



ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

AUS DEM INHALT

Polarlichter

Salies Nebel

Frühe Galaxien

36. Jahrgang – 1/2023

5.- Euro

Tele-Optic

Faszination der Unendlichkeit....

PENTAX



Alleinvertrieb - Master-Distributor
Pentax-Okulare
Deutschland und Österreich

www.Tele-Optic.eu

Rolf Klemme
Nordhorn
05921-320644

Lutz Friedrich
0174-9903608
05405-806290

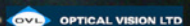
Besucht uns auch auf dem

**ATT in Essen
am 13.05.2023**

*Viele Sonderangebote
erwarten Euch!*

**Fordert schon jetzt
die Sonderpreisliste
bei uns an!**

Unsere Partner:





Inhalt

Kommt der grüne Komet jemals wieder?	4
Fernglas-Astronomie – Meine 5-Achsen Fernglas-Schwebemontierung inklusive praktischem Zubehör	4
Polarlichter am 27. Februar 2023	6
Intern	6
Geheimnisvolle Polarlichter?	7
2023DZ2 - Dicker Brocken im Vorbeiflug	11
Für Mond - Fans	13
Buchbesprechung: Thorsten Dambeck Mondlandschaften	14
Die Galaxiengruppen NGC 2633 und IC 520 mit Integrated Flux Nebel	16
Im Schlepptau des Kometen C/2022 E3 (ZTF) – ein (Kometen)Auswurf?	19
MINT: Astronomie 2.0 im Unterricht	20
Lustiges Silbenrätsel – Auflösung aus dem letzten Heft	21
C/2022 E3 (ZTF) – ein seltener Besucher	22
JWST – Galaxien mit hoher Rotverschiebung	23
Die Geschichte von Salies Nebel – eine Neuentdeckung im Sternbild Dreieck	26
Was? Wann? Wo?	30

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 Pläßmann, Ewald Segna, Hermann Soester, Christiane Wermert

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

Auflage: 200/ April 2023

Titelbild: Komet C/2022 E3 - © Peter Maasewerd

3. Umschlagseite

oben: Konjunktion Jupiter - Venus am 02.03.2023 - © Michael Dütting
unten: „Goldener Henkel“ - © Stephan Pläßmann

Kommt der grüne Komet jemals wieder?

Hannah Spieker und Fred Alke, Gymnasium Nepomucenum, Coesfeld

Von dem vor einem Jahr entdeckten Kometen C/2022 E3 hatten wir aus den Medien gehört: Er erreichte Anfang Februar 2023 auf seiner Bahn durch unser Sonnensystem seinen erdnächsten Punkt und wäre nachts mit bloßem Auge zu sehen gewesen. Leider spielte das lokale Wetter damals wochenlang nicht mit, so dass wir dieses Objekt nicht selbst beobachten konnten. Seitdem hat sich C/2022 E3 rasch von der Erde entfernt und an Helligkeit verloren. Mit den Forschungsteleskopen des LCO-Netzes konnten wir nun jedoch einen Blick auf dieses schöne Objekt erhaschen. Dazu nahmen wir drei Bilder mit einem Rot-, Grün- und Blaufilter auf und setzten sie zu einem RGB-Komposit zusammen. Das Ergebnis ist auf dem Bild zu sehen.



Abb. 1: Komet C2022_E3 aufgenommen am 25.02.2023, 01:30 MEZ (RGB-Komposit aus drei Aufnahmen von je 60s Belichtungszeit mit einem 1m-Spiegelteleskop auf dem Cerro Tololo, Chile), Bild: Hannah Spieker, Fred Alke

Ungewöhnlich an diesem Kometen ist das ausgeprägte grüne Leuchten seiner Koma, d.h. der „Wolke“ um den Kometenkern, die sich in der Nähe der Sonne durch die Verdampfung flüchtiger Bestandteile bildet. Diese Farbe von C/2022 E3 wird wahrscheinlich durch Kohlenstoff verursacht, der durch das Sonnenlicht energetisch angeregt wird. Genauer gesagt: Die entsprechende Spektrallinie der C_2 -Moleküle liegt bei 518 nm. Das war eine schöne Veranschaulichung der Prinzipien, die wir einige Zeit zuvor im Physikunterricht gelernt hatten!

Übrigens: Nachdem seine Bahndaten vermessen wurden, geht man davon aus, dass C/2022 E3 das letzte Mal vor etwa 50000 Jahren in der Nähe der Erde gewesen ist. Es könnte aber durchaus sein, dass die gravitativen Wechselwirkungen während seines derzeitigen Besuchs im inneren Sonnensystem dazu führen, dass C/2022 E3 auf Nimmerwiedersehen verschwindet.

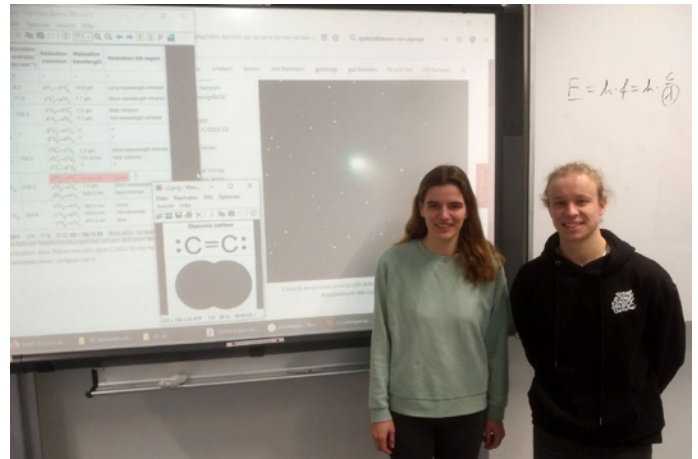


Abb. 2: Hannah Spieker (links) und Fred Alke sind keine Neulinge bei AiM (Astronomy and internet in Münster). Hannah hat 2020 am MINT-EC-Camp „Kleinplaneten“ im LWL-Naturkundemuseum mit Planetarium in Münster teilgenommen. Fred hat mit Unterstützung von AiM seine verpflichtende Facharbeit zum Thema „NEOs (Near Earth Objects)“, Bild: Michael Weiermann

Fernglas-Astronomie – Meine 5-Achsen Fernglas-Schwabemontierung inklusive praktischem Zubehör

Martin Vogel

Beobachtungsgeräte - immer größer, schwerer, teurer ...?

Hobby - Astronomie geht auch anders..... mit der neuen 5-Achsen Fernglas-Schwabemontierung

Seit einiger Zeit gibt es in der Zeitschrift „astronomie DAS MAGAZIN“ die sehr lobenswerte Rubrik „Der Fernglas-Astronom“ mit interessanten Empfehlungen zur Beobachtung von fernglastauglichen Objekten.

Parallel dazu wurde im Oculum Verlag der BINO-SCOUT entwickelt. Dieser Spezialatlas illustriert und beschreibt ausführlich 144 Objekte und Asterismen, speziell für die Beobachtung mit Ferngläsern unterschiedlicher Größe sowie mit kleineren Wide-field-Teleskopen.

Wie kann man diese neuen Unterlagen und Informationen optimal nutzen?

Grundsätzlich könnte man mit vorhandenem Handfernglas + BINOSCOU sofort einige der einfacheren Objekte freihändig ins Visier nehmen. Aber schon beim schwereren 7x50 Astroglas scheiden sich die Geister. Während ein normales 7x50 Handfernglas (mit bis zu 2 kg) noch handhabbar ist, wird es mit dem 7x50-Astroglas (ca. 3 kg) schon schwierig, eine ruhige Hand zu bewahren. Einzelne Objekte lassen sich finden ..., die große Freude bei der Beobachtung lässt dann aber schnell nach. Noch größere Optiken scheiden für die freihändige Beobachtung deswegen generell aus.

Angeht dieser Problematik kam in mir der Wunsch auf, eine Fernglas-Montierung für den universellen Einsatz komplett neu zu überdenken, zumal auf dem Markt keine Optimallösung angeboten wird.

Bei dem folgenden längeren Einsatz in meiner Werkstatt kamen mir meine Erfahrungen mit zu niedrig montierten Video-Neigern + Stativ bzw. mit wuchtigen Parallelogramm-Montierungen zugute.



Bild 1: Das Ergebnis: Die neue, transportfreundliche 5-Achsen-Schwebemontierung für Astro-Ferngläser bis ca. 25x100 / 4,5 kg auf Kurbelstativ.

Meine Eigenbau-Montierung ermöglicht eine weiträumige, äußerst leichtgängige und ruckelfreie Führung der Beobachtungsgeräte. Die damit im „Schwebезustand“ scheinbar gewichtslos gewordenen Ferngläser verharren zudem in jeder gewünschten Winkelposition und ermöglichen sogar einen berührungslosen Einblick. Die vielbeschworene Möglichkeit, visuell intuitiv-grenzenlos kreuz und quer durch die Milchstraße zu wandern, wird damit für Astro-Einsteiger wie für „Alte Astrohasen“ zum Event.



Bild 2: Für die Ausrichtung des gesamten Beobachtungsgerätes müssen nur geringe, systemisch bedingte Reibungskräfte überwunden werden. Diese halten danach das 20x80-Astroglas in der gewünschten Position.

Die Ausführung als relativ leichte, zerlegbare Einarm-Montierung aus Aluminium hält noch einige Extras bereit:

Himmelsbeobachtungen fast bis zum Zenit – mindestens aber bis 80 Grad Höhe – sind bequem möglich, da Beobachter*innen jetzt auch bei steilen Anstellwinkeln direkt unter die Okulare des jeweils mit Schnellwechselkupplung montierten Astroglasses treten können. Von einem Campingstuhl mit absenkbarer Rückenlehne oder gar von einer Campingliege aus – gehen die Schwenkmöglichkeiten weit über den Zenitbereich hinaus.

Zum zielgenauen Auffinden versteckt liegender Objekte ist es möglich, die 5-achsige Schwenkfunktion auf Verstellbarkeit von Azimut + Höhe zu begrenzen. Einstelldaten für die Objektsuche /-identifikation gibt es über die Handy-APPs **ManGoTo** oder über **SkySafari**. Die Ablesbarkeit an den Skalierungen der Montierung ist denkbar einfach.



Bild 3: Über die Alt/Az-Skalierungen lassen sich auch weniger markante Objekte und Asterismen sicher identifizieren

Sinnvolles Zubehör: Zielhilfen + Kartenbrett

Mein **FUJINON 7x50** und mein **BRESSER 20x80**-Glas habe ich bereits vor einiger Zeit mit zusätzlichen Zielhilfen nachgerüstet. Astro-Ferngläser haben üblicherweise eine stark konische Bauform und somit zum nächtlichen Anpeilen von Objekten ungünstige Bauform. Selbst erfahrene Beobachter*innen kommen mitunter in Schwierigkeiten, die Fernglas-Optik am Nachthimmel präzise auf die gewünschten Zielgebiete auszurichten, und müssen nach einer Grobausrichtung umständlich nach den einzelnen Objekten suchen.

Wichtigstes Zubehör für eine systematische Beobachtung aller am Himmel auffindbaren Fernglasobjekte ist in jedem Fall das direkt am Stativ befestigte Kartenlesebrett mit dem neuen **BI-NOSCOUT** und eine Handyablage.



Bild 4: Die Zielhilfen bringen vor allem an Orten mit dunklem Himmel und entsprechend zahlreichen Feldsternen eine große Vereinfachung bei der Objektfindung

Polarlichter am 27. Februar 2023

Jürgen Stockel

Eine Polarlichtmeldung in der Presse und ein Anruf von Winfried Backhaus weckten in mir den Foto-Jagdinstinkt. Polarlichter, die man über Münster oder von Münster aus beobachten kann, sind ja keine alltägliche Erscheinung. Normalerweise kann man Polarlichter sehen, wenn man sich im Dunstbereich des Polarlichtovals befindet. Und dieses liegt bekanntlich nicht hier bei uns, sondern über Nordnorwegen oder Island. In Island konnte ich 2020 traumhafte Polarlichter bewundern. Was war also hier im Münsterland zu erwarten?

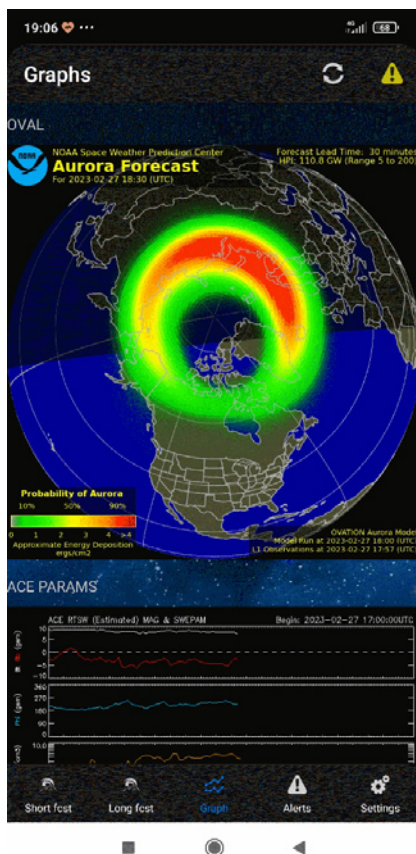


Abb. 1 Polarlichtoval

Erst gegen 20:30 Uhr konnte ich an unserem Beobachtungsplatz in Alverskirchen loslegen. Winfried kam mir schon frustriert entgegen: Viele Wolken, keine Farben zu sehen! Mein Optimismus hat ihn ermuntert: Er blieb mit mir zusammen am Beobachtungsplatz. Wir hofften natürlich auf immer größer werdende Wolkenlöcher. Und tatsächlich wurden diese Lücken mit Blick auf den freien Sternenhimmel immer größer. Juhuu!

Schnell war die Kamera (Pentax K3ii) auf einem stabilen Stativ aufgebaut. Ein lichtstarkes (f/1,8) Weitwinkelzoom von Sigma (18mm-35mm) kam zum Einsatz. Als Erstes wurde die Optik auf einen hellen Stern hin fokussiert. Die Ausrichtung erfolgte dann gen Norden. Die ersten Versuche erfolgten mit ISO 2000 und Belichtungen von 1 bis 15 Sekunden. Es gab Ergebnisse mit Über- und Unterbelichtungen. Aber alle Bilder zeigten im Display der Pentax nur Blautöne am Himmel. Ich fertigte viele Bilder an! Alles am Himmel blieb blau!

Für uns war klar: Das war's dann wohl. Ich machte mit meinem Handy (Pocophone F1) ein Abbild des Pentaxdisplays als Beleg dafür, dass wir heute keine Chance auf Polarlichter haben sollten. Und nun kommt die künstliche Intelligenz moderner Smartphones ins Spiel. Im Handydisplay wurden die Farben etwas kräftiger dargestellt. Und dann entdeckten wir es: Ein grüner Saum lag wie eine schwache Farbdecke flach über dem nördlichen Horizont!

Jetzt war klar: Wir blieben und hofften auf stärker werdende Polarlichter! Mit dem bloßen Auge nahmen wir nur einen äußerst schwachen Lichtschimmer wahr. Vielleicht war auch hier der Blickwunsch Vater der Gedanken. Dennoch blieben wir am Ball. Der grüne Schimmer wurde etwas kräftiger. Im Pentaxdisplay war dann ein ganz leichter violetter halbkreisförmiger Bogen über dem grünen Horizont erkennbar. Spektakulär war das alles nicht. Mit dem bloßen Auge war nur ein ganz schwacher Violett-Schimmer erahnbar. Highlight war dann ein kurz anhaltender rötlicher senkrecht stehender Lichtbogen. Den konnte man auch mit dem bloßen Auge identifizieren. Auf dem Pentaxdisplay wurde das als roter senkrechter Bogen sehr deutlich erkennbar. Die dann entstandenen Bilder belohnten uns für unser Durchhaltevermögen. Wir hatten heute Abend tatsächlich Polarlichter gesehen und fotografisch dokumentieren können.



Abb. 2 Polarlichter über Alverskirchen, Bild: Jürgen Stockel

Man muss dabei bedenken, dass diese Polarlichter nicht über Deutschland, sondern in ca. 200 Km Höhe über Südnorwegen / Norddänemark gelegen haben dürften. Die entsprechenden Prognosen in der App „Aurora Alerts“ legen diese Vermutung nahe. Die entsprechenden Rohaufnahmen habe ich mit dem Zoner Photostudio weiterbearbeitet mit dem Ziel, die entsprechenden Farben etwas mehr herauszuarbeiten.

Wie spektakulär Polarlichter sein können, wenn man sich zur Beobachtung im Polarlichtoval befindet, kann das in meinem Beitrag „Polarlichter in Island“ in der Andromeda 3/2020 nachlesen.

Intern

- **Eintritte**
Brücken, Thomas
Zerhusen, Thomas
Lahbabi, Mona
Fialla, Bianca
Segers, Dieter
Sachs, Anton
Köster, Johann
- **Austritte:**
Cösters, Thorsten
Audick, Emil
- **Verstorben:**
Schulte, Werner

Geheimnisvolle Polarlichter?

Ewald Segna

Die ersten Polarlichter des 25. Sonnenfleckenzyklus sind über Münster am 26. / 27. Februar 2023 erschienen. Damit endete ein langer, polarlichtloser Zeitraum. Jürgen hatte dieses Ereignis mit seiner Kamera festgehalten (siehe dazu auch seinen Bericht auf Seite 6). Es tut sich wieder etwas auf der Sonne!

Doch was sind Polarlichter und wie entstehen sie?

Polarlichter (auch Aurora borealis in der Nordhemisphäre und Aurora australis in der Südhemisphäre genannt) sind leuchtende farbige Erscheinungen am Himmel, die besonders in den Polarregionen der Erde auftreten.



Abb. 1 Polarlichter über Ense - das Bild mit dem Turm ist am 26.02.2023 um 23:16 Uhr in Ense Sieveringen aufgenommen worden. Verwendet wurde die Canon R6 und das Objektiv Sigma 24 mm Art, BLZ 1/2 Sek, Blende F 1.4, ISO 10.000. Das Bild mit dem Baum ist am 27.02.2023 um 22:06 Uhr in Ense-Ruhne aufgenommen worden. Das Equipment war dasselbe, wie in der Nacht zuvor. BLZ von 5 Sek, F 1.8 und ISO 400. Am 26. war ich zu spät, da waren die Polarlichter ca. eine halbe Stunde lang zu sehen und auch zwischendurch deutlich heller gewesen. Das hatte ich leider verpasst. Nachdem ich das Bild gemacht hatte, verschwanden die Polarlichter auch schon wieder. Auf den Bildern danach waren sie nicht mehr zu sehen. Am 27. habe ich 4 Stunden auf dem Feld gestanden. Es gab nur ein paar Minuten eine Polarlichterscheinung. Nur zu Anfang waren auch Strukturen zu erkennen.

