ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

AUS DEM INHALT

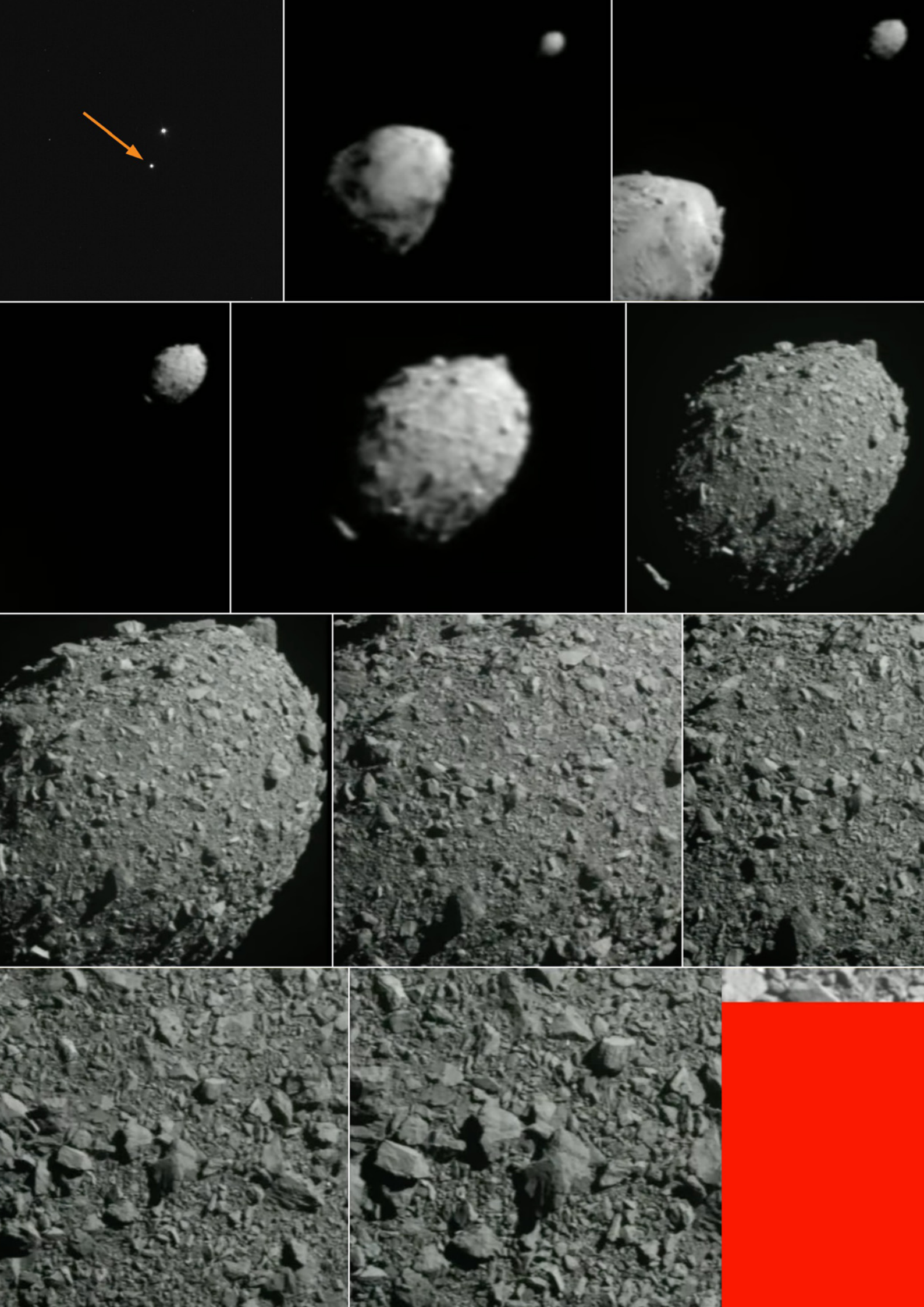
DART-Mission

Hazy Pearl Nebel

Start in die Astrofotografie

35. Jahrgang – 3/2022

5.- Euro



Inhalt

Think BIG 4
Lustiges Silbenrätsel 6
Die habitable Zone und superhabitable Planeten 7
Umweltpreis für die Gruppe Dark Sky der Sternfreunde Münster e. V. 10
Start in die Astrofotografie 12
Prof. Maarten Schmidt 17
Der Hazy Pearl Nebel – ein neuer PN-Kandidat im Sternbild Schwan 18
Entdeckung eines einzigartigen IPs 22
Sternfreunde intern 24
Pro und Contra 24
Bildbeschreibung zur Umschlagseite 3 25
Das Projekt DART 26
Don‘t Look Up – Filmrezension 32
Wir hatten Glück: SoFi 2022 33
Was? Wann? Wo? 34

Für namentlich gekennzeichnete Artikel sind die Autoren verantwortlich.

Impressum

Herausgeber: Sternfreunde Münster e. V.

Sentruper Straße 285, 48161 Münster

Redaktion: Andreas Bügler (V.i.S.d.P.), Peter Maasewerd, Reinhard Mawick,

Stephan Plaßmann, Ewald Segna, Hermann Soester, Christiane Wermert

Kontakt: Sternfreunde Münster e.V. Sentruper Str. 285, 48161 Münster

Auflage: 160/ Dezember 2022

Titelbild: Hazy Pearl Nebel © Peter Maasewerd

2. Umschlagseite: Fotocollage: DART-Annäherung an Dimorphos „NASA Live DART Cam“
Foto links oben: Asteroidenpaar Didymos / Dimorphes nur als ein Lichtpunkt vom VLT aufgenommen © NASA / ESA

3. Umschlagseite: M 281 „Pacman Nebel“– © Johannes Holtrup

Think BIG

Explore Scientific Ultra Light 20“ Dobson 500mm f/3.6 GENERATION II
Peter Noch

Wie so oft im Leben stellt man sich die Frage, was man wirklich braucht oder was man doch gerne hätte. In der Hobby-Astronomie dreht sich hierbei vieles um die Frage, welches Teleskop es denn sein soll oder was als ultimatives Gerät gilt, mit dem man für die nächsten Jahrzehnte endgültig ausgesorgt hat.
Im Laufe der Jahre stellen wohl die meisten fest, dass es mit nur einem Fernrohr nicht getan ist und es für verschiedene Bereiche spezialisierte Instrumente gibt, die sich letztlich ergänzen und so langfristig die Freude am Beobachten erhalten, was sicher das Wichtigste ist.

Die alte, aber immer aktuelle Feststellung „jedes Fernrohr hat seinen Himmel“ bestätigt sich immer wieder. Nach jahrelangen Beobachtungen mit zwei schönen Refraktoren (80 und 130 mm) kam bei mir der Wunsch nach mehr Öffnung auf: Es musste ein Dobson her - zumal ich immerhin John Dobson auf der Astro-Messe in Villingen-Schwenningen 2004 noch persönlich erleben konnte. Zum Austesten fiel meine Wahl zunächst auf ein 12 Zoll-Gerät in Holzbauweise von der Fa. Geoptik in Verona. Meine Erwartungen wurden voll erfüllt; der Zugewinn im Deep-Sky-Bereich war schon beachtlich, und ich kam mit der Dobson-Technik des Aufsuchens und manuellen Nachführens gut zurecht: Das unmittelbare und pure Beobachten ohne weitere Technik hat seinen besonderen Reiz, dazu viel Öffnung und trotzdem relativ kurze Brennweiten mit großen Gesichtsfeldern. Was will man mehr?
Nach einiger Zeit kam jedoch auch mir (wie bei vielen Gleichgesinnten) der Gedanke auf: „Da geht noch ´was..!“ Auch nach Recherchen in einschlägigen Foren wurde mir klar, dass der Sprung von 12 auf 16 Zoll wohl nicht der große Durchbruch wäre. Mitten in diese Überlegungen sagte meine Frau unvermittelt: „Dann nimm doch einen 20 Zöller!“ Das war doch eine klare Ansage!
Beim ATT 2019 in Essen konnte ich den 20 Zöller von Explore Scientific in Augenschein nehmen und war sogleich von der mechanischen Qualität angetan. Außerdem war auf einem großen Bildschirm ein Video zum Bau dieser Teleskope in einer Manufaktur in Ungarn zu sehen, das mich bezüglich der Präzision der Fertigung bis hin zur Pulverbeschichtung sehr überzeugte (zu finden unter Youtube). Eine Besonderheit dieses Teleskops ist sein großes Öffnungsverhältnis von 1:3,6, sodass es von den Abmessungen noch vergleichsweise kompakt ist und somit bei einer Brennweite von 1,80 m große Gesichtsfelder erzielt werden.
Nach längeren Gesprächen mit Dobson-erfahrenen Sternfreunden (nicht zuletzt mit Christian Overhaus von den Sternfreunden Borken, der das Gerät zu Testzwecken zu Hause und beim Teleskoptreffen im Harz begutachten durfte und der ein sehr positives Resümee zog), war die Entscheidung zum Kauf gefallen.
Um 10.00 Uhr vormittags kamen drei Pakete mit einem Gesamtgewicht von 92 kg per Spedition bei uns an. Der Fahrer sagte zu, diese in den Flur zu bringen; kurzerhand kippte er die Pakete von der Euro-Palette kopfüber ab, um sie anschließend noch einmal zu kippen!, sodass sie nun wieder richtig herum standen – nach dem Hinweis auf die empfindliche Ware wurde ihm wohl klar, was er da getan hatte! Es spricht für die sehr gute Verpackung, dass nichts Schaden genommen hat…

Der erste Aufbau ging schnell vonstatten, und die von Hand geschweißte Aluminium-Spiegelbox mit dem 20 kg schweren Spiegel machte einen soliden Eindruck, wie auch das Gesamtkonzept des Gerätes bis hin zur Lackierung. Sehr gelungen ist die kardanisch ausgeführte Fangspiegelhalterung, die mit nur zwei Schrauben um zwei Achsen feinfühlig justiert werden kann, - eine justierstabile Konstruktion für einen 5-Zoll Fangspiegel bei einem Öffnungsverhältnis von 1:3,6 zu entwerfen, ist sicherlich keine einfache Sache, aber hier sehr gut gelungen. Auch sind die Anforderungen an die Stabilität der Spiegelbox und der Stangenkonstruktion sehr hoch, um eine exakte Justage zu ermöglichen und zu erhalten. Hier flossen offensichtlich Erfahrungen aus einem Vorserienmodell ein, die im Serienmodell in Änderungen umgesetzt wurden (daher die Bezeichnung Generation II). Im Text der Gerätebeschreibung steht: **„***Zu guter Letzt noch ein besonderer Gimmick: Der optische Tubus inkl. Spiegelzelle ist mechanisch auch für den Betrieb auf einer schweren Equatorial-Montierung ausgelegt!“* Auch wenn dies in der Tat kaum vorkommen dürfte, halte ich es für glaubhaft. Die acht Gitterrohrstangen sind paarweise verbunden und werden am Hut verschraubt, was etwas aufwändiger ist als bei der Verwendung von Kugelköpfen, die nur geklemmt werden, dadurch aber auch zur Stabilität beitragen.

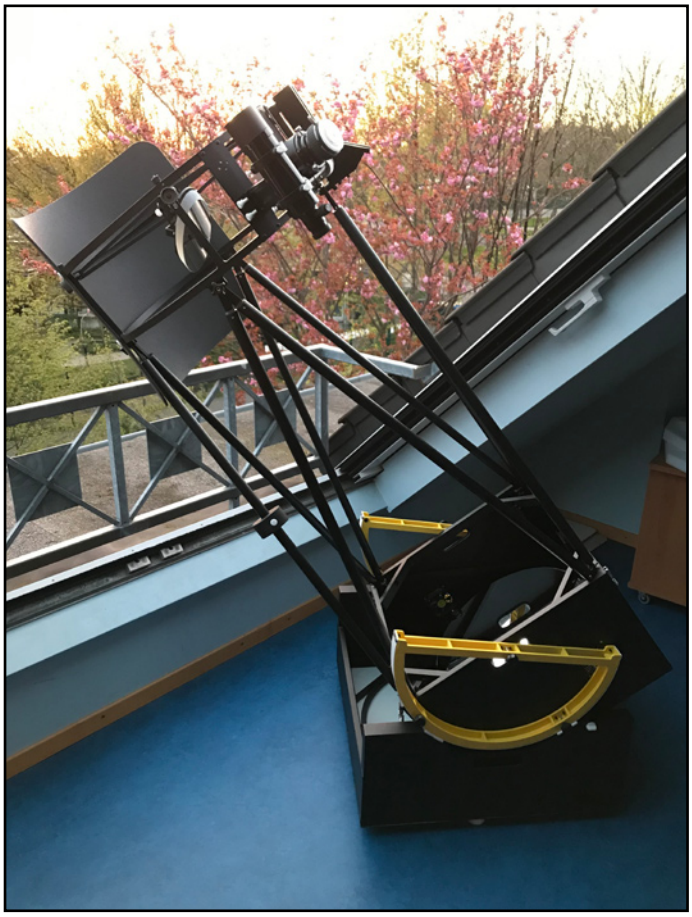
Die Hauptspiegeljustierung funktioniert ebenfalls mit zwei Schrauben mittels „Fernbedienung“ durch einen Inbusschlüssel, der an einer Metallstange befestigt ist, welche von oben und

neben dem Hauptspiegel angesetzt wird – dieses System ist ein Unikat, hat sich aber seit Jahren bei den kleineren ES-Dobsons bewährt und erlaubt die Justierung unter Sicht.
Erwähnenswert ist weiter die Ausführung des Haupt- und Fangspiegels aus Quarzglas, was in etwa der Wärme-Ausdehnung von Zerodur (Glaskeramik) entspricht. Quarzglas enthält keine Beimengungen von Natriumcarbonat oder Calciumoxid, d. h. besteht aus reinem Siliziumdioxid (SiO2), was eine hohe Temperaturbeständigkeit und eine niedrige thermische Ausdehnung zur Folge hat.

Für mich war von Anfang an klar, dass ich das Teleskop stationär im 2. Obergeschoss unseres Hauses betreiben würde – ein Transport über 2 Etagen mit einem Gesamtgewicht von 53 kg ist mehr als grenzwertig und daher nicht geplant. Zu zweit wäre es zwar möglich, zumal vom Hersteller als transportabel beschrieben, doch stößt die Bezeichnung „ultralight“ allein schon durch den Spiegelkasten als schwerstes Teil mit 35 kg an ihre Grenzen.
Bei längerem Nichtgebrauch lassen sich das Oberteil und die Alu-Stangen einfach demontieren und der Spiegelkasten mit einer Aluminiumplatte verschließen, sodass nur ein großer Würfel (mit Rocker- und Spiegelbox) verbleibt, der wesentlich weniger Platz einnimmt. Nach dem Zusammenbau ist kaum eine Nachjustierung notwendig, was mit dem Hotech Justierlaser und der Zwei-Schrauben-Mechanik sogar Spaß macht – ein Ergebnis der soliden Konstruktion und Ausführung in Anbetracht von f/3,6.
Zum Bewegen ans große Dachfenster benutze ich 4 kleine Untersetzer mit jeweils 4 Rollen, die an den Ecken der Rockerbox mit einem Metallhebel untergeschoben werden und somit ein leichtes Rollen des kompletten Teleskops ermöglichen. Die Auskühlung des Dachgeschosses mit Querlüftung gelingt, je nach Außentemperatur, in ca. einer Stunde bis zu einer Differenz von ca. 2 Grad (innen-außen), was ausreichend ist, um lokale Seeing-Probleme zu vermeiden.
Gespannt wartete ich natürlich auf das First Light, was am 23. April 2021 bei klarem Himmel und Mondschein gelang. Hier konnte ich mich von der mechanischen Stabilität überzeugen: Da wackelte nichts, das Bild des Mondes mit Krater Gassendi stand zitterfrei und ließ sich ruckfrei nachführen. Alternative Ausführungen als Leichtbau-Dobsons hatten mich in der Vergangenheit diesbezüglich auch nicht wirklich überzeugt. Hier gab es nichts zu beanstanden, was sich bei den darauffolgenden Einsätzen immer bestätigte.

Wie ist die optische Qualität zu beurteilen?
Wie auch beim Geoptik 12 Zöller ist hier ein GSO-Spiegel (Taiwan) mit konventioneller Dicke verbaut, was auf eine gute Qualität schließen ließ. Kurz zusammengefasst: Ich wurde nicht enttäuscht. Bei ausgekühlter Optik sehe ich die Sterne als feine Punkte, die absolut zufriedenstellen. Die nadelpunktförmigen Abbildungen eines Apo-Refraktors wird man hier nicht erwarten können (dafür hat man dann noch einen Refraktor!), sind aber auch nicht das Ziel – hier geht es um Lichtsammelvermögen und Auflösung im Deep-Sky-Bereich – und das bekommt man reichlich.
Selbstverständlich muss man wissen, dass mit zunehmender Öffnung die Auskühlzeit und die Seeing-Anfälligkeit steigen, aber wenn alles passt, wird man mit vielen Eindrücken belohnt, die eben nur mit viel Öffnung erreichbar sind. Es gibt viele Diskussionen darüber, wie sinnvoll es ist, größere Spiegel einzusetzen, v.a. bei nicht optimalen Bedingungen wie z.B. Standorte in Stadtrandlagen, was auch für mich zutrifft. Die langjährige Erfahrung zeigt, dass es Abende gibt, an denen man mit einem kleinen Refraktor bei Planetenbeobachtungen mehr Details sieht und eine schärfere Abbildung hat als mit einem größeren Spiegelteleskop – dies ist der Luftunruhe geschuldet. Wie sich hier der große Dobson schlägt, kann ich in Ermangelung von Planetensichtbarkeiten noch nicht sagen, war aber auch nicht das Ziel der Anschaffung. Fest steht aber, dass Öffnung im Deep-Sky Bereich immer ein Gewinn ist, auch bei mäßig dunklem Himmel, von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen. Dies bestätigte sich immer wieder im Laufe des letzten Jahres beim Vergleich mit den kleineren Fernrohren.
Die Domäne des Teleskops unter einem Stadtrandhimmel ist eindeutig die Kategorie Kugelsternhaufen – ich kann für mich feststellen, dass sich alleine für diese Objekte die Anschaffung eines großen Spiegels lohnt: die Zunahme der Grenzgröße und der Auflösung ist hier am deutlichsten sichtbar – M 13, M 92, M 5, M 6 etc. profitieren alle von zusätzlicher Öffnung, auch noch einmal gegenüber dem 12 Zöller. Hier hat man nahezu den Anblick, den man von Fotografien aus Bildbänden kennt (spektakulär!), eine Auflösung bis ins Zentrum und einen dunklen Himmelshintergrund durch die hohe Vergrößerung von ca. 200fach. Der direkte Vergleich zum 130er oder gar 80er Refraktor ist gewaltig. Beim 20 Zöller kann ich ohne Lichtverlust hoch vergrößern, in den kleineren Fernrohren geht mir ab 100fach das Licht zunehmend aus. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei planetarischen Nebeln, wenn auch nicht so drastisch, da hier die Detailerkennbarkeit häufig eingeschränkt ist. Hellere Gasnebel wie M 42 lassen unterschiedliche Farben erkennen und eine Vielzahl von Details, die zum Zeichnen der Objekte animieren.
Die Beobachtung von Galaxien ist mit größerer Öffnung oft erst überhaupt sinnvoll möglich, wenn ich nicht nur einen Hauch dieser Objekte sehen oder erahnen möchte (mal abgesehen vom Andromedanebel). Natürlich kämpft man hier bei aufgehelltem Himmel unter erschwerten Bedingungen. Trotzdem ist auch hier der Zugewinn, v. a. gegenüber kleinen Öffnungen erheblich: Objekte wie M 63 (Sunflower-Galaxy) oder M 94 fallen ins Auge, die man sonst fast übersehen hat; man sieht exakte Formen und Ansätze von Spiralarmen, wo bisher nur Nebelflecke zu sehen waren.
Überraschend ist tatsächlich die Randschärfe, trotz des schon extremen Öffnungsverhältnisses von 1: 3,6. Die Bresser-Mitarbeiter sagten mir, man könne eigentlich auf einen Koma-Korrek-

tor verzichten, Mitbeobachter beim ITV-Teleskoptreffen seien erstaunt gewesen, dass kein Korrektor im Okularauszug steckte. Hier war ich tatsächlich skeptisch, muss aber zugeben, dass ich mit meinen guten Okularen, abgesehen vom äußeren Randbereich, scharfe Sternabbildungen sehe, was sehr bemerkenswert ist! Ich brauche daher auch tatsächlich keinen Koma-Korrektor.
Der Hexafoc-Okularauszug mit 1:10 Untersetzung ist nicht zu beanstanden und läuft reibungsarm und spielfrei. Erwähnenswert ist die angesichts eines 20-Zöllers geringe Einblickhöhe im Zenit von ca. 1,67 m, sodass keine Leiter benötigt wird, allenfalls (je nach Körpergröße) ein Auftritt, was die Handhabung sehr vereinfacht. Die bei 1,80 m Brennweite noch recht großen Gesichtsfelder erleichtern die Orientierung und lassen auch die Beobachtung ausgedehnterer Objekte wie etwa offene Sternhaufen und Gasnebel zu. Der Einsatz von 100-Grad-Okularen ist gerade für Dobsons eine Offenbarung, um die Objekte möglichst lange im Gesichtsfeld zu behalten, abgesehen von dem ganz besonderen Seh-Erlebnis.
Gibt es Verbesserungspotential? Ja, wie bei fast allen Geräten! Es fehlt eine Staub-Abdeckung für den Fangspiegel und eine Tasche für die Tubus-Stangen, die Rockerbox sollte gepolsterte Tragegriffe erhalten und die Bedienungsanleitung sollte farbig und besser lesbar sein; schön wäre auch noch die Integration eines Filterschiebers – alles nichts Entscheidendes, wenn auch Wünschenswertes.



Fazit: Think BIG war ein gutes Motto bei der Wahl eines größeren Dobson-Teleskops, für mich lohnt sich der Zugewinn an Wahrnehmung und das tiefere Eintauchen in unser Universum allemal. Zum Transportieren ist ein 20 Zöller sicherlich grenzwertig – es lässt sich aber vielleicht auch eine Beobachtung von der Terrasse oder einem großen Balkon realisieren: Die Annehmlichkeiten und der Service in Hausnähe sind nicht zu unterschätzen, wie z. B. die kurzfristige Nutzung nicht vorhergesagter klarer Abende, auch Stunden mit größeren Wolkenlücken oder auch Unterbrechungen mit Aufwärmphasen. Ein wichtiger Aspekt ist noch die Möglichkeit der Beteiligung von Angehörigen, Freunden oder Nachbarn, ganz im Sinne von John Dobson (sidewalk astronomy). Das Aufsuchen eines dunklen Beobachtungsortes mit kleineren Geräten bleibt natürlich immer eine Option und ist ein eigenes Erlebnis; hierfür muss allerdings einiges zusammenpassen: mondlose Nacht, keine Wolken, kein Nebel/Hochnebel, Zeit (meist nur am Wochenende möglich) etc.
Das pure Beobachten mit einfachster Technik – weshalb John Dobson den Spitznamen ´Mac Guyver of astronomy´ erhielt, hat diesen Newton-Teleskopen den weltweiten Erfolg gebracht, in Deutschland zunehmend in den letzten Jahren: Ich kann diese Begeisterung nachvollziehen.

Lustiges Silbenrätsel

Stephan Plaßmann

Aus den folgenden Silben sind astronomische Begriffe zu bilden, deren Bedeutung doppelsinnig umschrieben sind. Die jeweils sechsten Buchstaben der gefundenen Wörter ergeben eine runde geometrische Form, die an ein politisches Ereignis aus dem Jahre 1989 erinnert.

