischen 30 und 35 Winkelminuten ( $'$ ), also etwa  $0,5$  Winkelgrad ( $^\circ$ ). Das ist zufällig fast der gleiche Wert, wie der scheinbare Sonnendurchmesser, der zufällig fast gleich dem scheinbaren Monddurchmesser ist. Die Richtung der Refraktion ist so, dass die gerade den Horizont berührende Sonne oder der Mond in Wirklichkeit schon komplett untergegangen ist. Gestirne nahe am Zenit, also solche die steil über dem Beobachtungsort stehen, sind tatsächlich ziemlich genau dort wo sie zu sehen sind.

**Beugung und Interferenz** Die dritte Art der Lichtumlenkung ist zu beobachten, wenn die Front einer Kugelwelle auf

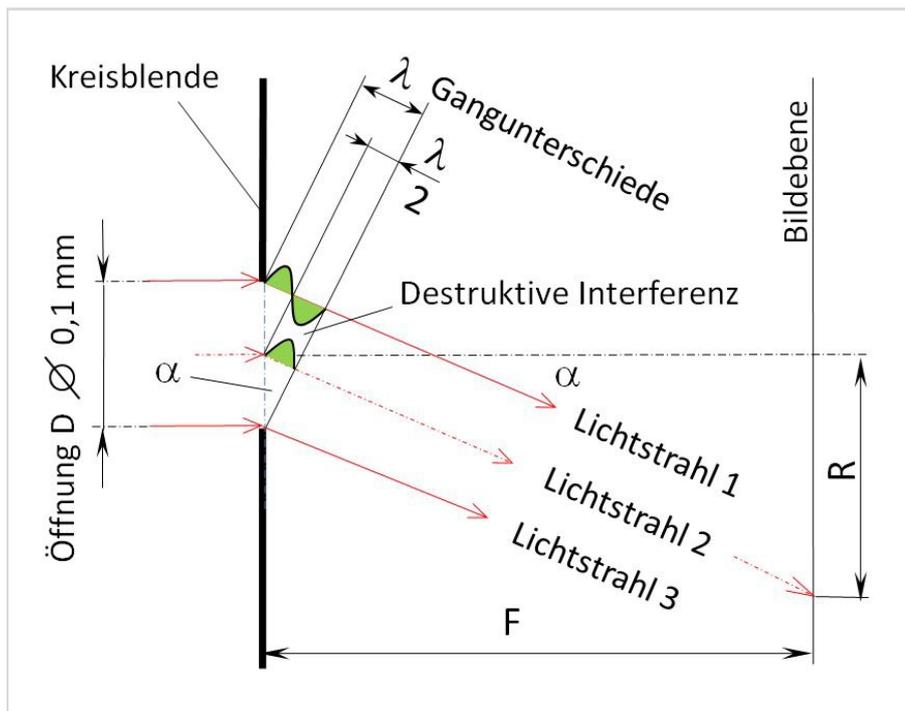


**Abb. 2:** Vergrößerter Schnitt durch eine beliebige Ebene des Blendendurchmessers ( $D$ ), zeigt an den Kanten zwei neue Elementarwellen, die in den Raum hinter der Blende hineinlaufen (Beugung) und miteinander interferieren. Beides geschieht überall an der umlaufenden Kante der Öffnung von, Blende, Objektiv oder Augen-Iris.

ein Hindernis, beispielsweise eine Fernrohröffnung trifft, beschnitten wird und dadurch an den „Kanten“ neue Elementarwellen entstehen (Abb. 2). Diese „werfen ihre Schatten“ in den verdeckten Raum hinter der Blende; überlagern sich, addieren, subtrahieren und löschen sich aus (interferieren miteinander). Sie bilden Minimum- und Maximum-Punkte auf Linien gleicher Gangunterschiede (Phasendifferenzen), die auf Interferenzhyperbeln verlaufen. Das alles ist unabhängig davon, ob die ankommende Wellenfront gerade oder kreisförmig, oder eine dreidimensionale Raumwelle ist; zylinderförmig vom Spalt, kugelförmig vom Stern stammt, oder ob es eine ebene Wasserwelle ist. Viele Elementarwellen bilden wieder eine neue Wellenfront. Wie in Abb. 1 können auch hier beliebige Schnitte durch beliebige Radiuslinien beider Elementarwellen gelegt und beliebig kombiniert werden. An Stellen, wo die Berge (Blaue Punkte) aufein-

andertreffen, werden sie doppelt so hoch. An den Stellen Grün (Grund) werden sie doppelt so tief. Treffen ein Berg und ein Grund gleicher Höhe/Tiefe und gleicher Wellenlänge an der gleichen Stelle (phasengleich) aufeinander, ist das konstruktive/destruktive Interferenz. Die Wellenhöhen (Amplitude) verdoppeln sich oder werden Null. Dieser Fall ist in Abb. 3 skizziert. Alle beliebigen Kombinationen dazwischen entstehen in der Realität. Bei zwei Wasserwellen mit gleicher Wellenlänge vielleicht gerade noch vorstellbar. Bei kugelförmigen Lichtwellen mit sehr vielen verschiedenen Wellenlängen (Farben) und sehr vielen „Kugeln“ ist das schwierig.

Wird ein einfarbiges (monochromatisches) Lichtbündel durch eine Kreisblende mit dem Durchmesser ( $D$ ) von einigen mm an eine weiße Wand (Bildenebene) geworfen (projiziert), so entsteht ein heller Lichtfleck mit dem gleichen Durchmesser ( $D$ ) (Abb. 3). Bei kleiner



**Abb. 3:** Beugung und Interferenz von 3 Strahlen eines kleinen Lichtbündels durch eine kleine Blendenöffnung (D). Die gleiche Geometrie gilt für alle Strahlen einer großen Objektivöffnung (D). Je größer sie wird, desto kleiner werden R und DA des Airy-Scheibchens in Abb. 4, was eine bessere Auflösung bedeutet.

werdendem D wird der Lichtfleck zunächst auch kleiner. Wird D so klein (unter 0,1mm), dass es sich der Größenordnung von Licht-Wellenlängen nähert, vergrößert sich der Lichtfleck erstaunlicherweise wieder, obwohl immer weniger Lichtstrahlen hindurch passen. Deshalb wird der Lichtfleck dunkler und es entstehen Interferenzringe auf der Bildebene, das Beugungsbild der Blende (Abb. 4). Da Beugung und Interferenz nur durch bewegte Wellen entstehen, folgt daraus, dass Licht sich wie Wasser als Welle ausbreitet nur mit viel kleineren Wellenlängen.

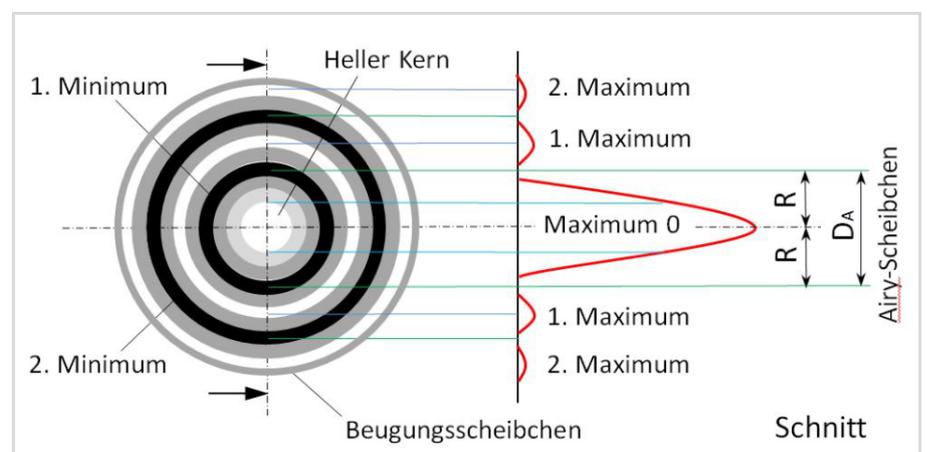
Tritt in Abb. 3 an Stelle der Kreisblende mit der Öffnung 0,1mm eine große Linse oder ein riesiger Teleskopspiegel, so wird aus der Blendenöffnung (D) eine Objektivöffnung (D). Die Bildebene der Lochblende, die Wand, wird zur Brennebene der Objektivoptik. Alle von ihr kommenden Strahlenbündel, erzeugen dann, wie die Lochblende auf der Wand, ein Beugungsbild vom punktförmigen Objekt auf der Brennebene im Abstand (F). Weil keine Optik perfekt ist, entstehen in der

Brennebene des Fernrohr-Objektives beim Beobachten eines sehr weit entfernten, punktförmigen, hellen Objektes (Stern) ein ähnliches Beugungsbild wie das von der Kreisblende in Abb. 4 und von zwei dicht nebeneinander stehenden Sternen in Abb. 5.