© Chantal Anders

Polarlichter entstehen durch Wechselwirkungen zwischen geladenen Teilchen aus dem Sonnenwind und der Magnetosphäre der Erde. Der Sonnenwind strömt kontinuierlich von der Sonne nach außen und besteht hauptsächlich aus Protonen und Elektronen in einem Zustand, der als Plasma bezeichnet wird. Das Sonnenmagnetfeld ist in das Plasma eingebettet und fließt mit dem Sonnenwind nach außen. Die Magnetosphäre der Erde ist ein Magnetfeld, das sie umgibt und sie vor diesen Teilchen schützt. Die **Magnetosphäre** entsteht durch die Wechselwirkung des Sonnenwinds mit dem Magnetfeld der Erde. Diese Abbildung veranschaulicht die Form und Größe des Erdmagnetfeldes, das sich durch den Sonnenwind ständig verändert. Auf der sonnenzugewandten Seite beträgt es bis zu 10; auf der sonnenabgewandten Seite bis zu 100 Erdradien.

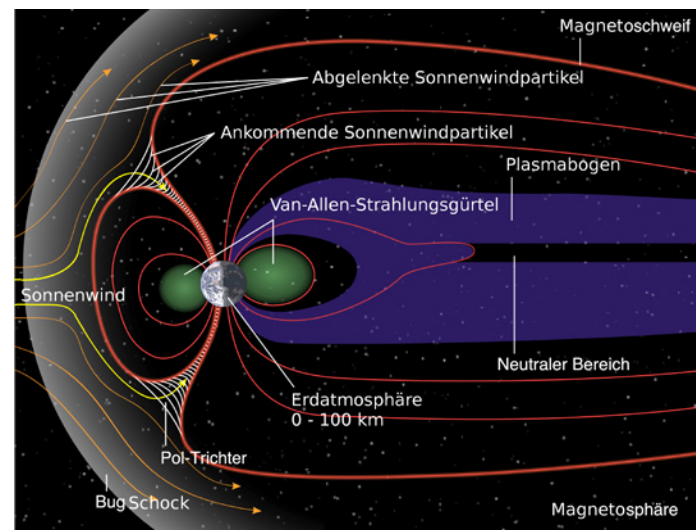


Abb. 2 Modell des Magnetfeldes der Erde und die Ablenkung des Sonnenwinds sowie deren Eintritt über die „Pol Trichter“ am Nord- und am Südpol. Über diese Trichter tritt der Sonnenwind, in die tieferen Atmosphärenschichten der Erde ein und verursacht Polarlichter. © Wikipedia, bearbeitet Autor (CC BY 4.0)^{1,2}

Wenn der Sonnenwind auf die Magnetosphäre trifft - bei extremen Ereignissen wird das auch als geomagnetischer Sturm bezeichnet - werden Plasmateilchen in die Nähe der Pole gelenkt, da das Magnetfeld der Erde in diesen Regionen am stärksten konzentriert (verzerrt) wird, was es den geladenen Teilchen ermöglicht, in die Atmosphäre einzudringen. Dabei interagieren sie mit den Atomen und Molekülen der Atmosphäre und regen diese an, wodurch Licht emittiert wird.

Das von den angeregten Atomen und Molekülen emittierte Licht erscheint in verschiedenen Farben, je nachdem welche Elemente angeregt werden. Zum Beispiel erzeugen angeregte Sauerstoffatome grünliches oder rötliches Licht, während Stickstoffatome bläuliches oder rötliches Licht erzeugen können.

Das Polarlicht stammt im grünen Bereich aus einer Höhe von ca. 100 bis 200 km, im roten Bereich aus einer Höhe über 200 km.

Die Höhe der Polarlichter wurde schon im 18. Jahrhundert durch Triangulation bestimmt. Dazu muss ein charakteristisches Merkmal in dem Polarlicht von zwei Beobachtern in möglichst großen Abständen angepeilt werden (Beobachtungswinkel). John Dalton und Henry Cavendish gelang 1789/90 so eine Höhenbe-

stimmung von 80 bis 160 km, die in etwa heutigen Werten entspricht. Carl Störmer erhielt im 20. Jahrhundert durch zahlreiche Bildauswertungen mittlere Höhen (für das grüne Licht) von 110 km. Das grüne sowie das blaue Licht wird von Partikeln höherer Energie erzeugt, die tiefer in die Atmosphäre eindringen (bis 90 km Höhe) als die Verursacher des roten Leuchtens.³

Polarlichter treten in einem ovalen Ring um die Pole auf, der als Polarlichtoval bezeichnet wird. Die Intensität und Häufigkeit von Polarlichtern hängt von der Stärke des Sonnenwindes und des mitgenommenen Sonnenmagnetfeldes sowie der Aktivität des Sonnenfleckenzklus ab. In der Regel sind Polarlichter häufiger und intensiver während des Maximums des Sonnenfleckenzklus, der etwa alle 11 Jahre stattfindet.

Die Sonnenflecken - Bereiche auf der Sonne die ca. 1000 Grad kühler als die normale Umgebungstemperatur von 5800 K sind - einhergehend mit Flares und CMEs (koronale Massenauswürfe, bis zu 10^{13} kg Materie) sind die Energielieferanten der Polarlichter. Auf der Sonne gibt es hauptsächlich zwei Arten von Explosionen: Strahlungsausbrüche (Flares) und koronale Massenauswürfe (CMEs). Im Gegensatz zur Energie der Licht- und Röntgenstrahlen, die bei einem Strahlungsausbruch erzeugt werden und die die Erde in acht Minuten mit Lichtgeschwindigkeit erreichen, handelt es sich bei koronalen Massenauswürfen um riesige, sich ausdehnende Wolken aus Sonnenmaterial (Plasma), die ein bis drei Tage brauchen, um die Erde zu erreichen.

Der Zyklus von ca. 11 Jahren von einem Maximum zum nächsten ist noch nicht komplett verstanden. Er hängt sicher von den Intensitäten und der Polung der Magnetfelder in den oberen Schichten der Sonne ab. An den Polen sind die Polarlichter auch bei „ruhiger Sonne“ anzutreffen, aber Polarlichter in mittleren Breiten entstehen erst bei sehr energiereichen Eruptionen, die auch gezielt Richtung Erde geschleudert werden.

Die Klassifizierung von Röntgen-Sonneneruptionen

Wissenschaftler klassifizieren Sonneneruptionen nach ihrer Röntgenhelligkeit im Wellenlängenbereich von 1 bis 8 Angström.

Es gibt 3 Kategorien:

X-Klasse Flares sind große Ereignisse, die planetenweite Radioausfälle und langanhaltende Strahlungstürme auslösen können.

- X1** Schwache Röntgeneruption. Diese sind in der Regel nicht stark genug, um Auswirkungen auf die Erde oder Satellitenkommunikation zu haben. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist gering.
- X2** Mäßig starke Röntgeneruption. Diese können zu leichten Auswirkungen auf Satellitenkommunikation führen, haben jedoch normalerweise keine Auswirkungen auf die Erde. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist mäßig.
- X3** Starke Röntgeneruption. Diese können leichte Auswirkungen auf die Erde und

Satellitenkommunikation haben. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist mäßig bis hoch.

- X4** Sehr starke Röntgeneruption. Diese können zu schweren Auswirkungen auf Satellitenkommunikation führen und haben möglicherweise Auswirkungen auf Stromnetze. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist hoch.
- X5** Extreme Röntgeneruption. Diese können schwerwiegende Auswirkungen auf Satellitenkommunikation und Stromnetze haben. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist sehr hoch.
- X6-X9** Diese Werte sind sehr selten und entsprechen extremen Röntgeneruptionen, die zu schwerwiegenden Auswirkungen auf die Technologie auf der Erde führen können. Die Wahrscheinlichkeit, dass Polarlichter sichtbar sind, ist sehr hoch, und es besteht auch die Möglichkeit, dass sie in Breitengraden gesehen werden können, die normalerweise nicht von Polarlichtern betroffen sind.

M-Klasse Flares sind mittelgroß; sie können zu kurzzeitigen Radio-Blackouts führen, die die polaren Regionen der Erde beeinflussen. Geringfügige Strahlungstürme folgen manchmal einem M-Klasse-Flare. Im Vergleich zu X- und M-Klasse-Ereignissen sind **C-Klasse-Fackeln** klein mit nur wenigen spürbaren Konsequenzen hier auf der Erde.

Klasse	Spitzenwert (W/m^2) zwischen 1 und 8 Angström
X	$I \geq 10^{-4}$
M	$10^{-5} \leq I < 10^{-4}$
C	$10^{-6} \leq I < 10^{-5}$
B	$I < 10^{-6}$

Jede Kategorie für Röntgeneruptionen hat neun Unterteilungen, z.B. C1 bis C9, M1 bis M9 und X1 bis X9. Es handelt sich um eine logarithmische Skala. M1 ist 10-mal stärker als C1. X1 ist 10-mal stärker als M1, und so weiter.^{4,5}

Geomagnetischer Kp-Index

Ein weiteres Kriterium, um die Wahrscheinlichkeit auftretender Polarlichter zu klassifizieren, ist der **Kp-Index**. Er ist ein Globalindikator der geomagnetischen Aktivität, dessen Intensität durch Werte von 0 bis 9 bestimmt wird. Ausgehend vom **Kp-Index** und der geografischen Breite kann man sofort ermitteln, ob die Aussichten zur Beobachtung von Polarlichtern gut sind oder nicht.

Wie funktioniert der Kp-Index?

Aus der folgenden Tabelle kann man ersehen, bis zu welchem Breitengrad Sie das Polarlichtoval in Abhängigkeit von der Intensität des Kp-Wertes beobachten können.

Kp-Index	Geomagnetische Breite	Polarlichtaktivität
Kp 0	66,5° oder höher	Sehr niedrig
Kp 1	64,5°	Niedrig
Kp 2	62,5°	Niedrig
Kp 3	60,4°	Ungewiss
Kp 4	58,3°	Aktiv
Kp 5	56,3°	Kleinerer Sturm (G1)
Kp 6	54,2°	Mäßiger Sturm (G2)
Kp 7	52,2°	Starker Sturm (G3)
Kp 8	50,1°	Sehr starker Sturm (G4)
Kp 9	48,1° oder niedriger	Extrem starker Sturm (G5)

in mittleren bis höheren Breitengraden möglicherweise sichtbar.

G3 Starke geomagnetische Stürme. Diese können zu schwerwiegenden Störungen im Stromnetz und in Satelliten- und Funkkommunikationssystemen führen. Polarlichter sind in vielen Teilen der Welt möglicherweise sichtbar, einschließlich niedrigerer Breitengrade.

G4 Schwere geomagnetische Stürme. Diese können zu Ausfällen von Satelliten, Strom- und Kommunikationssystemen führen. Polarlichter können in vielen Teilen der Welt, einschließlich niedrigerer Breitengrade, möglicherweise sichtbar sein.

G5 Extrem schwere geomagnetische Stürme. Diese können zu weitreichenden Stromausfällen und schwerwiegenden Störungen in Satelliten- und Kommunikationssystemen führen. Polarlichter können in vielen Teilen der Welt, einschließlich niedrigerer Breitengrade, möglicherweise sichtbar sein.

Spezifische Bedeutungen der verschiedenen KP-Werte:

KP 0-1 Sehr geringe geomagnetische Aktivität. Es ist unwahrscheinlich, dass Polarlichter sichtbar sind, es sei denn, man befindet sich in den höchsten Breitengraden der Erde.

KP 2 Geringe geomagnetische Aktivität. Polarlichter können in sehr dunklen Umgebungen und in hohen Breitengraden sichtbar sein.

KP 3 Schwache geomagnetische Aktivität. Polarlichter sind in höheren Breitengraden sichtbar, insbesondere in der Nähe des magnetischen Nordpols.

KP 4 Mäßige geomagnetische Aktivität. Polarlichter können auch in mittleren Breitengraden sichtbar sein.

KP 5 Hohe geomagnetische Aktivität. Polarlichter sind in vielen Teilen der Welt sichtbar, auch in niedrigeren Breitengraden.

KP 6-9 Sehr hohe geomagnetische Aktivität. Polarlichter können auch in sehr niedrigen Breitengraden sichtbar sein, und es ist wahrscheinlich, dass sie sehr hell und farbenfroh sind.

Beispiel: Bei einem Kp-Wert von 0 kann man Polarlichter bis Tromsø in Norwegen beobachten, bei einem Kp-Wert von 5 sind Polarlichterscheinungen bis Edinburgh in Schottland möglich und bei einem Kp-Wert von 9 (Höchstwert) ist die Sichtung eines Polarlichts bis Marseille in Frankreich möglich.⁶

Folgen eines großen Sonnensturms (auf Erde, Satelliten, Trafostationen, Stromleitungen etc.) Hier sind die spezifischen Bedeutungen der verschiedenen G-Werte aufgelistet:

G1 Schwache geomagnetische Stürme. Diese können zu leichten Schwankungen im Stromnetz und einigen Navigationssystemen führen. Polarlichter sind in höheren Breitengraden möglicherweise sichtbar.

G2 Mäßige geomagnetische Stürme. Diese können zu stärkeren Schwankungen im Stromnetz und möglicherweise zu vorübergehenden Unterbrechungen von Satelliten- und Funkkommunikation führen. Polarlichter sind

Zusammenfassung - Folgen von Polarlichtern

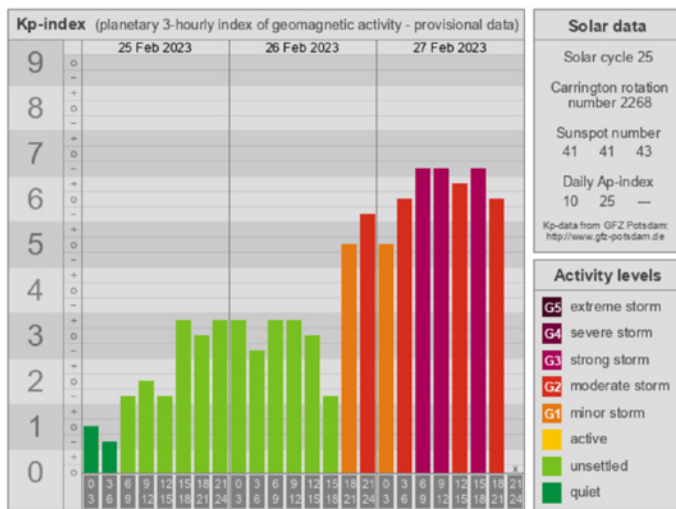
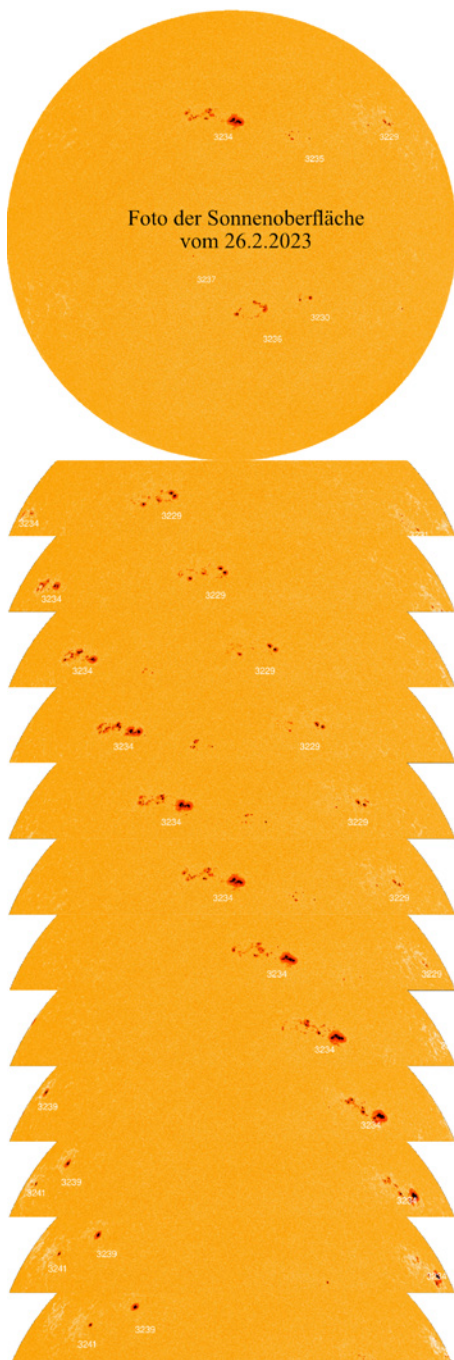
Die magnetischen Veränderungen, die eine direkte Wirkung der **starken Polarlichtaktivitäten** auf der Erde sind, wirken sich auf eine Vielzahl von Technologien negativ aus. Hochfrequente Radiowellen werden gestört bis hin zum Blackout, die GPS-Koordinaten weichen um einige Meter ab. Die magnetischen Schwingungen können auch elektrische Ströme in den Versorgungsnetzen auf der Erde erzeugen, die zu einer Überlastung der Stromnetze führen können, wenn die Stromversorger nicht darauf vorbereitet sind. Und nicht zu vergessen sind die Probleme bei den erdumlaufenden Satelliten und sogar bei der ISS. Von der empfindlichen Elektronik bis hin zu größeren Reibungsverlusten in der Atmosphäre, die eine Bahnkorrektur unumgänglich machen, spannt sich der Bogen.

Der Auslöser des Polarlichtes vom 26. / 27. Februar 2023

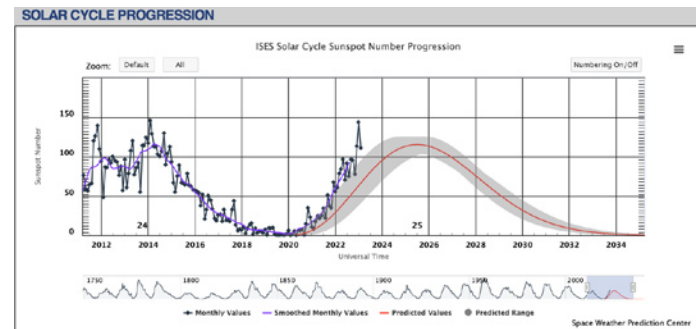
Wie ihr schon weiter oben erfahren habt, gibt es eine Korrelation zwischen Sonnenflecken und CME-Ausbrüchen mit starken Polarlichtern auf der Erde. In diesem Falle war der Verursacher des Polarlichtes am 26./27.2.2023 die Sonnenfleckengruppe mit der Bezeichnung AR 3234. Innerhalb von Tagen vergrößerte sie sich um das Vierfache ihrer ursprünglichen Fläche.

Auf der Fotokollage (Abb. 4) habe ich den Weg des Sonnenfleckens vom ersten Erscheinen am Rande der Sonne bis zum Verschwinden dokumentiert. Innerhalb von 12 Tagen wanderte er von der Ostseite bis zur Westseite der Sonne und dabei waren auch CMEs beobachtbar, die mit der Entwicklung der Fleckengruppe AR 3234 einhergingen (siehe Grafik Abb. 3).

Die von dem CME ausgehende Strahlung verursachte auf der Erde einen Radio-Blackout. Stundenlang war sowohl der Empfang von GPS-Geräten als auch der von Radiosendern teils stark beeinträchtigt, bis zum kompletten mehrstündigen Ausfall von Radio- und Navigationsdiensten.