Die Silben sind: auf – bar – boo – de – eck – feld – fen – gen – ion – kur – licht – lin – lin – loe – low – me – moe – ner – prae – rad – schaetz – se – se – sechs – stei – stu – sungs – tel – ter – tes – tho – ve – ver – win - zess

1. Tief unten in einer Gaststätte für Getränke liegende Hülsenfrucht
2. Einer, der kleine Felsen macht
3. Art und Weise, wie man Teile einer Treppe vermutet
4. Abkürzung eines Kommunikationsmittels an dem Ding, was nicht immer wieder neu erfunden werden muss
5. Gegenwert des Gesamtbesitzes einer Annullierung
6. Gebogener Weg sichtbarer elektromagnetischer Strahlung
7. Geometrische Form für die kalte Jahreszeit
8. „Vor“ einer Abtretung
9. Hülsenfrucht auf einer Ackerfläche
10. Persönliches Fürwort an einem Wasserfahrzeug

Richtige Lösungen können eingesandt werden per Post an Sternfreunde Münster e.V., Sentruper Str. 285, 48161 Münster oder per Mail an stephan.plassmann@online.de.

Dem Gewinner winkt ein handsigniertes Exemplar des Jahreskalenders

„Kosmos Himmelsjahr 2023“ von Prof. Hans-Ulrich Keller.

Einsendeschluss ist der 14.1.2023.

Bei mehreren richtigen Antworten entscheidet das Los.

Die habitable Zone und superhabitable Planeten

TEIL 2

Andreas Bügler

Im ersten Teil dieses Artikels (Andromeda 1-2021) hatte ich den Begriff der habitablen Zone dargestellt und erläutert, welche Rollen der Stern und der entsprechende Planet dabei spielen. Im letzten Abschnitt bin ich dann auf die Entwicklung des Lebens auf der Erde eingegangen mit der Feststellung, dass es unfassbar lange dauerte, bis sich komplexes Leben bildete – fast 4 Mrd. Jahre nach Entstehung der Erde. Dies warf die Frage nach einer kontinuierlichen habitablen Zone auf, denn über lange Zeiträume verändert sich sowohl der Stern wie auch der Planet.

Veränderungen des Sterns

Ein Stern gewinnt seine Energie, indem er einfache Elemente zu höheren fusioniert. Am effektivsten ist die Fusion von Wasserstoff zu Helium, was über 90 % des Sternenlebens geschieht (1). Solange das der Fall ist, befindet sich der Stern auf der Hauptreihe des Hertzsprung-Russell-Diagramms. Erst wenn im Kern der Wasserstoffvorrat verbraucht ist, setzt dort das Heliumbrennen ein und das Wasserstoffbrennen verlagert sich weiter nach außen. Der Stern bläht sich dann zum Roten Riesen auf, und alles, was vorher in der habitablen Zone war, wird verbrannt.

Bei der Frage der kontinuierlichen habitablen Zone ist es also entscheidend, wie lange ein Stern auf der Hauptreihe verbleibt. Dies hängt von seiner Masse ab: je massereicher ein Stern ist, desto mehr Strahlungsdruck muss er erzeugen, um dem Gravitationskollaps entgegenzuwirken und desto schneller verbraucht er seinen Brennstoff. Das Verhältnis von Masse und Lebenslauer ist hierbei nicht linear. Ein F0-Stern mit 1,5 Sonnenmassen verbleibt nur etwa 1,7 Mrd. Jahre auf der Hauptreihe, während die Verweildauer eines K0-Sterns von 0,8 Sonnenmassen schon bei ca. 14 Mrd. Jahren liegt, und ein M0-Stern von 0,5 Sonnenmassen kann es bis zu 50 Mrd. Jahren schaffen. Unsere Sonne (G2) wird für ca. 11 Mrd. Jahre ein Hauptreihenstern sein (2).

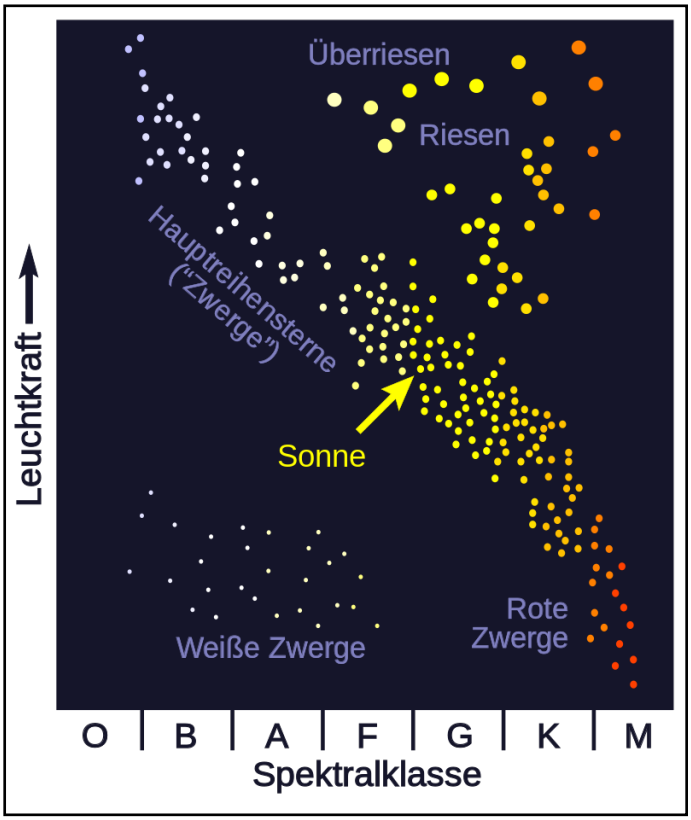


Abb. 1: Hertzsprung-Russell-Diagramm
HRsparse-de.svg user Rursus

Aber schon vorher nimmt die Leuchtkraft eines Sterns kontinuierlich zu. So ist z.B. unsere Sonne heute etwa 40 % heller, als bei ihrer Entstehung (3). Im Lauf ihrer Hauptreihenphase wird sich ihre Leuchtkraft von 0,7 bis auf 2,2 des heutigen Wertes steigern, was natürlich steigende Temperaturen auf der Erde zur Folge hat. In etwa einer Mrd. Jahren wird auf der Erde dann eine Durchschnittstemperatur von 30°C herrschen; ein Wert, der für höheres Leben kritisch sein wird (4). **Die zunehmende Leuchtkraft eines Sterns bewirkt also, dass sich die habitable Zone beständig nach außen verschiebt.**

Daher könnte man meinen, die massearmen M-Sterne seien am besten für die Entwicklung von komplexem Leben geeignet, da sie am längsten auf der Hauptreihe verbleiben und sich die habitable Zone nur langsam nach außen verlagert. Dieser Sterntyp stellt auch mit ca. 70 % die meisten Sterne in unserer Milchstraße. Da wegen der geringen Masse der Sterne auch deren Planetensysteme kleiner sind, sind auch die Umlaufbahnen der Planeten kleiner und die Umläufe entsprechend kürzer. Daher waren auch Exoplaneten bei M-Sternen relativ leicht aufzufinden.

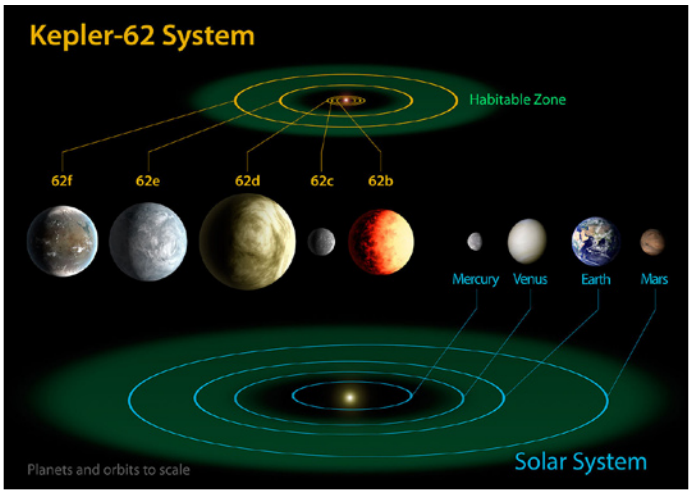


Abb. 2: Kepler-62 System (K2V-Stern)
NASA Ames/JPL-Caltech

Aber Vorsicht: M-Sterne haben zwei Eigenschaften, die es dem Leben auf ihren Planeten äußerst schwer machen können:
Zum einen zählt die Mehrheit von ihnen zu den sog. Flare-Sternen. Bei diesen treten extreme Sonneneruptionen auf, die ein Anwachsen der Helligkeit des Sterns um mehrere Größenklassen (bis zu 6) innerhalb von wenigen Sekunden bewirken können (5). Ursache der Flares sind magnetische Kurzschlüsse der stellaren Feldlinien. Die Ausbrüche liegen zum großen Teil auch im Bereich der Röntgen- und UV-Strahlung (6), was für Leben besonders schädlich wäre.

Zum anderen liegt aufgrund der geringen Leuchtkraft der M-Sterne die habitable Zone so nahe am Stern, dass Planeten in diesem Bereich häufig eine gebundene Rotation haben. Der Planet zeigt dann immer mit dieselben Seite zum Stern, so wie der Mond zur Erde. Dies hätte dann zur Folge, dass nur auf einem Ring zwischen extrem heißer Tagseite und extrem kalter Nachtseite geeignete Temperaturen möglich wären. Leben wäre zwar nicht ausgeschlossen, aber die Bedingungen und Entwicklungsmöglichkeiten dürften sehr eingeschränkt sein.

Veränderungen des Planeten
Geochemische und geophysikalische Prozesse
Auch ein Planet kann sich mit der Zeit verändern. Wie in Teil 1 erwähnt, sind Druck und Temperatur der Atmosphäre Schlüsselfaktoren für das Vorhandensein flüssigen Wassers auf einer Planetenoberfläche (s.o.). Auf der Erde gibt es einen wichtigen selbstregulierenden Mechanismus, der den Treibhauseffekt der Atmosphäre beeinflusst. Es handelt sich um den **Carbonat-Silikat-Kreislauf** (7)**,** der auch auf Exoplaneten vorkommen könnte, und unabhängig davon ist, ob ein Himmelskörper belebt ist oder nicht; es handelt sich um einen rein geochemischen Prozess. Allerdings ist Plattentektonik eine Voraussetzung für diesen Mechanismus.

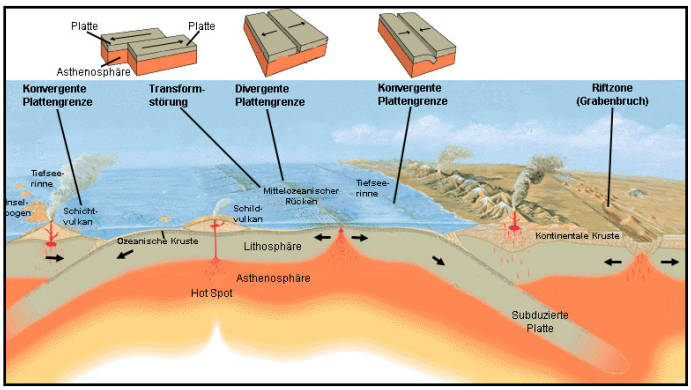


Abb. 3: Plattentektonik USGS/USGov, modified by Eurico Zimbres

Der Carbonat-Silikat-Kreislauf funktioniert folgendermaßen:

1. Atmosphärisches CO_2 regnet in Form von Kohlensäure auf das Gestein der Oberfläche, wo die Säure Silicat-Gesteine erodiert und der Kohlenstoff in Calcium-Silicat-Mineralen gebunden wird.
2. Das kohlenstoffhaltige Gestein wird durch tektonische Vorgänge in die planetare Lithosphäre transportiert und dort zu Magma geschmolzen.
3. Vulkanismus setzt den Kohlenstoff als CO2wieder frei.

Die Selbstregulierung ergibt sich durch den negativen Rückkopplungseffekt:

- CO_2 wird durch Vulkanismus ständig nachgeliefert (tektonische Prozesse)
- bei wenig CO_2 sinkt die Temperatur; Folge: weniger Regen
- weniger Regen => weniger CO_2 wird aus der Atmosphäre gewaschen
- CO_2-Anteil in Atmosphäre steigt => Temperatur steigt; Folge: mehr Regen
- mehr Regen => mehr CO_2 wird aus der Atmosphäre gewaschen
- Temperatur sinkt wieder

So kann die Atmosphäre eines Planeten oder Mondes für lange Zeit stabil im lebensfreundlichen Bereich bleiben. Die Zyklen sind sehr lang, auf der Erde etwa 500.000 Jahre (8).

Allerdings kann der Carbonat-Silikat-Kreislauf auch zusammenbrechen.
Am inneren Rand der habitablen Zone tritt durch die zunehmende Leuchtkraft des Sterns irgendwann ein galoppierender Treibhaushauseffekt ein. Durch die steigenden Temperaturen entweicht immer mehr Wasserdampf in den Weltraum. Dadurch regnet es weniger, und daher wird auch weniger CO2 aus der Atmosphäre entfernt. Der höhere CO_2-Gehalt erhöht wiederum die Temperatur. Dieses Szenario ist möglicherweise bei der Venus eingetreten.
Eine andere Möglichkeit für den Zusammenbruch des Carbonat-Silikat-Kreislaufs ist das Nachlassen und Verschwinden des Vulkanismus. Unser Nachbarplanet Mars kann hierfür als Beispiel dienen. Durch das Auskühlen des Planetenkerns kommen auch die entsprechenden tektonischen Prozesse zum Erliegen. Weil kein CO_2 mehr in die Atmosphäre zurückgelangt, sinkt die Temperatur möglicherweise unter die kritische Grenze. In diesem Fall verschiebt sich die habitable Zone nicht nur von innen nach außen; sie schrumpft auch von außen nach innen, und verschwindet schließlich ganz (9).
Das Auskühlen des Planetenskerns führt auch zur Schwächung und schließlich zum Zusammenbruch des für das Leben als Schutzschild nötigen Magnetfeldes.

Veränderungen der Atmosphäre durch das Leben selbst
Die heutige Atmosphäre der Erde besteht zu 78 % aus Stickstoff und zu 21 % aus Sauerstoff; Kohlendioxid nur zu 0,04 %. (10). Freien Sauerstoff gab es aber in der ersten Erdatmosphäre noch nicht; er musste erst durch lebende Organismen produziert werden. Freier Sauerstoff gilt daher als Biomarker für mögliches Leben auf Exoplaneten.

Vor vermutlich 3,2 bis 2,8 Mrd. Jahren entwickelten Vorläufer der Cyanobakterien die oxygene Photosynthese, bei der O_2 als Abfallprodukt frei wird (es gibt auch Formen der Photosynthese, bei denen andere Abfallprodukte entstehen). In dem damaligen Urozean, den wir heute als Giftcocktail ansehen würden, gab es jedoch viele organische Stoffe, Schwefelwasserstoff und vor allem Eisen, die sofort mit dem freien Sauerstoff regierten. Aus dieser Zeit stammen die wichtigsten Eisenerzvorkommen auf unserem Planeten. Daher dauerte es gut eine halbe Milliarde Jahre, bis die oxidierbaren Stoffe soweit verbraucht waren, dass der freie Sauerstoff in die Atmosphäre aufsteigen konnte. Dieses Szenario wird als die Große Sauerstoffkatastrophe bezeichnet (11). Das in der Atmosphäre reichlich vorhandene starke Treibhausgas Methan reagierte mit dem Sauerstoff zu dem schwächeren Treibhausgas CO_2 und Wasser. Daraufhin sanken die Temperaturen auf der Erde dramatisch, und des folgte die sog. Huronische Eiszeit. Nach der umstrittenen Hypothese der „Schneeball Erde“ soll unser Planet in dieser Zeit fast vollständig vereist gewesen sein, und dieser Zustand soll bis zu 400 Mio. Jahre angedauert haben (12). Außerdem gibt es Hinweise auf

spätere totale Vereisungen der Erde vor ca. 700 Mio. Jahren bzw. vor ca. 650 Mio. Jahren (13).
Bezüglich der habitablen Zone heißt das, dass sich die Erde in diesen Phasen der Vereisung am äußeren Rand befunden haben muss. Prozesse, die durch Leben auf einem Planeten ablaufen, können also Konsequenzen für seine weitere Bewohnbarkeit haben.

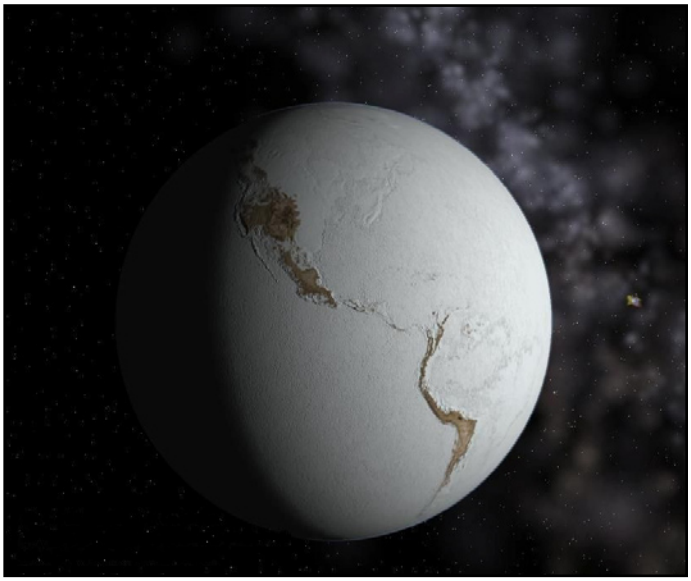


Abb. 4: Snowball_Earth wikipedia org user Neethis

Der Sauerstoffgehalt in der Erdatmosphäre erreichte vor ca. 1 Mrd. Jahren einen Wert von 3%; vor etwas mehr als 600 Mio. Jahren stieg er dann deutlich an (14). Vielleicht ist die kambrische Explosion vor etwa 550 Mio. Jahren, als sich die Vielfalt der komplexen Lebensformen rasant steigerte, eine Folge des erhöhten Sauerstoffgehalts. Denn eine räuberische Lebensweise setzt hohen Energieverbrauch durch Sauerstoff voraus; und das Gegeneinander von Jäger und Beute beschleunigt die Evolution. Auch die Besiedlung der Landmassen vor ca. 400 Mio. Jahren war erst möglich, nachdem sich eine Ozonschicht zum Schutz vor UV-Strahlung gebildet hatte.

Superhabitable Planeten
Aus den bisherigen Ausführungen ist klar geworden, dass die Erde schon sehr spezielle Voraussetzungen erfüllen musste, damit Leben auf ihr entstehen und sich so lange behaupten konnte, dass es sich sogar zu komplexem Leben entwickelte. Einigen Wissenschaftlern zufolge sollte es aber Planeten geben, die noch besser für Leben geeignet sind als die Erde – sog. superhabitable Planeten. Auch hier kommt es wieder sowohl auf den Stern als auch auf den Planeten an.

Der Stern
Wie oben erwähnt, kommt es auf die Verweildauer eines Sterns auf der Hauptreihe an; hierbei ergibt sich ein Vorteil für massearme Sterne. Die kleinsten, die M-Sterne, bieten allerdings keine optimalen Bedingungen, weil bei ihnen mit Flares und gebundener Rotation des Planeten zu rechnen ist (s.o.). Demnach sind **K-Sterne** mit Massen von 0,5 bis 0,8 Sonnenmassen am besten geeignet. Sie stellen etwa 9% der Sterne der Milchstraße und bleiben ca. 15 bis 30 (45) Mrd. Jahre stabil, sodass genug Zeit für die Entwicklung des Lebens besteht (15). Außerdem bewegt sich die habitable Zone so langsam nach außen, dass ein Planet fast in dieser ganzen Zeit lebensfreundliche Bedingungen aufweist. Darüber hinaus ist die Strahlung des Sterns so schwach, dass eventuell auch die Besiedlung der Landmassen ohne Ozonschicht möglich ist; also früher, als auf der Erde (16).

Der Planet
Das Konzept der superhabitablen Planeten wurde 2014 von Rene Heller und John Armstrong veröffentlicht. Maßstab für eine entsprechende Bewertung sollte die Biodiversität sein. Optimal hierfür ist nach Ansicht der Autoren eine dichtere Atmosphäre mit einem höheren Sauerstoffanteil, als sie heute auf der Erde existiert. Eine Temperatur von 25°C sei am besten für Pflanzenwachstum geeignet. Die Bedingungen auf der Erde im Karbon-Zeitalter vor ca. 300 bis 360 Mio. Jahren, als die Biodiversität am größten war, mögen bei diesen Überlegungen als Vorbild gedient haben (17).
Demnach könnten Planeten mit folgenden Eigenschaften bessere Voraussetzungen für Leben bieten als die Erde:

Masse und Radius
Der Planet sollte also etwas größer sein als die Erde, um eine dichtere Atmosphäre ausbilden zu können. Aber er sollte nicht die 6-fache Erdmasse oder den 1,6-fachen Erdradius überschreiten, da dann die Atmosphäre überhandnehmen würde und der Planet sich von einem Gesteinsplaneten zu einem Ozeanplaneten entwickeln würde. Die größere Masse verhindert auch ein schnelles Auskühlen des Kerns, was das Magnetfeld und die Plattentektonik (s.o. Carbonat-Silikat-Kreislauf) länger gewährleistet. Jedoch kann bei zu massereichen Planeten höherer Druck und Zähflüssigkeit des Erdmantels zur Abschwächung der Plattentektonik führen. Das Optimum für die Größe eines Planeten liegt laut der Autoren bei **zwei Erdmassen** und ca. **1,2 bis 1,3 Erdradien**. Eine höhere Schwerkraft hätte auch den Vorteil, dass das Relief des Planeten gleichmäßiger wäre und sich mehr lebensfreundliche Flachwasserbereiche in den Ozeanen bilden könnten (18).

Lage in der habitablen Zone
Die dichtere Atmosphäre und der damit verbundene Treibhauseffekt sollten es einem solchen Planeten auch ermöglichen, bei Oberflächentemperaturen von 25°C eine Position in der Mitte der habitablen Zone einzunehmen (19). Zur Erinnerung: Die Erde befindet sich trotz einer geringeren Durchschnittstemperatur nahe am inneren Rand (s.o. Teil 1).

Alter
Ein superhabitabler Planet müsste auch genügend höhere chemische Elemente (astronomisch: Metalle) besitzen, damit er eine feste Kruste und die Bausteine des Lebens zur Verfügung stellen kann. Die Bildung höherer Elemente war frühestens vor 7 Mrd. Jahren soweit, dass erdähnliche Himmelskörper entstehen konnten. Daher gibt es für die entsprechenden Systeme eine obere Altersgrenze (20).

Nach Schätzungen ist in unserer Milchstraße mit ca. 300 Mio. Gesteinsplaneten in habitablen Zonen um sonnenähnliche Sterne zu rechnen. Das bedeutet, dass es nach dem statistischen Durchschnitt vier innerhalb eines Radius von 30 Lichtjahren wären (21).

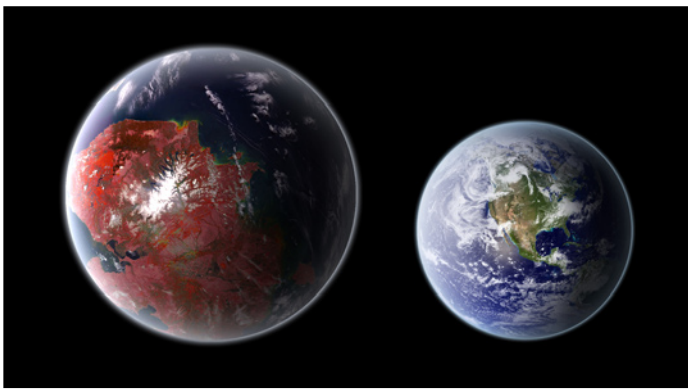


Abb. 5: Supererde im Vergleich zur Erde Ph03nix1986

Da müssten doch einige habitable oder superhabitable Planeten dabei sein.