**Lineare Auflösung** Das ist der Radius (R) des Airy-Scheibchens, also der Abstand vom hellen Mittelpunkt bis zum ersten dunklen Ring (Minimum) und ist

fast nur vom Öffnungsverhältnis (D/F) abhängig. Aus der Geometrie von Abb. 3 ist direkt zu entnehmen, dass  $\lambda/D=R/L2$  (Lichtstrahl 2) ist. Für L2 kann aber  $1,22F$  eingesetzt werden. Die Formel lautet dann:  $\lambda/D=R/1,22F$ . Umgestellt um R zu berechnen:  $R=1,22\lambda F/D$  oder  $R=1,22\lambda k$  wenn für  $F/D=k$  gewählt wird. Es gilt dann für  $DA=2,44\lambda k$ . Wenn für  $\lambda=550\text{ nm}$  benutzt wird, gibt es die vereinfachte Zahlenwertgleichung (Faustformel):  $DA=1,34F/D$  oder  $DA=1,34k$  direkt in  $\mu\text{m}$ . Für das Lilienthaler Telescopium sind das: 1,34 mal 15,6 sind  $20\ \mu\text{m}$  (0,00002 mm).

Abb. 4 zeigt die Helligkeitsverteilung im Beugungsbild eines leuchtenden Punktes (Stern). Im hellen Kern bis zum ersten schwarzen Beugungsring sind theoretisch 83,8 % des Lichtes enthalten, im ersten hellen Ring (1. Ordnung), dem ersten Maximum 7,2 %, im zweiten Ring dem zweiten Maximum 2,8 %, der Rest in den folgenden Ringen, die aber so schwach sind, dass sie nur in einem sehr guten Objektiv sichtbar werden. Das heißt der helle Kern sollte möglichst klein sein; im Durchmesser (DA) sollte mindesten 80% des Sternenlichtes enthalten sein, wobei DA ebenfalls möglichst klein sein sollte. Er heißt Airy-Durchmesser und sein Radius wurde berechnet vom Physik-Nobelpreisträger Lord Rayleigh (1842-1919) Er hat auch die exakte Theorie von der



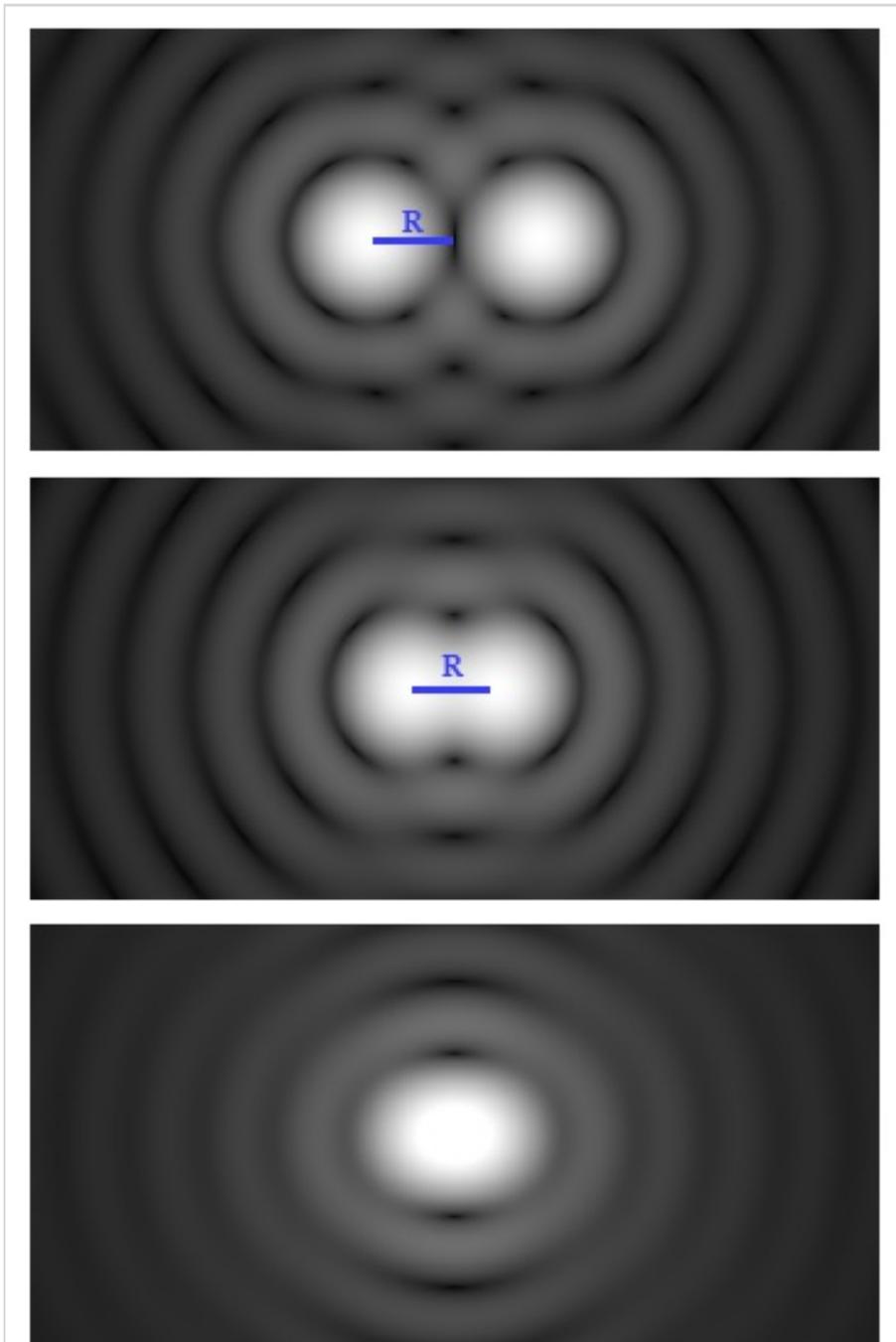
**Abb. 4:** Verteilung des Lichtstromes eines Beugungsbildes, erzeugt von der Kreisblende in Abb. 3 oder einem vom Objektiv abgebildeten Bildpunkt (Stern). R und DA ist lineare Auflösung in  $\mu\text{m}$ .

Beugung des Lichtes mathematisch abgeleitet und gezeigt, warum durch Streuung des Lichtes an den Luftmolekülen der Himmel in tieferen Lagen hellblau ist und in großen Höhen dunkler wird. Weil dort die optisch störende Luftschicht dünner ist, wird der schwarze Weltraum besser sichtbar.