Abb. 3 KP-Index 25. – 27. Februar 2023⁷Abb. 4 Sonnenfleckenkollage vom 21. Februar – 4. März 2023 (von oben nach unten) Autor / SDO/HMI (Solar Dynamics Observatory / Helioseismic and Magnetic Imager)⁸

Der 25. Sonnenfleckenzzyklus

Abb. 5 Prognostizierte Entwicklung der Sonnenfleckenzahl in den nächsten Jahren⁹

Nach dem Sonnenfleckenzminimum 2020 hat der 25. Sonnenfleckenzzyklus begonnen.

Wie aus der Grafik ersichtlich, wird sich die Sonnenfleckenzaktivität bis zu ihrem Maximum im Jahre 2025 kontinuierlich steigern. In diesem Abschnitt der Sonnenaktivität erhöhen sich die Chancen auf die Beobachtung von Polarlichtern in unseren Breiten enorm. Vielleicht ist dem ein oder anderen noch das Polarlichtereignis vom 13. März 1989 in bester Erinnerung, wo ein sehr starker geomagnetischer Sturm die Polarlichter in Münster hell bis zum Horizont sichtbar werden ließ. Auch bis zum Jahre 2025/26 werden wir uns an Polarlichter hier in Münster erfreuen können, vorausgesetzt natürlich, dass das Wetter mitspielt – keine Wolken, kein Mondlicht!

Quellen:

- ¹https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Structure_of_the_magnetosphere_LanguageSwitch.svg
- ²<http://magbase.rssi.ru/REFMAN/SPPHTEXT/magnetosphere.html>
- ³<https://de.wikipedia.org/wiki/Polarlicht>
- ⁴<https://earthsky.org/sun/suns-x-ray-flux-definition/>
- ⁵<https://www.sws.bom.gov.au/Educational/2/1/3>
- ⁶sonnen-sturm.info/lexikon/kp-index
- ⁷<http://www.theusner.eu/terra/aurora/kpDiagram.php>
- ⁸<https://spaceweather.com>
- ⁹<https://www.swpc.noaa.gov/products/solar-cycle-progression>

<https://www.polarlicht-vorhersage.de>
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

Literatur:

Die Sonne – eine Einführung für Hobbyastronomen, 2. Aufl., Jürgen Banisch, Oculum-Verlag
Handbuch für Sonnenbeobachter, R. Beck et. al., Veröffentlichung der VdS, Berlin 1982
Solar Astronomy, C. Viladrich edited, Axilone -Astronomy

2023DZ2 - Dicker Brocken im Vorbeiflug

Paul Breitenstein, Astronomy and internet in Münster (AiM)

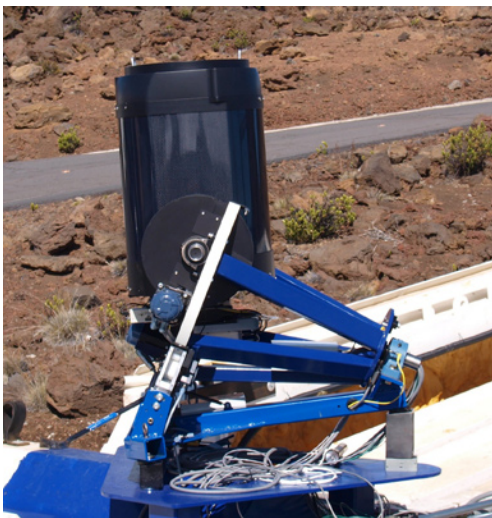
Statistisch gesehen fliegt alle 10 Jahre ein dicker Gesteinsbrocken dicht an der Erde vorbei, also glücklicherweise nicht all zu oft. Am 25. März 2023 war es der Asteroid 2023DZ2.

Wie man aus der Bezeichnung sieht, wurde dieser Brocken mit geschätzten 40 bis 100 Metern Durchmesser erst vor kurzem entdeckt:

- 2023 steht für das Entdeckungsjahr,
- D für die vierte Monatshälfte im Jahr, also für die zweite Hälfte des Februars und
- Z2 für den 75-sten neu entdeckten Asteroiden in der zweiten Februarhälfte 2023.

Beginnend mit 0 wird dabei das Alphabet (A bis Z = 25 Buchstaben [ohne I]) zweimal durchgezählt. Im dritten Durchgang (2) ist man bei Z angekommen, also: A – Z, A1 – Z1, A2 – Z2).

Als Entdecker gilt bislang das Roque-de-los-Muchachos-Observatorium auf der kanarischen Insel La Palma, das die Entdeckung eines Near Earth Objects (NEO), also eines erdnahen Objekts, mit einer Helligkeit von 20mag am 27. Februar 2023 meldete. Beobachtet und gemeldet wurde das Objekt allerdings schon am 14. Januar dieses Jahres von dem vollautomatischen Pan-STARRs Roboterteleskop PS2, das es aber bei einer Helligkeit von 23mag noch nicht als NEO erkannte.



*Abb. 1:
Eins der zwei
0,4m-LCO-
Teleskope,
die sich auf
einer Höhe von
3100 Metern
auf dem Vul-
kanberg Ha-
leakala/Hawaii
befinden.*

Am Morgen des 25. März erregt eine et-

was reißerische Überschrift im Internet meine Aufmerksamkeit: „Städtekiller schrammt an Erde vorbei! So knapp entgehen wir einer Katastrophe!“ Ich will sofort sehen, ob ich das Ding vor den Spiegel bekomme! Mit einer Helligkeit von inzwischen 13mag sollte es mit den zehn 0,4 Meter Spiegelteleskopen des Las Cumbres Observatory (LCO) gut beobachtbar sein. Diese zehn LCO-Teleskope sind rund um die Erde verteilt, eine Beobachtung kann also von meinem Computer aus zu jeder Tageszeit stattfinden. Am 25. März wird Asteroid 2023DZ2 mit den Himmelskoordinaten RA 09:37 und DC +11:06 vorhergesagt, also in der Nähe von Regulus im Sternbild Löwe, beobachtbar von den LCO-Observatorien in Siding Spring/Australien, Cerro Tololo/Chile, Teide/Teneriffa und Haleakala/Hawaii. Leider ist in Siding Spring

und auf dem Teide schlechtes Wetter. Aber in 3000 Metern Höhe auf dem Vulkan Haleakala ist der Himmel frei und 2023DZ2 von der Dämmerung um 5:30 UT bis 12:15 UT (Universal Time) oberhalb der 30°-Marke über dem Horizont. Außerdem gibt es im Beobachtungsplan mehrere freie Lücken. Das Seeing ist leider nicht optimal. Daher beschließe ich, vorsichtshalber mit nicht zu kurzen Belichtungszeiten anzufangen.

Der Brocken bewegt sich inzwischen mit einer Geschwindigkeit von 28.000 km/h. Würde er damit Münster treffen, bliebe von unserer schönen Stadt wohl nur ein großer Kater übrig. Zum Glück sind Münster und die Erde im Vergleich zum Weltall recht klein und damit auch für Asteroiden nur schwer zu treffen. So saust der Asteroid rund 168.000 Kilometer an uns vorbei. Das ist ungefähr die Hälfte der Distanz zwischen Erde und Mond. Für die Aufnahme ergibt sich daraus eine scheinbare Geschwindigkeit von ca. $2' / \text{min} = 2^\circ / \text{h}$ (2 Grad pro Stunde). Der CCD-Chip an den 0,4m-LCO-Teleskopen besitzt ein Sichtfeld von $29' \times 19'$. Das heißt: Innerhalb von weniger als 10 Minuten wandert das Objekt durch den schmalen Teil des Sichtfeldes. Hinzu kommt, dass die Bahndaten noch nicht besonders exakt definiert sind, was sich insbesondere bei hohen Geschwindigkeiten durch hohe Ungenauigkeiten der vorhergesagten Position äußert. Ich muss also großzügig planen.

Um circa 09:00 UT (10:00 CET/Central European Time) gebe ich den ersten Auftrag (Job) auf.

1. Versuch:

Er scheitert, da offensichtlich zu kurz geplant. Ein Kalibrierungsjob des LCO-Teams wird plötzlich vorgezogen, so dass sich der freie Platz im Beobachtungsplan schließt. Soll mir recht sein, denke ich, ein frisch kalibriertes Teleskop „ist Gold wert“.

2. Versuch:

Zwischen 09:48 UT und 09:58 UT kann ich einen Job mit 32 Aufnahmen à 5 Sekunden im Beobachtungsplan platzieren. Der CCD-Chip der Kamera benötigt jeweils 14 Sekunden zum Auslesen. Die Ausführung des ganzen Jobs dauert also $32 \times 19\text{s} = 10,1 \text{ min}$, also 10 Minuten. Ich hoffe, eine Spur von 2023DZ2 auf fast allen Aufnahmen zu finden, und habe Glück im Unglück. Nur auf der ersten Aufnahme (Abb.2) ist die Spur des Asteroiden am linken Rand gerade noch, aber dafür ganz deutlich zu erkennen. Der Brocken ist also schon etwas weiter als vorhergesagt. Außerdem kann ich die Belichtungszeit ruhig kürzer wählen. Ich muss also die Himmelskoordinaten, die Belichtungszeit und die Anzahl der Aufnahmen anpassen.

3. Versuch:

Zwischen 10:10 UT und 10:22 UT kann ich einen weiteren Job mit 45 Aufnahmen à 2s im Beobachtungsplan unterbringen. Auf den ersten 11 Aufnahmen ist der Asteroid tatsächlich gut zu erkennen. Ich gebe mich mit dem Ergebnis zufrieden, obschon Verbesserungen möglich wären:

- Belichtungszeit halbieren
- Aufnahmen noch etwas früher starten
- Gesamtbeobachtungszeitraum zur Sicherheit verlängern

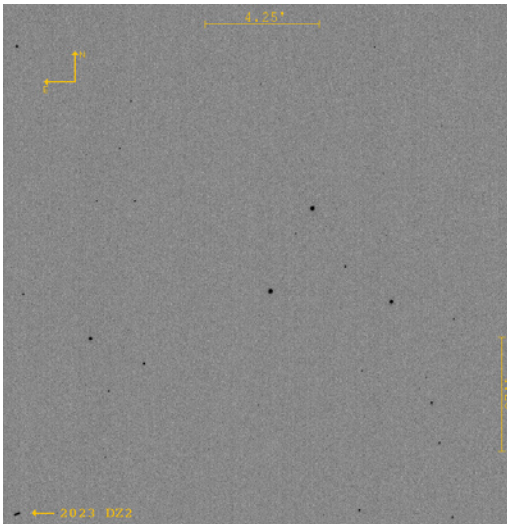


Abb. 2: Gesamtsichtfeld des CCD-Chips der 0.4m-LCO-Teleskopkamera beim Haleakala-Observatorium:
Bildmitte: RA 09:55:30 , DC 09:25:56 ; Aufnahmezeit:
2023 03 25 , 09:48:15UT ;
Belichtungszeit: 5 Sekunden.
Auf dem ersten von 32 Bildern ist 2023DZ2 gerade noch als Strichspur am linken Rand deutlich zu erkennen.

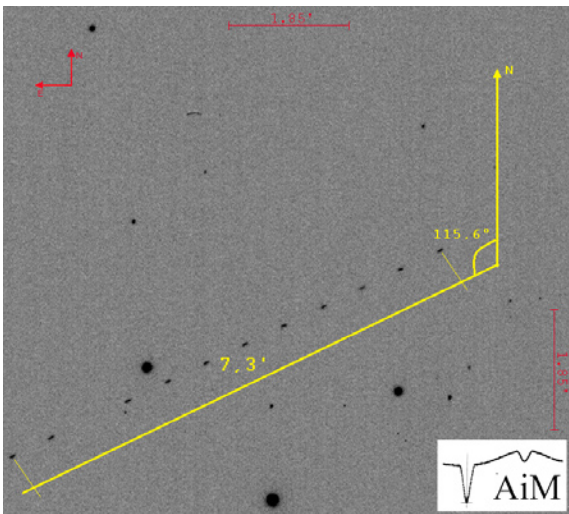


Abb. 3:
Composite aus den ersten 11 Aufnahmen des Asteroiden 2023DZ2. Er bewegt sich in 2,8 Minuten 7,3' in Richtung 115,6° gegenüber Nordrichtung.

Ergebnis:

Asteroid 2023DZ2 bewegte sich am 25. März 2023 zwischen 10:10 UT und 10:13 UT in Richtung SOO (115,6°) mit einer scheinbaren Geschwindigkeit von 7,3' in 2,8 Minuten. Das entspricht $2,61' / \text{min} = 156,4'' / \text{min}$ und passt zu den Angaben des Minor Planet Centers (MPC) von $156,5 \pm 0,5'' / \text{min}$.

Die gemessene Bewegungsrichtung weicht mit 115,6° um 1,2° von den Angaben des MPC (116,8°) ab. Diese etwas hohe Abweichung könnte am benutzten Programm AstroImageJ oder den unschönen Strichspuren liegen.

Die Abweichungen in Rektaszension $\Delta RA \leq 1,5''$ und Deklination $\Delta DC \leq 0,64''$ liegen im Bereich der anderen Meldung beim Minor Planet Center.

Zusammenfassung:

Mein spontaner Versuch, den Asteroid 2023DZ2 mit den 0.4m-LCO-Teleskopen abzulichten, hatte Erfolg und liefert brauchbare Ergebnisse. Die Daten sind vergleichbar mit anderen Meldungen an das Minor Planet Center, erfüllen also wissenschaftlichen Standard. Mit etwas mehr Mühe und guter Planung ließe sich wesentlich mehr herausholen. So sollte die Belichtungszeit auf 1 Sekunde oder sogar etwas weniger reduziert werden. Die Auswertungen oben wurden von mir auf die Schnelle mit dem Programm AstroImageJ gemacht. Überprüfungen mit dem semi-professionellen Programmen Astrometrica und find_orb ergaben vergleichbare Ergebnisse, die Bewegungsrichtung wurde mit 116,6° aber wesentlich genauer getroffen.

Asteroid 2023DZ2 ist kein potentiell gefährlicher Asteroid bzw. PHA für „Potentially Hazardous Asteroid“. Ein PHA wird definiert als Asteroid mit einem Durchmesser von mehr als 140 Metern, deren Umlaufbahn der Erde auf weniger als 0,05 Astronomischen Einheiten (19,5 Mondstrecken) nahe kommt. 2023DZ2 kommt mit etwa 0,5 Mondstrecken der Erde zwar bedrohlich nahe, ist aber einfach zu klein. Trotzdem prognostiziert das Programm Asteroid Launcher (<https://neal.fun/asteroid-launcher/>) ein etwas unangenehmes Szenario: Wenn ein Eisenasteroid von 100 Metern Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von 28.000 km/h senkrecht auf den Münsteraner Wochenmarkt fällt, würde ein Krater entstehen, der mit 80 Metern Tiefe bis zum Prinzipalmarkt reicht. Bis in einem Umkreis von 12 Kilometern dürften die meisten Gebäude zerstört werden.

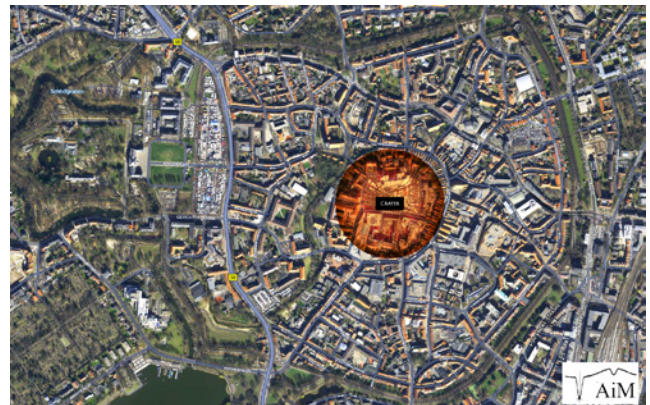


Abb. 4:
Simulation des Einschlags eines Asteroiden mit 100m Durchmesser mit dem Programm Asteroid Launcher (worst case szenario).

Ein Steinasteroid mit 40 Metern Durchmesser würde dagegen den Domplatz nicht erreichen. Er würde in rund 5 Kilometern Höhe explodieren und Gebäude bis hin zu den Vororten von Münster zum Einsturz bringen. Ein solches Ereignis kommt erfahrungsgemäß alle 100 Jahre vor. Allerdings gelten 89% der Erdoberfläche als unbewohnbar. Allein 71% der Erde sind von Meeren bedeckt. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Stadt wie Münster getroffen wird, ist daher außerordentlich gering. In den meisten Fällen werden solche Ereignisse wohl nur von wenigen Menschen, installierten Meteorüberwachungssystemen oder Satelliten registriert.

So:

DON'T PANIC!

Für Mond - Fans

Hinweise zu interessanten Beleuchtungseffekten auf dem Mond von April bis Oktober 2023

Stephan Pfaffmann

April:

Lunar – X

27. April 2023 von 19:10 Uhr bis 21:10 Uhr MESZ

MA: 11:03 Uhr SA: 06:08 Uhr
MU: 03:45 Uhr SU: 20:47 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe
Beginn:	27.04.2023	19:20 Uhr	61,5°
Höhepunkt:	27.04.2023	20:20 Uhr	61,0°
SU:	27.04.2023	20:47 Uhr	59,5°
Ende:	27.04.2023	21:20 Uhr	56,7°

Lunar – V

27. April 2023 von 20:40 Uhr bis 22:40 Uhr MESZ

MA: 11:03 Uhr SA: 06:08 Uhr
MU: 03:45 Uhr SU: 20:47 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	27.04.2023	20:40 Uhr	60,0°
SU:	27.04.2023	20:47 Uhr	59,5°
Höhepunkt:	27.04.2023	21:40 Uhr	54,5°
Ende:	27.04.2023	22:40 Uhr	47,0°

Goldener Henkel

30. April / 2023 von 16:45 Uhr bis 02:45 Uhr MESZ
01. Mai / 2023

MA: 14:42 Uhr SA: 06:03 Uhr
MU: 04:44 Uhr SU: 20:52 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	30.04.2023	16:45 Uhr	17,9°
Höhepunkt:	30.04.2023	18:40 Uhr	34,0°
SU:	30.04.2023	20:52 Uhr	46,9°
Ende:	01.05.2023	02:40 Uhr	20,5°

Mai:

Hesiodus – Strahl

28/29. Mai 2023 von 22:50 Uhr bis 0:55 Uhr MESZ

MA: 13:36 Uhr SA: 05:20 Uhr
MU: 03:03 Uhr SU: 21:35 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	28.05.2023	22:20 Uhr	37,1°
Höhepunkt:	28.05.2023	23:55 Uhr	29,3°
Ende:	29.05.2023	00:55 Uhr	20,9°

Juni:

Lunar – V

25. Juni 2023 von 18:55 Uhr bis 20:55 Uhr MESZ

MA: 12:32 Uhr SA: 05:11 Uhr
MU: 01:21 Uhr SU: 21:54 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	25.06.2023	18:55 Uhr	41,7°
Höhepunkt:	25.06.2023	19:55 Uhr	40,7°
Ende:	25.06.2023	20:55 Uhr	36,8°

Lunar – X

25. Juni 2023 von 19:15 Uhr bis 21:15 Uhr MESZ

MA: 12:32 Uhr SA: 05:11 Uhr
MU: 01:21 Uhr SU: 21:54 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	25.06.2023	19:15 Uhr	48,3°
Höhepunkt:	25.06.2023	20:15 Uhr	53,5°
Ende:	25.06.2023	21:15 Uhr	55,6°

August:

Pitatus – Sonnenlichtstrahl

10. August 2023 von 03:45 Uhr bis 05:45 Uhr MESZ

MA: 0:07 Uhr SA: 06:05 Uhr
MU: 17:37 Uhr SU: 21:04 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	10.08.2023	03:45 Uhr	30,0°
Höhepunkt:	10.08.2023	04:45 Uhr	39,0°
Ende:	10.08.2023	05:45 Uhr	47,6°

Oktober:

Pitatus – Sonnenlichtstrahl

08. Okt. 2023 von 04:55 Uhr bis 06:55 Uhr MESZ

MA: 0:06 Uhr SA: 07:42 Uhr
MU: 17:21 Uhr SU: 18:52 Uhr

Zeitpunkt	Datum	Uhrzeit	Höhe:
Beginn:	08.10.2023	04:55 Uhr	39,2°
Höhepunkt:	08.10.2023	05:50 Uhr	47,0°
Ende:	08.10.2023	06:55 Uhr	55,1°

Alle Angaben von der Website und mit freundlicher Genehmigung von Stefan van Ree: <https://www.der-mond.de/>

Erläuterungen zu den Beleuchtungseffekten:

Für gute Sichtbarkeiten wurden Ereignisse ausgewählt, bei dessen Höhepunkt sich der Mond mindestens 20 Grad über dem Horizont befindet.