Referenzen:

1. https://de.wikipedia.org/wiki/Stern#Hauptreihenphase
2. https://de.wikipedia.org/wiki/Sonne#Quantitative_Einordnung
3. https://de.wikipedia.org/wiki/Stern#Hauptreihenphase
4. https://de.wikipedia.org/wiki/Sonne#Hauptreihenstern
5. https://universal_lexikon.de-academic.com/238448/Flare-Sterne
6. https://de.wikipedia.org/wiki/UV-Ceti-Stern#Schnelle_und_langsame_Flares
7. https://de.wikipedia.org/wiki/Carbonat-Silicat-Zyklus
8. https://de.wikipedia.org/wiki/Carbonat-Silicat-Zyklus
9. Werner von Bloh, Wo kann es Zwillinge der Erde geben?, SuW 1/2004
10. https://de.wikipedia.org/wiki/Erdatmosph%C3%A4re
11. https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fe_Sauerstoffkatastrophe#Ablauf
12. https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fe_Sauerstoffkatastrophe#Folgen_der_Gro%C3%9Fen_Sauerstoffkatastrophe
13. https://de.wikipedia.org/wiki/Schneeball_Erde#Geologischer_Befund_zur_Hypothese
14. https://de.wikipedia.org/wiki/Entwicklung_der_Erdatmosph%C3%A4re#Dritte_Atmosph%C3%A4re
15. Sind K-Sterne am lebensfreundlichsten? Sterne und Weltraum 5/2020, S. 13
16. https://de.wikipedia.org/wiki/Superhabitabler_Planet
17. https://de.wikipedia.org/wiki/Superhabitabler_Planet
18. https://de.wikipedia.org/wiki/Superhabitabler_Planet
19. https://de.wikipedia.org/wiki/Superhabitabler_Planet
20. https://de.wikipedia.org/wiki/Superhabitabler_Planet
21. https://de.wikipedia.org/wiki/Habitable_Zone

Umweltpreis für die Gruppe Dark Sky der Sternfreunde Münster e. V.

Jochen Borgert und Martin Vogel

Im Jahr 2016 fanden sich einige Sternfreundinnen und Sternfreunde zusammen, um sich mit dem immer weiter wachsenden Problem der Lichtverschmutzung auseinanderzusetzen. Zu der Zeit hatte sich in Kreisen der Amateurastronomen schon eine erhebliche Resignation breitgemacht, dass gegen die zunehmende Lichtverschmutzung sowieso nichts zu machen wäre. Das Thema hätte keine Relevanz für Nicht-Astronomen. Natürlich konnten auch die Gründungsmitglieder der Dark-Sky-Gruppe sich von dieser Hoffnungslosigkeit nicht freimachen. Welche Argumente hatten wir schon auf unserer Seite? Dementsprechend schrumpfte die anfängliche Zahl von etwa einem Dutzend Interessierter schnell auf eine Kerngruppe zusammen, die aus Dorlies Schriever, Jochen Borgert und Martin Vogel bestand (Anfang 2022 kam Jörg Meyer dazu). Wir hatten eine lange Durststrecke mit unserem Anliegen zu überstehen und führten ein Nischendasein auf dem **Markt der Möglichkeiten**, dem **Astroseminar der WWU** usw. Wir wurden aber als „Dark Skyler“ der Sternfreunde Münster e.V. zwischenzeitlich zu Gesprächsrunden mit den in Münster Verantwortlichen vom Tiefbauamt, Gebäudemanagement und Stadtmarketing im Stadthaus I empfangen, woraus sich über die Jahre wertvolle Kontakte rund um die städtische Beleuchtung entwickelt haben.

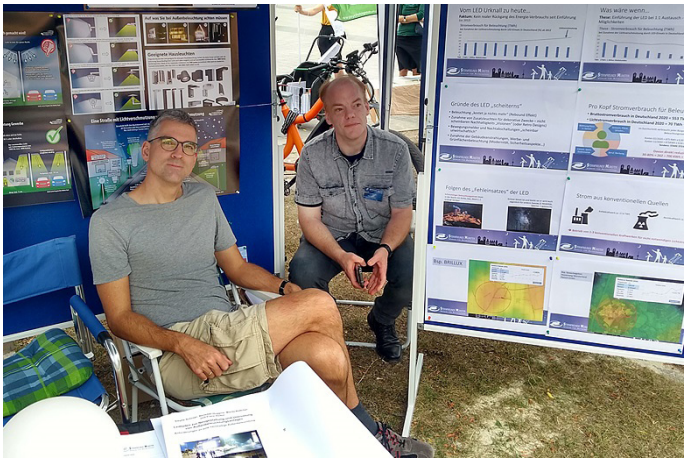
Im Jahr 2017 kam uns die Krefelder Insektenstudie zu Hilfe. Diese Studie legt nahe, dass die Anzahl an flugfähigen Insekten in den letzten Jahrzehnten um etwa 75% abgenommen hat. Da die Lichtverschmutzung, wie in Sommernächten an Straßenlaternen zu beobachten ist, einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf den Insektenschwund hat, wurde unser Thema plötzlich relevant, stieß vermehrt auf offene Ohren bei Entscheidungsträgern und wurde (Bundesumweltministerin Svenja Schulze sei Dank) durch die erstmalige Aufnahme in das Bundesnaturschutzgesetz im Jahr 2021 geadelt.

Dorlies Schriever mit Svenja Schulze

Die Ergänzungen des vorgenannten Gesetzes zum Thema Schutz der Natur vor zu viel Kunstlicht befinden sich derzeit in einem Verordnungsgebungsverfahren. Bereits in den nächsten Monaten

ist damit zu rechnen, dass erste konkrete, naturschutzorientierte Regelungen für die Einrichtung von Außenbeleuchtungsanlagen getroffen werden.
Mittlerweile haben wir eigene Vorträge, Handout-Flyer, Wallcharts und Argumentationshilfen in gedruckter Form zur Ausgestaltung unserer Infostände entwickelt. Auf dem Server der Sternfreunde finden sich eine Vielzahl von Informationsschriften, Leitlinien, Merkblättern etc. zum Download. Nach Kontaktaufnahme mit der Umweltberatung der Stadt Münster sind einige unserer Texte bereits von dieser in Form von Praxistipps in deren Broschüren und Empfehlungen aufgenommen worden.

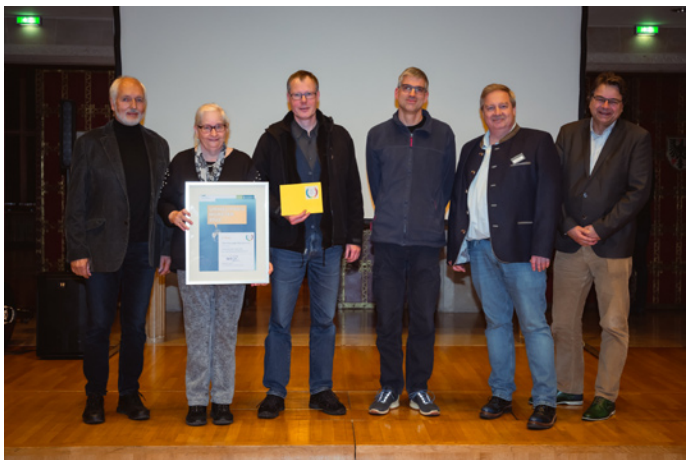
Einen starken Impuls hat es ab 2019 durch die Zusammenarbeit / Mitarbeit mit der Bundesinitiative **„paten-der-nacht“** gegeben. So haben wir über Auswertungen von Satellitenaufnahmen Lichtmessblätter für die Stadt und weitere Kommunen des Münsterlandes erstellt und damit bereits Verwaltungen bzw. Vertreter von Stadt und Gemeinden auf die Brisanz des Themas Lichtverschmutzung mit Nachdruck hinweisen können. Darüber hinaus haben wir im Hinblick auf die erhebliche gewerbliche Lichtverschmutzung die Wirtschaftsverbände in der Region auf unser Thema aufmerksam gemacht.
In diesem Jahr kam es zu einer intensivierten Kooperation mit dem NABU-Münster. Daraus folgte u.a. unser Online-Vortrag zu „insektenschonender Beleuchtung“. Daraufhin wurden die NABU-Website um das Thema „Lichtverschmutzung im Münsterland reduzieren“ ergänzt. Resultierend daraus hat es bereits einige Bürgeranfragen zu Lichtproblematiken gegeben.



„Infostand….-> Ausgestattet mit vielen Zahlen, Daten und Fakten zur Lichtverschmutzung

Die Klima- und Energiekrise, die für die nächsten Dekaden radikale Änderungen unserer heutigen Lebensumstände einfordert, gibt uns jetzt ein noch stärker wirkendes Argument gegen überbordende Beleuchtung an die Hand. Nach unseren Auswertungen von im Web verfügbareren Zahlen kann man feststellen, dass trotz der Umstellung auf LED-Technik immer noch etwa 12-14 % der gesamten Stromerzeugung für Beleuchtung verbraucht werden. Das „Immer mehr“ an LED-Beleuchtung hat in den letzten Jahren kaum Energieeinsparungen bewirkt. Erst die Notwendigkeit, Energie in Form von überflüssiger Beleuchtung zu sparen, betrifft nunmehr jeden persönlich. Unnötige Beleuchtung trifft sofort den eigenen Geldbeutel. Welches Argument könnte wirkungsvoller sein und jetzt endlich bei den Bürgern Interesse an einer umweltgerechten Umgestaltung von Beleuchtungsanlagen auslösen? Plötzlich gibt es Beratungsbedarf!
Wie ernst unser Anliegen mittlerweile genommen wird, zeigt sich an unserem dritten Platz bei der Verleihung des Umweltpreises der Stadt Münster in diesem Jahr. Einer spontanen Idee auf dem letzten **Markt der Möglichkeiten** folgend, erstellten wir eine Bewerbung für den Umweltpreis, hatten allerdings wenig Hoffnung auf eine vordere Platzierung. Entsprechend ohne große Erwartungen trafen wir (Dorlies, Jochen, Martin und Michael) also am 15.11. 2022 um 18.30 Uhr im Festsaal des Rathauses zur Preisverleihung ein. Die Tatsache, dass sich Mitglieder von 62 Gruppen im Rathaussaal befanden, die sich um den Umweltpreis beworben hatten, steigerte unsere eh schon geringen Erwartungen nicht wirklich. Keiner von uns hatte etwas vorbereitet.

Nach der Verleihung des Sonderpreises für Kinder und Jugendliche betrat der Laudator Martin Gerhardy vom Rat der Stadt Münster die Bühne und hielt eine Laudatio für ein Projekt, welches zunehmend unserer Initiative gegen Lichtverschmutzung ähnelte. Uns wich langsam das Blut aus den Köpfen und wir waren völlig überrascht, als wir auf die Bühne gerufen wurden, um den Preis für einen der beiden dritten Plätze und ein Preisgeld in Höhe von 1500 Euro entgegenzunehmen (welches wir natürlich in unseren Kampf gegen Lichtverschmutzung stecken werden)



Preisvergabe
v.l.n.r.: Martin Vogel, Dorlies Schriever, Michael Dütting, Jochen Borgert, Laudator Ratsherr Martin Gerhardy , Bürgermeister Klaus Rosenau

Dieser Preis zeigt, welche Bedeutung unser einstmals hoffnungsloses Nischenthema in der öffentlichen Wahrnehmung gewonnen hat. Die Anerkennung ist eine tolle Motivation für unseren weiteren Dark Sky-Einsatz!

Start in die Astrofotografie

Jürgen Stockel

Am 11. Oktober 2022 haben Miriam Roß, Rainer Oeding-Erdel, Johannes Holtrup, Thomas Kessler und ich bei den Sternfreunden einen Vortrag zum „Start in die Astrofotografie“ gehalten. Einige Aspekte hat auch noch Stephan Plaßmann beigetragen. Der gesamte Vortrag mit sehr vielen Bildern ist auf unserer Webseite_www.sternfreunde-muenster.de zu finden. Man kann dort unter Service und Downloads ein pdf „Einführung in die Astrofotografie“ herunterladen.
Wie kam es zur Gründung dieser Gruppe Astrofotografie? Stephan und ich leiten seit einigen Jahren die Startergruppen der Sternfreunde Münster. Dabei wurde auch immer wieder der Wunsch nach gemeinsamen Beobachtungen laut. Um uns dafür spontan verabreden zu können, gründeten wir im April 2017 eine WhatsApp-Gruppe „ASTRONOMIE-LIVE“. In dieser Chatgruppe tauchten im Laufe der Zeit immer mehr Informationen zur Astronomie auf. Auch erste selbstgemachte Astro-Bilder wurden gezeigt. Diese fingen bei Sonnenuntergängen an, zeigten erste Strichspuraufnahmen, auch der Mond beglückte diese Chatgruppe.

Abb. 1: Cirrus Nebel, Foto: Rainer Oeding-Erdel

Im Mai 2020 zeigte Reiner ein fantastisches Bild eines Teils des Cirrusnebels. Einer aus der Gruppe wagte sich an ein Deepsky-Objekt! Das Staunen war gewaltig und der Drang „Das möchte ich auch können“ wurde riesengroß. Wir gründeten dann als Ergänzung eine weitere WhatsApp-Gruppe „ASTRO-FOTOGRAFIE“. Umgehend etablierte sich daraus eine kleine Gruppe von „Astrofotografie-Dozenten“ aus Stephan, Thomas, Rainer, Christoph Kästel und mir mit dem Ziel, einen Workshop „Astro-Fotografie“ auf die Beine zu stellen.
Nachdem wir Fünf ein Konzept entwickelt hatten, begann im Oktober 2020 mit ca. 15 Teilnehmern der Start in die Workshop-Reihe „Astro-Fotografie“: Was wollten wir erreichen? Was können wir anbieten? Welche Themen werden gewünscht? Das Grundkonzept war von dem Gedanken getragen, mit möglichst geringem technischen und finanziellen Aufwand in die Astrofotografie zu starten. Wir wollten Hemmschwellen abbauen. Dazu wollten wir eine Kombination aus Theorie und Praxis erreichen.
Was erwartet uns? Auch wir fünf „Dozenten“ waren noch Astrofotografie-Anfänger! Die Vorfreude war riesengroß! Dennoch mussten wir auf den echten inhaltlichen Workshop-Start noch bis zum Juli 2021 warten. Corona hatte weitere Treffen verhindert. Wir hatten uns auf Präsenz-Meetings verständigt, weil wir live mit Equipment arbeiten wollten.
Im Folgenden werde ich einen Überblick beschreiben über das, was wir in der Workshop-Reihe besprochen und erarbeitet haben. Wer sich diesem Thema intensiver widmen möchte, sei auf unsere Webseite (s.o.) verwiesen. Eines möchte ich vorneweg betonen: Es geht um einen Einstieg in die Astrofotografie. Der Spaßfaktor sollte im Vordergrund stehen. Vor allem aber wollten wir erreichen, dass dieser Workshop die Scheu vor der Astrofotografie abbaut.
Ich selbst habe mich in den letzten 30 Jahren kaum mit der Astrofotografie beschäftigt! Ich sah immer nur den hohen technischen Aufwand und die sagenhaften unerreichbaren Ergebnisse in den Fachgazetten! Es wurde immer bunter, immer detaillierter, immer professioneller, aber auch immer aufwändiger und war kaum noch zu finanzieren. Zudem wollte ich die wenige Zeit, die mir beruflich und bei unserem Astro-feindlichen Wetter bleibt, nicht für lange Aufbauzeiten und lange Belichtungsorgien verschwenden. Ich wollte nur schauen und die Faszination des Liveerlebten genießen.
Aber ich muss zugeben: Der Start in unseren Workshop hat mich ungemein begeistert und motiviert, es selbst einmal auszuprobieren! Astrofotografie ist ein fantastisches Hobby. Jeder kann dabei selbst bestimmen, wie weit er technisch gehen möchte. Die Astrofotografie ist ein wunderbares Medium, anderen optisch mitzuteilen, wie schön die Livebeobachtung sein kann.
Nun zum inhaltlichen Überblick unserer Workshop-Reihe:
Wie sieht ein **Grund-Equipment** für die Astro-Fotografie aus (Stephan)? Als Kameratypen kommen eigentlich nur manuell zu bedienende Spiegelreflexkameras (DSLR) oder spiegellose Systemkameras (DSLM) in Frage. Handys, Kompaktkameras und Bridgekameras sind nur bedingt geeignet! ABER: Unter bestimmten Bedingungen sind auch diese drei in der Astrofotografie einsetzbar. Dazu später mehr.
Grundsätzlich kann man alle Objektivtypen einsetzen. Weitwinkel für Sternbilder, eine Teleobjektiv z.B. für den Mond. Wichtig ist aber dabei, dass man an der Kamera mit manuellen Einstellungen (Belichtungen, Scharfstellen) arbeiten kann. Weiteres Equipment besteht aus Fernauslöser, Batteriegriff und einem guten Stativ mit einem 3D-Kopf. Mit einer auf einem Stativ befestigten Kamera erschließen sich bereits vielfältige Möglichkeiten: Mond, Sternfelder, Sternschnuppen, Polarlichter, Strichspuraufnahmen und Milchstraßenpanoramen.

Mit einem guten Tele und entsprechenden Konvertern kann man sogar erste einfache Planetenfotos machen. In die höhere Ebene taucht man dann ein, wenn man seine Kamera huckepack auf sein Teleskop nimmt (Piggypack) oder die Kamera direkt fokal an ein Teleskop anschließt. Hier liegt auch der Start in die Karriere der Astrofotografen, die nachgeführte Aufnahmen produzieren. Wer kein motorisches Teleskop besitzt, kann sich auch mit deutlich leichteren Reisemontierungen (z.B. Skywatcher Star Adventure) an die Kunst von nachgeführten Astroaufnahmen heranwagen. Wichtig ist bei allem Stephans Ratschlag: „Kein Stress“!

BELICHTUNG - 500er REGEL FÜR ASTROFOTOGRAFIE

500 / OBJEKTIV BRENNWEITE = MAX. BELICHTUNGSZEIT IN SEKUNDEN !

Brennweite KB	Maximale Belichtungszeit KB	Brennweite APS-C	Maximale Belichtungszeit APS-C
500 mm	1 sec	750 mm	0,5 sec
200 mm	2,5 sec	300 mm	1,5 sec
24 mm	20 sec	36 mm	13 sec
14 mm	30 sec	21 mm	20 sec

Abb. 2: 500er Regel

Zu den Start-Basics der Astrofotografie gehören auch fundierte Grundkenntnisse in der Bedienung von Kameras. Thomas machte mit uns einen „**Grundkurs Kamera**“. Zunächst führte er uns in die Kameratechnik ein. Entscheidend ist die Kenntnis zum Dreierspiel aus Blende – Belichtungszeit – ISO. Thomas gab uns fundierte Foto-Tipps und erklärte die 500er-Regel für die Astrofotografie: Die maximale Belichtungszeit ergibt sich aus 500 dividiert durch die Brennweite des Objektivs. Das ist aber auch abhängig von der Bildausrichtung. Schaue ich zum Himmelsnordpol, sind mögliche Sternenstriche später zu erwarten als etwa tief im Süden. Dort bewegen sich die Sterne einfach schneller als in der Nähe des Polarsterns.

TYPISCHE BELICHTUNGSZEITEN

Belichtungszeit	ISO	Anwendung	Zubehör	Licht
10 x 1min	1.600	Andromeda	Astronachführung	Nacht Neumond
30"	3200	Milchstrasse	Stativ Kabelauslöser	Nacht Neumond
1/2	3200	Mondfinsternis	Stativ Kabelauslöser	Nacht
1/60	200	Porträt	Blitz	Tag Blitz
1/250	200	Vollmond	Stativ Kabelauslöser	Nacht Stadt
1/8000	400	Sport	Hand	Tag Sonnenschein

Abb. 3: typische Belichtungszeiten

Thomas machte auch Empfehlungen für Belichtungszeiten in der Astrofotografie: Mond bei ISO 200 mit 1/250 Sekunde, die Milchstraße benötigt schon 30 Sekunden. Auch das hängt von der Lichtstärke des Objektivs ab. Weitere Themen im Grundkurs Kamera sind das Histogramm, der Weißabgleich und Dateiformate. Und dann wurde live geübt mit den Kameras der Teilnehmer(innen): Blende, ISO, Belichtungszeit und scharf stellen. Zum Schluss gab es noch einige Software-Empfehlungen von Adobe Lightroom bis RegiStax. Weitere Infos dazu findet man auf unserer Webseite (s.o.).
Genug der theoretischen Vorrede. Jetzt geht es ins Eingemachte. Erstes Objekt für den Start in die Astrofotografie ist klassischerweise der **Mond**. Der ist hell und benötigt in der Regel keine Nachführung. Wenn man ihn einigermaßen groß erwischen will, ist eine höhere Brennweite von Vorteil. Und da kommt die erste Überraschung: Eine recht einfache Brigdekamera von Nikon erwischte mit Stativ und 40-fach optischem Zoom schon erste gut erkennbare Details am Mond.

Abb. 4: Mond aufgenommen mit Nikon Coolpix B500

Abb. 5: Mond augenommen mit Pentax K3ii am 16-Zoll-Dobson

Fotos: Jürgen Stockel

Wer ein Teleskop sein eigen nennt, seine Kamera mit Adapterring befestigen und dann beim Mond in den Schärfebereich kommen kann, erschließt sich deutlich bessere Aufnahmen. Meine Pentax K3ii am 16-Zoll-Dobson schießt für mich schon sehr schöne einzelne Mondbilder! Vor Jahren versuchten die AstroKids bei gemeinsamen Beobachtungen, mit einem Handy Fotos am Teleskop zu machen. Linse ans Okular, fertig! Vor Jahren sah das noch recht dünn aus. Mittlerweile kann man mit modernen Handys am guten Okularbild überraschend scharfe Monddetails erwischen. Der Goldene Henkel oder Quincunx sind dabei schon gut fotografisch sichtbar. Der Aufwand ist recht gering: Teleskop einrichten, Monddetail ansteuern, Handy ans Okular, knipsen. Einfach ausprobieren! Lohnt sich.

Abb. 6: Quincunx aufgenommen mit Handy am 16-Zoll-Dobson und 9mm-Okular, Foto: Jürgen Stockel

Miriam taucht gerade in die andere Welt ein: Jochens Borgerts „Quantität schafft Qualität“ kann man auch am Mond anwenden. Man schießt einfach viele Bilder und lässt dann später am Rechner ein optimiertes Bild zusammenrechnen. Da sind wir in unserer Gruppe noch in der Findungsphase.

Immerhin benötigt man dafür eine Nachführung, wenn man / frau einige positionsgleiche Mondbilder bekommen möchte. Johannes hat mit seinem 10‘-Newton auch schon ansehnliche Einzelbilder geschossen. Da wird sicher bald ein gestakktes Mondbild dazukommen.

Abb. 7: ISS Strichspur aufgenommen mit Pentax k3ii 18mm Foto: Jürgen Stockel

Mit einem lichtstarken Weitwinkel ist auch die **ISS** fotografisch erreichbar. Lohnenswert ist die ISS dann, wenn man ihr Eintauchen in den Erdschatten beobachten kann. Die Insassen dort sehen einen recht flotten Sonnenuntergang. Wie wir Erdbewohner sehen die Astronauten dann eine rote Sonne. Die ISS wird rot angestrahlt, die Strichspur auf dem Foto endet dann in roter Farbe. Um das fotografisch festzuhalten, benötigt man nur eine Kamera, Weitwinkel, Stativ und genaue Kenntnis darüber, wann und wo die ISS über den Himmel huscht (z.B. über die App Heavens Above). Dann wird 30 Sekunden belichtet, und eine Strichspur der ISS sollte dann im Kasten sein.

Abb. 8: Polarlicht aufgenommen mit Pentax K3ii 10 sek 18mm Foto: Jürgen Stockel

Ähnlich einfach gestalten sich Aufnahmen von **Polarlichtern**. Je lichtstärker die Kamera und / oder das Objektiv ist, desto besser. Man fotografiert in der Regel ein sich am Himmel bewegendes Polarlicht. Meine Erfahrungen mit einem 18mm-Objektiv bei f/2 bewegen sich zwischen 0,5 und 10 Sekunden. Bei längeren Belichtungszeiten erwischt man schon mal die schwächeren Rottöne eines Polarlichtes. Das war meine Erfahrung in Island 2020.

Stephans Faible für Sternbilder, Asterismen und Doppelsterne lässt sich auch fotografisch umsetzen. Entsprechende Bilder lassen sich mit lichtstarkem Equipment auf Stativ gemäß der 500er-Regel ala Thomas gut realisieren.
Mein persönlicher Einstieg in die Astrofotografie begann mit dem Kauf einer Kompaktkamera: Die Canon G1X. Mit ihrem großen Chip macht sie hervorragende Bilder (große Radtour nach Nordnorwegen) und hat eine riesige Auswahl von menügesteuerten Funktionen. Am Drehrad stelle ich auf „SCN“ und dort auf „Sterne“ ein. Dort kann ich neben „Sternen-Zeitraffer-Movie“ auch „Sternenspuren“ einstellen.