**Winkelauflösung** Das ist der Begrenzungswinkel des Airy-Scheibchens und wird wie der scheinbare Durchmesser von Planeten oder Sternabständen in Winkelgrad ( $^{\circ}$ ), Winkelminuten ( $'$ ) und Winkelsekunden ( $''$ ) angegeben. Der reziproke Wert (Kehrwert) der Winkelauflösung heißt Trennschärfe. Sie ist zusammen mit der linearen Auflösung entscheidend für die Güte seines Objektivs. Was dieses nicht auflösen kann, wird auch durch eine sehr starke Vergrößerung des Okulares nicht mehr sichtbar. Aus Abb. 3 geht nach der allgemeinen trigonometrischen Beziehung, Sinus  $\alpha =$  Gegenkathete zu Hypotenuse direkt hervor:  $\sin \alpha = \lambda/D$ . Sie gilt genau zur Berechnung des Beugungswinkels ( $\alpha$ ) am Spalt. Zur Berechnungen des Beugungswinkels an runden Öffnungen, muss  $\lambda/D$  noch mit dem von Bessel (1784-1846) ermittelten Wert 1,22 multipliziert werden. Es ist dann also:  $\alpha = \arcsin(1,22\lambda/D)$ .

**Lilienthal** Für das Lilienthaler Telescopium-Objektiv sind das:  $\alpha = \arcsin(1,22 \text{ mal } 0,000\,000\,55 \text{ m geteilt durch } 0,508 \text{ m})$ , also  $0,000\,075^{\circ}$  (Winkelgrad). Das mal 3600 sind  $0,27''$  (Winkelsekunden). Wird für  $\lambda$  immer 550 Nanometer (nm) = 0,55 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) = 0,000 55 Millimeter (mm) = 0,000 000 55 Meter (m) gewählt, also die mittlere Wellenlänge (grün) zwischen 700 und 400 nm, so können zur Berechnung von  $\lambda$  verschiedene vereinfachte Faustformeln angewendet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die jeweils angegebenen Längeneinheiten benutzt werden, um den Winkel direkt in Sekunden ( $''$ ) zu erhalten. Beispiele: Für  $\lambda = 138/D$  [in mm] folgt hier:  $\alpha = 138/508 = 0,27''$  oder für  $\alpha = 13/D$  [in cm] folgt:  $\alpha = 13,8/50,8 = 0,27''$ . Für  $\alpha = 120/D$  [in mm] folgt:  $\alpha = 120/508 = 0,24''$ , oder für  $\alpha = 12/D$  [in cm] folgt:  $\alpha = 12/50,8 = 0,24''$ . Die letzten beiden kleineren Winkel bedeuten eine etwas bessere Auflösung. Bei einem Spiegelteleskop von vergleichbarer Größe zu einem Refraktor ist die Auflösung geringer, wegen Lichtverlust durch Beugung am Zentral- oder Umlenkspiegel und seiner Halterung.

Der Hauptspiegel (Primärspiegel) des Lilienthaler Telescopiums hat einen Durchmesser von 508 mm (genau 20 Zoll). In



**Abb. 5:** Zwei sich teilweise überdeckende komplette Beugungsbilder. Beide mit Radius R, auf dem der dunkle Ring des ersten Minimums um das Zentrum herum liegt.

Oben: Beide Durchmesser berühren sich im Minimum und sind komplett sichtbar, also gut getrennt (aufgelöst). Mitte: Minimum-Scheibchen überdecken sich zur Hälfte, was bedeutet, ihr Abstand zueinander ist gleich ihrem Radius (Rayleigh Kriterium) Unten: Objekte sind nicht mehr getrennt aufgelöst. Es sieht so aus als sei es nur ein Stern.

Bild: Gemeinfrei, Wikipedia.

der Literatur wird auch von Objektivdurchmesser, Objektivöffnung, (freier) Öffnung, Apertur oder Eintrittspupille geschrieben. Das ist irreführend, denn das Maß der Tubus-Öffnung muss nicht mit dem des Spiegels übereinstimmen. Auch kann er größer sein als seine optisch wirksame Fläche oder sein effektiver Durchmesser (D). Doch nur dieser muss bei allen Berechnungen zugrunde gelegt werden, egal wie er genannt wird, weil hauptsächlich von D das Auflösungsvermögen abhängig ist. Die Öffnungszahl oder Blendenzahl oder Blende (k) des Spiegelteleskopes beträgt  $\sim F/15,6$  (7900mm/ 508mm) Die Brennweite ist dann rund 7900 mm.  $7925 \text{ mm} / 15,6 = 508\text{mm}$ . Eine rechnerisch maximale Vergrößerung mit einem vorhandenen Okular der Brennweite 10 mm wäre dann 790-fach (7900mm/ 10mm). Das Gesichtsfeld ist dann aber so eng und dunkel und die gleichermaßen vergrößerten optischen Fehler und Beugungen so groß, dass kein brauchbares Bild mehr erkennbar ist. Deshalb ist die stärkste Vergrößerung auf die sogenannte nützliche oder förderliche Vergrößerung begrenzt, die nicht viel größer sein sollte als

die freie Objektivöffnung in mm. Die ist hier gleich dem Hauptspiegeldurchmesser, also 508-fach. In Hipo 67, Seite 37, wurde festgestellt, dass seeingbedingt nur eine Vergrößerung von etwa 400 erreicht werden konnte. Das bedeutet es wurde mit einem Okular der Brennweite 20 mm beobachtet.

Um die Auflösungsfähigkeit des Objektivs optimal zu nutzen sollte mindestens eine Vergrößerung gewählt werden die dem 5-fachen der Objektivöffnung in Zentimeter entspricht. Hier sind das 5 mal  $50,8 = 254$ -fach. Um diese zu erhalten wird Brennweite des Hauptspiegels durch Vergrößerung geteilt. Hier  $7900 \text{ mm} / 254$ . Daraus folgt: Brennweite für das Okular nicht kleiner als 30 mm.

Sternenlicht hat noch viele weitere Eigenschaften aus denen etwas über ihre Sterne selbst gelernt werden kann. Es hat verschiedene Farben, was bereits mit bloßem Auge feststellbar ist. Wie das genauer gemessen und bewertet wird heißt Spektralanalyse und was damit alles herausgefunden wurde und erforscht wird, ist so vielseitig, dass ich es hier nicht mehr beschreiben werde. Doch es gibt bereits Beiträge wie beispielsweise in Hi-

po 45, S. 20, Hipo 46, S. 99 und Hipo 47, S. 16 und 23.

Zur Entspannung am Schluss noch eine kurze, aktuelle Geschichte vom Telescopium. (Abb. 6): Am Freitag, dem 14. Mai fand dort bei schönstem Frühlingswetter wieder mal eine Trauung auf der Besucherplattform statt. Es ist zwar erst die zweite Telescopium-Trauung, seit es die Möglichkeit gibt und eine weitere wurde abgesagt wegen unzumutbarem Wetter. Das gibt es jedoch nicht bei einem angemeldeten Besuchstermin. Wir wünschen den noch ziemlich frisch vermählten: Alles Gute unter den Sternen auf unserem Planeten.



**Abb. 6:** Hochzeitsgesellschaft am Telescopium am 14. 5. 2022.

Foto: G. Willems. Mit freundlicher Genehmigung der gesamten Hochzeitsgesellschaft.

## 45. WÜRZBURGER FRÜHJAHRSTAGUNG DER VdS

### Gut besuchte Veranstaltung trotz Zoom

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Die Würzburger Frühjahrstagung ist das süddeutsche Gegenstück zur Bochumer Herbsttagung (BoHeTa), die jedes Jahr interessante astronomische Vorträge aus den unterschiedlichen Fachgruppen der Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VdS) bietet. Sie fand in diesem Jahr zum 45. Mal statt – leider erneut wieder nur als virtuelle Zoom-Konferenz. Nachdem im letzten Jahr die Tagung über Zoom erfolgreich stattfinden konnte und mehr Teilnehmer begrüßt wurden, als bei den normalen Präsenzveranstaltungen, entschloss sich das Friedrich-Koenig-Gymnasium als Veranstalter aufgrund der Corona-Fallzahlen im März zu diesem Schritt. Der Tagungsleiter war Dr. Dominik Elsässer vom VdS-Vorstand, der zu Beginn die bis zu 100 Teilnehmer begrüßte und die Veranstaltung lebendig moderierte. Die AVL war dieses Jahr ebenfalls wieder mit vertreten und berichtete über den Stand der neuen VdS-Fachgruppe der Remote-Sternwarten, die seit Ende letzten Jahres neu gegründet wurde.