Lunar – X und Lunar – V:

Lunar X und V sind Beleuchtungseffekte und beliebte Beobachtungsziele am Mond, die durch ein Spiel von Licht und Schatten an verschiedenen Kraterwänden entstehen und die Illusion dieser beiden Buschstaben hervorrufen. Allerdings sind sie recht flüchtige Erscheinungen, die nur bei einem Mondalter von ca. 6 bis 7 Tagen auftreten und in der Nähe des Terminators (Licht-Schatten-Grenze) leicht zu finden sind, auch mit kleineren Fernrohren.

<https://www.der-mond.de/mondbeobachtung/beobachtung-lunar-x-und-lunar-v>

Goldener Henkel:

Ein ebenfalls reizvoller Anblick ist der sogenannte Goldene Henkel, der circa 10 Tage nach Neumond am Terminator sichtbar wird. Hierbei erstrahlt ein bogenförmiger Gebirgszug (Montes Jura) an der Regenbogenbucht (Sinus Iridum) bereits im vollen Sonnenlicht, während die Bucht selbst noch komplett im Dunklen liegt. Dies erweckt den Anschein, als löse sich langsam am Terminator ein heller Henkel vom Mond ab. Dieses ein paar Stunden währende Schauspiel kann bereits mit einem Fernglas gut beobachtet werden.

<https://www.der-mond.de/mondbeobachtung/beobachtung-des-goldenen-henkel>

Hesiodus-Sonnenlichtstrahl:

Hier kann ca. zwei Tage nach dem ersten Viertel ein Strahlereignis bewundert werden, welches zur Beobachtung eine mindestens 100fache Vergrößerung mit einem Fernrohr benötigt. Durch eine Lücke in den gemeinsamen Kraterwänden zweier benachbarter Krater (Pitatus und Hesiodus) dringt ein Sonnenstrahl vom hell erleuchteten Pitatus in den noch dunklen Hesiodus ein. Dabei entwickelt sich der Strahl im Laufe von zwei Stunden quer von der einen Kraterwand zur anderen hin, so dass er am Ende als heller Streifen den dunklen Krater in zwei Hälften zu teilen scheint.

<https://www.der-mond.de/mondbeobachtung/beobachtung-des-hesiodus-strahl>

Pitatus-Sonnenlichtstrahl

Der Pitatus-Strahl ist sozusagen das Gegenstück zum Hesiodus-Strahl, wo der Sonnenstrahl vom erleuchteten Krater Hesiodus in den Krater Pitatus fällt. Da hier die Beleuchtung von Osten (von „links“) erfolgt, kann dieses Ereignis nur in der zweiten Nachthälfte beobachtet werden.

<https://www.der-mond.de/mondbeobachtung/beobachtung-des-pitatus-strahl>

Mond-Quincunx:

Oder auch die „fünf Augen des Würfels“. Fünf Bergspitzen oberhalb des Kraters Copernicus befinden sich bereits im vollen Sonnenlicht, während die Umgebung noch im Dunklen liegt. Dies erweckt den Eindruck der Zahl 5 auf einem Würfel. Das Phänomen kann nur in der kurzen Zeit von zwei Stunden gesehen werden, wenn sich die Tag-und-Nacht-Grenze (Terminator)

in der Nähe des Kraters Copernicus befindet. Das ist bei einem Mondalter von ca. 9 Tagen der Fall, zwei Tage nach den Beleuchtungseffekten Lunar-X und Lunar-V (s. oben).

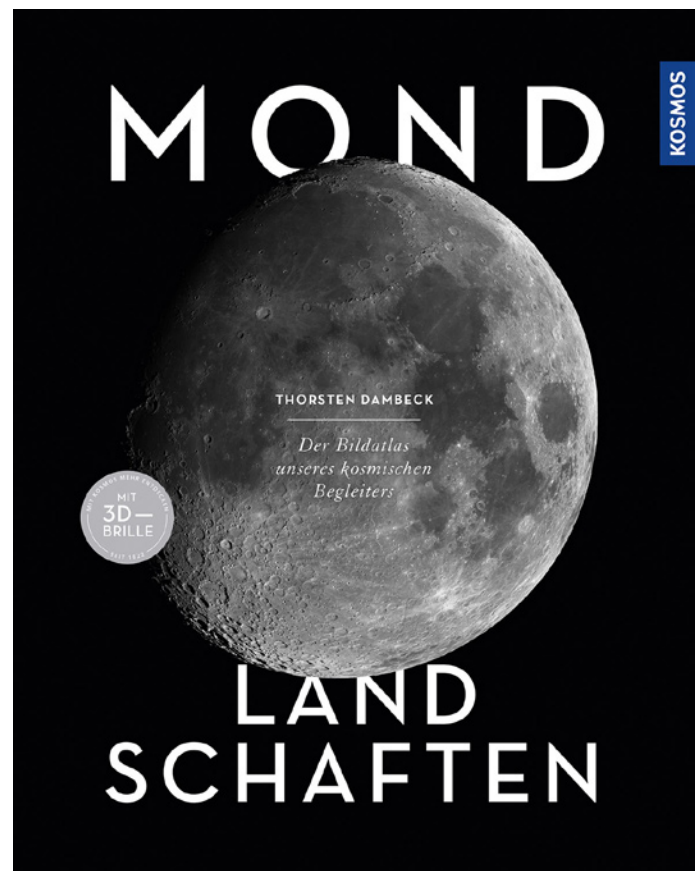
<https://www.der-mond.de/mondbeobachtung/das-mond-quincunx>

Buchbesprechung

Thorsten Dambeck Mondlandschaften

Bildatlas unseres kosmischen Begleiters

Hans-Georg Pellengahr



- o mit 3D-Bildern (3D-Brille liegt bei)
- o neueste Forschungsergebnisse
- o aktuelle Mond-Missionen

150 Farbfotos, 100 SW-Fotos,
20 Farbzeichnungen, 224 Seiten

Maße: 337x266x25mm (LxBxH)
Gewicht: 1886 g

Kosmos Verlag, Stuttgart
1. Auflage, erschienen am 24.10.2022

ISBN: 978-3-440-17300-8

(Das Rezensionsexemplar wurde mir vom Verlag zur Verfügung gestellt.)

Der vielen Sternfreunden wohlbekannte Autor Dr. Thorsten Dambeck ist Physiker und Wissenschaftsjournalist. Er arbeitete u. a. für die Europäische Weltraumagentur (ESA), das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), „Bild der Wissenschaft“, „Scientific American“. Sein Spezialgebiet sind die Himmelskörper unseres Sonnensystems. Im Kosmos Verlag sind von ihm u. a. erschienen: „Das Apollo-Projekt“ (2019), und die fantastischen - im Herbst 2017 bereits wenige Wochen nach dem Erscheinen vergriffenen - „Planetenwelten“, ein bis heute einzigartiger und noch immer aktueller Bildband über die Himmelskörper unseres Sonnensystems, ein „astronomischer Leckerbissen“ (*antiquarisch noch erhältlich, s. dazu meine Rezension im Andromeda-Heft 3/2017*).

Aufgrund der Recherchen für meine Sternfreunde- und Volkshochschul-Vorträge 2019 zur 50. Wiederkehr der ersten Mondlandung bin ich mit der Mondliteratur und -forschung recht vertraut. Vor diesem Hintergrund stellte sich mir die Frage, ob der im Oktober 2022 erschienene Mond-Bildatlas von Thorsten Dambeck noch Neues bringen würde. Waren Michael Lights 2002 erschienener Bildband „Full Moon“ (*besprochen von Werner Baumann im Andromeda-Heft 2/2011*) und Pierre Bizony's „Moonshots – Der Aufbruch zum Mond“, die ultimative Fotochronik der NASA von 2018 (*s. meine Buchtipps zu Neuerscheinungen anlässlich des 50-Jährigen der ersten Mondlandung in Andromeda 1/2019*) noch zu toppen?

„Ja, unbedingt!“ Dieser aufwändig gestaltete großformatige und mit seinen fast 2 kg zudem recht schwergewichtige Bild- und Textband liefert selbst profunden Kennern eine Fülle neuester Erkenntnisse der Mondforschung. Der den Sternfreunden bestens bekannte Planetengeologe Professor Dr. Harald Hiesinger von der Universität Münster war und ist als Mitglied des betreuenden Wissenschaftlerteams intensiv in die Auswertung der Kameradaten des Lunar Reconnaissance Orbiter eingebunden.

In dem von ihm zu den „Mondlandschaften“ verfassten Vorwort widerspricht er vehement der Behauptung, seit den Apollo-Mondlandungen wüssten wir alles über den Mond. Er verweist dazu sowohl auf die erheblichen Fortschritte in der Analyse der Mondgesteine als auch auf die Erkenntnisse aktueller und geplanter weiterer Mondmissionen.

Thorsten Dambeck macht uns mit einer Fülle neuer, u. a. geologischer Erkenntnisse über unseren Trabanten, seine Entstehung und Entwicklung vertraut. Beispielhaft herausgreifen möchte ich das Kapitel über die Mondentstehungshypothese (Kollision von Theia mit der Urerde). Der Autor stellt uns aktuelle Studien des texanischen Lunar Planetary Instituts, der Arizona State University und nicht zuletzt auch des Instituts für Planetologie der Universität Münster vor. Hochaktuell sind auch die Ausführungen zur Mondrückseite, die u. a. die Erkenntnisse der chinesischen Chang'e 4 Mondmission berücksichtigen. Wir erfahren Erhellendes zur völlig andersartigen Beschaffenheit der Mondrückseite, deren deutlich dünnerer Kruste und zum Südpol-Aitken-Becken, dem größten Impaktbecken unseres Sonnensystems. Die Lektüre des Kapitels über den bereits im Fernglas zu sehenden Strahlenkrater Tycho hat mich schließlich an einen Vortrag von Professor Hiesinger im LWL-Planetarium erinnert, in dem dieser vorgetragen hat, dass Tycho noch recht jung ist, d. h. der

ihn formende Impakt wohl erst vor 110 Mio. Jahren geschah.

Das Bildmaterial der „Mondlandschaften“ liefert zu einem wesentlichen Teil der im Mondorbit operierende „Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO)“ der NASA. Seit 2009 im Einsatz fotografiert und kartiert LRO die Mondoberfläche in höchster Auflösung bis hin zu Details von weniger als einem halben Meter. Modernste Fototechnik ermöglicht Schrägansichten von Kratern und Bergen sowie 3D-Bilder mit echtem Wow-Effekt. Es wurden neu entstandene Krater gefunden und sogar die Fußabdrücke und Fahrzeugspuren der Apollo-Astronauten aufgenommen.

Der textlich umfassend erläuterte Bildband lässt die Leserinnen und Leser die Mondlandschaften in völlig neuem Licht erleben. Ganz besonders beeindruckend sind natürlich die fantastischen mit der beiliegenden Anaglyphenbrille zu betrachtenden 3D-Aufnahmen, die meines Wissens in diesem Band ihre erste Veröffentlichung finden. Darüber hinaus liefert Thorsten Dambeck uns einen kompletten Mond-Atlas und berichtet über vergangene sowie künftige Mond-Missionen.

Von mir nicht erwartet, gibt es zudem ein Kapitel über die Monde der anderen Planeten unseres Sonnensystems. Selbst wer sich hier schon recht gut auskennt, wird noch Neues erfahren.

Fazit: Dambecks „Mondlandschaften“ haben mich rundum begeistert. Der textlich umfassend erläuterte Bildband ist hochaktuell und erinnert mich sehr an die bis heute unübertroffene Qualität des bereits oben erwähnten Bildbandes „Planetenwelten“ desselben Autors vom Okt. 2017. Ich könnte mir durchaus vorstellen, dass die „Mondlandschaften“ ebenso wie seinerzeit die „Planetenwelten“ recht schnell vergriffen sein werden.



Der Astronomie-Stammtisch
der Sternfreunde findet an jedem 4. Sonntag eines Monats in der Gaststätte moro112 an der Mecklenbecker Straße 112 (Segeleclub 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:

Mail: stammtisch@astronomie-ms.de

WWW: <http://www.sternfreunde-muenster.de>



Die Galaxiengruppen NGC 2633 und IC 520 mit Integrated Flux Nebel im Sternbild Giraffe

Peter Maasewerd

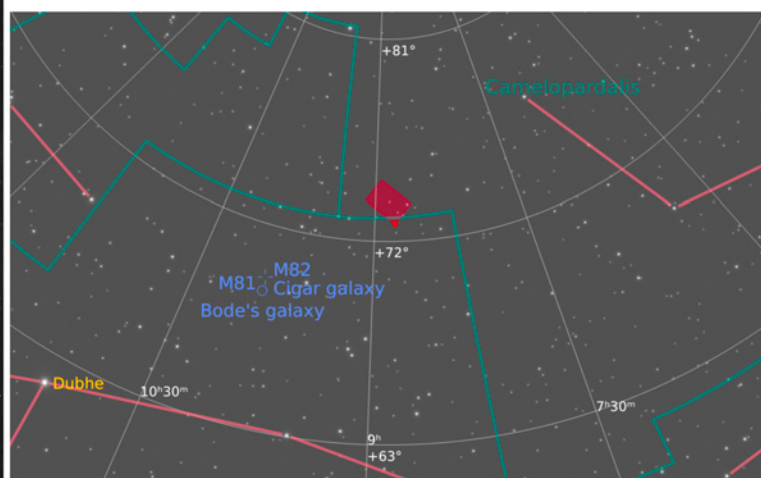
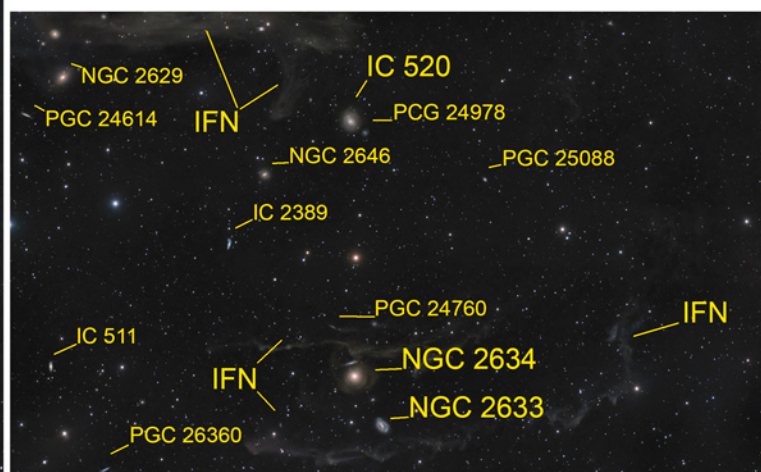
Das große Foto in Abbildung 1 zeigt eine dicht mit Galaxien verschiedenen Typs besetzte Region im Sternbild Giraffe. Sie teilen sich den Bildausschnitt mit mehreren schleierartigen, schwachen Nebelstrukturen.

Diese Himmelsgegend wird nicht so oft fotografiert, obwohl es sich um ein spannendes Gebiet mit sehr interessantem Inventar handelt. Ich kannte mich dort schon ein bisschen aus, weil ich im Rahmen einer geplanten, aber nicht zu Ende gebrachten Gemeinschaftsbelichtung des Astrotreff-Forums in 2021 bereits einiges an Belichtungszeit auf den Sensor gebracht hatte. Mei-

ne Kamera war damals deutlich weniger leistungsfähig und der Bildausschnitt kleiner. Ich hatte mir aber vorgenommen, noch einmal dorthin zurückzukehren.

Ab Januar 2023 war es dann wieder so weit. Die Aufnahme entstand in mondlosen Stunden über einen Zeitraum von knapp zwei Monaten, wieder auf dem heimischen Balkon in Ascheberg. Als Kamera diente eine auf -10°C gekühlte Monokamera (ZWO ASI2600mm-pro) an einem TS Photoline 130/910 mm Triplet Apo mit 0,79x Reducer. Die abgebildeten Objekte, besonders die Nebelstrukturen, sind extrem dunkel. Die Belichtungszeit betrug daher insgesamt etwa 27 Stunden, die sich auf ca. 21 Stunden für Luminanz und ca. 6 Stunden für RGB aufteilten.

Auch ohne Mond und in ganz dunklen Nächten liegt mein Aufnahmeort unter einem Himmel mit einem SQM-Wert von bestenfalls $20,5 \text{ mag/arcsec}^2$, was etwa einem Wert von 4,5 auf der Bortle-Skala und damit einem guten Vorstadthimmel entspricht.