Abb. 9: Hollicher Mühle , Foto: Miriam Roß

Was bedeutet das? Die Erde dreht sich unter dem Sternhimmel weiter. Sichtbar für uns Menschen ist das dadurch, dass scheinbar die Sterne in einer langen Nacht am Himmel Bögen ziehen. Im Süden wandern sie über dem Horizont nach Westen, im Norden drehen sie sich um den Himmelsnordpol herum. Ich kann nun wählen von 10 bis 120 Minuten. Die Kamera wird in Richtung Polarstern eingestellt und los geht’s. Die Kamera benötigt dafür ein stabiles Stativ und eine standfeste Stromversorgung, die man über einen Akku-Dummy mit Anschluss an eine kleine Powerbank erreichen kann. Die Ergebnisse haben mich so fasziniert, dass dann später weitere Aufnahmen von **Sternstrichspuren** entstanden sind. Dann kommen auch foto-ästhetische Gesichtspunkte hinzu: Vordergrund, Farben, etc…! Miriam hat eine wundervolle Sternstrichspur-Aufnahme mit einer Windmühle gemacht.

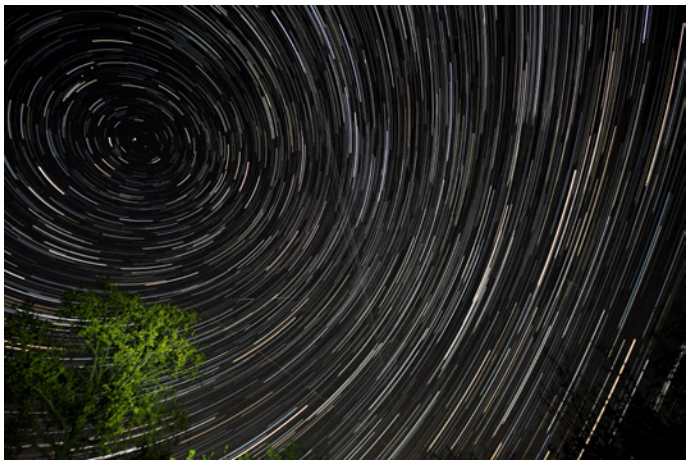


Abb. 10: Sternenstrichspur augenommen mit Pentax k3ii Foto: Jürgen Stockel

Solche spektakulären Sternstrichspuren kann man aber auch mit jeder manuell zu bedienenden Kamera machen. Kamera aufs Stativ, Weitwinkel gen Polarstern ausgerichtet, viele Fotos schießen in regelmäßigen Abständen. Zum Beispiel könnte man alle 20 Sekunden ein Bild machen mit einer Belichtung von 15 Sekunden. So könnte man in drei Stunden schon 540 Bilder zusammenstellen. Immerhin beschreiben dann die runden Strichspuren schon einen Winkel von 45 Grad.
Aber was mache ich nun mit diesen vielen Bildern? Das ist überraschenderweise recht simpel: Dafür gibt es eine kostenlose Software: Startrails! Dort öffnet man alle 540 Bilder. Unter „Erstellen“ bieten sich 2 Optionen an: „Strichspuren“ und „Video“. Mit „Video“ lässt sich eine Zeitrafferaufnahme dieser drei Stunden erstellen. Mit „Strichspuren“ entwickelt Startrails eine komplette Strichspuraufnahme. Auf dem Bildschirm kann man live bei der Bearbeitung mitverfolgen, wie die Striche immer länger werden. Das macht richtig Spaß! Probiert es mal aus!
Miriam und Johannes haben erste Erfahrungen mit **Planetenbildern** machen können. Beide haben aus einer Vielzahl von Bildern (gewonnen als Einzelframes in einer Videoaufnahme) mit der Software „Autostakkert“ ein schönes Bild von Saturn und Jupiter bekommen. Wir in der Gruppe „Astrofotografie“ fanden das großartig, dass die beiden sich in diese schwierige Materie hineingewagt haben. Für die Fotografie von Planeten sind lange Brennweiten erforderlich. Dann ist aber auch die Luftunruhe ein großes Problem.
Man braucht schon etwas Glück und Erfahrung, um genau den richtigen Moment mit optimalem Seeing bei geringsten optischen Turbulenzen zu erwischen. Das umgeht man dadurch, dass man ganz viele Aufnahmen macht. Dafür dreht man vom Jupiter kurze Videosequenzen von z.B. 30 Sekunden mit sehr großen Frameraten. Damit können schon mehrere tausend Einzelfotos zusammenkommen. Um das zu analysieren und nur die besten Bilder rauszufiltern, gibt es entsprechende Software. Dazu gehört auch Autostakkert. Welche eindrucksvollen Ergebnisse mit diesem Verfahren erreicht werden können, hat Jochen Borgert in seinem Vortrag „Hochauflösende Planetenfotografie oder Quantität schafft Qualität“ wundervoll belegen können.
Irgendwann träumt auch der Astrofotografie-Starter von länger belichteten Aufnahmen ohne Sternstrichspuren. Wer ein motorisch gesteuertes Teleskop sein eigen nennt, darf sich glücklich schätzen. Damit geraten dann auch die klassischen Astrofoto-Objekte in den Fokus des Astrofotografen, die Deepsky-Objekte. Diese eröffnen sich fotografisch in der Regel nur mit langen Belichtungszeiten oder durch die Erstellung vieler Einzelaufnahmen. Bedingung dabei ist: Die Sterne dürfen sich auf dem Foto nicht bewegen. Das bedeutet also, dass die Kamera in Sterngeschwindigkeit exakt nachgeführt werden muss. Fazit: Ohne Nachführung läuft hier nichts mehr.
Aber Stop! Es gibt auf dem Markt für recht wenig Kohle transportable Reise-Fotomontierungen. In unserer Gruppe konnten wir erste Erfahrungen mit der Star Adventure von Skywatcher (ca. 400 Euro) machen. Sie trägt immerhin bis zu 5kg. Wird diese kleine Montierung sehr genau mit dem Polsucher auf den Himmelpol eingestellt, ergeben sich bei Belichtungszeiten bis 5 Minuten recht gute Bilder ohne langgezogene Sterne. Erste Versuche am Orionnebel (Jürgen) und an der Andromedagalaxie (Julia Bauch) waren so erfolgreich, dass wir unbedingt weitere Versuche starten werden. Da hier nur Kameras zum Einsatz kommen, ist die Brennweite nach oben beschränkt. Ich kann mit maximal 500mm arbeiten, Julia nutzt sogar ein 600mm-Objektiv. Julia hat bereits mit vielen Einzelbildern und Stakking gearbeitet. Auch dieses Verfahren ist mit solch kleinen Nachführungen möglich.

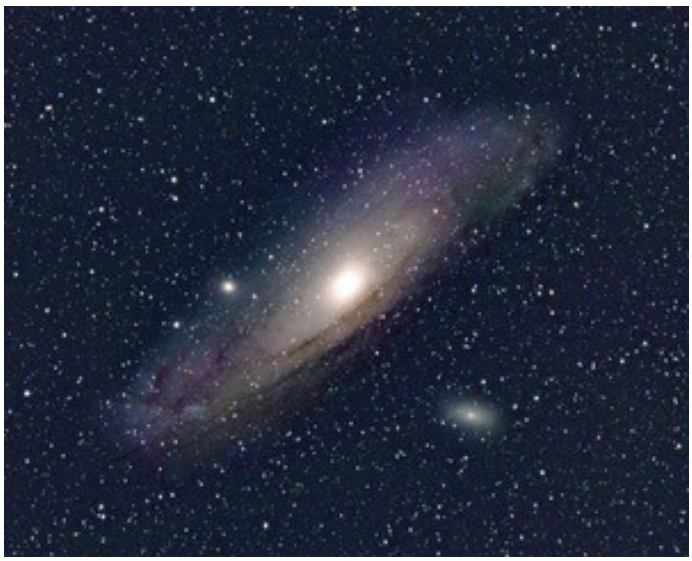


Abb. 11: Andromedagalaxie aufgenommen mit Star Adventure und Canon 600mm
Foto: Julia Bauch

Abb. 12: Star Adventure mit 600mm
Foto: Julia Bauch

Stephan nutzt seinen großen motornachgeführten Großfeldstecher für Astrofotografien. Und jetzt verlassen wir ganz langsam den Boden der Astrofotografie-Anfänger. Miriam wird sich immer mehr dahin bewegen, Johannes und Rainer sind den Weg bereits gegangen. Sie nutzen nachgeführte Teleskope mit angedockten Kameras für die Erstellung von Astrofotos. Hier sind vor allem DeepSky-Objekte im Fokus der beiden Astrofotografen. Johannes nutzt einen 10-Zoll-Newton von Skywatcher auf einer EQ6-R Pro. Er verwendet eine Canon EOS 250d und eine zusätzliche Guiding-Kamera Omegon GUIDE 1200 M. Wie hat Johannes nun dieses wunderbare Bild von der Galaxie M101 erzielt? Hier sein kurzer Bericht dazu:

JOHANNES:
M 101 aufgenommen am 05.05.2022.
Johannes: Ich habe 156 Bilder a 30 sec. mit ISO 1600 aufgenommen, was eine Gesamtbelichtungszeit von 78 Minuten ergibt. Zusätzlich wurden 15 Darkframes erstellt. Bei der Bildbearbeitung bin ich folgendermaßen vorgegangen: Die Lightframes und Darkframes wurden in der Software DeepSkyStacker gestackt.

Anschließend werden die Gradienten in der Software GraXpert entfernt.
Zum Schärfen und Entrauschen habe ich Fitswork benutzt. Die Finale Bildbearbeitung erfolgte in Photoshop. Bis auf Photoshop sind alle anderen Programme Freeware. Zur Aufnahme der Bilder benutze ich die Sequenzer kostenlose Software N.I.N.A.. N.I.N.A. ist eine Software, mit der man einzelne Schritte automatisieren kann. Der gesamte Vorgang von der Planung der Bilder bis zu den Aufnahmen kann festgelegt werden.

Abb. 13: M 101, Foto: Johannes Holtrup

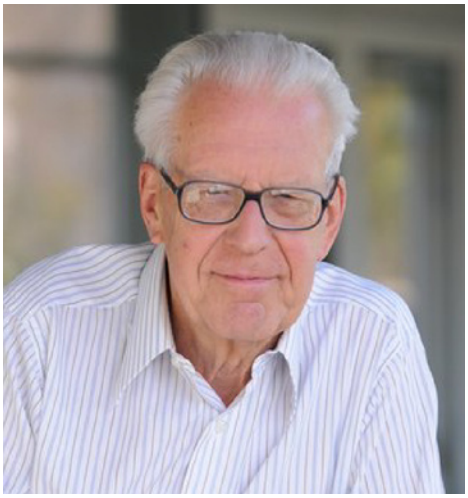
Nach dem Start der Software verbindet sich N.I.N.A. auf Knopfdruck mit dem gesamten Equipment (Montierung, Kamera, Guidingkamera, Guidingsoftware, Rotator usw.). Dann wird die Sequenz gestartet und das Teleskop fährt zum eingestellten Ziel.
Die Kamera macht ein Bild der Zielregion. Das Plate Solving beginnt. Auf dem PC ist ein Sternenkatalog hinterlegt, mit dem das System die Aufnahme abgleicht. Der Vorgang wiederholt sich so oft, bis die Zielkoordinaten erreicht sind. Anschließend startet das Guiding. Beim Guiding sucht die Software (PHD 2) automatisch einen Leitstern und beginnt mit der Kalibrierung.
Sobald die Nachführung beginnt, startet N.I.N.A. mit den Aufnahmen (Lights, Darks, Bias, Flats). Wenn alle Aufnahmen erfolgt sind, fährt die Montierung automatisch zurück in die Parkposition.
Rainer Oeding-Erdel nutzt eine Skywatcher EQ6 und verschiedene Teleskope. Stark beigetragen zur Gründung unserer Astrofotografie-Gruppe hat Rainer mit seinem fantastischen Foto eines Teils des Cirrus-Nebels. Wie genau hat Rainer das gemacht? Hier sein kurzer Bericht dazu:
Bei dem Foto, welches ich dort in die Gruppe gestellt hatte, handelt es sich um den östlichen Schleier des Cirrusnebels NGC 6992 und NGC 6995. Es war nicht das erste Deep-Sky Foto, das ich gemacht habe. Aber es war die erste Aufnahme von einem Nebel mit einer astromodifizierten DSLM Sony a7S Kamera. Dass die Nebelaufnahme auf Anhieb wie geplant geklappt hatte, machte mich schon sehr stolz und ich musste sie natürlich sofort präsentieren. Die Qualität ist zwar nicht zu vergleichen mit dem, was die Cracks der Astrofotografie machen. Wenn ich manchmal höre, was die dort für eine Arbeit reinstecken, bin ich mit dem Ergebnis für mich voll zufrieden, da auch die Bearbeitung der Bilder für mich nicht so aufwändig war.
Als Montierung wurde der Space Rover eingesetzt, dessen genauere Beschreibung und Bericht in einer späteren Andromeda Ausgabe erfolgen wird. Die Montierung ist mit einer Goto Steuerung ausgestattet. Zum Guiden benutze ich einen 60er-Refraktor mit einer Touptek TGSM120M Kamera. Unterstützt wird das Guiden vom Laptop aus mit dem Programm PHD.
Das Teleskop ist ein 10“ Newton mit einer Brennweite von 1200mm. Bei den Aufnahmen wurde ein Komakorrektor von Baader eingesetzt. Es wurden keine Filter verwendet. Um das eine Bild zu erzeugen, habe ich je 16 Aufnahmen Light-, Dark-, Bias-, und Flat-Frames erzeugt. Die 16 Light Frames (die Fotos des Objektes) hatten je 90 sec. Belichtung, bei ISO 1600 und wurden mit Lightroom zum Stacken vorbearbeitet. Die anderen Aufnahmen (Dark-, Bias-, Flat-Frames) werden mit abgedunkelter und aufgehellter Optik gemacht, welche dann als Korrekturbilder beim Stacken zur Rauschreduzierung benötigt werden.
Zum Stacken der Aufnahmen habe ich mich zuerst mit dem Programm „Deep Sky Stacker“ beschäftigt, was aber zu keinem schnellen Erfolg führte. Also hab ich im Internet gesucht und bin auf das einfach zu bedienende Programm „Sequator“ gestoßen, mit dem ich sehr schnell etwas Brauchbares zaubern konnte. Das Programm ist übersichtlich, einfach und als Anfänger kommt man dort schnell zu brauchbaren Ergebnissen. Das Summenbild aus Sequator wurde mit Photoshop noch etwas aufgefrischt. Somit war das Foto fertig und ich hellauf begeistert.

Abb. 14: Rosettennebel, Foto: Rainer Oeding Erdel

Rainer hat bereits weitere tolle Deepsky-Aufnahmen machen können: Ringnebel M57, Hantelnebel M27, das Leo-Triplet, die Galaxien M101 und M51, der gesamte Cirrusnebel, Californianebel und der Pferdekopfnebel und der spektakuläre Rosettennebel.
Wir alle in der Astrofotografie-Gruppe sind uns einig, dass wir diesen Workshop fortsetzen wollen. Es macht ungemein viel Spaß, sich untereinander auszutauschen, die Erfahrungen zu teilen und damit von den anderen zu lernen.
Wer weitere Infos zu diesem Thema finden möchte, wird auf unserer Webseite www.sternfreunde-muenster.de fündig (s.o.).

† Prof. Maarten Schmidt

Ewald Segna



Caltech professor emeritus Maarten Schmidt (Caltech)

Prof. Maarten Schmidt starb am 17. September 2022 in seinem Haus in Fresno, Kalifornien. Er wurde 92 Jahre alt. Ein bekannter Astronom, mit dem sich auch eine kleine Geschichte mit mir verband.

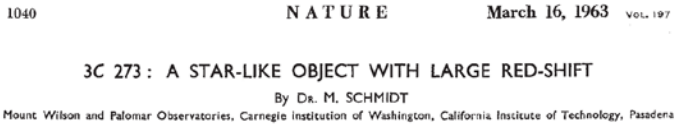
Vita[1]

Maarten Schmidt wurde am 28. Dezember 1929 in Groningen, Niederlande geboren. Sein Vater Wilhelm arbeitete als Buchhalter für die niederländische Regierung; seine Mutter Annie Wilhelmina (Haringhuizen) war Hausfrau. Schmidt studierte Mathematik und Physik an der Universität Groningen und schloss sein Studium 1949 mit dem Bachelor ab, bevor er im Jahr darauf den Master machte. Anschließend begann er ein Promotionsstudium an der Universität Leiden bei Jan Oort. Schmidt erhielt 1956 den Doktortitel der Philosophie vom Observatorium Leiden und 1966 in Yale den Doktortitel der Wissenschaft.

Karriere

Nach Abschluss seiner Promotion hielt sich Schmidt mit einem Carnegie-Stipendium zwei Jahre lang in den Vereinigten Staaten auf. Er kehrte kurz in die Niederlande zurück, wanderte aber schließlich 1959 dauerhaft in die USA aus, um am „California Institute of Technology“ zu arbeiten. Anfangs arbeitete er an Theorien über die Massenverteilung und Dynamik von Galaxien. Besonders erwähnenswert aus dieser Zeit ist seine Formulierung des so genannten Schmidt-Gesetzes, das die Dichte des interstellaren Gases mit der Rate der Sternentstehung in diesem Gas in Beziehung setzt. Später begann er mit der Untersuchung der Lichtspektren von Radioquellen. Im Jahr 1963 identifizierte Schmidt mit dem 200-Zoll-Reflektorteleskop des Palomar-Observatoriums das sichtbare Objekt, das einer dieser Radioquellen mit der Bezeichnung 3C 273 entsprach, und untersuchte auch sein Spektrum. Während das sternähnliche Aussehen auf eine relative Nähe hindeutete, zeigte das Spektrum von 3C 273 eine für die damalige Zeit hohe Rotverschiebung von 0,158, was darauf hindeutete, dass es sich weit jenseits der Milchstraße befand und somit eine außerordentlich hohe Leuchtkraft besaß. Schmidt bezeichnete 3C 273 als „quasi-stellares“ Objekt oder Quasar, von denen inzwischen Tausende identifiziert wurden. Diese Objekte waren in der Frühzeit des Universums häufiger anzutreffen und sind heute von der Erde aus sichtbar, weil das Licht so lange braucht, um diese enormen Entfernungen zu überwinden. Schmidts Arbeit verschaffte den Astronomen einen tiefen Einblick in die frühe Geschichte unseres Universums.

Es war Ende der 80er oder Anfang der 90er Jahre, ich weiß es nicht mehr so genau, als Dr. Siegfried Peterseim, der damalige Leiter des LWL-Planetariums Münster, zu mir kam und fragte, ob ich Interesse daran hätte, einen Vortrag von Prof. Maarten Schmidt im Astronomischen Institut zu hören. Er wollte gegen 13:00 Uhr hinfahren. Ich brauchte nicht lange zu überlegen und sagte sofort zu. Prof. Schmidt hatte sich einen Namen mit der Entdeckung der „extremen Rotverschiebung“ eines Objektes gemacht, das den etwas sperrigen Namen 3C 273 hatte[2]*. Ein Quasar (quasi-stellar object), ein Kunstwort aus „quasistellares Objekt“, ist ein extrem energiereicher Kern einer Galaxie und deshalb prominentester Gegenstand der damaligen aktuellen Forschung.*
Wir fuhren ca. 30 Minuten vor Beginn des Vortrages zum astronomischen Institut, um das Auto in aller Ruhe parken zu können. Zum Glück waren wir so früh, denn es stellte sich heraus, dass der Wunsch, Prof. Schmidt zu hören und zu sehen, viele Personen auf die Beine gebracht hatte. So wurde kurzfristig entschieden, auf den Vortragssaal des Fachbereiches Chemie in einem anderen Gebäude auszuweichen. Wir machten uns auf den Weg und betraten einen schon gut gefüllten Saal. Nach der kurzen Vorstellung des Referenten begann dann Prof. Schmidt mit seinem Vortrag über den Stand der Forschung betreffs der Quasare. Natürlich kam er auch auf den Artikel vom 16. März 1963 in Nature zu sprechen, der ihn später für die Fachwelt unsterblich machte:



1040 NATURE March 16, 1963 Vol. 197

3C 273 : A STAR-LIKE OBJECT WITH LARGE RED-SHIFT

By Dr. M. SCHMIDT

Mount Wilson and Palomar Observatories, Carnegie Institution of Washington, California Institute of Technology, Pasadena

Kompletter Artikel: Siehe unter[3]

Hier legte er zum ersten Mal dar, dass das merkwürdige Spektrum des Quasars ganz einfach zu deuten ist: Als starke, nach „Rot“ verschobene Emissionslinien. Es ist der Beweis für die riesige Entfernung von 3C 273, trotz seines sternhaften Aussehens. 1,92 Mrd. Lichtjahre lautet die dabei ermittelte Entfernung, bei einer scheinbaren Helligkeit von 12,86 mag (der hellste Quasar am Himmel im Sternbild der Jungfrau ist auch mit Amateurteleskopen aufzufinden). Nach dem Vortrag schloss sich noch eine rege Diskussion an.

Prof. Maarten Schmidt hat mit der Entdeckung der großen Rotverschiebung des Quasars 3C 273 die Tür zur extragalaktischen Astronomie aufgestoßen.

Quellen:

[1] https://en.wikipedia.org/wiki/Maarten_Schmidt
[2] https://en.wikipedia.org/wiki/3C_273
[3] https://www.nature.com/articles/1971040a0

Der Hazy Pearl Nebel – ein neuer PN-Kandidat im Sternbild Schwan

Eine Perle im Sternenmeer

Peter Maasewerd

Die große Aufnahme oben zeigt meine Panoramaaufnahme des Supernova Überrestes SNR G65.3+5.7 im Sternbild Schwan. Das weiße Halbkreuz in der linken Bildmitte markiert den Fundort eines kleinen Nebels, den ich im Sommer 2022 entdeckte.
Seit dem 10.11.2022 ist er in der Datenbank des **HASH** *(University of Hong Kong/Australian Astronomical Observatory/Strasbourg Observatory H-alpha Planetary Nebula)* und in der Liste der Planetarischen Nebel (PN) des privaten astronomischen Vereins **Planetarynebula.Net** als PN-Kandidat mit der Bezeichnung „Maa 1“ eingetragen. Sein Populärname lautet „Hazy Pearl Nebula“ und Maa steht für meinen Namen. Es ist für mich ein besonderes Gefühl, dass mein Name nun direkt mit einem astronomischen Objekt verbunden ist, ich hoffe so lange, wie es Datenbanken astronomischer Objekte gibt. In diesem Artikel möchte ich den kleinen Nebel vorstellen und berichten, wie es zu seiner Entdeckung kam.

Viel Glück im Unglück

Mein sorgfältig durchgeplantes Sommerprojekt 2022 war eine 4-fach-Mosaikaufnahme des riesigen und wunderschönen Supernova Überrestes SNR G65.3+5.7 im Sternbild Schwan. Die Struktur ist mit einer Ausdehnung von ca. 4,2° x 4,2° etwa 8 x größer als der Mond. Sie versteckt sich jedoch in einem Meer aus Sternen und leuchtet nur sehr schwach in den Emissionslinien von **Hα**, **OIII** und so gut wie gar nicht im **SII**-Band. Deswegen wird sie bisher nur selten fotografiert. Sehr zu Unrecht – denn das Objekt zeigt eine komplex verwobene Architektur aus Bögen, leuchtenden Knoten und feinen Fähnchen, die in den roten und türkisblauen Farben der Hauptlinien von Wasserstoff und Sauerstoff leuchten. Wegen der Größe des Objektes sollten die Aufnahmen mit einem auf 360 mm Brennweite reduzierten TS Photoline Triplet Apo erfolgen.