Abb. 1: Wissenschaftlicher Keynote-Vortrag von Dr. Leonard Burtscher.

Den Vortragsbeginn leitete Dr. Leonard Burtscher von der Universität Leiden in den Niederlanden [1] ein, der über das geplante europäische Extremely Large Telescope (ELT) referierte (siehe Abbildung 1). Er stellt sich in seinem Fachgebiet die älteste Frage der Welt, ob wir alleine im Universum sind. Dabei sind inzwischen über 5.000 Exoplaneten gefunden worden, darunter auch erdähnliche. Diese lassen sich allerdings schwer auffinden, da sie sehr klein sind und ihren zentralen Stern so gut wie nicht verdunkeln. Die Verfahren werden allerdings immer besser, so dass dies inzwischen auch möglich geworden ist. Die Exoplaneten werden anschließend auf ihre Spektren untersucht, um herauszufinden, ob Sauerstoff und Wasser vor-

herrschende Elemente sind, um eine zweite Erde zu finden. Eine weitere spannende Fragestellung in diesem Zusammenhang ist, wie Burtscher betonte, wie Sonnensysteme überhaupt erst entstehen.

Das Extremely Large Telescope (ELT) ist ein in Bau befindliches optisches Teleskop, das weltweit das größte seiner Art werden soll. Es wird einen Hauptspiegel von 39 Metern Durchmesser bekommen, der aus 798 sechseckigen Spiegelementen zusammengesetzt sein wird. Das ELT wird dadurch in der Lage sein Schwarze Löcher zu untersuchen und Sterne zu beobachten, die vorher aufgrund ihrer Entfernung bisher nicht sichtbar waren. Einen eindrucksvollen Größenvergleich gegenüber anderen Spiegelteleskopen

bzw. einem Tennis- oder Basketballfeld sieht man in der Abbildung 2. Als Standort wurde der 3.060 Meter hohe Berg Cerro Armazones in der chilenischen Atacamawüste ausgewählt, der sich ca. 130 km südlich der Stadt Antofagasta befindet. Damit ist das ELT nur 20 km von dem Very Large Telescope (VLT) entfernt, wodurch sich die Infrastruktur gemeinsam nutzen lässt. Für die Deckung des gigantischen Energiebedarfs wird parallel eine Solaranlage in der Wüste aufgebaut. Große Strommengen werden dabei speziell am Tage anfallen, da das Teleskop kontinuierlich gekühlt werden muss.

Man wird mit dem ELT Schwarze Löcher in Kugelsternhaufen, wie Omega Centauri, untersuchen, aber auch in anderen Galaxien. Das ELT wird dabei Galaxien in einer Detailschärfe aufnehmen, die das Hubble Space Telescope (HST) noch einmal deutlich übertreffen wird. Man nimmt sich auch vor mit dem ELT dem Universum beim Wachstum zuzuschauen. Durch die Webcam-Seite des ELT ist dies auch beim ELT selbst möglich: es lässt sich der Baufortschritt in einer 360-Grad-Perspektive beobachten [3]. Die ersten drei Instrumente, die für das ELT fertiggestellt werden sind MICADO, HARMONI und METIS. MICADO beinhaltet eine beugungsbegrenzte Kamera für Licht im nahen Infrarot. HARMONI ist ein integraler

Breitband-Feldspektrograf und METIS besitzt eine Kamera und Spektrograf für das mittlere Infrarot [4]. An diesem Projekt arbeitet auch Dr. Leonard Burtscher mit und stellte abschließend das Projektteam vor, das aus über 100 Wissenschaftlern und Ingenieuren aus 10 Ländern und drei Kontinenten besteht.

Im zweiten Vortrag berichtete Prof. Dr. Laura M. Schreiber aus Würzburg über hochauflösende Sonnenfotografie im Kontinuum. Sie nutzte als Amateurastronomin im Jahr 2006 zum ersten Mal das Sonnenteleskop PST von Coronado, welches günstige Beobachtungsmöglichkeiten für Amateure im H-alpha-Spektrum bietet und auch heute noch am Markt ist. Fortan war sie fasziniert von der Sonnenbeobachtung, denn es wurden dadurch Strukturen auf der Oberfläche sichtbar, die im Weißlicht nicht zu erkennen waren. Diese Strukturen können sehr komplex werden, wie Abbildung 3 eindrucksvoll zeigt. Um die Sonnenflecken und -strukturen gut aufnehmen zu können spielt ebenfalls das Seeing eine wichtige Rolle. Wenn die Luftmassenbewegungen das Bild zittern und wabern lassen, kann dies zu schlechter Bildqualität führen. Der Jetstream ist dabei ein großes Problem, aber auch das bodenna-

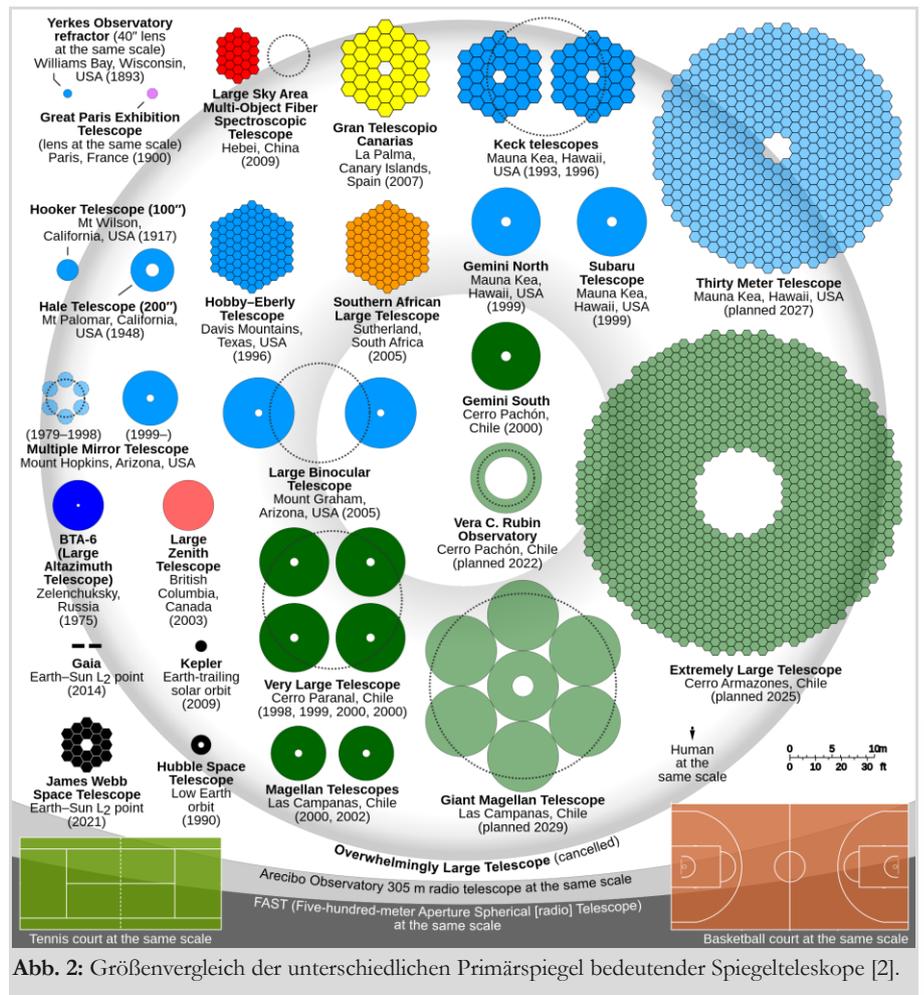


Abb. 2: Größenvergleich der unterschiedlichen Primärspiegel bedeutender Spiegelteleskope [2].