	RA	DEC	Typ	Helligkeit (v)	Größe
NGC 2633	08h 48m 04,6s	+74° 05' 56"	SBb	12,0 mag	2,3' x 1,5'
NGC 2634	08h 48m 25,4s	+73° 58' 02"	E1	11,8 mag	1,7' x 1,6'
IC 520	08h 53m 42,2s	+73° 29' 27"	SAB(rs)	11,8 mag	1,5' x 1,3'
IC 510	08h 32m 10,6s	-02° 09' 44"	SB(rs)bc	13,9 mag	1,1' x 0,8'
NGC 2629	08h 47m 15,8s	+72° 59' 08"	SA(r)	12,3 mag	1,5' x 1,3'
NGC 2646	08h 50m 22,0s	+73° 27' 47"	SB(r)	12,2 mag	1,3' x 1,3'
IC 511	08h 40m 50,4s	+73° 19' 12"	S0/a	13,6 mag	1,4' x 0,5'

Quelle: Wikipedia

Nicht nur aus diesem Grund war es recht anspruchsvoll und technisch sehr aufwändig, die extrem schwachen und dunklen Nebelstrukturen aus dem dunklen Hintergrund hervorzuholen. Um genügend Spielraum für die dafür notwendigen aggressiven Bearbeitungsmethoden zu erhalten, war es erforderlich, den Nebel zu separieren und alle Galaxien und Sterne aus dem Bild zu entfernen. Die Bildinformation wurde letztlich auf drei Arbeitsfelder verteilt: Sterne, Galaxien und IFN wurden separat entwickelt und anschließend wieder zu einem Bild vereinigt.

Im Bild sind in der digitalen Vollaufklärung weit mehr als 100 Galaxien zu erkennen. Im unteren Bildteil, etwa in Richtung 6 Uhr, befindet sich die NGC 2633-Gruppe. Die prominentesten Mitglieder sind die ca. 102 Millionen Lichtjahre entfernte, ca. 65.000 Lichtjahre durchmessende Balken-Spiralgalaxie NGC 2633 (Hubble-Typ SBb) und die elliptische Galaxie NGC 2634 (Hubble-Typ E1). Man nimmt an, dass letztere mit der im Bild direkt oberhalb befindlichen Spiralgalaxie PGC 24760 (auch

NGC 2634A genannt) ein gravitativ gebundenes Paar bildet, das sich in etwa 111 Millionen Lichtjahren Entfernung zu uns befindet.

In Bildrichtung 12 Uhr sieht man die Balken-Spiralgalaxie IC 520 vom Hubble-Typ SBab. Sie ist schätzungsweise 161 Millionen Lichtjahre von der Milchstraße entfernt und hat einen Durchmesser von etwa 70.000 Lichtjahren. Zusammen mit den Galaxien NGC 2646 (Mitte links auf 11 Uhr) und 2629 (linke obere Bildecke auf 10 Uhr) bildet sie die IC 520-Gruppe.

Ein hochauflösendes und beschriftetes Bild sowie die technischen Daten finden sich hinter dem folgenden QR-Code: (s.u.)

Bei den auffälligen, schleierartigen Nebelstrukturen, die sich in mehreren Bändern durch das Bild ziehen, handelt sich um den so genannten Integrated Flux Nebel (IFN), der im deutschen Sprachraum auch als „Galaktischer Cirrus“ bezeichnet wird.

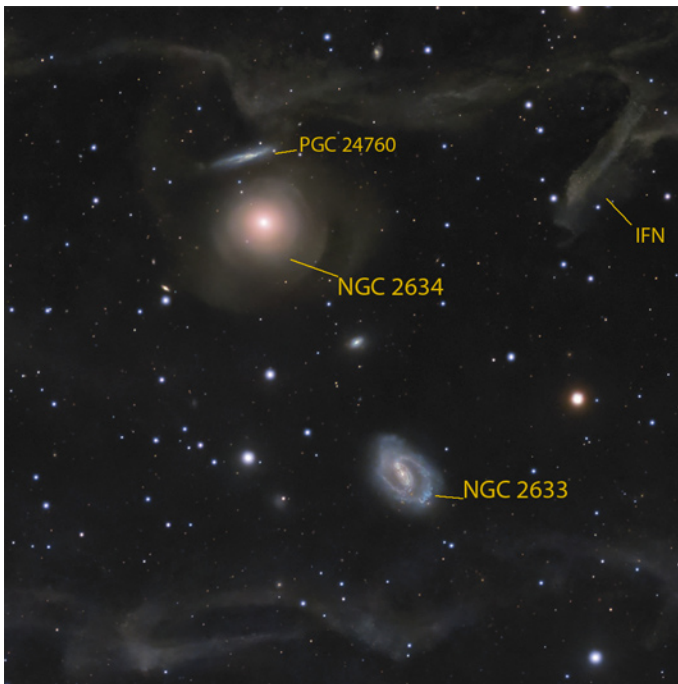


Abb. 2 Die Hauptgalaxien der NGC 2633-Gruppe mit IFN

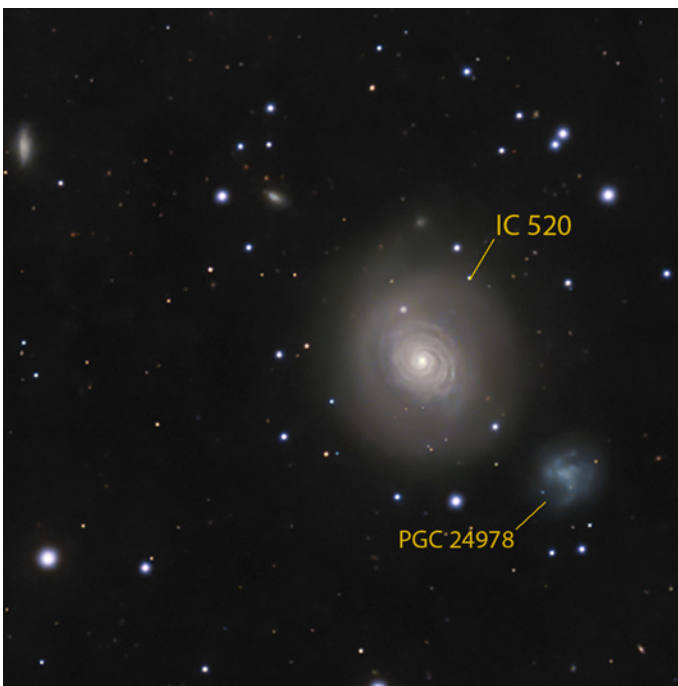


Abb. 3 IC 520 und PGC 24978

Der Begriff Integrated Flux Nebel (IFN) beschreibt schwache, diffuse Strukturen aus Gas und Staub, die den interstellaren Raum unserer Milchstraße ausfüllen. Der IFN hat keine einheitliche Struktur und zeigt komplexe Variationen in Dichte und Temperatur. Einige Bereiche sind dichter mit Gas und Staub gefüllt, während andere diffuser sind. Die Temperatur des IFN variiert je nach Standort innerhalb unserer Milchstraße von etwa 10 bis 100 Kelvin. IFN ist mit bloßem Auge unsichtbar und kann nur mit lang belichteten Astroaufnahmen oder mit spezialisierten Geräten und Methoden, wie z. B. der Spektroskopie, nachgewiesen werden. Er besteht hauptsächlich aus Wasserstoff, dem häufigsten Element im Universum, und wird durch das diffuse Leuchten der Sterne unserer Milchstraße angeregt. Im Gegen-

satz zu Emissions- oder Reflexionsnebeln, die durch nahegelegene Sterne oder ionisierende Strahlung beleuchtet werden, ist der IFN selbstleuchtend und emittiert sein eigenes Licht durch einen Prozess, der als Fluoreszenz bezeichnet wird.

Die schwachen Nebelstrukturen sind sehr spät entdeckt worden, was ihrer extrem schwachen Leuchtkraft zuzuschreiben ist. Es ist erwähnenswert, dass ihre Entdeckung ein iterativer Prozess war, an dem viele Astronomen und Wissenschaftler beteiligt waren. Die Entdeckung der heute „Integrated Flux Nebula“ genannten Strukturen geht auf Arbeiten von Robert G. Harrington und David Crawford zurück, die ab den späten 1950ern am Lowell Observatory in Arizona Untersuchungen zur Struktur der interstellaren Materie durchführten. In jener Zeit verwendeten Astronomen noch Fotoplatten, um den Nachthimmel abzubilden. Harrington und Crawford nutzten diese Technik insbesondere in den sogenannten „Leerregionen“ zwischen den Sternen, wo es keine erkennbaren Objekte gab. Durch eine sorgfältige Analyse der Fotoplatten entdeckten sie, dass es in diesen scheinbar leeren Regionen ein schwaches, diffuses Leuchten gab. Dieses Leuchten war sehr schwach und nicht leicht zu erkennen, aber es schien von einem diffusen, filamentartigen Material zu stammen, das zwischen den Sternen der Milchstraße und anderen Galaxien schwebte.

Der heute gebräuchliche Begriff „Integrated Flux Nebel“ wurde von Steve Mandel geprägt, der sie als „Nebel in hoher galaktischer Breite definiert, die nicht von einem einzelnen Stern beleuchtet werden (wie die meisten Nebel in der Ebene der Galaxie), sondern von der Energie des integrierten Lichtstroms aller Sterne in der Milchstraße.“ Steve Mandel ist ein bekannter Astrofotograf, der sich auf die Fotografie von Deep-Sky-Objekten spezialisiert hatte. Eines seiner bemerkenswertesten Projekte war eben die Erfassung von Bildern des Integrated Flux Nebula (IFN). Im Jahr 2012 startete Mandel ein Projekt namens „Hidden Treasures“, bei dem er eine große Menge an Daten aus dem European Southern Observatory (ESO) Archiv sammelte und diese Daten nutzte, um anschließend eine Vielzahl von Deep-Sky-Objekten, einschließlich des IFN, zu fotografieren.

Seit der Entdeckung in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts haben Fortschritte in der Technologie detailliertere Beobachtungen des IFN ermöglicht, wodurch seine komplexe und vielschichtige Struktur offengelegt wurde. Heute wird der IFN als ein wichtiger Bestandteil des interstellaren Mediums angesehen und er hat ein besseres Verständnis der Entstehung von Sternen und Galaxien ermöglicht. Ein interessanter Aspekt ist seine Interaktion mit dem galaktischen Magnetfeld, denn der IFN emittiert ein schwaches Synchrotron-Signal, das durch Elektronen verursacht wird, die durch das Magnetfeld gelenkt werden.

In den letzten Jahren ist der IFN zu einem beliebten Ziel für ambitionierte Amateur-Astrofotografen geworden. Diese nutzen die mittlerweile breit verfügbare, sehr leistungsfähige technische Ausrüstung und hoch spezialisierte Software, um sein sehr schwaches Leuchten aufnehmen zu können.

Ich kann bestätigen, dass auch mit Amateurmitteln funktioniert, was früher nur Profis möglich war, auch wenn der IFN dunkel ist – sehr dunkel. Und dass man Zeit benötigt, ihn zu fotografieren – viel Zeit. Und Geduld bei der Bildbearbeitung – sehr viel Geduld.

Alle Bilder von Peter Maasewerd



QR-Code link zu Astrobin

Im Schlepptau des Kometen C/2022 E3 (ZTF) – ein (Kometen)Auswurf?

Ted Warner

Kometen und auch den Kometen-Auswurf zu spektroskopieren. Was er da entdeckt hatte, machte ihn sprachlos. Der Komet und das Auswurfobjekt hatten unterschiedliche Rotverschiebungen.

Die Rotverschiebung wird durch den Doppler-Effekt verursacht, bei dem sich die Wellenlänge des Lichts aufgrund der Bewegung des Objekts relativ zum Beobachter verändert. Wenn sich ein Objekt auf uns zubewegt, wird das Licht, das es abgibt, komprimiert und die Wellenlänge verkürzt sich. Dadurch wird das Licht zum blauen Frequenzbereich hin verschoben (Blauverschiebung). Wenn sich das Objekt von uns wegbewegt, wird das Licht gestreckt und die Wellenlänge wird vergrößert. Das Licht wird zum roten Frequenzbereich hin verschoben (Rotverschiebung).

In Bezug auf Komet C/2022 E3 und den Auswurf könnte die unterschiedliche Rotverschiebung auf die unterschiedlichen Bewegungsvektoren zurückzuführen sein. Es könnte sein, dass der



Da ist dem Sternfreund Peter in der Tat am 6.2.2023 ein spektakuläres Foto vom Kometen C/2022 E3 (ZTF) gelungen. Neben der ausgeprägten Koma des Kometen, die immerhin fast die Größe des Monddurchmessers von 0,5 Grad betrug, und des Staubschweifs, der fast 90 Grad im Uhrzeigersinn des blauen Gasschweifs zu sehen ist, versteckt sich am Ende des Gasschweifs (auf ca. 16 Uhr) ein diskusförmiges Objekt, das sich sozusagen im Gasschweif verheddert hat, fast am Rande des Fotos.

Peter hat natürlich sofort die Kometencommunity informiert um ein weiteres Belegbild von diesem merkwürdigen Objekt zu erhalten. Leider war es am Standort seiner Sternwarte in den nächsten drei Tagen „clouded out“ und er konnte keine weiteren Fotos machen. Am vierten Tag war dieses merkwürdige Objekt im Gasschweif des Kometen verschwunden.

Die Kometencommunity taufte das Foto „Komet C/2022 E3 mit NGC-Auswurf“, da der doch verblüffend an eine Galaxie in Seitenlage vom Typ Sc erinnerte.

Peter recherchierte lange im Internet, ob es weitere Fotos von anderen Astrofotografen mit eben diesem „NGC-Objekt“ gab. Ein einziger Fotograf aus Finnland, Sella Lirpa, meldete sich dann bei Peter und sagte auch, dass es ihm gelungen sei, den

„NGC-Auswurf“ mit höchster Geschwindigkeit von uns weg aus dem Kometenkern katapultiert wurde. Dies würde zu einer größeren Rotverschiebung des „NGC-Auswurfs“ führen, obwohl er nicht viel weiter von uns entfernt ist als der Komet.

Sollte Halton Arp doch Recht haben und die unterschiedlichen Rotverschiebungen durch die verschiedenen Relativgeschwindigkeiten vom Kometen und dem Auswurfobjekt zu erklären sein? Taucht das Phänomen nur bei interstellaren Kometen oder aber auch bei den interplanetaren Kometen auf? Am 1.4.2024, wenn Komet C/2023 A3 (Tsuchinshan-Atlas)^{1,2} nahe der Erde vorbeifliegt, und mit ca. 0 mag ein spektakuläres Schauspiel für die Beobachter mit bloßem Auge sein könnte, dürfte das Rätsel gelöst werden.

Stay tuned!

Quelle:

¹ <http://www.aerith.net/comet/catalog/2023A3/2023A3.html>

² <https://minorplanetcenter.net/mpec/K23/K23D77.html>

MINT: Astronomie 2.0 im Unterricht

Michael Weiermann, MINT-Koordinator am Gymnasium Nepomucenum in Coesfeld

Die alten Griechen leiteten aus ihren Beobachtungen des Himmels verblüffende Erkenntnisse über unser Sonnensystem ab. Mehr als 2500 Jahre später können Physiklehrkräfte bestätigen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler auch heute sehr an astronomischen Themen interessiert sind. Da trifft es sich gut, dass diese vor kurzem im Kernlehrplan „Physik“ des Landes Nordrhein-Westfalen einen größeren Stellenwert erhalten haben. Doch wie soll es möglich sein, eigene astronomische Beobachtungen in den Unterricht einzubauen?



Abb. 1: Teilnehmer vor der Sternwarte des Nepomucenums, Paul Breitenstein (6.v.l.), Lena Niet (5.v.l.) und Christian Ambros (2.v.l.) Bild: Michael Weiermann

Dass dazu sehr wohl die Möglichkeit besteht und dabei im Gegensatz zum Altertum sogar modernste Technologie genutzt werden kann, war Ziel der von der DPG (Deutsche Physikalische Gesellschaft), Schulewirtschaft NRW und dem Verein der Freunde des Nepomucenums geförderten Lehrerfortbildung „Astronomie 2.0“, die am 16. November 2022 am Gymnasium Nepomucenum in Coesfeld stattfand. Unter Anleitung von Paul Breitenstein, Christian Ambros und Lena Niet von der Bildungsinitiative AiM (Astronomy and internet in Münster) lernten dort zahlreiche interessierte Lehrkräfte aus der Region, wie sie mit ihren Schülerinnen und Schülern auf große Forschungsteleskope zugreifen und die erstellten Aufnahmen für eigene Zwecke nutzbar machen können.

Diese Teleskope sind unter anderem die beiden Faulkes-Teleskope mit ihren 2m-Primärsiegeln, die auf dem Vulkan Haleakala auf Hawaii bzw. in Siding Spring in Australien stehen. Neben weiteren über zwanzig Teleskopen mit 1m- und 0,4m-Siegeln sind sie eingebunden in das weltweite Netzwerk des Las Cumbres Observatory (LCO), das Beobachtungszeit auch für Lehrkräfte und ihre Schülerinnen und Schüler zur Verfügung stellt. Bei der Fortbildung verwendeten die Teilnehmer zum einen bereits vorhandene Aufnahmen aus dem wissenschaft-



Abb. 2: Das LCO-Netzwerk aus 25 Forschungsteleskopen kann von Lehrenden und Lernenden kostenlos genutzt werden. Bild: Las Cumbres Observatory, Goleta, USA.

lichen Archiv des LCO, das über ein Webinterface zugänglich ist. Zum anderen wurden auch eigene Aufnahmen erstellt, und zwar sowohl via direkter Remote-Steuerung der beiden Faulkes-Teleskope über das Internet als auch durch Programmierung von automatischen Beobachtungsaufträgen, die aufgrund zufällig recht geringer Auslastung des LCO tatsächlich auch prompt abgearbeitet wurden.

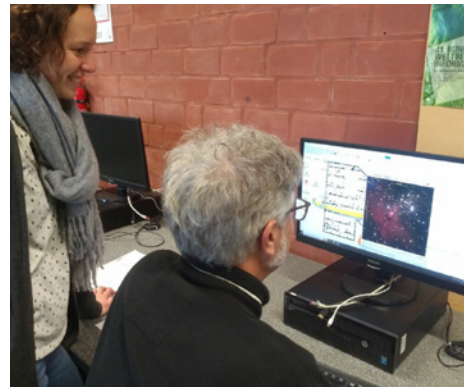


Abb. 3: Lena Niet (AiM) unterstützt Lehrer Achim Willenbring beim Erstellen eines RGB-Composites von M16. Bild: Michael Weiermann

Die an die Teleskope angeschlossenen Kameras darf man sich nun allerdings nicht so vorstellen, dass sie schöne Farbbilder liefern, wie man sie von astronomischen Objekten aus den Medien kennt. Mit den vorgestellten Software-Werkzeugen liegt die Herstellung solcher Bilder aus den aufgenommenen Daten allerdings ganz klar im Bereich der Möglichkeiten von Schülerinnen und Schülern der Unter- und Mittelstufe. Auf den eigenen Aufnahmen können diese dann im Unterricht visuell verschiedene Stadien der Sternentwicklung oder die Struktur galaktischer Nebel entdecken – sicherlich eine sehr motivierende Aktivität.