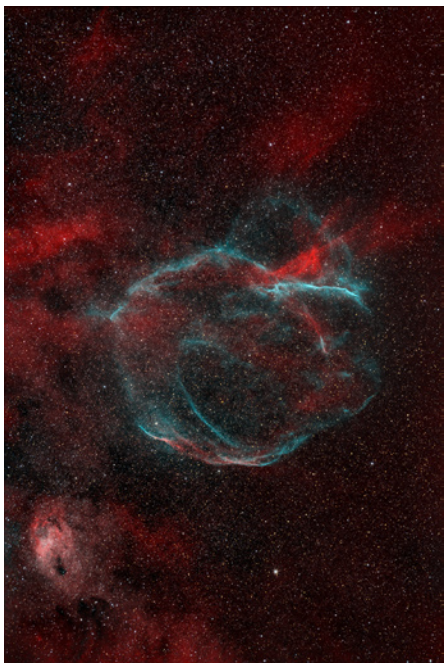


Abb. 2 Der Supernova Rest SNR G65.3+5.7 beherbergt in seiner Nordostecke den Hazy Pearl Nebel. Der befindet sich, in dieser Auflösung nicht sichtbar, auf ca. 10 Uhr in der äußern Schale des SNR

Daraus wurde jedoch nichts und das Mosaik gibt es bis heute nicht. Denn ich habe den Plan genervt verworfen, nachdem ich eine Woche sternklarer Nächte mit dem vergeblichen Versuch verbracht habe, die Verkippung der optischen Achse des Teleskops zu korrigieren. Stattdessen fotografierte ich den gesamten Supernova Rest mit einem antiken Pentax SMC 135/3.5 Teleobjektiv (Abb. 2).

Noch immer gefrustet montierte ich anschließend den 130/910 mm Refraktor mit 740 mm Brennweite und veröffentlichte über den Sommer Aufnahmen der bekannteren Teile des SNR, die als Einzelobjekte unter den Bezeichnungen Sh2-91, 94 und 96 im Sharpless Katalog gelistet sind.
SNR G65.3+5.7 ist eine in sich geschlossene, ballonartige Struktur. Die genannten Sharpless Objekte befinden sich im Nordwesten und Süden des SNR. Von der Nordostecke fand ich gar keine Aufnahmen im Netz, jedoch zogen sich aus meinen Aufnahmen schöne Girlanden und Bögen in diese Richtung. Ich beschloss also nachzusehen und wurde reichlich belohnt. Als Ziel für den Astrofotografen ist die Nordostecke den bekannteren Bereichen der Region mindestens ebenbürtig, wenn nicht sogar noch schöner (Abb. 1).
Darüber hinaus hält der Nordosten von SNR G65.3+5.7 einen kleinen astronomischen Schatz bereit. Er ist jedoch selbst in tiefen Breitbandaufnahmen nicht zu erkennen. Auch in Schmalbandaufnahmen ist er zwischen den Sternen kaum zu sehen. Entfernt man jedoch die Sterne, wie ich das in einem Zwischenschritt der Bearbeitung der Schmalbandsignale zunächst im Hα-Band tat, ist plötzlich eine kreisrunde, durchscheinend wirkende Struktur recht deutlich zu sehen:

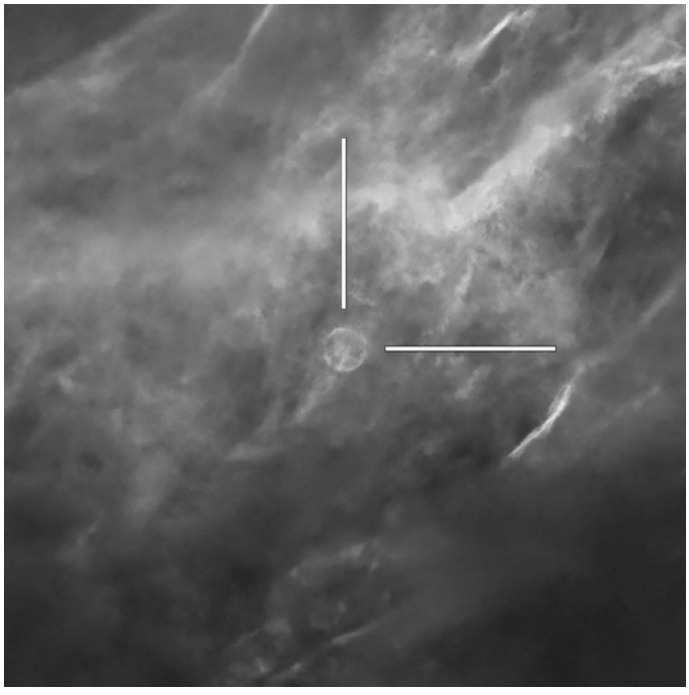


Abb. 3 Sternlose Aufnahme von Maa 1 im Ha-Band

Ich war begeistert und stellte fest, dass sich das Objekt auch in der OIII-Linie abbildete – wenn auch deutlich schwächer. In Aufnahmen mit dem SII-Filter und allen Breitbandbereichen (L, R, G, B) war keine signifikante Spur davon zu finden.
Das Objekt sah für mich schon auf den ersten Blick so aus wie ein Planetarischer Nebel.

Die Natur der Planetarischen Nebel

Bisher sind etwa 3.000 Planetarische Nebel (PN) bekannt. Die meisten davon finden sich in der Umgebung der galaktischen Ebene, die größte Konzentration ist in der Nähe des galaktischen Zentrums zu finden.

Planetarische Nebel bilden sich in der Endphase des Lebenszyklus von Sternen mit normaler bis mittlerer Masse (ca. 1 bis 8 Sonnenmassen). In dieser Phase hat sich der Stern entlang des sogenannten asymptotischen Riesenasts (AGB, siehe Abb. 4) zu einem Roten Riesenstern ausgedehnt. Rote Riesen stoßen in der Endphase ihres Lebens ihre äußere Hülle unter großem Massenverlust ab, der als „Superwind“ bezeichnet wird.

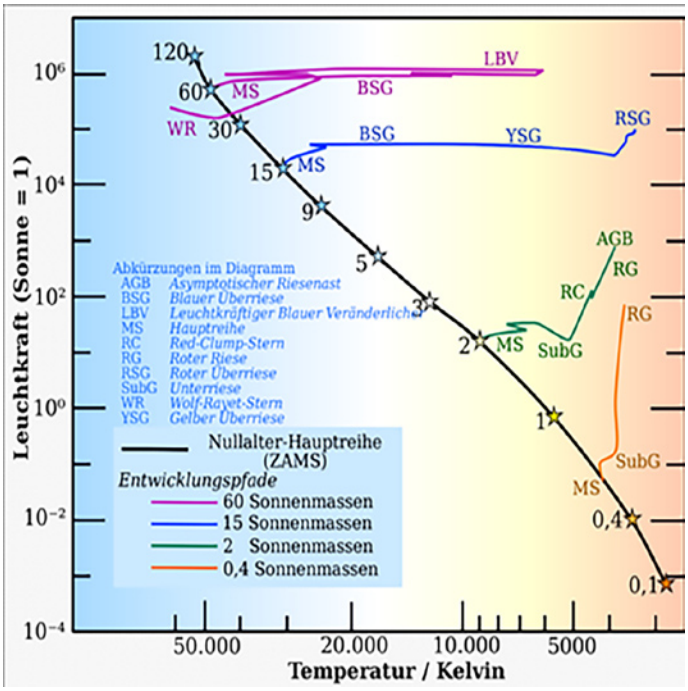


Abb. 4 Die Entwicklung von Sternen unterschiedlicher Masse im Hertzsprung-Russell-Diagramm. Die grüne Linie zeigt die Entwicklung eines Hauptreihensterns von zwei Sonnenmassen hin zu einem Stern auf dem Asymptotischen Riesenast. (Quelle: Wikipedia)

Nach dem Auswurf der Hülle steigt die Temperatur des verbliebenen Kerns des Sterns, bevor das Wasserstoffbrennen aufhört, der Stern schnell verblasst und zu einem Weißen Zwerg (WD) wird. Die hohe Temperatur des Zentralsterns (CS) bis zu 100.000° bewirkt, dass das zuvor ausgestoßene Material ionisiert und dann als PN sichtbar wird. Das Gas der Sternhülle dehnt sich anfangs mit einer Geschwindigkeit von 20 bis 40 km/s aus und besitzt eine Temperatur von etwa 10.000 K. Der Sternwind flaut im Laufe der Zeit vollständig ab, und beim Gas tritt eine Rekombination ein, wodurch es unsichtbar wird. Für die meisten Planetarischen Nebel beträgt die Zeitspanne zwischen Entstehung und Rekombination, also die Lebensdauer des PN, ungefähr 10.000 Jahre.

Hausaufgaben

Zwar freute ich mich über meine Entdeckung, rechnete jedoch fest damit, sie als alten Hut in einer der gängigen astronomischen Datenbanken vorzufinden. Da half nur nachzusehen. Eine rasche Astrometrierung über **www.astrometry.net** lieferte eine koordinatenreferenzierte Bildversion. Die wurde in die Desktopversion des Programms Aladin geladen. Eine Verknüpfung mit den Datenbanken von Vizier/Simbad zeigte überraschenderweise kein Objekt am Ort meines kleinen Fundes. Immerhin lieferte Aladin eine Mittelpunktkoordinate des Objektes (19:37:19.83 +32:32:16.79) und erlaubte mir, seine Größe zu ermitteln. Den Durchmesser konnte ich mit ca. 1,1 Bogenminuten bestimmen, eine spätere, genauere Vermessung ergab einen Wert von 69 Bogensekunden.

Mein Jagdfieber war geweckt und die Hoffnung tatsächlich etwas Neues entdeckt zu haben, wuchs. Ich nutze im Sommer jede klare Nachtstunde, um mehr Aufnahmedaten zu sammeln. Gleichzeitig suchte ich intensiv nach möglichen Bildreferenzen und anderen potenziellen Fundstellen, jedoch ohne Erfolg.

Der Habitus des Nebels passt zu einem Planetarischen Nebel. Mit der frisch ermittelten Koordinate besuchte ich die Internetseite **www.planetarynebulae.net** von Pascal Le Dû. Pascal brennt spätestens seit seiner ersten eigenen Entdeckung vor 10 Jahren für Planetarische Nebel und betreibt mit Gleichgesinnten ein Netzwerk für alles, was mit Planetarischen Nebeln zusammenhängt. Auf seiner Internetseite führt er eine Liste aller potenziellen Kandidaten und nachgewiesenen PNs sowie umfangreiche Informationen, Hinweise und Verweise für potenzielle „Entdecker“. Auch hier kein Eintrag. Jedoch verweist die Seite auf die **HASH** PN-Datenbank. Dabei handelt es sich um einen interaktiven Katalog von bildgebenden, spektroskopischen und anderen Beobachtungsdaten für galaktische PN, der sowohl Forschern als auch der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung steht. Auch die HASH-Datenbank lieferte keinen Treffer für meine Koordinate.

Was nun? Ich entschied mich für den Versuch, eine offizielle Registrierung beim **Planetary Nebulae Network** zu erreichen, zumal mein Fund, den auf der Seite von Pascal le Dû aufgeführten Grundanforderungen i. W. zu entsprechen schien. Für den einzureichenden Antrag wurde von jedem Bildkanal (L, Hα, OIII, SII) und von dem erstellten Komposit Übersichts- und Detailaufnahmen gefertigt und in einer Bilddokumentation zusammengefasst. Die Dokumentation wurde Mitte August 2022 zusammen mit anderen persönlichen und technischen Daten (Koordinaten, Aufnahmeparameter, technische Ausstattung etc.) eingereicht.

Was lange währt…

Ich hatte leider erstmal Pech. Nach meiner Eingabe per E-Mail hörte ich – nichts. Es gab eine Eingangs- jedoch keine Lesebestätigung. Nach ein paar Tagen wandte ich mich unsicher an den Amateurastrofotografen Marcel Drechsler, der bereits eine Vielzahl von Planetarischen Nebeln entdeckt und registriert hatte. Marcel war super hilfsbereit und nahm Kontakt mit Pascal le Dû auf, wobei herauskam, dass man meine Eingabe nie erhalten hatte. Es brauchte dann im November noch eine weitere Nachfrage, aber dann war es schnell klar: Der kleine, blasse Punkt ist ein aussichtsreicher Kandidat für einen neuen Planetarischen Nebel! Die Registrierung erfolgte am 10.11.2022 unter der Nummer PN-G: 066.8+05.5 sowie dem Kürzel Maa 1, sowohl in der **HASH**-Datenbank als auch der Datenbank des **Planetary Nebulae Network**. Was noch ansteht, damit aus dem anerkannten PN-Kandidaten ein international anerkannter Planetarischer Nebel wird, sind weiter gehende spektroskopische Analysen, die noch einige Zeit in Anspruch nehmen dürften.

Der Hazy Pearl Nebel - Maa 1 - PN-G: 066.8+05.5
So sieht er im Licht der Emissionslinien Hα und OIII aus, der Hazy Pearl Nebel:

Abb. 5 Der Hazy Pearl Nebel als HOO Komposit Aufnahme

Es ist mir sehr schwergefallen, einen Namen für den kleinen Kandidaten zu finden. Ein blasser, runder Fleck in einem Meer von Sternen und verhangen durch Filamente großer Emissionsnebel – wie soll man den schon nennen? Nun, „Hazy“ bedeutet so viel wie „dunstig“ oder „diesig“. Die Schmalbandaufnahme zeigt ganz gut, warum ich am Ende diesen Namen gewählt habe. Denn die PN-Hülle wird durch die in der Sichtachse vorhandenen Strukturen des Supernova Restes SNR G65.3+5.7 sehr gut verschleiert, was vielleicht auch der Grund dafür ist, dass das Objekt zuvor noch nicht kartiert wurde. In „normalen“ (L)RGB Breitband Aufnahmen versteckt sich das Objekt zwischen tausenden von Sternen. Dort ist nichts von ihm zu sehen.

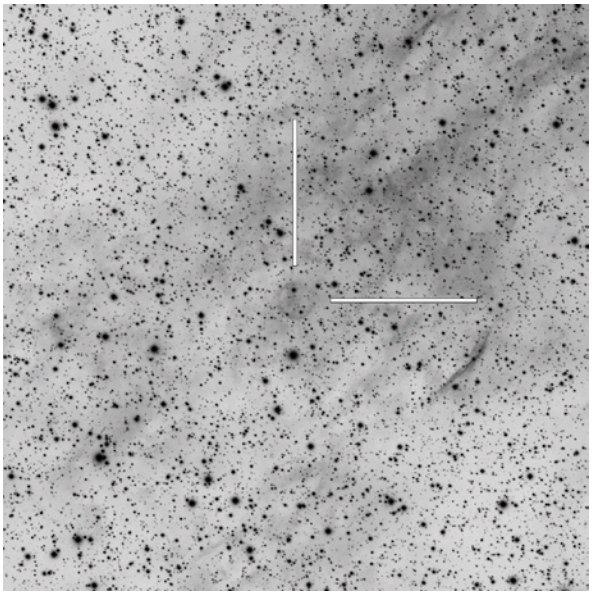


Abb. 6 Invertierte Aufnahme der Hα-Emissionslinie (656 nm)

Selbst in Schmalbandaufnahmen kann man die Perle im Sternengewimmel kaum entdecken. Besser gelingt das in invertierten Schwarzweißdarstellungen, wie der Hα-Aufnahme in Abb. 6 bzw. der OIII-Aufnahme in Abb. 7.

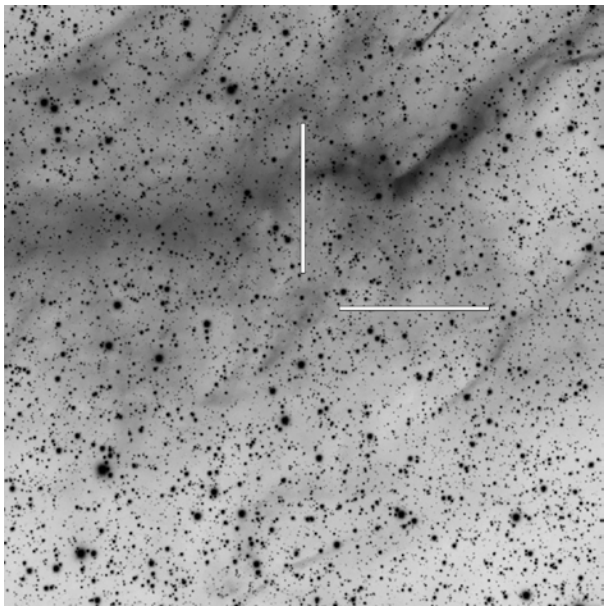


Abb. 7, Invertierte Aufnahme der OIII-Emissionslinie (501 nm)

Wichtig für die Klassifizierung eines Objekts als PN ist das Vorhandensein eines Zentralsterns. Marcel Drechsler hat sich die von mir ermittelte Koordinate genauer angesehen, recherchiert und im Zentrum des Nebels einen möglichen Zentralstern ausgemacht (Abb. 8).

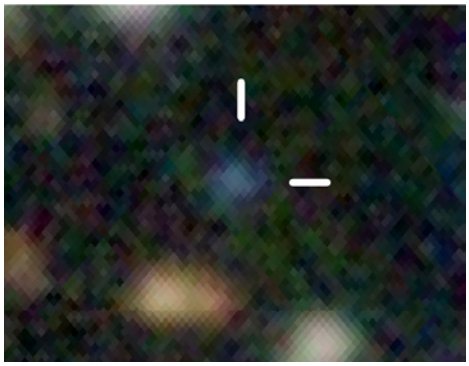


Abb. 8 Der mögliche Zentralstern? (Pan-Starrs, IRG)

Link zu den hochauflösenden Aufnahmen auf Astrobin:

Aufnahmedaten:

Teleskop: TS-Optics Photoline 130mm f/7 FPL53 Triplet Apo
Aufnahmekamera: ZWO ASI2600MM Pro
Montierung: Sky-Watcher EQ8-R
Filter: Astronomik Deep-Sky Blue · Astronomik Deep-Sky Green · Astronomik Deep-Sky Red · Astronomik H-alpha CCD 6nm · Chroma OIII 3nm Bandpass

Filter	Belichtung	Belichtung
Luminanz	9240 s	2,57 h
Rot	6060 s	1,68 h
Grün	6060 s	1,68 h
Blau	6120 s	1,70 h
Hα	8600 s	2,39 h
OIII	15600 s	4,33 h
SII	15300 s	4,25 h
Total	**66980 s**	**18,61 h**

Quellen:
- Wikipedia, Planetarischer Nebel
- David J. Frew, Quentin A. Parker: Planetary Nebulae: Observational Properties, Mimics and Diagnostics

Entdeckung eines einzigartigen IPs

Paul Breitenstein; AiM (Astronomy and internet in Münster)

Ein Beispiel, dass Amateure auch von Münster aus aktuell bedeutende Forschungsergebnisse erzielen können, ist die Entdeckung von J1832.4-1627 (siehe Andromeda 2/2020).

J1832.4-1627, der auch unter der Bezeichnung 000-BNG-512 geführt wird, ist der einzige bisher bekannte stromgespeiste (stream-fed) Intermediär Polare (IP) mit einer vollständigen Bedeckung des Primärsterns (siehe Abb.1). An dessen Entdekkung und Beschreibung habe ich, zusammen mit Erwin Schwab aus Darmstadt, gearbeitet. Nach zwei langen Beobachtungsjahren und der wissenschaftlichen Expertise von Prof. Dr. Klaus Beuermann, Göttingen, wurde unser Paper „J1832.4-1627, the first eclipsing stream-fed intermediate polar/K. Beuermann, P. Breitenstein, E. Schwab“ im internationalen Wissenschaftsjournal Astronomy and Astrophysics (A&A 657, A101 (2022)) veröffentlicht. Kommentar des A&A-Gutachters **„…only several days before I was asked to review this manuscript, I had been lamenting the fact that no deeply eclipsing, stream-accreting IPs were known. I'm glad that this void has been filled.“ (deutsch:** „… nur einige Tage bevor ich gebeten wurde, dieses Manuskript zu überprüfen, beklagte ich die Tatsache, dass kein stromgespeister IP, der zudem eine vollständige Bedeckung zeigt, bisher bekannt war. Ich bin froh, dass diese Lücke gefüllt wurde.“)
Erwin Schwab hat sich die Mühe gemacht, unsere Vorstellung der Dynamik unseres Beobachtungsobjekts zu veranschaulichen:

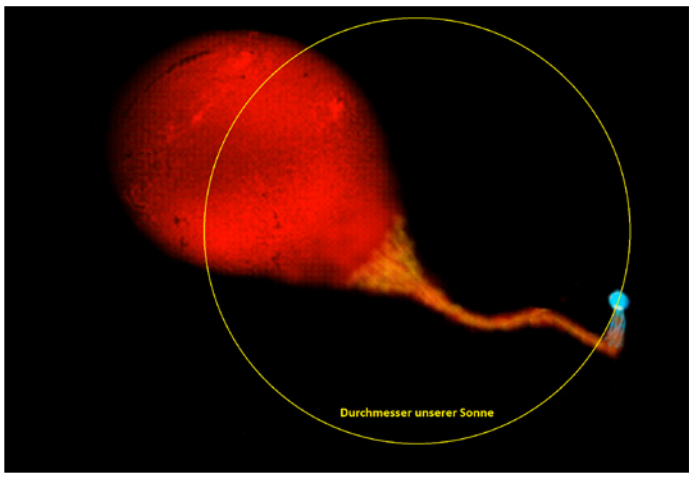


Abb. 1: Die künstlerische Darstellung zeigt einen stromgespeisten IP, dessen Primärstern (rechts) von der Erde aus gesehen alle 8,87 Stunden von seinem roten Begleiter (Sekundärstern oder Donator) vollständig verdeckt wird. Der Primärstern ist ein etwa erdgroßer Weißer Zwerg, der Begleiter wahrscheinlich ein Roter Zwerg mit ungefähr der Hälfte des Sonnendurchmessers. Der Abstand der Massenschwerpunkte beider Zwerge entspricht etwa dem Durchmesser der Sonne. Die Materie des Donators fließt in einem Strom (daher „stromgespeist“) direkt zu den magnetischen Polen des Weißen Zwergs und kippt synchron zu dessen Rotationsperiode von einem Magnetpol zum anderen. Grafik: Erwin Schwab

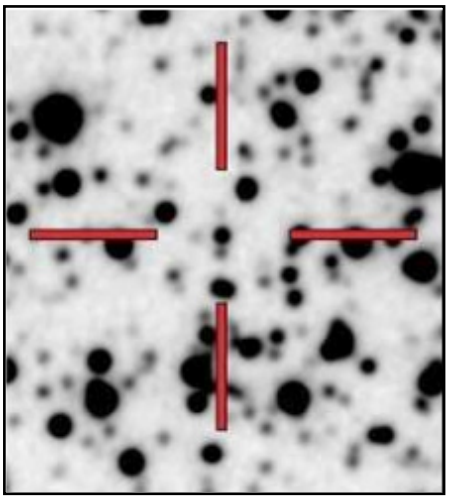
J1832.4-1627 liegt nach dem Gaia-Katalog zwischen 4.200 und 9.300 Lichtjahren (1270 und 2500 pc) von der Erde entfernt. Der IP wurde erstmals im Juli 2019 von Erwin Schwab mit dem Schmidt-Teleskop des Deutsch-Spanischen Astronomischen Zentrums vom Calar Alto aus entdeckt, als er versuchte, den Kometen P/2012 K3 (Gibbs) nach 7 Jahren wiederzufinden.
IPs gehören zu den kataklysmisch Veränderlichen (Abk. CV von englisch Cataclysmic Variable). Das beschreibt ein enges halbgetrenntes Doppelsternsystem. Es besteht aus einem akkretierenden Weißen Zwerg und einem Masse verlierenden Roten Zwerg. Kataklysmische veränderliche Sterne zeigen eine große Spanne von Helligkeitsänderungen als Folge des Massetransfers zwischen den Sternen. Bei intermediären Polaren (IPs) besitzt der Weiße Zwerg zusätzlich ein Magnetfeld, das den Massenfluss erheblich beeinflusst. In den meisten Fällen bildet sich eine Akkretionsscheibe, von deren innerer Grenzschicht Materie entlang der Magnetfeldlinien auf die magnetischen Pole des Weißen Zwergs fällt (vgl. Wikipedia).

Der Entwicklungsprozess von CVs und IPs ist noch nicht vollkommen verstanden. Die bislang einzigartige vollständige Bedeckung eines IPs bei J1832.4-1627 bietet neue Untersuchungsmöglichkeiten und damit neue Erkenntnisse, u.a.:

1. Während der Bedeckung kann das Licht des Roten Zwergs unabhängig untersucht werden (z.B. durch Spektralanalyse).
2. Eintritt in und Austritt aus der Bedeckung geben Informationen über die Geometrie des Systems.