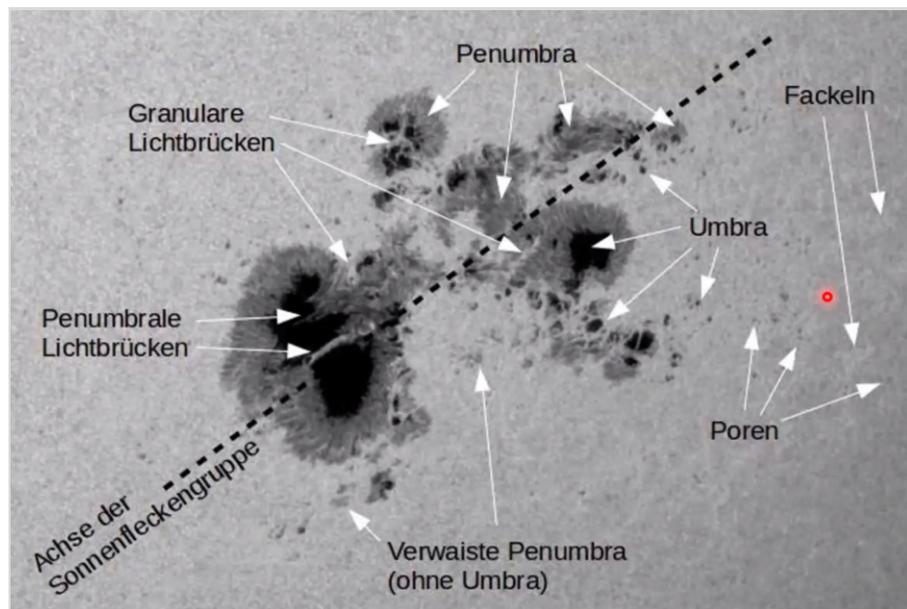
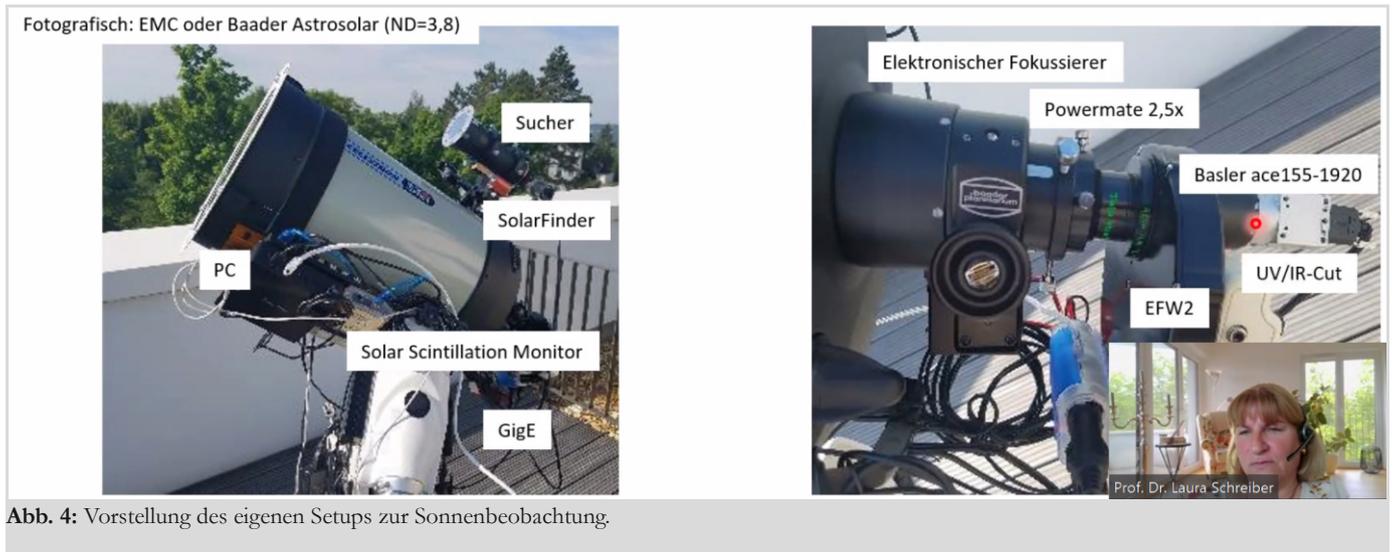


Abb. 3: Schema einer bipolaren Sonnenfleckengruppe [5].

he Seeing sowie das Tubus-Seeing spielen eine wichtige Rolle. Zur Sonnenbeobachtung wird aktuell ein C11-Teleskop von Celestron verwendet, bei dem der Tubus mit einer Reflexions-

folie gegenüber der Sonneneinstrahlung geschützt wurde. Das Teleskop wird vom Wohnzimmer aus angesteuert, um im Halbdunkeln besser beobachten zu können. Der Fokus kann so auch besser getroffen werden, was durch einen elektronischen Fokussierer bewerkstelligt wird. Ein UV-/IR-Filter schützt die Kamera vor Überhitzung und schafft einen besseren Kontrast, da die normalen Astrokameras sehr empfindlich im Infrarotspektrum sind. Die Verwendung von Farbfiltern ist ebenfalls wichtig, da durch die atmosphärische Dispersion das Licht unterschiedlich abgelenkt wird, was zu einem Verschmieren bzw. zur Verschlechterung der Auflösung führt. Des Weiteren muss die Kamera sehr schnell sein, um das Seeing auszugleichen zu können: mehr als 100 Bilder pro Sekunde lassen sich als Richtwert nehmen. Ein Nachteil ist dabei, dass das Datenvolumen dabei schnell pro Beobachtung



auf 1-2 Terabyte anwächst! Beste Erfahrungen wurden mit dem Einsatz von Rotfiltern gemacht. Ab und zu sind aber auch Grünfilter zu empfehlen, auch wenn diese eine größere Unschärfe verursachen. Abschließend wurden die heutigen technischen Möglichkeiten zusammengefasst und gezeigt, dass die Sonnenbeobachtung inzwischen erschwinglich geworden ist. Ein schönes Astronomie-Hobby, welches sich auch tagsüber ausüben lässt.

Anschließend berichtete Michael Schomann von der VdS über Making-of-Kirchheim 360°. Er kennt sich mit Fish-eye- und 360°-Aufnahmen sehr gut aus und berichtete über Kameras, die als Würfel aufgebaut sind, um alle Richtungen gleichermaßen aufnehmen zu können. Die Aufnahmen der Kameras auf dem Würfel müssen dann natürlich wieder zu einem Gesamtmosaik vereint werden. Die dafür notwendige Software wurde auch vorgestellt: PS Lightroom, Autopano [6] und 3DVista [7]. Mit Photoshop Lightroom werden zunächst die Einzelbild verarbeitet. Dies wird anhand eines ersten Bildes exemplarisch vorgenommen, um anschließend diesen Prozess auf alle anderen Bilder automatisiert anzuwenden. Das Programm Autopano ist dann zum Erstellen des Panoramas geeignet. Ein wichtiger Hinweis war, dass die Ausrichtung der Kamera dabei immer

gleich bleiben muss, wenn zu unterschiedlichen Tages- und Nachtzeiten die Panoramen erzeugt werden sollen. Abschließend lässt sich mittels 3DVista sogar ein 3D-Modell errechnen. Auf der Webseite der VdS lässt sich das fertige Endergebnis der 360°-Aufnahme bewundern [8].