In einem zweiten Teil übten die Fortbildungsteilnehmer bei „Astronomie 2.0“, mithilfe der Parallaxenmethode Abstände im Sonnensystem zu messen. Dazu wurde gleichzeitig von zwei verschiedenen Standorten des LCO-Netzwerks aus ein erdnaheer Asteroid aufgenommen und sodann die beiden Aufnahmen verglichen. Dabei war deutlich erkennbar, dass der Asteroid auf den beiden Aufnahmen relativ zu den sehr viel weiter entfernten Sternen an unterschiedlichen Positionen zu finden war. Mit ein wenig Mittelstufenmathematik konnte daraus die Entfernung des Asteroiden zur Erde bis auf ein paar Prozent Genauigkeit bestimmt werden.



Abb. 4: Der Adlernebel (M16) im Sternbild Schlange ist ein Beispiel einer Sternentstehungsregion. Bild: Michael Weiermann

Lustiges Silbenrätsel – Auflösung aus dem letzten Heft

Stephan Pläßmann

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

Die jeweils sechsten Buchstaben der gefundenen Wörter ergaben eine runde geometrische Form, die an ein politisches Ereignis aus dem Jahre 1989 erinnert.

Das Lösungswort lautete: Wendekreis

Zu gewinnen gab es das vom Herausgeber handsignierte Exemplar des „Kosmos Himmelsjahr 2023“ von Hans-Ulrich Keller.

Es gab drei Einsendungen der Lösung.

Die Auslosung am 27.1.2023 durch Michael Dütting ermittelte **Hans Dieter Hunscher** als glücklichen Gewinner.

Herzlichen Glückwunsch!

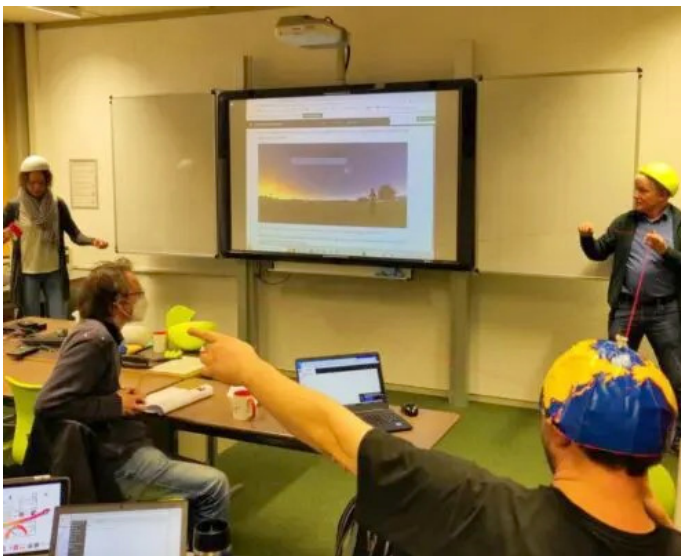


Abb. 5: Veranschaulichung der Beobachtungen von Aristarch von Samos Bild: Michael Weiermann

Als wäre dies noch nicht genug an interessantem Input für künftigen Astronomieunterricht in der Schule, wurde die Veranstaltung dank der sich zwischendurch auftuenden Wolkenlücken noch abgerundet durch ein kleines Experiment auf den Spuren der eingangs erwähnten alten Griechen. Von der Sternwarte auf dem Dach des Nepomucenums aus beobachteten die Fortbildungsteilnehmer gleichzeitig die Position der Sonne und des an diesem Tag anzutreffenden Halbmonds. Wie Aristarch von Samos auffiel, folgt aus der Tatsache, dass diese beiden Objekte am Himmel fast im rechten Winkel zueinander stehen, unmittelbar, dass die Sonne sehr (!) viel weiter von der Erde entfernt sein müsse als der Mond, und daher auch sehr viel größer als dieser sein müsse. Alle Teilnehmer waren sich einig, die neu gewonnenen Erkenntnisse bald selbst im Unterricht umzusetzen.



C/2022 E3 (ZTF) – ein seltener Besucher

(Titelbild)

Peter Maasewerd

Anfang März 2022 wurde von einem automatisierten Teleskop namens Zwicky Transient Facility (ZTF) am Palomar-Observatorium in Kalifornien ein bemerkenswerter Komet entdeckt, der den Namen C/2022 E3 (ZTF) erhielt. Dieser Komet ist ein langperiodischer Komet, was bedeutet, dass er auf einer langelliptischen Bahn sehr lange braucht, um die Sonne zu umkreisen. Der nächste Besuch wird etwa 53.000 Jahre auf sich warten lassen. Seine Bahn ist ca. 109° gegen die Ekliptik geneigt und bildet damit einen steilen Winkel zur Ebene der Ekliptik. Bei seiner Entdeckung hatte C/2022 E3 (ZTF) eine Helligkeit von ca. 17 mag. Er war jedoch schon im Juli 2021 mit ca. 23 mag dunkel und unbemerkt in Aufnahmen von Pan-STARRS auf Hawaii festgehalten worden.

Auf seiner Bahn um die Sonne wurde der Komet zum Jahreswechsel 2022/23 zu einem der Lieblingsziele der Amateurastronomen. Seine auf der Nordhalbkugel ab Mitte Januar 2023 zirkumpolare Bahn machte es den Beobachtern und Fotografen

einfach – er konnte die ganze Nacht über beobachtet werden. Zum Zeitpunkt seiner größten Annäherung an die Erde am 01. Februar 2023 (Abstand 0,23 AE) erreichte er mit ca. 4,5 mag seine größte Helligkeit und große mediale Aufmerksamkeit, eine wahre Bilderflut überschwemmte seinerzeit Medien und Astro-Communities.

Meine Aufnahme zeigt den Kometen am 30.01.2023 auf seinem Weg durch das Sternbild Giraffe. C/2022 E3 (ZTF) begeisterte zu dieser Zeit mit einer schönen Differenzierung des von der Sonne wegweisenden, langen Gasschweifes vom so genannten Staubschweif, der aus den auf der Bahnebene hinterlassenen Staubteilchen besteht. Mit im Bild (ganz unten links) ist die etwa 65 Millionen Lichtjahre entfernte Galaxie NGC 2591. Sie ist eine Spiralgalaxie vom Hubble Typ Sc und hat einen Durchmesser von ca. 55.000 Lichtjahren. Die Daten für die Aufnahme wurden mit einer auf -10°C gekühlten Monokamera (ZWO ASI2600mm-pro) und einem auf 720 mm Brennweite reduzierten 130/910 mm Refraktor gewonnen. Das Bild des Kometen wurde aus 27 Bildern von je 60 s Belichtungszeit für die Luminanz und jeweils ca. 20 Aufnahmen von 30 s Dauer für die R/G/B Farbdaten synthetisiert. Die Gesamtbelichtungszeit betrug damit etwa eine Stunde. Da sich Kometen relativ zum Fixsternhimmel bewegen, zeigen sich in konventionellen Langzeitbelichtungen von Kometen meist Reste von Strichspuren der Sterne. Um diesen Effekt zu vermeiden, erfolgte in diesem Fall eine Trennung und separate Bearbeitung der Bilddaten des Kometen und des Sternhintergrundes, bevor diese am Ende der Bildbearbeitung zusammengefügt wurden.

M 108 und M 97 (Eulennebel)

54 Lights a 180 sec., ISO 800, 15 Darks, 15 Bias, 15 Flats
Bild: Johannes Holtrup



JWST – Galaxien mit hoher Rotverschiebung

Teil 2: Stimmt unser Bild vom Universum noch?

Reinhard Mawick

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts machten – nicht zuletzt durch die Beobachtungen des HUBBLE SPACE TELESCOPE (HST) – Astronomie, Astrophysik und Kosmologie große Fortschritte. Modellhaft konnte die Entwicklung der Welt von kurz nach ihrem Anfang bis heute beschrieben werden.

Mit der Galaxie GN-z11 hatte das HST aber die Grenze seiner Beobachtungsmöglichkeiten erreicht. Mit einer Rotverschiebung von $z=11,1$ war das Licht der Galaxie so weit ins Infrarote verschoben, dass es so gerade noch vom HST detektiert werden konnte.

Eine Rotverschiebung von $z=11,1$ bedeutet, dass wir die Galaxie zu einer Zeit sehen, als das Universum 400 Millionen Jahre alt war, eine Zeit, zu der die ersten Sterne entstanden. GN-z11 hatte nach den Beobachtungen des HST zwar nur rund ein Prozent Sonnenmassen, aber eine Sternentstehungsrate, die wohl 20mal höher war als die der heutigen Milchstraße.

„Die Entdeckung einer so unerwartet hellen Galaxie in einer so großen Entfernung passt nicht zu unseren theoretischen Modellen der Galaxienbildung“, erklärt VAN DOKKUM, einer der Entdecker und Co-Autor der Veröffentlichung (1) der Beobachtung. „Jetzt benötigen wir weitere Daten, um herauszufinden, wie häufig solch helle Galaxien zu dieser frühen Anfangszeit des Universums tatsächlich waren.“

Diese weiteren Daten treffen nun – dem JAMES WEBB SPACE TELESCOPE sei Dank – fast täglich ein.

Im ersten Teil dieses Artikels konnte ich die ersten Arbeiten besprechen, die Beobachtungen von Galaxien veröffentlichten, die im Rahmen des GLASS Beobachtungsprogramms gemacht worden waren:

Mit GLASS-z13 und GLASS-z11 wurden von NAIDU, OESC und VAN DOKKUM GALAXIEN beschrieben, die mit GN-z11 vergleichbar waren. Mit einer Rotverschiebung von $z=13$ hatte das Licht eine Laufzeit von 13,5 Milliarden Jahren, und wir sehen die Galaxie so, wie sie aussah, als das Universum 330 Millionen Jahre alt war. Fast zeitgleich wurden in den Bildern des JWST in den Beobachtungsprogrammen CEERS und JADES weitere Galaxien mit höherer Rotverschiebung entdeckt, bis hin zu einer Galaxie mit einer Rotverschiebung von $z=16,7$, CEERS-93316.

Diese Funde in den Beobachtungsdaten beruhen allerdings alle nicht auf einer spektroskopischen Bestimmung der Rotverschiebung, sondern auf einer photometrischen.

„Es beunruhigt mich ein wenig, dass wir diese Monster auf den ersten Bildern finden“, sagte der Kosmologe RICHARD ELLIS.

„Denn wenn das bisher angenommene Alter des Universums stimmt, hätte es vor 13,5 Milliarden Jahren noch keine Galaxien dieser Art geben dürfen.“ Die ersten Daten verweisen zwar auf das hohe Alter, doch steht eine exakte und nachprüfbare Analyse noch aus. „Es ist eine Sache, ein Paper auf arXiv* zu stellen“, bestätigte ELLIS, „aber es ist etwas ganz anderes, daraus einen haltbaren Artikel in einer von Experten begutachteten Publikation zu machen“. (2, 3)

Mittlerweile liegt diese Bestätigung vor.

Ein internationales Forschungsteam hat die Entfernungen zu vier frühen Galaxien spektroskopisch bestätigt (4). Diese Galaxien wurden zuvor mit dem James Webb Weltraumteleskop entdeckt. Das Licht dieser Galaxien hat über 13,4 Milliarden Jahre gebraucht, um die Erde zu erreichen. Sie reichen weniger als 400 Millionen Jahre nach dem Urknall zurück, als das Universum nur 2 Prozent seines heutigen Alters erreicht hatte.

Laut der NASA wurden mit dem Spektrografen NIRSpec an Bord des Teleskops nun die Rotverschiebungen jeder Galaxie gemessen. Zur Erklärung: Licht wird auf dem Weg zur Erde durch die Ausdehnung des Universums ins Rote und schließlich ins Infrarote verschoben. Der gemessene Wert ist ebenfalls ein Maß für das Alter einer Galaxie. Der neue Rekordhalter JADES-GS-z13-0 mit einem Wert von $z=13,2$ existierte weniger als 400 Millionen Jahre nach dem Urknall, wie die Daten zeigen. Zuvor hielt die Galaxie GN-z11 mit einem mittlerweile vom JWST bestätigten spektroskopischen Wert von $z=10,96$ den Rekord, die 2016 entdeckt wurde.

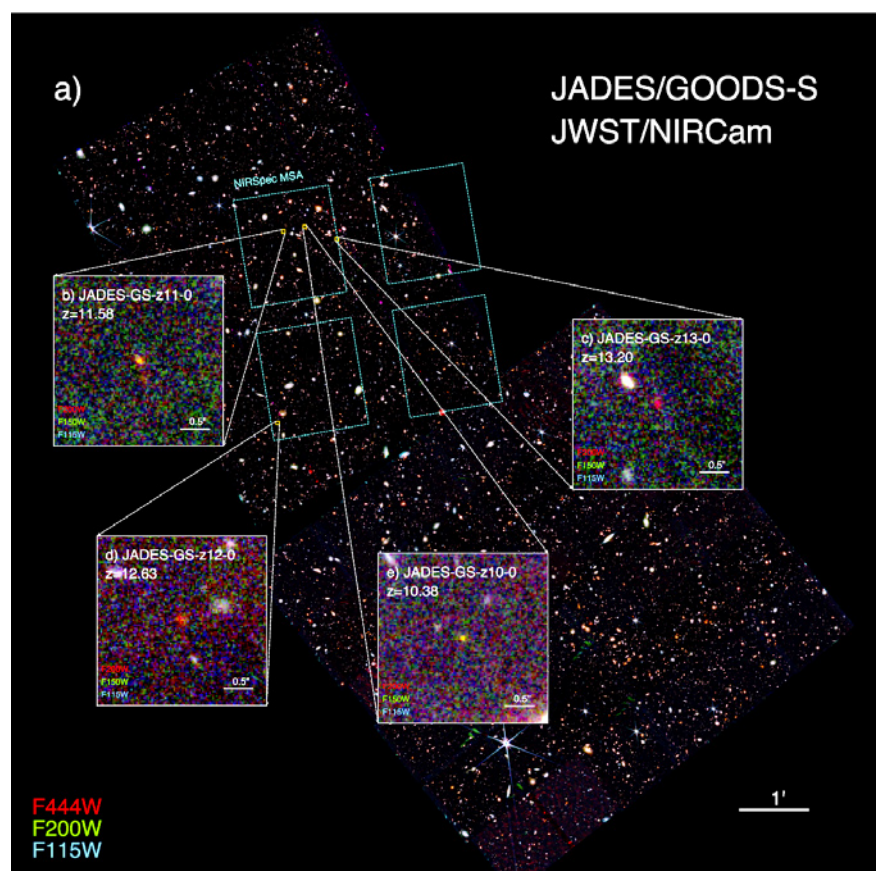


Abbildung 1

Entfernte Galaxien, ausgewählt und bestätigt durch das JADES (JWST Advanced Deep Extragalactic Survey) Programm. Aus

der JWST NIRCam-Abbildung bei Wellenlängen $\lambda \approx 0,8\text{--}5\mu\text{m}$ (F444W-F200W-F115W) als Farbmosaik, a), Galaxien mit photometrisch bestimmten Rotverschiebungsschätzungen von $z_{\text{phot}} > 10$ wurden für JWST NIRSpec MSA-Nachfolgeuntersuchungen ausgewählt (Fußabdruck in Cyan). Eine erste Stichprobe von vier $z > 10$ Galaxien (F200W-F150W-F115W thumbnails, b-e) wurde spektroskopisch von ref. 10 bei Rotverschiebungen von $z = 10,4 - 13,2$ bestätigt. Die am weitesten entfernten Galaxien bei $z=13,20$ und $z=12,63$ wurden durch JADES NIRCam Aufnahmen neu entdeckt, während die $z=10,38$ und $z=11,58$ Galaxien frühere photometrische Rotverschiebungsschätzungen aus der Literatur bestätigen. Die gelb-orange-roten Farben spiegeln die Absorption des F115W- und F150W-Flusses dieser entfernten Galaxien durch das intergalaktischen Medium wider. (5)

© Robertson et al., arXiv: 2212.04480.

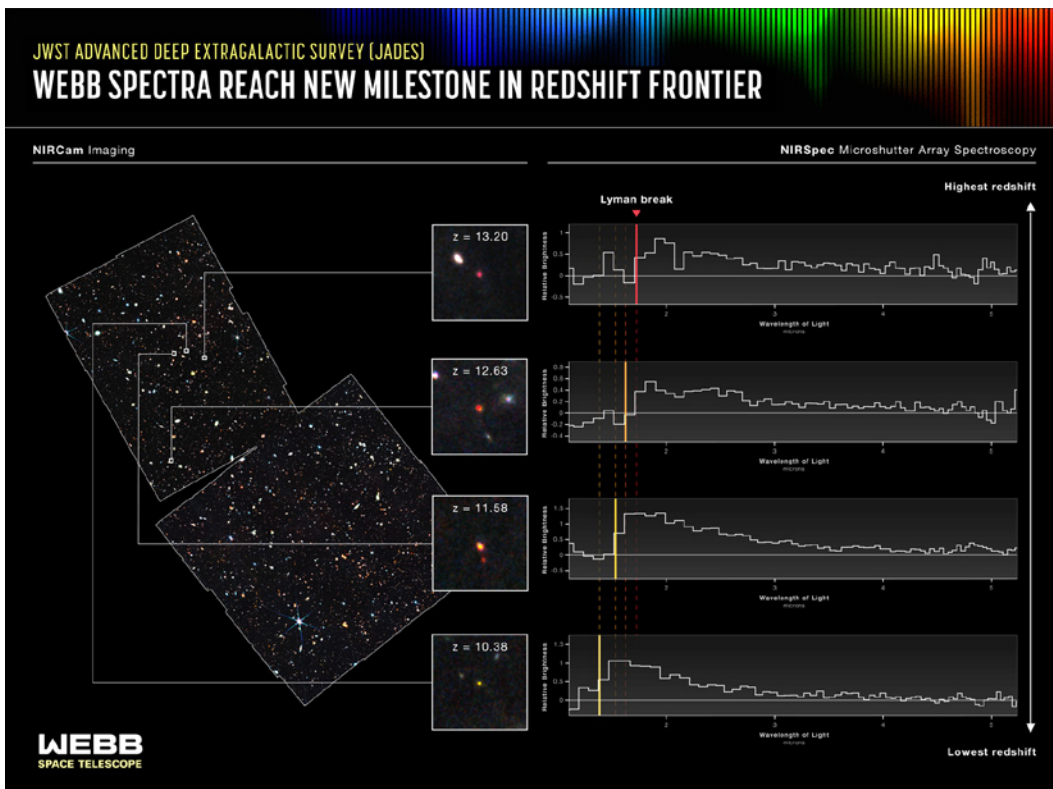


Abbildung 2

JADES konzentrierte sich auf das Gebiet im und um das Ultra Deep Field des Hubble-Weltraumteleskops. Mit WEBBs NIRCam-Instrument beobachteten Wissenschaftler das Feld in neun verschiedenen Infrarot-Wellenlängenbereichen. Aus diesen Bildern (links) suchte das Team nach schwachen Galaxien, die im Infraroten sichtbar sind, deren Spektren jedoch bei einer kritischen Wellenlänge, die als Lyman-Bruch bekannt ist, abrupt abreißen. Webbs NIRSpec-Instrument lieferte dann eine präzise Messung der Rotverschiebung jeder Galaxie (rechts).