Eine besondere Herausforderung für unsere Beobachtungen war das äußerst dichte Sternenfeld der Milchstraße im Sternbild

Schütze, insbesondere die photometrische Trennung zu drei sehr nahen lichtschwachen Hintergrundsternen im Norden, Osten und Süden unseres Objektes



(Abb. 2). *Abb. 2: Extrem dichte Sternenfeld um J1832.4-1627.*
Das Bild im r-Band wurde am 12. Mai 2021 mit MuSCAT3 am FTN von Hawaii aufgenommen. Norden ist oben, Osten links;
das Blickfeld beträgt 30″×30″.

In unserem A&A - Artikel präsentieren wir eine photometrische Studie dieses neu entdeckten Intermediär Polar (IP). Die Umlaufzeit des Systems beträgt P_{orb} = 8,87 h. Das System weist eine kastenartige tiefe Bedeckung von 1970 s ± 2 s auf.

Insbesondere durch die gleichzeitige Aufnahme in vier sauber getrennten Frequenzbereichen des Lichts durch SDSS-Filter g‘, r‘, i‘ und z‘ der neuen MuSCAT3-Kamera am 2-Meter Faulkes-Teleskop-Nord (FTN) auf Hawaii in der Bedeckung konnten wir den Spektraltyp des Sekundärsterns relativ gut eingrenzen (Abb. 3). Die Filter wurden ursprünglich für das Sloan Digital Sky Survey (SDSS) entwickelt und entsprechen heute wissenschaftlichen Standards. Dabei liegt im menschlichen Farbempfinden g’ eher im blauen, r’ eher im grünen, i’ eher im roten und z’ im infraroten Bereich des Lichtspektrums (siehe Anhang).

Die Spektralklasse, auch Spektraltyp genannt, ist in der Astronomie eine Klassifizierung der Sterne nach dem Aussehen ihres Lichtspektrums. Die Spektralklassen mit ihren sieben Grundtypen (O, B, A, F, G, K, M) machen rund 99 % aller Sterne aus. Für genauere Klassifikation können Spektralklassen noch in Unterklassen 0 bis 9 eingeteilt werden (vgl. Wikipedia). In dieser Klassifizierung liegt unser Beobachtungsobjekt bei ca. K6, Grundtyp K und Unterklasse 6.

Der Sekundärstern befindet sich im Hertzsprung-Russell-Diagramm bei einem mittleren Oberflächentemperatur von $T_{eff,2}$ = 4120 K und einer absoluten Leuchtkraft von ca. 12% unserer Sonne. Wir nehmen an, dass sich der Doppelstern von dort entweder in einen polaren oder einen ultrakompakten Doppelstern mit einem extrem magnetischen Primärstern entwickeln kann.
Dynamische Modelle, die an die Photometrie angepasst sind, begrenzen die Masse des Sekundärsterns M_2 auf 0,16 $M_\odot$ bis 1,00 $M_\odot$ (Sonnenmassen); eine genauere Massenbestimmungen ist uns wegen der bislang sehr ungenauen Entfernungsangaben im Gaia-Katalog nicht möglich (siehe oben).

Außerdem zeigt die komplette Lichtkurve (siehe Andromeda 2/2020) eine kohärente Pulsation mit großer Amplitude und Periode P_{obs} = 65,18 min auf, die von der Rotation des Weißen Zwergs (WD) und dem Wechsel der Akkretionssäule (Abb. 1) zwischen den beiden magnetischen Polen herrührt.
Das Licht außerhalb der Bedeckung stammt fast vollständig von dieser Akkretionssäule auf dem WD, mit Eigenschaften, die auf Polumdrehen hinweisen. Es gibt keine Hinweise auf eine Akkretionsscheibe.
Das System zeigt einen variablen Akkretionsstrom, verfällt wiederholt in kurzlebige niedrige Zustände mit abnehmendem Materiestrom und zeigt derzeit eine Umlaufzeit, die auf einer sehr langen Zeitskala abnimmt.

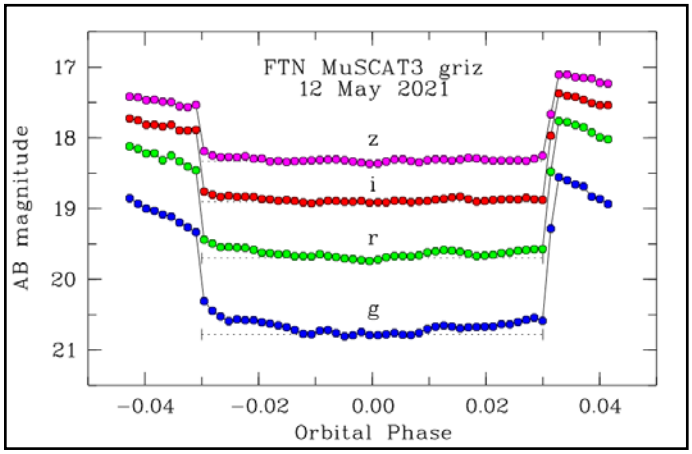


Abb. 3: Seit Frühjahr 2021 ist es möglich, auf die am 2m FTN neu eingebaute MuSCAT3-Kamera zuzugreifen und gleichzeitig Aufnahmen in SDSS g‘, r‘, i‘ und z‘ (kurz: griz) zu machen.

Röntgenbeobachtungen, optische Spektroskopie und Spektropolarimetrie – die Einbeziehung der Polarisation des Lichts in die Spektroskopie zur Analyse der vorherrschenden Magnetfelder – haben ein hohes Potenzial für Untersuchungen der Eigenschaften von J1832.4-1627 als individuelles Objekt und der stromgespeisten Akkretion im Allgemeinen. Da diese Untersuchungsmethoden unsere Möglichkeiten bei weitem überschreiten, hoffen wir, dass unsere Veröffentlichung andere Forscher anregt, das Objekt weiter zu beobachten, um neue Erkenntnisse über die Entwicklung von IPs zu gewinnen.

Nachschlag:
Kurz nachdem dieser Artikel druckfertig war, erreicht uns „The Astronomer‘s Telegram“. Darin bestätigt eine südamerikanische Forschergruppe um Isabel de Jesus Lima vom Instituto de Astronomía y Física del Espacio/Buenos Aires, Argentinien „First X-ray observations of the intermediate polar SWIFT J183221.56-162724.257“.
Die Gruppe beobachtete unser Objekt am 26. April 2022 eine gute Stunde lang mit dem Weltraumteleskop SWIFT der NASA, welches Röntgenstrahlung detektieren und untersuchen kann. Es handelt sich offensichtlich um eine außerordentliche Testmessung, welche zur Beantragung längerer Beobachtungszeiten mit dem Weltraumteleskop SWIFT benötigt werden.
Unser Objekt ist bei der Durchmusterung des Himmels nach Röntgenquellen bisher nicht aufgefallen. Nun wissen wir, dass unsere Vermutung richtig war: Der IP J1832.4-1627 ist eine Röntgenquelle!

Es bleibt spannend!

Wer mehr dazu erfahren will:

- Homepage von Erwin Schwab: http://erwinschwab.de/000-bng-512
- Unser Paper via arXiv: https://arxiv.org/abs/2111.02752
- Unser Paper bei A&A 657, A101 (2022):
- https://www.aanda.org/articles/aa/abs/2022/01/aa41585-21/aa41585-21.html
- Sekundärveröffentlichung:
- https://www.sciencetimes.com/articles/34529/20211115/german-scientists-identified-first-deeply-eclipsing-stream-fed-intermediate-polar.htm
- MuSCAT3-Kamera am FTN:
- https://lco.global/observatory/instruments/muscat3/
- Sloan Digital Sky Survey (SDSS):
- https://www.sdss.org
- Filters - Las Cumbres Observatory
- https://lco.global/observatory/instruments/filters/
- The Astronomer's Telegram:
- „First X-ray observations of the intermediate polar SWIFT J183221.56-162724.257“
- https://www.astronomerstelegram.org/?read=15388
- Neil Gehrels Swift Observatory
- https://swift.gsfc.nasa.gov/index.html

Ein weiterer „Intermediärer Polar“:
EX Hydrae - ein etwas sonderbarer Intermediärer Polar (IP) - Hans G. Diederich; Analyse und Diskussion der Lichtkurve
http://w.bav-astro.de/Rundbriefe/RB2012-1/31.pdf
https://www.bav-astro.de/Rundbriefe/RB2012-2/104.pdf
http://w.bav-astro.de/Rundbriefe/RB2012-3/184.pdf

Sternfreunde intern

- **Eintritte:**
  Gradeneker, Andrea
  Tryta, Lothar
  Berndt-Gerdes, Jasper
  Kuchta, Thomas
  Roleff, Bruno

- **Austritte:**
  Maus, Melanie Katrin
  Nauendorff, Marvin
  Pfaff, Heiko

- **Verstorben:**
  Giesche, Günter (92 Jahre)

Der Astronomie-Stammtisch der Sternfreunde findet an jedem 4. Sonntag eines Monats in der Gaststätte moro112 an der Mecklenbecker Straße 112 (Segelclub Hansa) um 18.00 Uhr statt. Hier treffen sich nicht nur Vereinsmitglieder, Gäste sind herzlich willkommen! Eine Anmeldung ist aufgrund der hohen Auslastung, vor allem am Wochenende, zwingend notwendig.

Kontakt: Markus Steineke

Pro und Contra

In vielen Dingen gibt es unterschiedliche Meinungen. Hier zwei unterschiedliche Rezensionen zu dem Buch

Ilja Bohnet u. Thomas Neumann:

Das rätselhafte Universum:
Die fundamentalen Fragen der modernen Wissenschaft

Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart, 1. Auflage, April 2022,
10 Farbzeichnungen, 31 SW-Zeichnungen,
272 Seiten

ISBN 978-3-440-17346-6

Pro
Reinhard Mawick

Es war das Cover dieses Buches von Bohnet und Neumann, das mich dazu verführte, es in die Hand zu nehmen. Ein wenig im-Buch-blättern verführte dann zum Kauf, nicht der das Buch bewerbende Klappentext.
Nach dem einleitenden ersten Teil „Das Weltbild der Physik“, der das bisher erarbeitete Wissen behandelt, folgt im zweiten Teil ein Überblick über die „Sieben Welträtsel heute“:

- Was sind Raum und Zeit?
- Das „dunkle“ Universum
- Harmonien, Symmetrien, Naturkonstanten
- Naturgesetze
- Ursprung des Lebens
- Schönheit – ein Kriterium der Wahrheit?
- Zukunft des Universums

Auch wenn alle diese Fragen auch von den beiden Autoren nicht beantwortet werden (können), stellen die beiden das aktuelle Wissen um diese Fragen anschaulich dar.
So wird der Frage nachgegangen, ob unser Universum eine Krümmung hat, wie diese aussehen könnte und warum wir eigentlich in drei Dimensionen leben. Dabei wird auch Immanuel Kant nicht übergangen. Der Text über Dunkle Materie und die Dunkle Energie ist spannend geschrieben, aber er fordert den Leser auch. Das Buch ist wesentlich anspruchsvoller als es der Klappentext vermuten lässt.
In „Leben wir in der besten aller Welten“ wird aufgezeigt, wie viele Zufälle nötig waren, um ein Universum zu erschaffen, in dem wir leben können. Selbst die Multiversum-Hypothese wird behandelt, auch wenn man zweifeln kann, ob es sich hier noch

um Physik handelt. Anschließend wird das Thema der Naturgesetze behandelt, folgende Leitfragen sind für sie von Relevanz: „Wer hat schon einmal ein Gesetz gesehen? Geschweige denn den Gesetzgeber? Warum glauben wir dann an die Existenz von Naturgesetzen? Und lassen sich alle Gesetze der Natur erkennen? Woher wissen wir, ob ein Gesetz wahr ist? Gibt es ein Gesetz der Gesetze, eine Weltformel?“. Gerade dieser Teil des Buches war für mich faszinierend zu lesen. Abschließend wird hinterfragt, ob die Natur den Idealen von Einfachheit und Symmetrie folgt und ein Blick in die Zukunft des Universums gewagt: „Hat das Universum ein Ende? Oder beißt es sich zum Schluss wie unsere kosmische Schlange in den eigenen Schwanz und kehrt zurück an seinen Ursprung?“.
Hat man keine oder wenige Vorkenntnisse in den Themenbereichen Kosmologie und Teilchenphysik, sind die behandelten Themen sehr komplex und weisen demzufolge eine sehr dichte Schreibweise auf. Der hohe Informationsgehalt muss mit recht wenigen Seiten des Buches auskommen. Jedes der Themen füllt alleine ganze Bücherregale, und so ist ein wenig Zeit erforderlich, sich mit den einzelnen Themen auseinanderzusetzen, wenn man von dem Buch profitieren will.
Der Klappentext („für jedermann verständlich“) wird dem Buch nicht gerecht, es ist anspruchsvoller als man denken könnte. Ohne Vorkenntnisse ist der erste Teil des Buches nur schwer verständlich. Der zweite Teil hingegen ist, insbesondere wegen seiner Gedankenspiele, faszinierend zu lesen.

Contra
Hans-Georg Pellengahr

Im ersten Teil des Buches geben die Autoren einen Überblick über die Vorstellungen der Entwicklung des Kosmos von der Antike bis zur Gegenwart. Mit Einsteins Relativitätstheorie und der Quantentheorie vollzieht sich der Aufbruch von der klassischen Physik in die Moderne, mündend in die Entwicklung des kosmologischen Standardmodells mit Dunkler Materie, Dunkler Energie, Inflations-Hypothese, dem Nachweis von schwarzen Löchern und Gravitationswellen. Mit der Entwicklung der Quantentheorie stoßen Makro- und Mikrokosmos aufeinander. Den sich daraus ergebenden neuen „Welträtseln“ widmen die Autoren den zweiten Teil ihres Buches. Es geht um Raum und Zeit, Dunkle Materie und Dunkle Energie, die Harmonien der Welt, die Feinabstimmung der Naturkonstanten, die Multiversum-Hypothese, den Ursprung des Lebens sowie um Schönheit als Wahrheits-Kriterium und um die Zukunft des Universums.

Sowohl zur Quantentheorie, zu den Bausteinen der Welt und deren Wechselwirkungen als auch zur Entdeckung des Higgs-Bosons und zum Higgs-Feld sowie zum Standardmodell der Teilchenphysik, aber auch zu den grundlegenden Ideen der Symmetrie-Hypothesen hätte ich mir von den Autoren allerdings einiges mehr an Hintergrunderklärungen gewünscht.

Für den Nichtphysiker bleibt „Das rätselhafte Universum“ - anders als in der Verlagswerbung behauptet - leider in weiten Teilen unverständlich. Das Buch „diskutiert das Weltbild der Physik“ keineswegs „für jedermann verständlich“ und auch die „Einführung in die spannendsten Fragen und Forschungsprojekte“ setzt ein bei Laien wohl kaum im hierzu notwendigen Umfang vorhandenes physikalisches Grundwissen voraus, das die Autoren leider nur sehr lückenhaft vermitteln. Von einer „faszinierenden Reise durch unser rätselhaftes Universum“ (wiederum Zitat aus der Verlagswerbung!) kann demzufolge leider nicht die Rede sein: Das Buch liest sich äußerst mühsam. So manche(r) Leser/In dürfte irgendwann resigniert aufgeben. Zahlreiche von den Autoren verwendete Begriffe werden nicht oder nur unzureichend erklärt und machen ständige Eigenrecherchen erforderlich. Selbst denen, die es trotz aller Beschwernisse bis zur letzten Buchseite schaffen, wird „Das rätselhafte Universum“ am Ende möglicherweise noch ein wenig rätselhafter als zuvor erscheinen.

Der Kosmos Verlag stand für mich bisher stets für eine allgemeinverständliche Wissenschaftsvermittlung. „Das rätselhafte Universum“ wird diesem Anspruch entgegen der Verlagswerbung leider nicht gerecht.

Bildbeschreibung zur Umschlagseite 3

aus Wikipedia

NGC 281 ist ein Emissionsnebel im Sternbild Kassiopeia am Nordsternhimmel, der 9500 Lichtjahre von der Erde entfernt ist. Der Nebel ist im Index-Katalog als IC 11 erfasst und wird umgangssprachlich wegen seiner Ähnlichkeit mit der bekannten gleichnamigen Videospiel-Hauptfigur vor allem im englischen Sprachraum auch als **Pac-Man-Nebel** bezeichnet.

In NGC 281 ist der offene Sternhaufen IC 1590 eingebettet, dessen Sterne um das Zentrum des Nebels verstreut sind und von denen einige durch ihre Röntgenstrahlung hervortreten. Das hellste Mitglied von IC 1590, das Mehrfachsternsystem BD +55° 191 (HD 5005), ist die ionisierende Quelle des Nebels. Der Nebel enthält auch mehrere Bok-Globulen, in denen durch Infrarotaufnahmen Anzeichen für Sternentstehung festgestellt werden konnten. Ebenfalls in Infrarotaufnahmen ist die Molekülwolke erkennbar, deren ionisierter Teil der Emissionsnebel ist.

NGC 281 wurde am 16. November 1881 vom US-amerikanischen Astronomen Edward Emerson Barnard entdeckt.

Foto: Johannes Holtrup

NGC 281 (Pacman-Nebel)
88 Bilder a 90 sec.
Gesamtbelichtungszeit 2h 12 min
15 Darks, 15 Bias, 15 Flats
ISO 1600 (kein Filter)
Canon EOS 250 d, Komakorrektor BAADER
Guiding-Kamera Omegon GUIDE 1200 M
Montierung Skywatcher EQ6-R Pro
gesteuert durch Sequencer Software N.I.N.A.

Auswertung:
Deep Sky Stacker,
Gradienten entfernt in GraXpert,
Bildbearbeitung in Fitswork und Photoshop

Das Projekt DART

Die erste Testmission der NASA zur Asteroidenablenkung

Ewald Segna

15. Februar 2013, ca. 9.20 Uhr Ortszeit (4:20 Uhr MEZ): In der Nähe von Tscheljabinsk im südlichen Ural raste ein Meteor gleißend hell über den Himmel und explodierte in ca. 30 Kilometer Höhe.

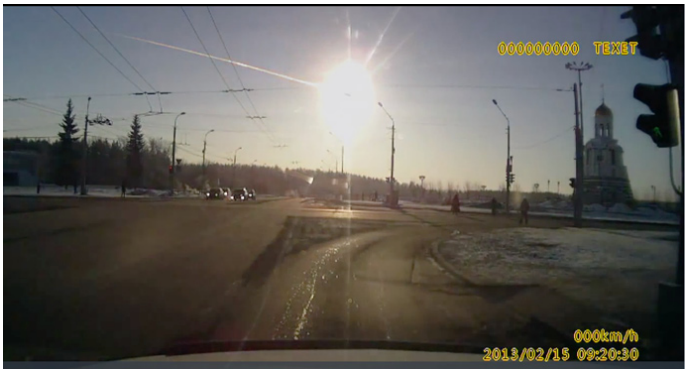


Abb. 1 Aus dem Video, Wikipedia / Aleksandr Ivanov

Nach ca. 10 Minuten erreichte die Druckwelle die Stadt und zerstörte die Glasfenster von rund 3700 Gebäuden. Bisher einmalig bei einem Meteoritenfall war die Anzahl von hunderten verletzten Personen, bedingt durch splitterndes Glas.

Auslöser der Druckwelle war ein sogenannter Airburst. Dabei brach der Meteoroid beim Eintritt in die Erdatmosphäre infolge von Stoßionisation auseinander. Die Bruchstücke besaßen insgesamt eine wesentlich größere Reibungsfläche, wodurch es zur schlagartigen Energiefreisetzung kam. Das Objekt erzeugte beim Auseinanderbrechen einen Lichtblitz, der 30-fach heller als die Sonne war. Im November 2013 veröffentlichte Analysen weisen auf den Asteroiden (86039) 1999 NC43 hin. Der Mutterkörper könnte Teil eines „Rubble Pile“ (Schutthaufen - das ist in der Planetologie eine Bezeichnung für einen Asteroiden, der aus zahlreichen kleineren „Brocken“ besteht und nur durch die Gravitation lose zusammengehalten wird) aus der Flora-Gruppe[1] sein. Eine im Mai 2014 herausgegebene Forschungsarbeit erhärtete die Bruchstücktheorie. Es handelte sich bei diesem Ereignis um den größten bekannten Meteoritenfall (ca. 12 000t Gewicht) seit über 100 Jahren.
Presseberichten zufolge schlug ein Meteoritenbruchstück in den Tschebarkulsee nahe der gleichnamigen Stadt, etwa 80 Kilometer südwestlich von Tscheljabinsk entfernt, ein. In der Eisdecke des zugefrorenen Sees entstand dadurch ein Loch mit einem Durchmesser von sechs Metern. Die Analyse der am See gefundenen Fragmente ergab, dass es sich um Meteoritengestein handelte, und zwar um gewöhnliche Chondrite (LL5-Chondrite (Low-Metal, Low-Iron, Eisengehalt: 18,5 Massenprozent)).[2]
Der Meteorit wurde vorläufig nach der nächstgelegenen Ortschaft Tschebarkul benannt, die endgültige Namensgebung erfolgte im März 2013 durch die Meteoritical Society und lautete Tscheljabinsk (Chelyabinsk).

Was war der Grund, weshalb dieser Kleinstkörper nicht durch die Himmelsüberwachungsprogramme (wie z. B. Atlas, NEAT, LINEAR, Spacewatch etc.) aufgefallen ist? Die Lösung war simpel: Das Objekt kam aus Richtung der Sonne und war somit für die optischen Systeme nicht zu entdecken.
Der Asteroid trat mit einer Geschwindigkeit von 19,2 km/s und einem Winkel von 18,3 Grad zur Horizontalen in die Atmosphäre ein. Die kinetische Energie wurde auf Grundlage von Infraschall-Messungen auf ein TNT-Äquivalent von über 500 Kilotonnen beziffert, entsprechend hatte das Objekt einen Durchmesser von ca. 19 m bei einer geschätzten Dichte von 3,3 t/m^3.
Ständig treffen interplanetare Staub- und Gesteinsbrocken auf die Erde, allgemein als Sternschnuppen oder - wenn größer - als Boliden bezeichnet. Die meisten sind harmlos und verglühen in der Atmosphäre.
Doch das Ereignis über Tscheljabinsk zeigte, dass bei der schieren Anzahl der Asteroiden einige in den Kreuzungsbereich der Erdbahn kommen könnten – sogenannte Earthcrosser – die, falls sie dann mit der Erde kollidieren, verheerende Auswirkungen auf das Leben des „Blauen Planeten“ hätten.

Was sind Asteroiden?

Asteroiden sind felsige Relikte aus der Entstehungszeit unseres Sonnensystems vor etwa 4,6 Milliarden Jahren. Es gibt sie in einer Vielzahl von Formen, Größen und Zusammensetzungen. Einige sind dichte, feste Objekte, während andere wie Geröllfelder aussehen, die durch ihre eigene schwache Gravitation zusammengehalten werden. Viele - wie die erdnahen Asteroiden Bennu, Ryugu, Itokawa und Eros - sind chondritisch, das heißt, sie bestehen aus Ton- und Silikatgestein. Andere, wie der Asteroid Psyche, bestehen aus metallischen Elementen mit einem hohen Anteil an Eisen und Nickel. Asteroiden können einzeln oder in Gruppen auftreten - manchmal umkreisen sich zwei, gelegentlich sogar drei.
Millionen dieser felsigen Überbleibsel umkreisen die Sonne, wobei sich die meisten von ihnen in einer Region zwischen Mars und Jupiter befinden, dem Asteroidengürtel. Gelegentlich stößt die Schwerkraft Jupiters oder eine zufällige Begegnung mit Mars oder anderen Asteroiden einen dieser Asteroiden an, wodurch er aus seiner Bahn herausgeschleudert und auf eine neue Umlaufbahn geschickt wird, die die Bahnen der anderen Planeten, einschließlich die der Erde, kreuzen kann.

Das Risiko eines Zusammenstoßes mit einem Asteroiden in Zahlen:[3]

Bislang sind über 1,241 Millionen Asteroiden im Sonnensystem bekannt (Stand: 8. Oktober 2022). In der Grafik ist die Anzahl der Asteroiden im Verhältnis zu ihrer Größe angegeben.