Danach wurde es etwas technischer, indem ein 3D-Drucker im Astronomie-Selbstbau von Florian Bleymann vorgestellt wurde. Es handelt sich beim 3D-Druck um ein adaptives Verfahren, da Material im Schichtaufbauverfahren aufgebaut wird. Dafür sind chemische Härtings- und Schmelzprozesse notwendig. Es wurde im Vortrag sehr genau auf die verschiedenen 3D-Druckverfahren eingegangen, die unterschiedliche Vor- und Nachteile besitzen. So kann man

zwischen SLA-, DLP- und FDM-Verfahren unterscheiden. Das SLA-Verfahren (Stereo Lithograph Apparatus) besitzt eine Lichtquelle (Laser), die flüssiges UV-empfindliches Harz in ausgehärteten Kunststoff umwandelt. Das Verfahren beinhaltet eine hohe Auflösung und Genauigkeit, benötigt aber auch längere Druckzeiten und eine notwendige Nachbearbeitung. Außerdem entsteht eine unangenehme Geruchsbildung. Das DLP-Verfahren (Digital Light Processing) ist dem SLA-Verfahren sehr ähnlich. Laser und Spiegel werden durch eine Bildschirm-Belichtungseinheit ersetzt. Das 3D-Modell wird Schicht für Schicht mit Hilfe eines Projektors auf die Oberfläche des flüssigen Kunststoffs projiziert. Das FDM-Verfahren ist wiederum am besten für die astronomische



**Abb. 5:** Aufnahme in Rektangulärprojektion, Format 2:1 (sphärisch) von Michael Schomann.

Anwendung geeignet. Als Ausgangsmaterial kommt ein Kunststoffdraht, aufgewickelt auf einer Spule, zum Einsatz. Der Draht wird auf einen Extruder in das sog. „Hotend“ geschoben, bis aus der Düse Material extrudiert wird. Das Filament (der Draht) wird wieder schichtweise aufgetragen. Das Verfahren ist kostengünstig und einfach in der Handhabung. Allerdings entstehen keine glatten Oberflächen durch den schichtweisen Aufbau, so dass eine Nachbearbeitung notwendig wird. Als Praxistipp wurde mitgegeben, dass man erst einmal mit einfachen Bauteilen und unkompliziertem Material wie Poly-Lactic Acid (PLA) zum Üben anfangen sollte. Die Parameter sollten nur in kleinen Schritten und einmal pro Testdruck verändert werden. Abschließend wurde eine Live-Demonstration eines 3D-Drucks gezeigt, wie auch die Abbildung 6 erkennen lässt.

Ein spannendes Thema für die Astronomie, um sich Adapter oder ganze Teleskope selbst ohne Drehbank anzufertigen.

Im Anschluss berichtete Siegfried Hold von der Nova Cas 2021. Dabei handelte es sich um eine Supernova, die sich relativ lange beobachten ließ. Sie wurde am 18. März 2021 von dem Japaner Yuji Nakamura im Sternbild der Cassiopeia zwi-

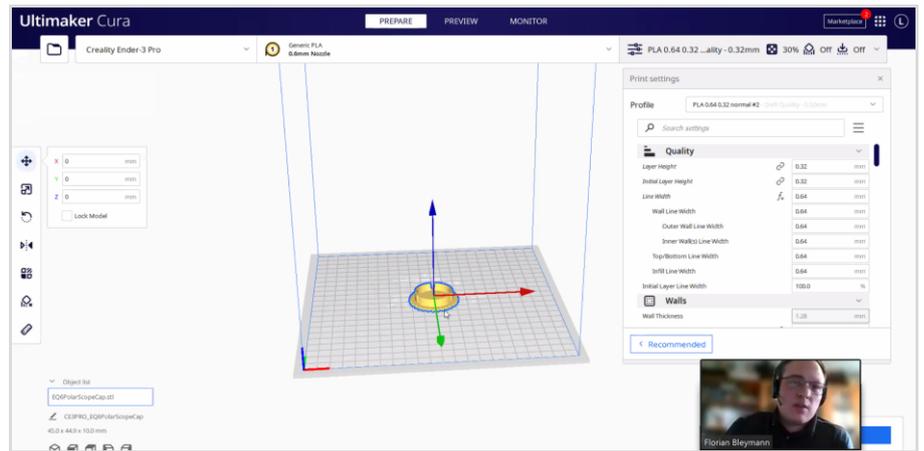


Abb. 6: Vorführung eines 3D-Drucks anhand des Drucks eines Astronomie-Adapters.

schen Messier 52 und dem Bubble Nebula (NGC 7635) entdeckt. Das Besondere an der Nova Cas 2021 war dabei der langsame Helligkeitsanstieg, der bis 15,6 mag erfolgte (siehe Abbildung 7). Die Supernova wurde durch Spektrografie-Messungen untersucht, wodurch Natrium in der Hülle nachgewiesen werden konnte. Aber auch Wasserstoff und Helium waren vorhanden, wobei sich das Spektrum durch den Supernova-Ausbruch stetig veränderte. Denn zu einem späteren Zeitpunkt konnten auch viele Metalllinien erkannt werden, während Helium stark zurückging. Das p-Cygni-Profil der Abbildung 7 ist ebenfalls ein Hinweis darauf, dass Gaswolken mit hoher Geschwindigkeit abgestoßen wurden.

Durch die lange Beobachtungszeit dieser Supernova sind noch viele Daten auszuwerten, so dass noch weitere Analysen folgen werden.

Danach berichtete Michael Jäger von dem letzten interessanten Kometen Leonard, der nach Neowise die Himmelsbühne im letzten Jahr betrat. Der Komet wurde am 03. Januar 2021 von Gregory Leonard am Mount Lemmon Observatory in Arizona entdeckt. Damals war er noch fünf Astronomische Einheiten (AE) von der Sonne entfernt und niemand konnte zu diesem Zeitpunkt ahnen, wie er sich entwickeln würde. Aufgrund seiner geringen Größe konnte man auch nicht davon ausgehen, dass er sich in die Reihe der letzten großen vier Kometen einreihen würde, die in Abbildung 8 gezeigt werden. Im Gegenteil, man nahm eher an, dass er die Sonnenpassage nicht überleben wird. Auch stagnierte die Helligkeit anfangs zu stark. Aber Kometen sind nun einmal unberechenbar und so entwickelte sich Leonard doch noch zu einem interessanten Objekt. Es konnte anfangs ein erster Schweif erkannt werden, der erst einmal strukturlos war und wenig Staub enthielt. Im Dezember kam er dann in Erdnähe und die Helligkeit des Kometen zog an. Leider wurde er zu diesem Zeitpunkt für die Nordhalbkugel schlecht beobachtbar, weshalb von Michael Jäger auf eine Remote-Sternwarte der Astrofarm Hakos in Namibia aus-

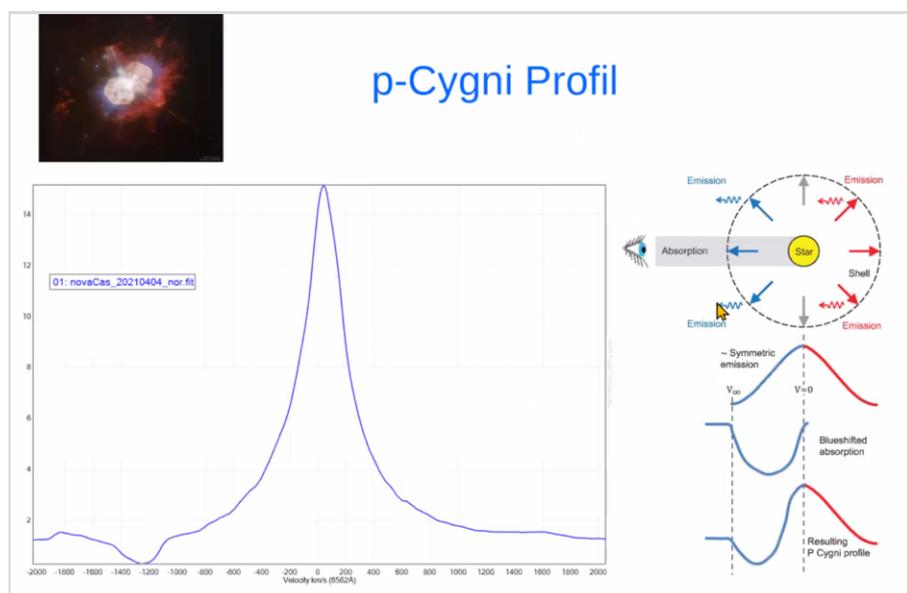


Abb. 7: Helligkeitsanstieg der Nova Cas 2021.