© NASA, ESA, CSA, and STScI, M. Zamani (ESA/Webb), L. Hustak (STScI) (6)

Das Finden und Charakterisieren der ersten Galaxien, die das frühe Universum in kosmischer Morgendämmerung beleuchteten, ist entscheidend, um die physikalischen Bedingungen und die Prozesse zu verstehen, die zur Entstehung der ersten Sterne führten. In den ersten Monaten des Betriebs wurden Aufnahmen

des JAMES WEBB SPACE TELESCOPE (JWST) verwendet, um Dutzende von Galaxienkandidaten mit Rotverschiebung (z) größer als 10 zu identifizieren, weniger als 450 Millionen Jahre nach dem Urknall. Keiner dieser Kandidaten wurde jedoch spektroskopisch bestätigt, so dass die Möglichkeit offen bleibt, dass es sich tatsächlich um Eindringlinge mit niedriger Rotverschiebung handelt. CURTIS-LAKE und Kollegen präsentieren nun in ihrer Arbeit die spektroskopische Bestätigung und Analyse von vier Galaxien, die eindeutig bei einer Rotverschiebung von $10,3 < z < 13,2$ detektiert wurden, die zuvor aus der NIRCam-Bildgebung ausgewählt wurden. Die Spektren zeigen, dass diese urzeitlichen Galaxien extrem metallarm sind, Massen zwischen 10^7 und einigen 10^8 Sonnenmassen und ein junges Alter haben. Diese Ergebnisse zeigen die schnelle Entstehung der ersten Generationen von Galaxien in der kosmischen Morgendämmerung.

Die schnelle Entstehung von Galaxien zeigt auch die Beobachtung von LABBÉ, VAN DOKKUM, NELSON et al. auf, die die Entdeckung einer Population roter massereicher Galaxien aus einer Zeit von ca. 600 Millionen Jahre nach dem Urknall beschreiben. (7)

Sie identifizierten Galaxien mit bis zu 10^{11} Sonnenmassen bei einer Rotverschiebung von ca. $z=6$, also etwa 1 Milliarde Jahre nach dem Urknall. Im beschriebenen Durchmusterungsgebiet finden sie sechs massereiche Galaxienkandidaten (Sternmasse $> 10^{10}$ Sonnenmassen) bei $7,4 \leq z \leq 9,1$ 500–700 Millionen Jahre nach dem Urknall, darunter die oben angesprochene Galaxie mit einer möglichen Sternmasse von $\sim 10^{11}$ Sonnenmassen.

Wenn diese Beobachtungen

mit Spektroskopie verifiziert würden, wäre die stellare Massendichte in massereichen Galaxien viel höher als es die bisherigen Modelle beschreiben.

Diese Modelle zur Frühphase des Kosmos gehen davon aus, dass das mit ionisiertem Gas gefüllte frühe Universum etwa 400.000 Jahre nach dem Urknall in die sogenannte Rekombinationsepoch eintrat. Durch die fortschreitende Abkühlung konnten sich Elektronen und Protonen zu Wasserstoffatomen zusammenschließen, und es begann ein „dunkles Zeitalter“. Durch die weitere Abkühlung und Verdichtung der Gasmassen bildeten sich etwa 100 Millionen Jahre nach dem Urknall die ersten Sterne und beendeten „das dunkle Zeitalter“. Bis zur Entstehung von Galaxien mit zehn Milliarden oder gar hundert Milliarden Sonnenmassen müsste es aber eigentlich deutlich länger gedauert haben, als die Webb-Beobachtungen nun nahelegen.

„Diese Objekte sind viel massereicher, als irgendjemand erwartet hat. Wir haben angenommen, in dieser Frühzeit nur winzige Babygalaxien zu finden“, sagte JOEL LEJA von der Pennsylvania

State University, der den Fund mit seinem Team in der aktuellen Ausgabe von *Nature* veröffentlicht hatte. „Stattdessen haben wir Galaxien entdeckt, die schon fast so weit entwickelt waren wie unsere eigene.“

Das würde nahezu allen gängigen kosmologischen Modellen widersprechen: Diesem zufolge dürften sich in so „kurzer“ Zeit keine so massereichen Ansammlungen gebildet haben.

„Mein erster Gedanke war, dass wir einen Fehler gemacht haben. Aber wir konnten keinen Fehler finden“, sagte LEJA. Es sei zwar nicht undenkbar, dass es sich bei manchen der beobachteten Objekte nicht um Galaxien, sondern eigentlich um gigantische Schwarze Löcher handelt. Aber auch das ändere nichts daran, dass es zu dieser Zeit schon viel mehr stellare Masse gegeben haben muss als bisher gedacht.

„Selbst wenn nur eine dieser Galaxien real ist, bringt das unser Verständnis der Kosmologie an ihre Grenzen“, sagte Studien-Co-Autorin ERICA NELSON von der University of Colorado in Boulder.

Eine weitere Beobachtung, die unser Modell von der Entwicklung des frühen Universums in Frage stellt, wurde vom Weltraumteleskop CHANDRA gemacht.

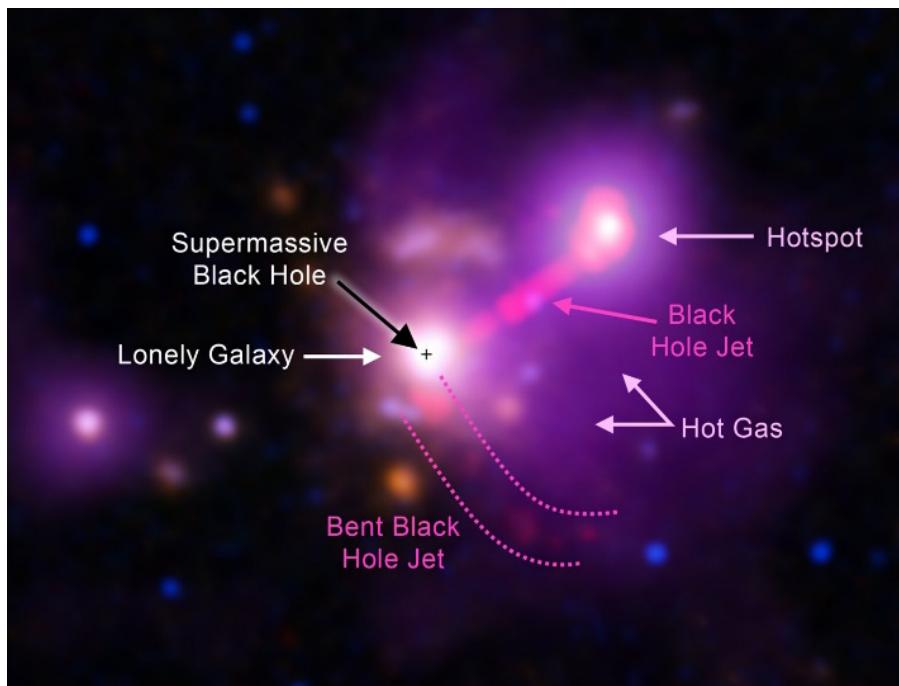
Eine ferne – und einsame – Galaxie scheint alle ihre ehemaligen Begleitgalaxien angezogen und assimiliert zu haben. Dieses Ergebnis, das mit dem Chandra-Röntgenobservatorium der NASA und dem Internationalen Gemini-Observatorium erzielt wurde, könnte die Grenzen dafür verschieben, wie schnell Astronomen Galaxien im frühen Universum erwarten.

Die unerwartete Sologalaxie 3C297 (8) befindet sich etwa 9,2 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt und enthält einen Quasar, ein supermassives Schwarzes Loch, das Gas im Zentrum der Galaxie anzieht und starke Materiejets antreibt, die in Radiowellen zu sehen sind. Die Umgebung dieser Galaxie scheint die Hauptmerkmale eines Galaxienhaufens zu haben, riesige Strukturen, die normalerweise Hunderte oder sogar Tausende von Galaxien enthalten. Doch 3C297 steht für sich ganz allein.

„Es scheint, dass wir einen Galaxienhaufen haben, dem fast alle seine Galaxien fehlen“, sagte VALENTINA MISSAGLIA von der Universität Turin in Italien, die die Studie leitete. „Wir haben erwartet, mindestens ein Dutzend Galaxien von der Größe der Milchstraße zu sehen, aber wir sehen nur eine.“

MISSAGLIA und ihre Kollegen sehen drei Schlüsselmerkmale eines Galaxienhaufens in den Chandra-Röntgendaten:

1. Die Röntgendaten zeigen, dass die einsame Galaxie von großen Mengen Gas mit Temperaturen von mehreren zehn Millionen Grad umgeben ist - etwas, das normalerweise in Galaxienhaufen zu sehen ist.
2. Der Jet des supermassereichen Schwarzen Lochs hat eine intensive Röntgenquelle in etwa 140.000 Lichtjahren Entfernung erzeugt, was darauf hindeutet, dass er ins „Gas gepflügt“ ist, das die Galaxie umgibt.
3. Einer der Radiojets von 3C297 ist gekrümmt, dies deutet darauf hin, dass er mit seiner Umgebung interagiert haben muss.



Trotz dieser wichtigen Merkmale eines Galaxienhaufens zeigten die Daten von Missaglias Team vom Gemini-Observatorium auf Hawaii, dass keine der 19 Galaxien, die in einem optischen Gemini-Bild nahe 3C 297 erscheinen und genaue Entfernungsmessungen haben, tatsächlich in der gleichen Entfernung wie die einsame Galaxie liegt. „Die Frage ist, was ist mit all diesen Galaxien passiert?“, sagte Co-Autor JUAN MADRID von der University of Texas, Rio Grande Valley. „Wir denken, dass die Anziehungskraft der einen großen Galaxie in Kombination mit den Wechselwirkungen zwischen den Galaxien zu stark war und sie mit der großen Galaxie verschmolzen sind. Für diese Galaxien war Widerstand offenbar zwecklos.“

Die Forscher glauben, dass 3C297 kein Galaxienhaufen mehr ist, sondern eine „fossile Gruppe“. Dies ist das Endstadium einer Galaxie, die mit mehreren anderen Galaxien verschmolzen ist. Während viele andere

fossile Gruppen bereits zuvor entdeckt wurden, ist diese mit 9,2 Milliarden Lichtjahren Entfernung besonders weit entfernt. (Die bisherigen Rekordhalter für fossile Gruppen lagen in Entfernungen von 4,9 und 7,9 Milliarden Lichtjahren.)

„Es könnte schwierig sein zu erklären, wie das Universum dieses System nur 4,6 Milliarden Jahre nach dem Urknall erzeugen kann“, sagt Co-Autor MISCHA SCHIRMER vom Max-Planck-Institut für Astronomie. „Das bricht nicht unsere Vorstellungen von Kosmologie, aber es beginnt, die Grenzen zu verschieben, wie

Abbildung 3

Aufnahme der einsamen Galaxie 3C297 (Bild: X-ray: NASA/CXC/Univ. of Torino/V. Missaglia et al.; Optical: NASA/ESA/STScI & International Gemini Observatory/NOIRLab/NSF/AURA; Infrared: NASA/ESA/STScI; Radio: NRAO/AUI/NSF)
© NASA / CXC / University of Torino / Missaglia et al. / ESA / STScI & International Gemini Observatory / NOIRLab / NSF / AURA / NRAO / AUI / NSF

schnell sich sowohl Galaxien als auch Galaxienhaufen gebildet haben müssen.“

All diese Beobachtungen stellt die astronomische Wissenschaft vor eine große Herausforderung. Sie widersprechen den kosmologischen Modellen in großem Maße. „Das Problem ist, dass das Standardmodell für die gesamte Historie des Universums gelten sollte – vom Urknall bis heute und für die Zukunft.“ erklärte HENDRIK HILDEBRAND, Professor für beobachtende Kosmologie an der Ruhruniversität Bochum (9). Doch genau dies können die Beobachtungen, die u. a. mit WEBB gemacht wurden, nicht bestätigen.

Doch selbst wenn das kosmologische Modell überarbeitet wird, gibt SIMON WHITE – ehemaliger Direktor des Max Planck Instituts für Astrophysik in Garching - zu bedenken (10): „An dem Urknall wird es nichts ändern. Und die kosmische Hintergrundstrahlung sieht man sehr gut. Man kann messen, was bereits 400.000 Jahre nach dem Urknall da war. Da gab es keine Galaxien, keine Sterne, nur diese Wolken, die man direkt beobachten kann.“ Bis dahin stimmt alles mit dem Standardmodell überein, bis dahin ...!

* ArXiv ist eine Internet-Plattform, auf der Wissenschaftler ihre Forschungsergebnisse und Vorabdrucke von Artikeln veröffentlichen können, bevor sie von einem Peer-Review-Journal akzeptiert und veröffentlicht werden.

Referenzen:

- (1) Oesch, Brammer, van Dokkum et al: A Remarkably Luminous Galaxy at $z=11.1$ Measured with Hubble Space Telescope Grism Spectroscopy. The Astrophysical Journal, Volume 819, Issue 2, article id. 129, 11 pp. (2016).
- (2) Witze: Four revelations from the Webb telescope about distant galaxies. Nature, vol. 608, 4 Aug 2022, S. 18-19
- (3) <https://akibon.com/has-the-webb-telescope-disproved-the-big-bang-theory/>
- (4) Emma Curtis Lake: Spectroscopy of four metal poor galaxies at $z=10.3-13.2$.
- (5) Robertson et al: Discovery and properties of the earliest galaxies with confirmed distances, DOI: 10.48550/arXiv.2212.04480
- (6) JWST - ASA's Webb Reaches New Milestone in Quest for Distant Galaxies (<https://blogs.nasa.gov/webb/2022/12/09/nasas-webb-reaches-new-milestone-in-quest-for-distant-galaxies/>)
- (7) Labbé, I., van Dokkum, P., Nelson, E. et al. A population of red candidate massive galaxies ~600 Myr after the Big Bang. Nature (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05786-2>
- (8) Missaglia et al: Powerful Yet Lonely: Is 3C 297 a High-redshift Fossil Group? The Astrophysical Journal Supplement Series, Volume 264, Number 1
- (9) <https://www.mdr.de/wissen/umwelt/universum-andersals-wir-dachten-studie-und-karte-zur-materie-100.html>
- (10) <https://www.mdr.de/wissen/faszination-technik/james-webb--entdeckt-fruehe-galaxien-die-es-so-nicht-geben-darf-100.html>

Die Geschichte von Salies Nebel – eine Neuentdeckung im Sternbild Dreieck

Peter Maasewerd

Seit Dezember 2022 ist in der Datenbank der Planetarischen Nebel des HASH (Hong Kong/AAO/Strasbourg H-alpha planetary nebula database) unter der Katalognummer PN G133.7-31.4 ein neues Objekt eingetragen. Die Klassifizierung lautet „likely PN“ und bedeutet „wahrscheinlicher Planetarischer Nebel“. Das Objekt habe ich zufällig entdeckt. Seine offizielle Bezeichnung ist „Maa 2“, den Populärnamen habe ich nach unserer Tochter Salie gewidmet. Dieser Artikel berichtet von der Geschichte der Entdeckung des Objektes und den vielen, zum Teil noch unbeantworteten Fragen die sich aus der Entdeckung des Objekts ableiten.

So sieht Salies Nebel in der Nachbarschaft der kleinteiligen aktiven Emissionsgebiete von M 33 aus:

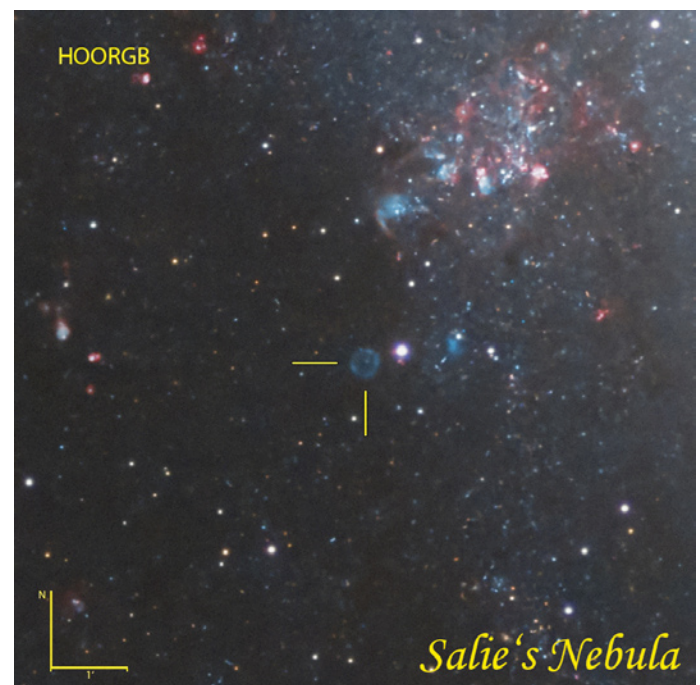


Abb.1 Salies Nebel (Maa 2) in einer HOORGB Farbpalette

Salies Nebel liegt auf der Koordinate 01:34:24.177649 +30:31:18.133854, aus unserer Perspektive an der Ostseite der Dreiecksgalaxie im gleichnamigen Sternbild. Die Dreiecksgalaxie M 33 gehört zur Prominenz der von Amateuren fotografierten Zielobjekte auf der Nordhalbkugel. M 33 ist uns mit einer Entfernung von ca. 1,8 Millionen Lichtjahren recht nah; sie ist nach Andromeda und unserer Milchstraße die drittgrößte Galaxie unserer lokalen Gruppe.

Am Nachthimmel ist M 33 mit einer scheinbaren Ausdehnung von etwa einem Grad ($73' \times 42'$) so groß, dass sie auch mit „kleinem Besteck“, also Amateurausrüstung moderater Brennweite, beobachtet und fotografiert werden kann. Deshalb gehören die Galaxie und ihre unmittelbare Umgebung wohl zu den meistfotografierten Gegenden am Nachthimmel.



Abb. 2 Übersichtsaufnahme mit M 33 und Salies Nebel (gelbe Markierung)

Eigentlich war M 33 für mich nur ein Ausweichziel und ich habe nicht viel Neues erwartet, als ich im Oktober Kamera (ZWO ASI 2600mm-pro) und Teleskop darauf richtete (TS Photoline Triplet Apo 130/910 mm, auf 720 mm reduziert). Aber ich war neugierig und wollte ein wenig mit meinen Linienfiltern experimentieren. Denn viele gute Aufnahmen von M 33 zeigten die in und um M 33 reichlich vorhandenen Emissionsnebel auf der H-alpha-Linie (656 nm), aber die Emissionen [OIII]- und [SII]-Linien (501 nm und 672 nm) waren in den Bildern stark unterrepräsentiert oder gar nicht zu sehen; offenbar verzichtet man an M 33 gern auf diese Linienfilter.