Diese aus dem Weltall drohende Gefahr durch Asteroiden und Kometen sensibilisierte einige Forscher und so schälte sich die Gründung einer Organisation heraus, die die „Gefahren aus dem Weltall“ auf die Agenda einiger verantwortlicher Politiker setzte (**wie es auch laufen kann, siehe die Filmbesprechung „Don’t look up“ auf Seite 32**) und die dann Nägel mit Köpfen machten. Die ersten Schritte einer „**Planetenverteidigung**“ wurden eingeleitet.

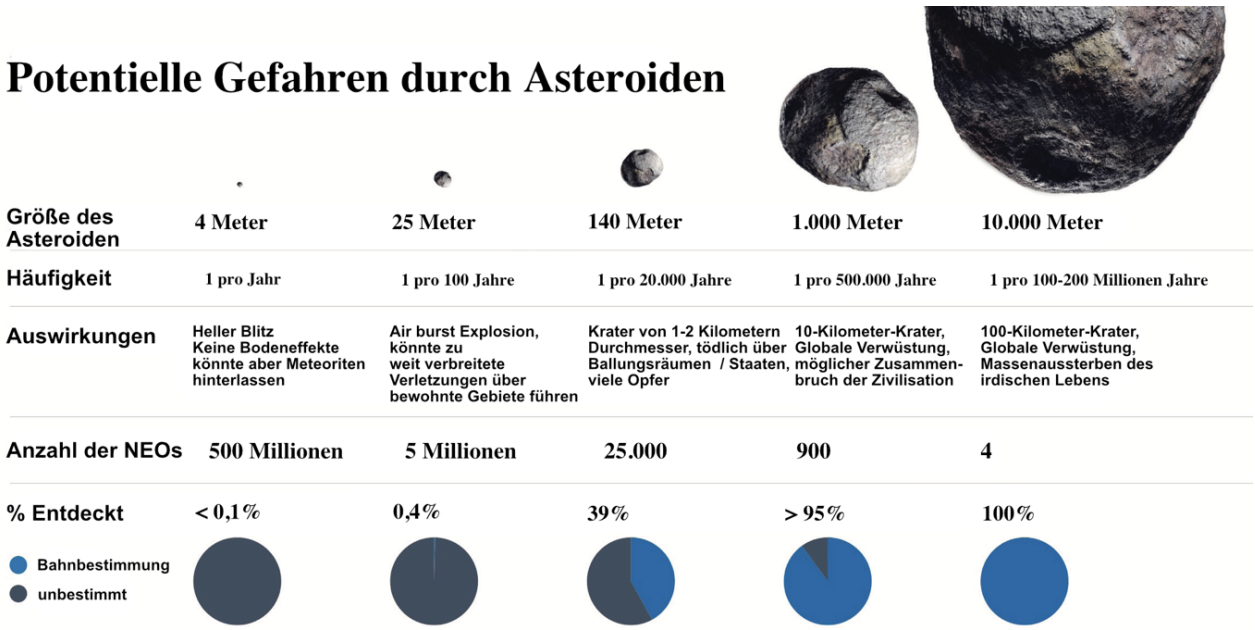


Abb. 2 Grafik aus "DART- NASA's first Planetary Defense Test Mission press-kit", bearbeitet ES, NASA/Johns Hopkins APL

PDCO – (Planetary Defense Coordination Office) der NASA

Koordinierungsbüro für planetare Verteidigung[4]

Im Jahr 2016 gründete die NASA das PDCO, um ihre laufenden Bemühungen im Bereich der planetaren Verteidigung zu bündeln. Das PDCO:

- sorgt für die frühzeitige Erkennung von potenziell gefährlichen Objekten (PHOs) - der Untergruppe der NEOs, deren Umlaufbahnen vorhersagen, dass sie sich der Erdumlaufbahn in einem Umkreis von 8 Millionen Kilometern nähern werden, und die groß genug sind (ab 30 Meter bis 50 Meter), um auf der Erde erhebliche Schäden zu verursachen;
- verfolgt und untersucht PHOs und gibt Warnungen über zu erwarteten Auswirkungen möglicher Einschläge heraus;
- untersucht Strategien und Technologien zur Abschwächung der Auswirkungen von PHOs
- spielt eine führende Rolle bei der Koordinierung der Planungen der US-Regierung für die Reaktion auf eine tatsächliche Bedrohung durch einen Einschlag.

Planung der Mission DART[5]

DART (Double Asteroid Redirection Test – Doppelter Asteroidenablenkungstest) wird geboren

DART ist ein Teil der umfassenderen Strategie der NASA zur planetaren Verteidigung und demonstriert eine Technologie zur Ablenkung eines Asteroiden – durch einen sogenannten **kinetischen Einschlag** – um das Objekt von seinem voraussichtlichen Einschlagkurs auf die Erde abzulenken. DART ist die erste Raumfahrzeugmission der NASA, die zur Erreichung der Ziele der Planetenverteidigung entwickelt wurde, und die erste Mission, die von der neu gegründeten PDCO der NASA geflogen wird.[6]

„DART ist das Ergebnis der jahrelangen Arbeit eines engagierten Teams und Partnern, die einzigartige Herausforderungen zu meistern sowohl in der Technologieentwicklung und der Planetenverteidigung."
Betsy Congdon, DART-Maschinenbauingenieurin, Johns Hopkins APL

Warum fiel die Wahl auf das Didymos-System?

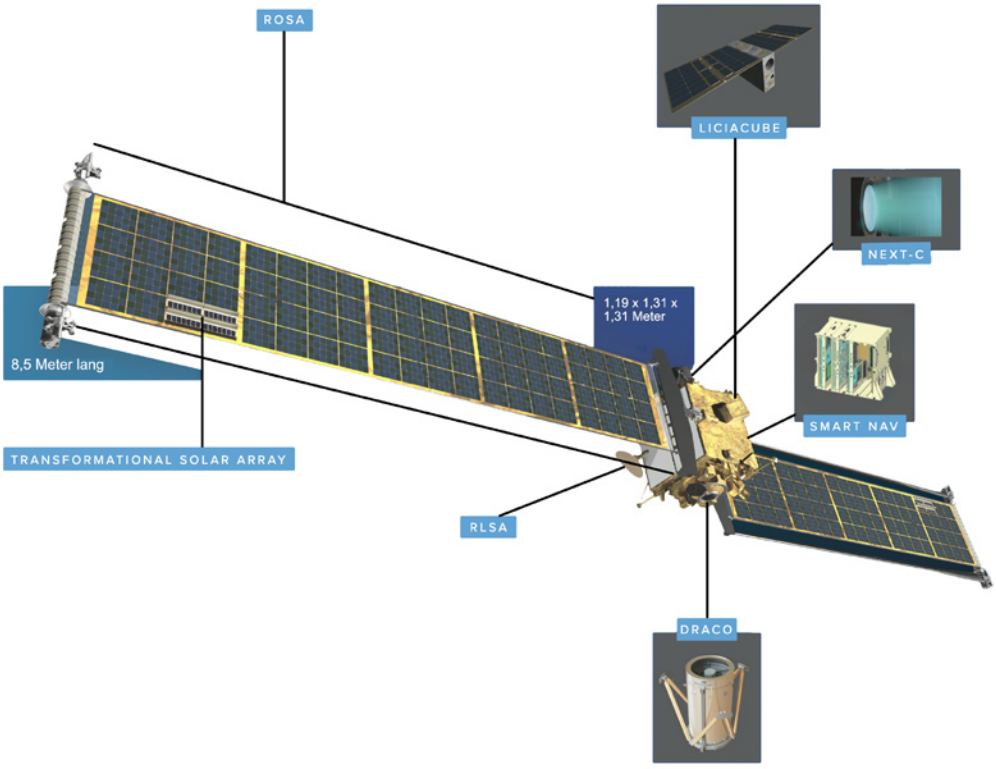
Das Ziel von DART ist das Doppel-Asteroidensystem Didymos, das aus einem größeren Asteroiden namens Didymos – „Zwilling" – und einem kleineren Asteroidenmond namens Dimorphos – „der mit den zwei Formen" – besteht. Entdeckt wurde es am 11. April 1996 (Didymos) im Rahmen des Spacewatch-Projektes am Kitt Peak National Observatory von Joseph Montani. Dimorphos wurde 2003 aufgefunden. Das Didymos-System ist ein „Asteroiden-Bedeckungsveränderlicher", was bedeutet, dass Dimorphos von unserem Standpunkt auf der Erde aus gesehen regelmäßig von Didymos bedeckt wird. Folglich können Teleskope auf der Erde diese Helligkeitsschwankungen des Didymos / Dimorphos-Systems messen, und feststellen, wie lange Dimorphos braucht, um Didymos zu umkreisen.

Ein anderer Punkt war, dass das Didymos-System weit genug von der Erde entfernt war und somit nicht mit ihr kollidieren konnte. Doch die relative Nähe zur Erde bietet den Experten für planetarische Verteidigung eine Möglichkeit, die Auswirkungen des kinetischen Einschlags von DART zu beobachten und zu messen. Die Missionsplaner wählten den Herbst 2022 für den Einschlag von DART, da die Entfernung zwischen der Erde und dem Didymos-System dann am geringsten ist, obwohl Didymos dann immer noch etwa 11 Millionen Kilometer von der Erde entfernt sein wird (das letzte Mal, dass Didymos der Erde so nahekam, war 2003; das nächste Mal wird dies im Jahr 2062 der Fall sein).

System	Durchmesser	Rotationsdauer	Umlauf um den gemeinsamen Schwerpunkt	Umlauf um die Sonne
Didymos	**780 m**	**2 h 16 min**	**11 h 55 min**	**2,11 Jahre (770 Tage)**
Dimorphos	**160 m**	**11 h 55 min**		

Tabelle 1:Parameter des Didymos / Dimorphos Systems

Dimorphos umkreist Didymos in einem Abstand von etwa 1,2 Kilometern, gemessen vom jeweiligen Mittelpunkt der beiden Körper. Frühere Radarbeobachtungen haben gezeigt, dass Didymos die Form eines Spielzeugkreisels hat. Die Form von Dimorphos ist leicht länglich und seine lange Achse zeigt auf Didymos.
Die elliptische Umlaufbahn des Asteroidenpaares um die Sonne erstreckt sich von jenseits des Mars (etwa 2,27 Astronomische Einheiten (1 AE = Entfernung Erde-Sonne ca. 150 Mill. km) bis knapp außerhalb der Erdumlaufbahn (etwa 1 AE).



Nutzlastinstrumente und verwendete Technologien[5]
Abb. 3 Grafik aus "DART- NASA's first Planetary Defense Test Mission press-kit", bearbeitet ES, NASA/Johns Hopkins APL

– **DRACO** - Didymos Reconnaissance and Asteroid Camera for Optical Navigation - Didymos-Aufklärungs- und Asteroidenkamera für optische Navigation
DRACO ist ein Teleskop mit einer Öffnung von 208 Millimetern und einem Gesichtsfeld von 0,29 Grad. Es verfügt über einen CMOS-Detektor und einen hoch entwickelten Bildprozessor, um die relative Position von Dimorphos zu bestimmen und **SMART Nav** zu unterstützen. In seinen letzten Momenten wird DRACO dazu beitragen, die Einschlagstelle zu lokalisieren, indem es hochauflösende Bilder der Oberfläche von Dimorphos liefert.

– **LICIACube** - **L**ight **I**talian **C**ubesat for **I**maging of **A**steroids - Leichter italienischer CubeSat für das Fotografieren von Asteroiden
LICIACube trägt zwei optische Kameras, LUKE (LICIACube Unit Key Explorer) und LEIA (LICIACube Explorer Imaging for Asteroid), ein autonomes System zur Erfassung und Verfolgung des Asteroiden während der gesamten Begegnung sowie ein X-Band-Kommunikationssystem zur Übertragung der Bilder der Begegnung zur Erde. Er wurde von der italienischen Raumfahrtagentur beigesteuert und von „Argotec" entwickelt, gebaut und betrieben.

Der CubeSat wird 15 Tage vor dem Aufprall auf Dimorphos vom DART-Raumschiff aus gestartet. LICIACube nutzt sein bordeigenes Antriebssystem, um seine Flugbahn so zu verändern, dass er etwa drei Minuten nach dem DART-Einschlag an Dimorphos vorbeifliegt. Dies gibt ihm die Möglichkeit, den kinetischen Einschlag selbst, die daraus resultierende Auswurfsfahne und möglicherweise den Einschlagskrater auf Dimorphos aufzunehmen. Diese Bilder können zusätzlich zu den Beobachtungen der Bodenteleskope helfen, den Einschlag zu bestätigen. Noch wichtiger ist, dass die LICIACube-Bilder die Auswurfsfahne der DRACO-Bilder ergänzen und dazu beitragen können, den Impulsaustausch und die Wirksamkeit der kinetischen Ablenkung des Einschlags besser zu beschreiben.

– **SMARTNav** - **S**mall-body **M**aneuvering **A**utonomous **R**eal **T**ime Navigation - Autonome Echtzeit-Navigation für kleine Körper
Das von APL (Johns Hopkins Applied Physics Laboratory) entwickelte System SMART Nav ermöglicht es dem DART-Raumschiff, sich selbst zu steuern, ohne dass ein „Bediener" eingreifen muss. SMART Nav arbeitet mit DRACO und dem Führungs-, Navigations- und Kontrollsystem (GNC) zusammen, um eine autonome optische Navigationsfähigkeit zu schaffen, die Didymos und Dimorphos identifiziert und unterscheidet und dann das

Raumfahrzeug während der letzten vier Stunden selbstständig lenkt und manövriert. SMART Nav steuert DART bis etwa zwei Minuten vor dem Einschlag. Die Sonde prallt mit einer Geschwindigkeit von etwa 24.000 Kilometern pro Stunde auf Dimorphos.

– **NEXT-C** - **N**ASA's **E**volutionary **X**enon **T**hruster-**C**ommercial – Fortschrittlicher Ionen-Antrieb der NASA
Das **NEXT-C-System** ist ein elektrisches Antriebssystem, das mit einem Ionentriebwerk Schub durch elektrostatische Beschleunigung von Ionen (elektrisch geladene Atome) erzeugt, die aus dem Xenon-Treibstoff gewonnen werden.
Ein weiteres Antriebssystem ist das **Hydrazin-Hauptantriebssystem** mit 12 kleinen Triebwerken, das für die Manöver des Raumfahrzeugs und die Lageregelung verwendet wird.

– **ROSA** - **R**oll-**O**ut **S**olar **A**rrays - Ausrollbares Solararray
Das DART-Raumfahrzeug ist mit zwei Roll-Out Solar Arrays (ROSA) ausgestattet, die beim Start eine kompakte Form und eine geringe Masse aufweisen und sich nach der Ankunft von DART im Weltraum zu zwei großen Arrays langsam auf eine Länge von etwa 8,5 Metern entfalten.
ROSA wurde von Redwire's Deployable Space Systems entwickelt, einem kommerziellen Fertigungsunternehmen in Goleta, Kalifornien.

– **Transformational Solar Array** (Transformations-Solaranlage)
Ein kleiner Teil der DART-Solaranlage wird für die „Transformational Solar Array-Technologie" verwendet, die über hocheffiziente Solarzellen und reflektierende „Konzentratoren" verfügt, die eine dreimal höhere Leistung liefern als die derzeitige Technologie für Solaranlagen. Diese Technologie ermöglicht es, die Solarzellenfelder zu verkleinern und dennoch eine ausreichende Leistung zu erzielen.

– **CORESAT** - **CORE S**mall **A**vionics sui**T**e
Das CORE Small Avionics suiTe (CORESAT) von DART verwendet einen Einplatinencomputer und ein Schnittstellenmodul, beide mit feldprogrammierbarer Gate-Array-basierter Elektronik, um eine flexible Steuerung und Datenverarbeitung für die Navigations-, Bildverarbeitungs-, Kommunikations- und Antriebssysteme des Raumfahrzeugs zu ermöglichen.

– **RLSA** - **R**adial **L**ine **S**lot **A**rray
DART verfügt auch über ein Radial Line Slot Array (RLSA), eine kostengünstige Antenne mit hohem Gewinn, die hocheffiziente Kommunikation in einer kompakten, Form ermöglicht. Die DART-Antenne ist ein neuartiger Ansatz für die Slot-Array-Technologie, die bereits seit Jahrzehnten existiert, aber bisher noch nicht auf diese Weise eingesetzt wurde. Sie bietet die einzigartige Möglichkeit, sowohl Daten zu senden als auch zu empfangen.

Aufprallmodellierung und Simulationen
Geplant ist, dass DART Dimorphos fast frontal trifft und dabei genug Energie freisetzt, um einen Einschlagskrater zu hinterlassen. Der wird den Asteroiden **nicht** zerstören oder ihn aus seiner Umlaufbahn um Didymos schleudern. Die Umlaufbahn des Asteroidenpaares um die Sonne wird nicht verändert werden. Außerdem wird damit gerechnet, dass ca. 11t bis 100t Material von der Asteroidenoberfläche, Ejekta genannt, ins Weltall entweicht.

Terrestrische Beobachtungen mit Teleskopen

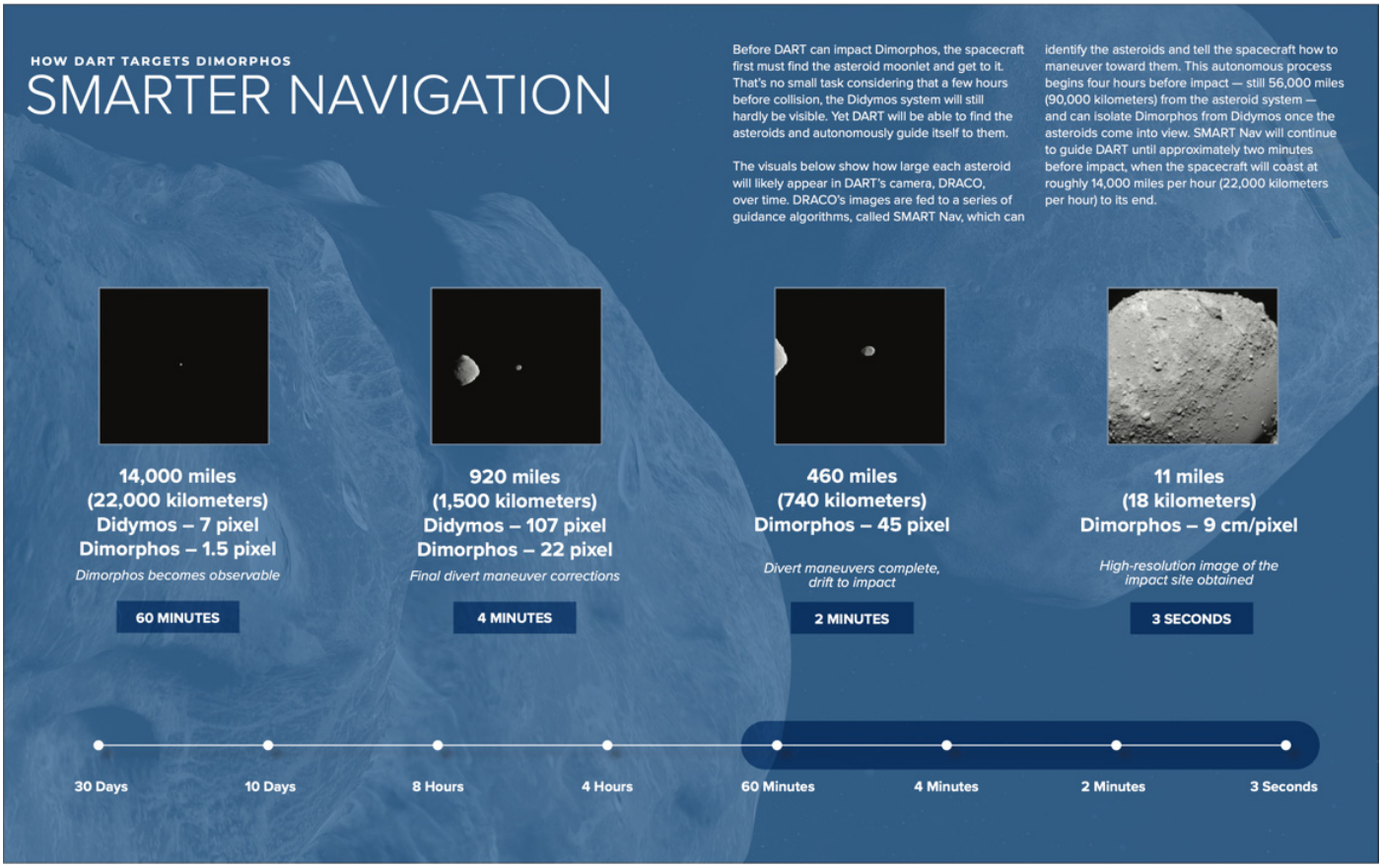
Mit Hilfe leistungsfähiger Teleskope auf der ganzen Welt hatten Astronomen eine Menge Daten über das Asteroidensystem Didymos gesammelt. Die Teleskopbeobachtungen haben dazu beigetragen, das Verhalten des Didymos-Asteroidensystems weiter zu charakterisieren. Der Kern des zweiten Teils des DART-Tests besteht darin, die Auswirkungen des kinetischen Einschlags auf den Asteroiden zu messen. Selbst mit den stärksten Teleskopen erscheinen Didymos und Dimorphos – von der Erde aus gesehen – immer noch als ein einzelner Lichtpunkt. Während der Beobachtungen messen die Wissenschaftler immer wieder die Helligkeit dieses Lichtpunkts, erstellen eine Lichtkurve und suchen nach Helligkeitsveränderungen. Die Helligkeitsänderungen zeigen an, wann der Asteroidenmond Dimorphos aus Sicht der Erde vor Didymos vorbeizieht oder hinter ihm verborgen ist. Wiederholte Beobachtungen des Systems ermöglichen genauere Vorhersagen darüber, wo sich Dimorphos zu einem bestimmten Zeitpunkt befindet. Diese Beobachtungen, die zum Teil schon Jahre vor dem Start gemacht wurden, halfen den Wissenschaftlern, die Position der beiden Asteroiden zu bestimmen und damit den genauen Zeitpunkt des Einschlags von DART zu berechnen, um die Ablenkung zu maximieren. Ähnliche Beobachtungen nach dem Einschlag werden die Veränderung des Systems aufzeigen und es den Teams ermöglichen, die genauen Auswirkungen des kinetischen Einschlags zu berechnen
.
Die DART-Mission stützt sich auf Teleskope in Observatorien rund um den Globus, darunter das Lowell Discovery Telescope in Arizona, das Las Campanas Observatorium in Chile, das globale Netzwerk der Las Cumbres Observatorien und das Magdalena Ridge Observatorium in New Mexico sowie Dutzende anderer Partner und Sternwarten.

Zusammenfassung Ziele der Mission:

1. Demonstration eines kinetischen Einschlags mit Dimorphos.
2. Änderung der Umlaufzeit von Dimorphos durch den Einschlag von DART.
3. Messung der Umlaufbahn von Dimorphos vor und nach dem Einschlag mit Hilfe von bodengestützten Teleskopbeobachtungen.
4. Messung der Auswirkungen des Einschlags und der Effizienz der Ablenkung.

Ausführung der Mission

Start des Satelliten
Am 23. November 2021, 22:21 Uhr PST, hob die Trägerrakete SpaceX Falcon 9 von der Vandenberg Space Force Base in Kalifornien mit ihrer Nutzlast DART ab. Die Gesamtmasse des DART-Raumfahrzeugs (einschließlich des Treibstoffs) wird beim Aufprall etwa 660 Kilogramm betragen. Die Dart-Sonde hat die Form eines Quaders mit Aufbauten von ungefähr 1,8 Meter Breite, 1,9 Meter Länge und 2,6 Meter Höhe. Der Einschlag auf den „Asteroidenmond" war für den 26. September 2022, 19:14 Uhr EDT geplant.