Abb. 8: Die letzten großen vier Kometen aus Sicht von Michael Jäger.

wich. Das war seine erste Erfahrung mit einer solchen Möglichkeit und er war begeistert. Denn er konnte sie zwei Wochen lang jeden Abend nutzen, weil das Wetter dort stabil blieb. So ließ sich ein neuer Ausbruch am 23. Dezember beobachten und die starke Schweifveränderung konnte nahtlos dokumentiert werden (siehe Abbildung 9).

Aus den vielen Bildern wurden zusätzlich täglich Animationen erstellt, die eindrucksvoll die Veränderungen zeigten. Der VdS-Fachgruppenleiter Dr. Uwe Pilz der Fachgruppe Kometen untersuchte die Aufnahmen und stellte fest, dass die

Geschwindigkeit des Staubs 25 m/s betrug und innerhalb von zwei Tagen auf 70 m/s anstieg, um dann wieder nach sechs Tagen auf 27 m/s zu fallen. Der Staub, welcher sich in den Schweif mischte, wurde durch den Sonnenwind beschleunigt und nicht abgebremst. Er erreichte nach fünf Tagen eine Geschwindigkeit von 2-3 km/s, was deutlich unterhalb der Geschwindigkeit des Gasstroms war, der denselben Weg nahm. Inzwischen hat sich der Komet aufgelöst. Abschließend berichtete Prof. Dr. Kai-Oliver Detken von der neu gegründeten VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten

und der Faszination des Südsternhimmels. Die Gründe auf eine Remote-Sternwarte auszuweichen sind dabei unterschiedlich. Sei es, um einen Kometen auf der Südhalbkugel weiter beobachten zu können, wie im Fall von Michael Jäger, oder der Lichtverschmutzung im eigenen Garten zu entgehen. Dabei lockt der Südsternhimmel zusätzlich mit einer Vielzahl von Himmelsobjekten, die von der Nordhalbkugel aus nicht beobachtbar sind. In der Fachgruppe Remote-Sternwarten sollen mehrere Projekte realisiert werden, die den Remote-Betrieb von Teleskopen ermöglichen, an Stand-



Abb. 9: Entwicklung des Schweifs von Leonard auf der Südhalbkugel.

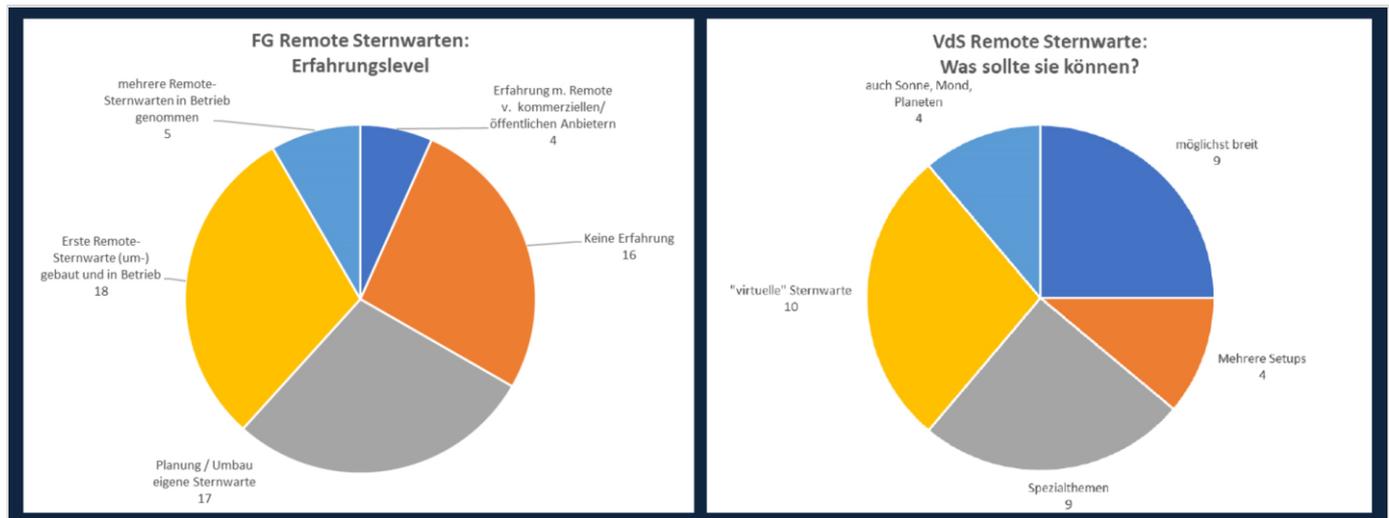


Abb. 10: Umfrage unter den Teilnehmern der VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten.

orten, die nicht oder nur wenig von der Lichtverschmutzung betroffen sind. Dafür wurden die vier Untergruppen Infrastruktur, Equipment, Software und Betrieb gebildet, um daraus Realisierungsmöglichkeiten ableiten zu können. Die Gruppe enthält aktuell 70 Mitglieder und lebt von ihrer Schwarmintelligenz, da jeder unterschiedliches Wissen beisteuern kann. Auch hat jeder Teilnehmer ein unterschiedliches Erfahrungslevel und andere Ideen, was man beobachten sollte, wie eine Umfrage innerhalb der Gruppe zeigte (siehe Abbildung 10). Eine Herausforderung wird es daher sein, die verschiedenen Interessen aufeinander abzustimmen, weshalb auch mehrere Projekte geplant sind. Um zügig starten

zu können, soll nun ein erstes Projekt auf der Astrofarm Hakos in Namibia bis nächstes Jahr umgesetzt werden. Dort ist die notwendige Infrastruktur und das entsprechend gute Seeing vorhanden. Auch die Betreuung vor Ort kann sichergestellt werden. Weitere Projekte sind in der mittelfristigen und langfristigen Planung. Abschließend wurde dann noch über die eigene Erfahrung der Nutzung einer Remote-Sternwarte mit Telescope Live [11] berichtet sowie erste Bilderergebnisse präsentiert.

Die 45. Würzburger Frühjahrstagung war wieder gespickt mit interessanten Vorträgen, die die gesamte Bandbreite des Astronomie-Hobbys verdeutlichten. Dr. Dominik Elsässer vom VdS-Vorstand

moderierte lebendig durch die Vortragsreihen und vergaß auch nicht virtuelle Kaffeepausen anzuordnen. So konnte die Tagung gegen 17:30 Uhr erfolgreich beendet werden. Trotzdem ließen sich die Teilnehmerzahlen des Vorjahres nicht annähernd erreichen. Wahrscheinlich ist eine gewisse Müdigkeit bei virtuellen Veranstaltungen eingetreten. Bleibt daher zu hoffen, dass in Zukunft wieder eine Präsenzveranstaltung möglich wird, um sich u.a. in den Pausen direkt miteinander austauschen zu können.