Annäherung an Didymos / Dimorphos und Einschlag
Abb. 4 Grafik aus "DART- NASA's first Planetary Defense Test Mission press-kit," -- NASA/Johns Hopkins APL

Die obigen Abbildungen zeigen, wie Didymos und Dimorphos im Laufe der Zeit immer größer wurden. Ferner übergab DRACO die gewonnenen Aufnahmen an die Steuerungsalgorithmen im SMART Nav, um die automatische Steuerung vorzubereiten. Die autonome Steuerung leitete dann vier Stunden vor dem Aufprall DART automatisch auf das 90.000 Kilometer entfernte Asteroidensystem und detektierte vier Minuten vor dem Aufschlag Dimorphos und gab Steuerbefehle an die Hydrazin-Düsen, um letzte Kurskorrekturen vor dem Einschlag vorzunehmen.
Die genaue Abfolge der Ereignisse habe ich nochmal unten tabellarisch festgehalten:

60 Minuten	4 Minuten	2 Minuten	3 Sekunden
22.000 Kilometer entfernt Didymos - 7 Pixel groß Dimorphos - 1,5 Pixel groß Dimorphos wird beobachtbar	**1.500 Kilometer entfernt** Didymos - 107 Pixel groß Dimorphos - 22 Pixel groß Endgültige Korrekturen des Ausweichmanövers	**740 Kilometer entfernt** Dimorphos - 45 Pixel groß Ablenkungsmanöver abgeschlossen Drift bis zum Einschlag	**18 Kilometer entfernt** Dimorphos - 9 cm/Pixel Hochauflösendes Bild der Einschlagstelle aufgenommen

Tabelle 2: Annäherung an Dimorphos

DART traf zielgenau Dimorphos! Ich selbst habe den Aufschlag über die „NASA Live DART Cam" verfolgt. Die Bildsequenz, die ich dann aufnahm, begann um 1:15 Uhr MESZ (siehe 2. Umschlagseite). Die Übertragung des letzten Bildes endete abrupt. Nur ein paar Zeilen kamen noch per Antenne zur Erde, dann war alles rot.

„ Wenn DART in Dimorphos einschlägt bedeutet dies zwar das Ende des Satelliten, es ist aber erst der Anfang der Wissenschaft."
Andy Rivkin, Leiter des DART-Untersuchungsteams, Johns Hopkins APL

Ergebnisse des DART-Tests
Nach den vorliegenden Daten verkürzte sich durch den DART-Impakt Dimorphos' Bahnperiode! Vorher betrug sie 11 Stunden und 55 Minuten. Die neue Umlaufperiode beträgt nun rund 11 Stunden und 23 Minuten! Das folgte zum einen aus der Lichtkurve des Doppel-Asteroiden und zum anderen aus direkten Radaraufnahmen.[7] Schon nach Tagen hatte Dimorphos auf seiner nun etwas „Didymos-näheren" und schnelleren Bahn eine andere Position inne, als nach der alten Ephemeride.[8]

Erdgebundene Teleskope beobachteten die Entwicklung der Ejekta-Wolke nach dem Impakt im Detail. Das südafrikanische Teleskop ATLAS (*Asteroid Terrestrial-impact Last Alert System*) erstellte ein Video. Aus den Zeitrafferaufnahmen entstanden die Bilder auf der linken Seite. Dort ist zu sehen, wie sich nach dem Impakt eine Staubwolke um Dimorphos bildete und dann langsam in den Raum driftete. Der Auswurf hatte so feines Material freigesetzt, dass sich infolge des Sonnenwindes ein Schweif wie

bei einem Kometen formierte. Am 1. Oktober hatte er eine Länge von ca. 7000 Kilometern.

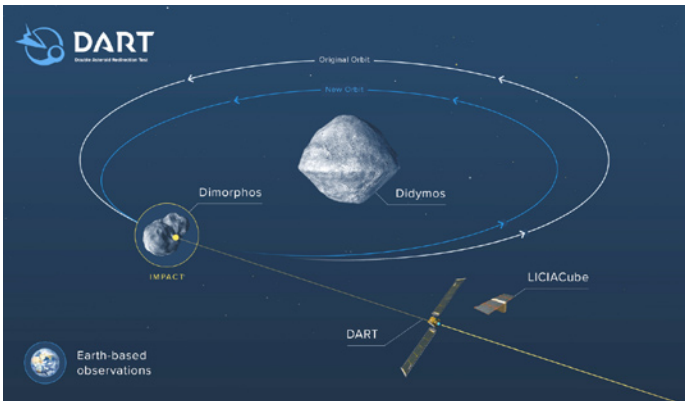


Abb. 5 Grafik aus "DART- NASA's first Planetary Defense Test Mission press-kit" --NASA/Johns Hopkins APL

„Es ist einfach erstaunlich, diese Bilder heute Morgen zu sehen! Wir werden bei dieser Mission so viel darüber lernen, wie man Asteroiden ablenken kann. Und es ist auch ein technischer Triumph. Es ist einfach unglaublich, dass wir so präzise zielen können. Bei wissenschaftlichen Missionen kommen die klügsten und besten Wissenschaftler und Ingenieure zusammen, um gemeinsam Lösungen für wirklich schwierige Probleme zu entwickeln. Ich habe den Eindruck, dass die Forschungs- und Entwicklungsarbeit, die in die Entwicklung von DART eingeflossen ist, von großem Nutzen sein wird."
-- Professor Phil Bland, Direktor des SST- Centre an der Curtin University

Bleibt als Fazit festzuhalten: Die DART-Mission war ein voller Erfolg und versetzt die Menschheit in die Lage, gefährliche PHOs - wenn sie denn frühzeitig entdeckt werden - durch einen gezielten Impakt von ihrer Bahn abzulenken. Das wird aber in Zukunft eine Aufgabe sein, bei der alle Nationen der Erde an einem Strang ziehen ~~sollten~~/müssen!

Quellen:

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Flora_family)
2. https://de.wikipedia.org/wiki/Gewöhnlicher_Chondrit
3. https://ssd.jpl.nasa.gov
4. https://www.nasa.gov/specials/pdco/index.html
5. Double Asteroid Redirection Test - NASA'S First Planetary Defense Test Mission PRESS KIT
6. https://www.nasa.gov/planetarydefense
7. https://www.nasa.gov/feature/nasa-dart-imagery-shows-changed-orbit-of-target-asteroid
8. https://www.nasa.gov/press-release/nasa-confirms-dart-mission-impact-changed-asteroid-s-motion-in-space

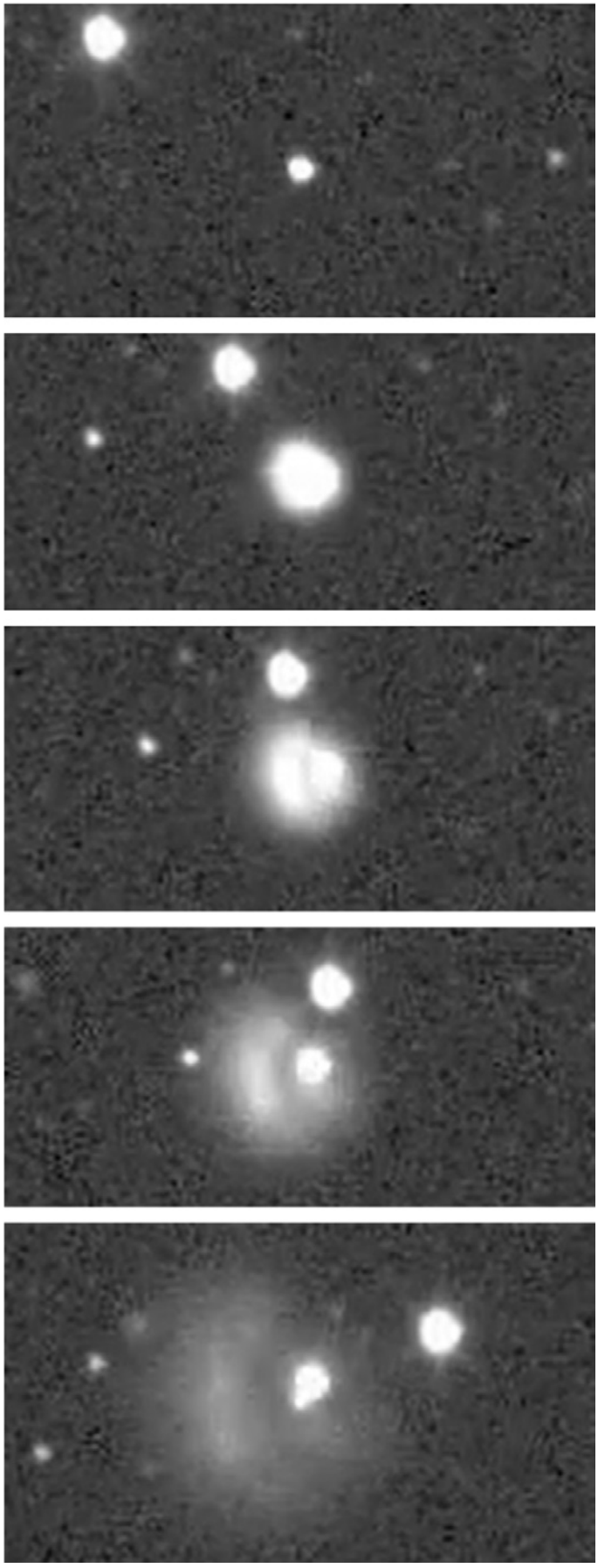


Abb. 6 Fotokollage vom südafrikanischen Teleskop „ATLAS"

Don‘t Look Up – Filmrezension

Ewald Segna

Eine Filmbesprechung in der „Andromeda“ - das ist bisher eher selten vorgekommen. Doch dieser Film, dessen „Hauptakteur“ ein Komet ist, ist in der Tat außergewöhnlich. Außergewöhnlich in vielerlei Hinsicht. Doch da bin ich mitten drin im Dilemma. Wie einen Film beschreiben, ohne zu viel zu verraten?
Ich versuche es mal so:

„Don‘t Look Up“ („Schau nicht nach oben“) ist eine amerikanische tiefschwarze Komödie aus dem Jahr 2021, die von Adam McKay geschrieben, produziert und inszeniert wurde.
Er kam am 10. Dezember 2021 in die Kinos. Ab dem 24. Dezember wurde er auf Netflix ausgestrahlt.
„Don‘t Look Up“ wurde vom National Board of Review und dem American Film Institute zu einem der zehn besten Filme des Jahres 2021 gekürt. Er erhielt vier Nominierungen für den Academy Award, darunter für den *Besten Film*, vier Nominierungen für den Golden Globe Award, darunter für den *Besten Film - Musical oder Komödie*, und sechs Nominierungen für den Critics‘ Choice Award, darunter für den *Besten Film*.

Handlung des Films[1]
Der Film erzählt die Geschichte zweier Astronomen, die versuchen, die Menschheit vor einem nahenden Kometen zu warnen, der die menschliche Zivilisation zerstören wird (der Komet - ein Synonym für die Coronapandemie oder auch den von Menschen verursachten Klimawandel?!).

Kate Dibiasky (Jennifer Lawrence), eine Doktorandin der Astronomie an der Michigan State University, entdeckt einen bisher unbekannten Kometen. Ihr Professor, Dr. Randall Mindy (Leonardo DiCaprio), bestätigt, dass er in sechs Monaten und 14 Tagen mit der Erde kollidieren wird und groß genug ist, um ein planetenweites Aussterben zu verursachen. Die NASA bestätigt die Ergebnisse, und der Leiter des „Planetary Defense Coordination Office“, Dr. Teddy Oglethorpe (Rob Morgan), begleitet Dibiasky und Mindy, um deren Erkenntnisse im Weißen Haus vorzustellen. Bei der Präsidentin Janie Orlean (Meryl Streep) und ihrem Sohn und Stabschef Jason (Jonah Hill) stoßen sie auf Ablehnung (… *sind sie sicher oder doch nur zu 70%?*).

Oglethorpe drängt Dibiasky und Mindy, die Nachricht an die Medien weiterzugeben, was sie in einer morgendlichen Talkshow auch tun. Als die Moderatoren Jack Bremmer (Tyler Perry) und Brie Evantee (Cate Blanchett) das Thema herunterspielen, verliert Dibiasky die Fassung und rastet aus ob der Ignoranz der Moderatoren.
Die weiteren Nachrichten über die Bedrohung durch den Kometen finden in der Öffentlichkeit und den sozialen Netzwerken kaum Beachtung. Die Öffentlichkeit nimmt in den sozialen Netzwerken lieber Anteil am Beziehungschaos von Pop-Sternchen Riley Bina (Ariana Grande), die zeitlich vor den Wissenschaftlern in der „Morning Show“ interviewt wurde.
Die Bedrohung wird auch von Orleans Direktorin Jocelyn Calder - einer wichtigen Geldgeberin für Orlean - ohne astronomischen Hintergrund - abgestritten. Um von Orleans Sexskandal mit ihrem Kandidaten für den Obersten Gerichtshof - Sheriff Conlon - abzulenken, bestätigt sie schließlich die Bedrohung und kündigt ein Projekt an, um den Kometen mit Atomwaffen zu treffen und ihn von seiner Bahn abzubringen.

Die Mission wird erfolgreich gestartet, aber Orlean bricht sie abrupt ab, als Peter Isherwell, (Mark Rylance) der milliardenschwere CEO der Firma BASH - ein weiterer wichtiger Geldgeber - entdeckt, dass der Komet Elemente der „Seltenen Erden“ im Wert von Billionen von Dollar enthält. Daraufhin erklärt das Weiße Haus den Kometen kommerziell zu nutzen, indem er durch gezielte Explosionen auf der Oberfläche in kleine Teile zerbrochen und aus dem Ozean geborgen werden soll, wobei eine von BASH vorgeschlagene Technologie zum Einsatz kommt.
Präsidentin Orlean stellt Dibiasky und Oglethorpe ins Abseits, während sie Mindy als nationalen Wissenschaftsberater einstellt. Dibiasky versucht, den öffentlichen Widerstand gegen das Projekt zu mobilisieren, gibt aber unter der Drohung von Orleans Verwaltung auf. Mindy wird zu einer prominenten Stimme, die sich für die kommerziellen Möglichkeiten des Kometen einsetzt, und er beginnt eine Affäre mit Evantee.

Nachdem Mindys Frau ihn wegen seiner Untreue zur Rede gestellt hat, kehrt sie ohne ihn nach Michigan zurück. Mindy stellt zunehmend in Frage, ob Isherwells Technologie in der Lage sein wird, den Kometen zu zerschlagen, was den Milliardär verärgert. Aus Frustration über die Verwaltung rastet Mindy schließlich aus und schimpft live im Fernsehen über Orlean, weil sie die drohende Apokalypse herunterspielt.

Die Weltmeinung ist gespalten zwischen denen, die den Kometen für eine ernsthafte Bedrohung halten, denen die glauben, dass der Abbau eines zerstörten Kometen Arbeitsplätze schaffen wird, und denen, die leugnen, dass der Komet überhaupt existiert.

Mindy und Dibiasky versöhnen sich, als der Komet von der Erde aus sichtbar wird. Mindy, Dibiasky und Oglethorpe organisieren eine Protestkampagne in den sozialen Medien, in der sie die Menschen auffordern, „einfach nach oben zu schauen – Look up“, während Orlean eine Gegenkampagne startet, in der sie die Menschen auffordert, „nicht nach oben zu schauen – Don’t look up“. Orlean schließt andere Staaten aus dem Kometenabfanggeschäft aus, sodass die eine eigene gemeinsame Mission vorbereiten, um den Kometen abzulenken.

Bis hierhin und keinen Schritt weiter …!

Ach doch: Unbedingt bis zum Ende schauen und ich meine bis zum … **Ende**, trotz des laaangen Nachspanns!

Mein Fazit:

Ich fand den Film und die vielen Anspielungen (bissig, satirisch, überspitzt) auf Politiker, Manager, Industrielle, Wissenschaftler, Journalisten und last but not least die „sozialen Medien“ sowie ihre Einbindung in die „herrschende Klasse (Schicht)“ – wer regiert eigentlich – sehr treffend ;-)! Interessant ist auch das Identifizieren der parodierten Personen im „wahren Leben“ (Elon, Jeff, Tim, Donald und dessen Clan, Morning Shows …)!

Eben ein Film „**nach wahren Begebenheiten, die noch nicht passiert sind – noch nicht**“ - das Zitat konnte ich leider keinem Autor zuordnen. Ich fand es im Internet bei der Recherche zum Film. Macht Euch selber ein Bild.

Quelle:
der Film
[1]auch https://en.wikipedia.org/wiki/Don%27t_Look_Up

Interessanter Link:
https://blogs.urz.uni-halle.de/kritischepraxis/2022/05/reportage-reihe-dont-look-up/

Wir hatten Glück: SoFi 2022

Michael Dütting

Die Satellitenbilder vom Vorabend der partiellen Sonnenfinsternis ließen Böses ahnen: Dichte Wolken und Regen wurden angesagt. Am Morgen des 25. Oktober gehen das Team des Naturkundemuseums und die Sternfreunde dennoch mit trotzigem Optimismus an die Vorbereitungen. Mehrere Teleskope und ein Gerüst zum „Rudelgucken“ durch einen großen Rahmen mit Filterfolie werden auf dem Vorplatz des LWL-Museums für Naturkunde aufgebaut. Bei der partiellen Sonnenfinsternis im Juni des Vorjahres gab es einen strahlend blauen Himmel - nur verhagelte uns das Corona-Virus die Veranstaltung - diesmal wieder das Wetter? Gegen 10.30 Uhr trifft Andrea Hansen mit ihrem WDR-Team ein und auch RTL/NTV hoffen auf schöne Bilder. Die nächsten 1,5 Stunden lassen dagegen eher Regen befürchten, und werden mit Livestreams von verschiedenen Sternwarten auf der Leinwand im Museumsfoyer überbrückt. Und dennoch: Selbst die dichtesten Wolken haben manchmal Lücken! Die Momente der größten Bedeckung mit etwa 24% für Münster sind schon vorüber, als um 12.25 Uhr ein schmales Stück blauer Himmel vom kräftigen Wind über die Sonne geschoben wird. Mit viel Glück gelingt es, einige Blicke auf die Sonnenfinsternis zu werfen und das Ereignis im Bild festzuhalten, bevor um 12.40 die Show für Münster endgültig vorbei ist.

Abb.1: Dr. Björn Voss, Leiter des Planetariums und 2. Vorsitzender der Sternfreunde Münster zusammen mit Gästen am 4 Zoll Refraktor während der kurzen Wolkenlücke.

Abb. 2: Auf dem Projektionsschirm sind am dunklen Rand des Mondes (rechts) die Unebenheiten einiger Gebirge und Krater zu erkennen, oben links eine kleine Sonnenfleckengruppe. Das Teleskop war ein Refraktor mit 1500 mm Brennweite.

Der Bericht des WDR kann noch bis Oktober 2023 abgerufen werden (QR-Code qrcode_wdr_sofi_2022.jpg)

Link: https://www1.wdr.de/nachrichten/partielle-sonnenfinsternis-zweitausend-zweiundzwanzig-100.html

Livestream der Sternwarte Peterberg zum Nacherleben (qrcode_peterberg_sofi_2022.jpg)

Link:https://www.youtube.com/watch?v=qXQL7mrNKn0

Was? Wann? Wo?

Astronomie – Unser Hobby:

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

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

Öffentliche Veranstaltungen

Wir veranstalten Vorträge über aktuelle astronomische Themen an jedem 2. Dienstag des Monats. Öffentliche Beobachtung vor dem LWL-Museum für Naturkunde. Aktuelle Infos über unsere Homepage:
www.sternfreunde-muenster.de.
Alle Veranstaltungen sind kostenlos!

Vortragsthemen:

17.01.2023: Licht im Dunkeln: Das Schwarze Loch
Prof. Heino Falcke, Radboud-Universität Nijmegen; MPI f. Radiostronomie
„Schwarze Löcher sind sowieso die widersprüchlichsten Objekte im ganzen Weltall. Sie beinhalten zum einen das tiefste Dunkel und tiefste Schwarz, aber sind gleichzeitig auch die hellsten Objekte im Universum, weil das Gas um sie herum so hell wird. Zudem verschlucken schwarze Löcher alles, sogar Licht. Aber sie sind, und das ist unsere neueste Erkenntnis, auch in der Lage, Materie hinauszuschleudern, bevor sie hineinfällt. Dieser Prozess geschieht eben mit jenen Magnetfeldern, denen wir 2020 auf die Spur kommen konnten." Heino Falcke berichtet, wie seinem Team und ihm das erste Foto eines Schwarzen Loches mit dem Event Horizon Telescope gelang.

Achtung, die Veranstaltung findet am 3. Dienstag im Januar 23 statt!

14.02.2023: Auf der Suche nach dem dunklen Himmel unter dem Kreuz des Südens
Dr. Andreas Hänel, Osnabrück
Nur wenige Regionen auf unserem Planeten bieten viele klare Nächte mit einem dunklen Nachthimmel ohne Lichtverschmutzung. Namibia gilt dabei als das Paradies unter dem südlichen Sternhimmel. Neben Beobachtungen und Aufnahmen der südlichen Himmelsobjekte wurden während einer Rundreise durch Süd-Namibia Messungen der natürlichen Nachthimmelshelligkeit auf verschiedenen Farmen gewonnen. Neben den gewonnenen Erkenntnissen und Bildern der südlichen Himmelsobjekte wird auch über die Reiseerlebnisse berichtet.

14.03.2023: Onlinetools auf den Webseiten der Sternfreunde
Michael Dütting
Wer auf den Webseiten der Sternfreunde Münster ein wenig stöbert, findet gleich eine ganze Reihe von Programmen, die das Hobby Astronomie unterstützen: Von der „Drehbaren Sternkarte" für Einsteiger bis zu Objektkatalogen, Atlanten und vielem mehr reicht das Angebot. Zur Dokumentation der eigenen Ergebnisse, ob fotografisch oder visuell gibt es Möglichkeiten der Publikation. Einige Funktionen, die nur den Mitgliedern zugänglich sind, wie das Buchungsprogramm unserer Sternwarte, werden außerdem vorgestellt.

11.04.2023: Der Entstehung von Sternen und Planeten auf der Spur
Dr. Thorsten Ratzka, Planetarium Osnabrück
Sternentstehungsregionen mit ihren Sternhaufen und farbenprächtigen Nebeln üben seit jeher einen besonderen Reiz aus. Doch erst die Kombination von Beobachtungen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen erlaubt es der Wissenschaft, junge Sterne gut zu identifizieren und die Strukturen dieser Regionen besser zu verstehen. Auf diese Weise zeigen auch zunächst unscheinbar wirkende, massearmere Sternentstehungsregionen faszinierende Details. Die direkte Umgebung sich bildender Sterne lässt sich auf ähnliche Weise untersuchen. Um die zirkumstellaren Scheiben junger Sterne aber räumlich aufzulösen, sind interferometrische Methoden unverzichtbar. Dieser Vortrag soll einen Überblick über unsere Vorstellung von der Stern-, und Planetenentstehung geben und interessante Beobachtungen und Beobachtungsmethoden vorstellen.

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

BRESSER in 2023 mit noch mehr Produktangeboten!

BRESSER

Alle Artikel lagernd & sofort lieferbar!

Carbon Look Teleskope
versch. Ausführungen
Jetzt inkl. Sonnenfilter

Messier Dobson Teleskope
Spiegeldurchm. 203 und 254mm

Messier GoTo Teleskope
versch. Ausführungen

Ferngläser für die astronomische Beobachtung

EXPLORE SCIENTIFIC

ED-APO Optische Tuben
Linsendurchm. 80 – 165 mm

Okular-Serien

Astronomische Filter

Deep Sky Astro-Kameras

Ultra Light Dobson Teleskope
Spiegeldurchm. 2,2m

Vixen

Hochwertige Teleskope & Zubehör

MADE IN JAPAN

Ferngläser für die Sternbildbeobachtung

Okular-Serien

GoTo Teleskope
versch. Ausführungen

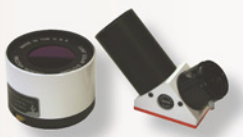
PULSAR OBSERVATORIES

Kuppeln
aus dauerhaft wetterbeständigem GFK-Material

Versch. Modelle
Durchm. 2,2m oder 2,7m

LUNT solar systems

H-Alpha Sonnenteleskope
Linsendurchm. 50 – 300 mm



H-Alpha Sonnenfilter
für versch. Optik-Größen

Bresser GmbH · Gutenbergstraße 2 · 46414 Rhede · Germany
Tel. +49 28 72 - 80 74-300 · Fax +49 28 72 - 80 74-333
info@bresser.de · **www.bresser.de**

@BresserEurope

Expand your horizon