#### Literaturhinweise

- [1] Homepage der Universität Leiden: <https://www.universiteitleiden.nl>
- [2] Wikipedia-Artikel Extremely Large Telescope: das Bild ist gemeinfrei
- [3] Webcam-Webseite des ELT: <https://elt.eso.org/about/webcams/>
- [4] ELT-Instrument METIS: <https://metis-app.strw.leidenuniv.nl>
- [5] VdS-Fachgruppe Sonne: <https://vds-sonne.de/de/Einsteiger.php>
- [6] Auotpano-Webseite: <https://autopano.de.softonic.com>
- [7] 3DVista-Webseite: <https://www.3dvista.com/de/>
- [8] <https://sternfreunde.de/astronomie-als-hobby/astronomie-in-360-Grad/kirchheim-360/>
- [9] Webseite der VdS-Fachgruppe Kometen: <http://fg-kometen.vdsastro.de>
- [10] Webseite der VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten: <https://remotesternwarten.sternfreunde.de>
- [11] Webseite des Remote-Sternwarten-Anbieters Telescope Live: <https://telescope.live>

# ATT 2022 IN ESSEN

## Europas größte Astronomie-Börse war wieder live

von JÜRGEN ADAMCZAK, *Schwanenwede*

Nach mehr als zwei Jahren gab es sie wieder – die ATT Messe [1] am Stoppenberg-Gymnasium in Essen – Europas größte Astronomieborse (siehe Abbildung 1). Ich war zuletzt 2018 auf der ATT, somit wurde es mal wieder Zeit, sich einen Überblick zu verschaffen. Ernst-Jürgen Stracke, Heiko Wollens und ich machten uns am frühen Morgen des 07. Mai 2022 auf den Weg. Krankheitsbedingt musste Jürgen Ruddek leider kurzfristig absagen. Wir hätten ihn auch gerne dabei gehabt.

AVL unterwegs



Abb. 1: Ernst-Jürgen Stracke vor dem ATT-Plakat mit Corona-konformer Ausrüstung. Alle Abb. vom Autor.

Ohne große Staus und mit einer kleinen Pause erreichten wir ohne Probleme den Veranstaltungsort gegen 10:30 Uhr (siehe Abbildung 2). Voller Erwartungen, nach dieser langen Coronapause, stürzten wir uns in die Räume. Leider waren nicht so viele Veranstalter vor Ort, wie erwartet (siehe Abbildung 6). Aber das war sicherlich der aktuellen Situation geschuldet. Einige Veranstalter blieben, vermutlich wegen der noch bestehenden Corona-Auflagen bzw. der hohen Inzidenzwerte,

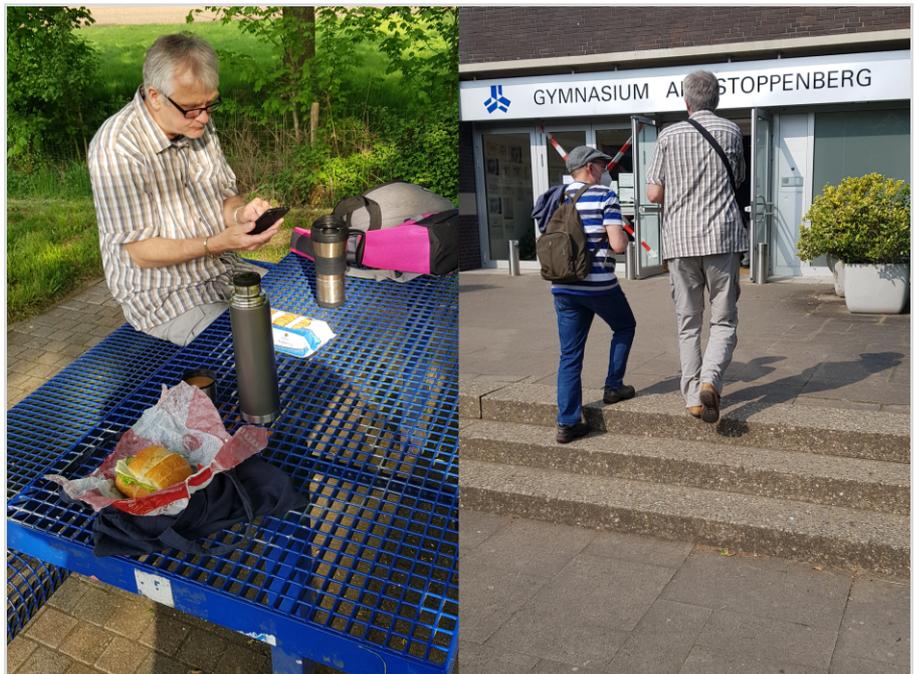


Abb. 2: Kaffeepause auf der Hinfahrt und Eingang zur ATT in Essen im Stoppenberg-Gymnasium.



Abb. 3: Privatstände auf der ATT von Amateurastronomen.

daher zu Hause.

Trotzdem nahmen wir uns Zeit alles genau unter die Lupe zu nehmen. Am Stand von Ganymedes [2] und der Teleskop-Service Ransburg GmbH [3] blie-

ben wir eine ganze Weile. Bei astronomie.de [4] deckte ich mich mit den letzten Ausgaben ein, da diese Fachzeitschrift bei mir schlecht zu bekommen ist. Einige aufgebaute Sonnentelkope

haben wir uns genauer angesehen und ausprobiert. Der Himmel spielte mit und ließ uns ein paar Protuberanzen erkennen.

Ein Vereinsmitglied hat sich dann auch noch zu einem Fernglaskauf entschlossen: Am Stand von INTERCON [5] hatte er sich in das Minox X-lite 10x42 verliebt. Zwischendurch trafen wir dann auf Volker Kunz, der separat angereist war. Er war das erste Mal auf der ATT und musste sich erst einmal orientieren. Dazu ging ich mit ihm die Räumlichkeiten in umgekehrter Reihenfolge noch einmal ab. Bei den gebrauchten Teleskopen und Zubehör fand Volker keine interessanten Objekte (siehe Abbildung 3). Ich freute mich, als ich auf Kai von Schaurath vom ATHOS Centro Astronómico [6] traf. Er berichtete von den Auswirkungen, die der Vulkanausbruch auf La Palma für die Bewohner der Insel hatte. Erst eine Woche zuvor hatte die letzte Inselbewohnerin, die ihre Heimstatt verloren hatte, den Zufluchts-

ort bei Kai wieder verlassen. Der Teil der Insel, auf dem das Gelände ATHOS Centro Astronómico liegt, war glücklicherweise nicht betroffen. Aber natürlich war es auch für ihn keine schöne Zeit. Jetzt hat er einen neuen Katalog erstellt, den er auf der Messe präsentierte und der auf seiner Seite [6] heruntergeladen werden kann. Ich musste doch gleich wieder an unseren tollen Aufenthalt im September 2018 denken!

Zum Abschluss, auf dem Weg zum Ausgang, kamen wir am Stand der Droidbuilder Germany [7] vorbei und wurden dann noch von dem Roboter C2B5 verabschiedet (siehe Abbildung 4).

Gegen 16:00 Uhr verließen wir die ATT und machten uns auf den Heimweg. Eine schöne Abwechslung vom Corona-Alltag ging zu Ende. Alles in allem empfand ich die Messe als nicht so ansprechend wie beim letzten Mal und überdenke einen nächsten Besuch in 2023.

#### Literaturhinweise

- [1] ATT Messe: <https://www.att-essen.de>
- [2] Ganymedes: <https://www.ganymedes.nl>
- [3] Teleskop-Service Ransburg GmbH: <https://www.teleskop-express.de>
- [4] Astronomie - Das Magazin: <https://www.astronomie-magazin.com>
- [5] Intercon GmbH: <https://www.intercon-spacotec.de>
- [6] ATHOS Centro Astronómico: <http://www.athos.org>
- [7] Droidbuilder Germany: <https://www.droidbuildersgermany.de>



Abb. 4: Stand der Droidbuilder Germany mit R2D2-Robotern.



Abb. 5: Ernst-Jürgen auf Schnäppchenjagd.



Abb. 6: Große Messhalle auf der ATT mit deutlich weniger Ausstellern.



Abb. 7: Mini-Stand von Teleskop-Service, mit einer Montierung und zwei Teleskopen.



Abb. 8: Noch ein Ausstellungsstück aus dem Star-Wars-Universum.