Mich reizte das Experiment und mit dem Einsatz des 3 nm weiten Chroma [OIII] Filters fing die Geschichte von Salies Nebel eigentlich an. Denn was für eine Überraschung! Die in Abb. 2 enthaltenen 13 Objekte des IC- und NGC-Katalogs und viele unbenannte Objekte mehr leuchteten hell in den Farben aller drei genannten Emissionslinien.

In Abbildung 3 beispielhaft ein enger Ausschnitt mit einer kleinen Teilmenge der vielen aktiven Emissionsgebiete, die in und um M 33 zu finden sind.

Ich finde sie einfach wunderschön! Die oben gezeigten Objekte sind sehr aktiv und emittieren viel Licht auf der [OIII]-Emissionslinie. Es verwundert daher sehr, dass man in den veröffentlichten Aufnahmen so wenig davon wiederfindet.

Nun bin ich kein Wissenschaftler, sondern ein Amateurfotograf, der in erster Linie so genannte „Pretty Pictures“ produziert. Deswegen beschäftigte mich zunächst die Frage, wie die gewonnenen Emissionsdaten der Schmalbandfilter am besten in das Galaxienbild integriert werden können. Denn M 33 ist sehr hell und emittiert viel Breitbandstrahlung, die in beachtlichen Teilen auch durch die schmalen Linienfilter dringt und damit das eigentliche

Emissionssignal kontaminiert. Verwendet man dann Standardmethoden für das Einmischen dieser Daten in RGB Bilder, führt dieser Effekt zur Verfälschung der Bildfarben des Galaxie. Dies könnte auch der Grund dafür sein, dass die [OIII]-Emissionslinie an M 33 so wenig Verwendung findet.



Abb. 3 Aktive Emissionsgebiete mit hoher [OIII] Emission im Nordwesten von M 33

Aus diesem Grund wurde eine Variation der so genannten Kontinuum-Subtraktionsmethode eingesetzt, um die Schmalbanddaten vom Breitbandanteil zu befreien, bevor sie mit den RGB-Daten zum fertigen Bild verrechnet werden (siehe Abb. 4)

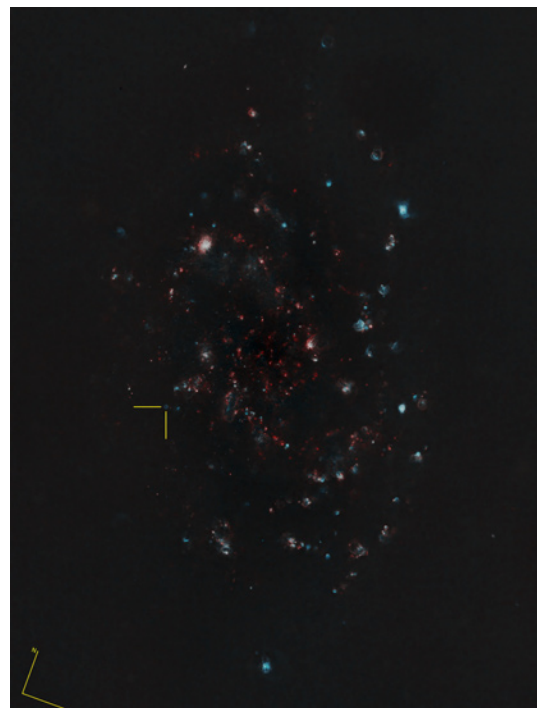


Abb. 4 Die durch Kontinuum-Subtraktion extrahierten Emissionsdaten von M 33 und Umgebung (HOO).

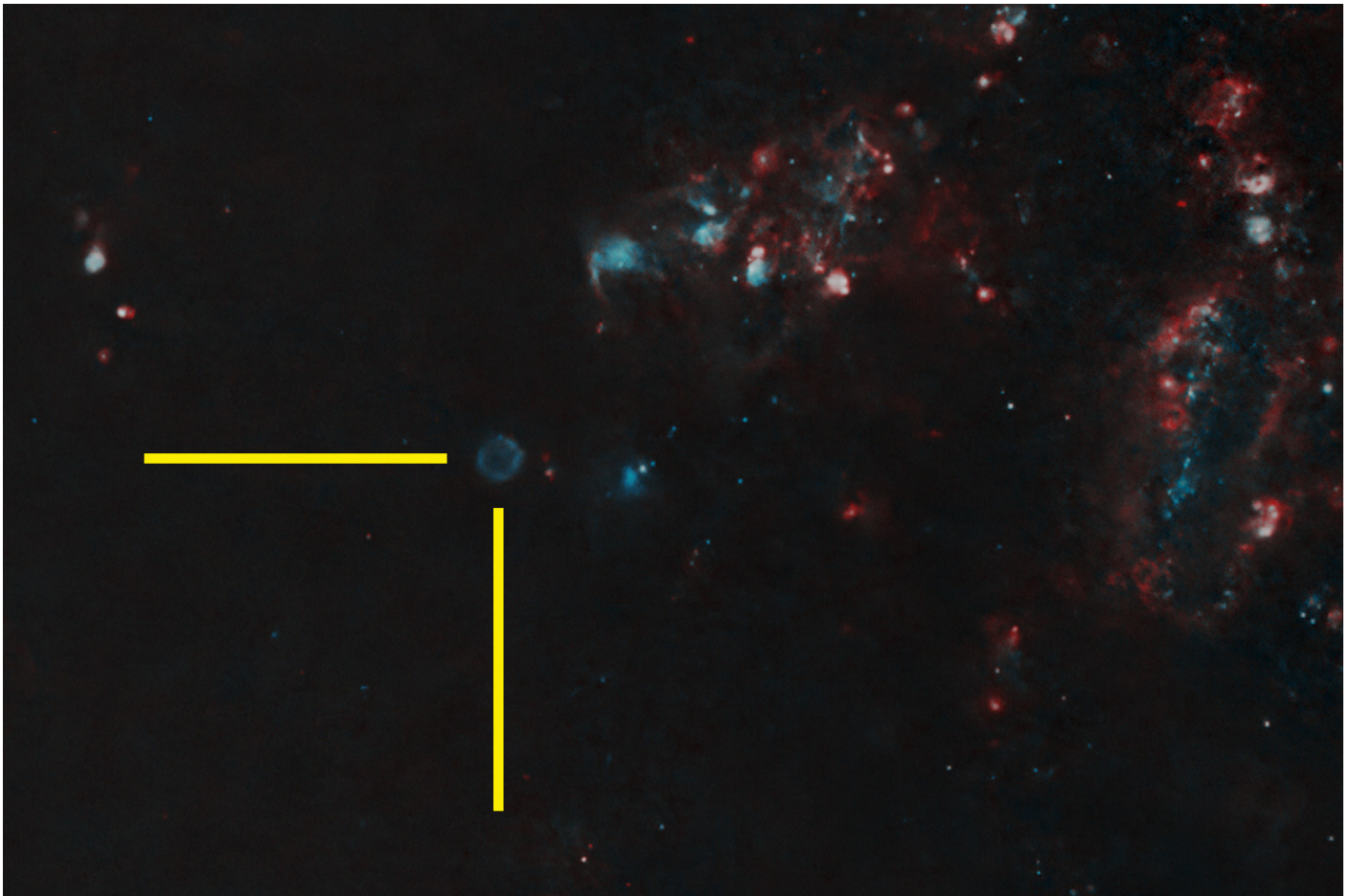


Abb. 5 Salies Nebel an der Ostseite von M 33 (sternloses Schmalbandsignal H α und [OIII])

Während der Kombination der extrahierten Schmalbanddaten zu einem Farbauszug sprang mir plötzlich ein grünblauer, kreisförmiger Fleck ins Auge, der sich deutlich von der Vielzahl anderer Strukturen unterschied (Abb. 5).

Er war gleichmäßig geformt, kreisrund, schwach ringförmig – es gab keine Spur von ihm im [SII]-Signal, und in H-alpha war er nur schwach ausgeprägt. Damit erfüllte er die Grundkriterien eines Planetarischen Nebels.

Eine rasch durchgeführte Astrometrierung bei astrometry.net lieferte die Koordinaten des Bildmittelpunktes und eine referenzierte Datei, die im Programm ALADIN als Basis für eine schnelle Recherche der Simbad/Vizier Datenbank diene. Und die Datenbank zeigte...keinen Eintrag!

Aber konnte das denn sein?!? Ein neues Objekt, gar ein neuer Abernetarischer Nebel an einem Ort, der seit Jahrhunderten ein Untersuchungsobjekt der Wissenschaft ist und wohl schon mir zuvor so oft fotografiert wurde, wie das Schloss Neuschwanstein? Ich mochte das nicht glauben. Blamieren wollte ich mich auch nicht und vertiefte deshalb die Recherche, korrespondierte mit erfahrenen Kollegen, frequentierte alle astronomischen Objektdatenbanken, die mir zugänglich waren. Aber an der betreffenden Koordinate gab es keine Objekteinträge. Die hochauflösenden und viel tieferen Aufnahmen von Kollegen und Aufnahmen wesentlich größerer Teleskope an viel dunkleren Orten zeigten allenfalls eine schwachen, ringförmige H-alpha Signatur. Tief auflösende [OIII]-Aufnahmen fand ich nicht.

Noch immer traute ich mich nicht an die Öffentlichkeit und in die Astroforen. Denn Salies Nebel liegt perspektivisch im Bereich einer anderen Galaxie mit vielen aktiven Emissionsgebieten, und es ist für Laien nicht möglich, anhand einer Fotografie zu unterscheiden, ob ein solches, recht kleines Objekt zur Milchstraße oder doch zu M 33 gehört. Und im letzten Fall wäre es kein Planetarischer Nebel, denn das nur etwa 28" große Objekt wäre, wie man leicht berechnen kann, in M 33 etwa 350 Lichtjahre groß, was einen PN ausschließen würde.

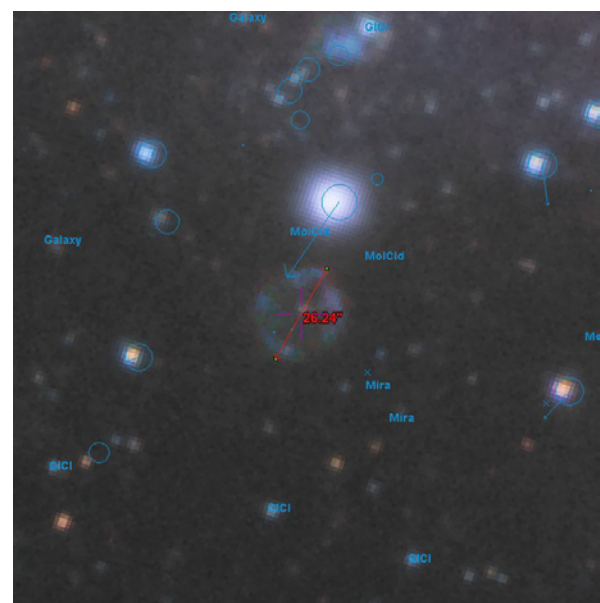


Abb. 6 Referenziertes Bild mit Maa 2 und SIMBAD/Vizier Objekten

In den folgenden Tagen baute ich die endgültige Version der Aufnahme und stellte ein Portfolio der Aufnahme in verschiedenen Varianten der verwendeten Datenkanäle zusammen.

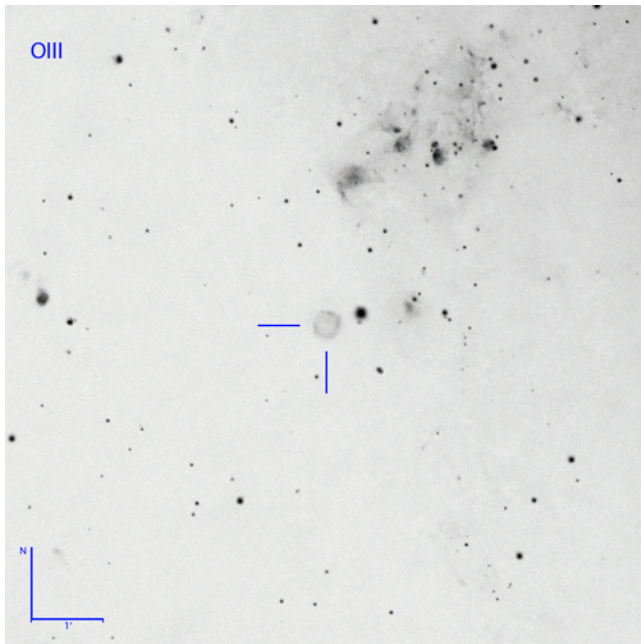


Abb. 7 Invertierte Darstellung des [OIII]-Signals (501 nm)

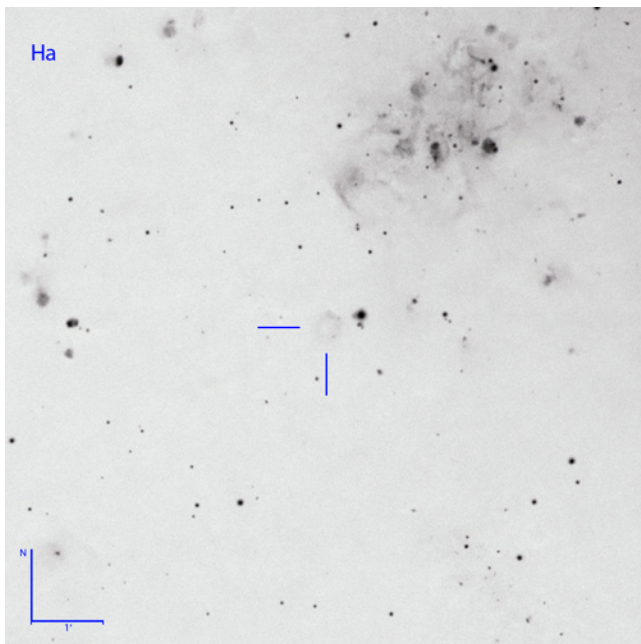


Abb. 8 Invertierte Darstellung des H-alpha Signals (656 nm)

Trotz aller Zweifel und Bedenken kontaktierte ich schließlich doch den Betreiber des planetarynebula.net, Pascal le Dû. Ich erhielt sehr schnell eine erste positive Einschätzung, Pascal hielt es für sehr wahrscheinlich, dass es sich tatsächlich um einen neuen Planetarischen Nebel handelt. Also reichte ich die gesammelten Daten für eine Registrierung ein und das Objekt wurde schnell als „possible PN“, also als „möglicher PN“ in die Datenbanken eingetragen. Jedoch blieben meine Zweifel und deshalb veröffentlichte ich nichts in den einschlägigen Amateurforen, obwohl man mir dort auf die Schliche kam, als ich von der Entdeckung des Maa 1 berichtete.

Ich hatte schon gar nicht mehr an den kleinen Nebel gedacht, als mich im Januar 2023 der Blogger und Astrofotograf (Capella-Team) Frank Sackenheim um ein Interview für seinen Kanal „AstroPhotoCologne“ zum Thema „Entdeckungen durch Amateurastronomen - Drei Astrofotografen stellen nach ihnen benannte Nebel vor“ bat. Als ich bei der Vorbereitung auf das Interview in der HASH Datenbank vorbeischaute, stellte ich freudig fest, dass man im Hintergrund schon an der Sache gearbeitet hatte. Ohne meine Kenntnis hatte Pascal le Dû schon Ende November eine Spektroskopie des Objektes erstellt (Abb. 9). Diese wurde anschließend zusammen mit meinem Bildmaterial von Prof. Dr. Quentin Parker, dem Leiter der Abteilung Space Research der Universität Honkong, begutachtet.

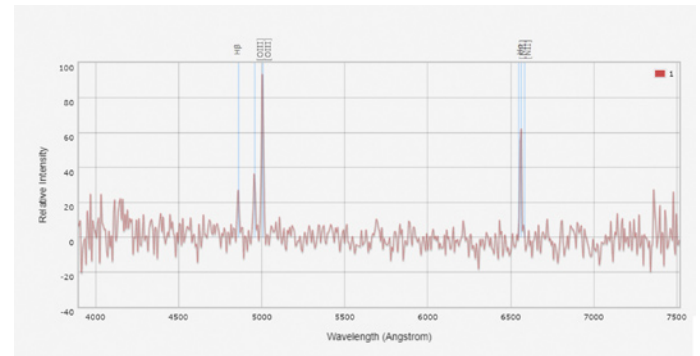


Abb. 9 Die Spektroskopie von Maa 2 zeigt eine für Planetarische Nebel typische Emissionssignatur. [NII] ist überlappend dargestellt. Bild: Pascal le Dû; aus der Datenbank des HASH

Professor Parker kommt zu einem positiven Ergebnis in Bezug auf die Spektroskopie und die Fotodaten. Er kann jedoch auf Grundlage der bisher vorliegenden Informationen nur die Klassifizierung „Likely PN“ vornehmen. Bedingt durch die Lage in der Sichtachse zu M 33 und die komplexe Situation in der Nachbarschaft des Nebels reichen ihm die mit kleinem Besteck gewonnenen Daten (Aufnahme und Spektroskopie) für eine sichere Klassifizierung als „True PN“ nicht aus. So muss ich mich gedulden und hoffen, dass sich beizeiten jemand der Sache annimmt und weiter/tiefer gehende Analysen durchführt, z. B. eine höher auflösende Photometrie. Hoffnung macht mir aber der Experte Pascal le Dû, der sich auch jetzt schon sicher ist, dass es sich bei Salies Nebel nicht nur um irgendein neues astronomisches Objekt, sondern um einen echten PN handelt. Jetzt heißt es warten und Daumen drücken!

Link zum Beitrag auf AstroPhotoCologne: QR 1

Link zu Daten und hochauflösenden Aufnahmen auf Astrobin: QR2



QR 1



QR 2

Alle Bilder außer Abb.9 von Peter Maasewerd

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:

09.05.2023

Polarisation des Lichtes und ihre Messung

Dr. Erik Wischniewski, Kaltenkirchen

Das Licht der Galaxien, Sterne und Himmelskörper des Sonnensystems liefert uns eine Menge Information über diese Objekte. Eine sehr alte Wissenschaft ist die Photometrie, gefolgt von der Spektroskopie. Sowohl die Helligkeit als auch die Spektrallinien der chemischen Elemente offenbaren zahlreiche Details des Kosmos. An dritter Stelle steht die Polarimetrie. Eine Wissenschaft, die teilweise noch kompliziertere Apparaturen als die Spektroskopie erfordert. Manchmal werden auch beide kombiniert. Für Amateure, die keine großen Investitionen tätigen möchten, ist der Star Analyser eine einfache und preiswerte Möglichkeit, Spektren aufzunehmen. In der Polarimetrie gibt es aber auch preiswerte Lösungen, die interessante Ergebnisse liefern. Sie geben unter anderem Auskunft über Magnetfelder, Strahlungsquellen, Staub und Mineralbestand. Der Autor des Buches „Astronomie in Theorie und Praxis“ stellt diese Möglichkeiten vor und zeigt, was damit bei Galaxien und Sternen erreicht werden kann. Auch die Plejaden und der Mond sind dabei Objekte, die sich lohnen.

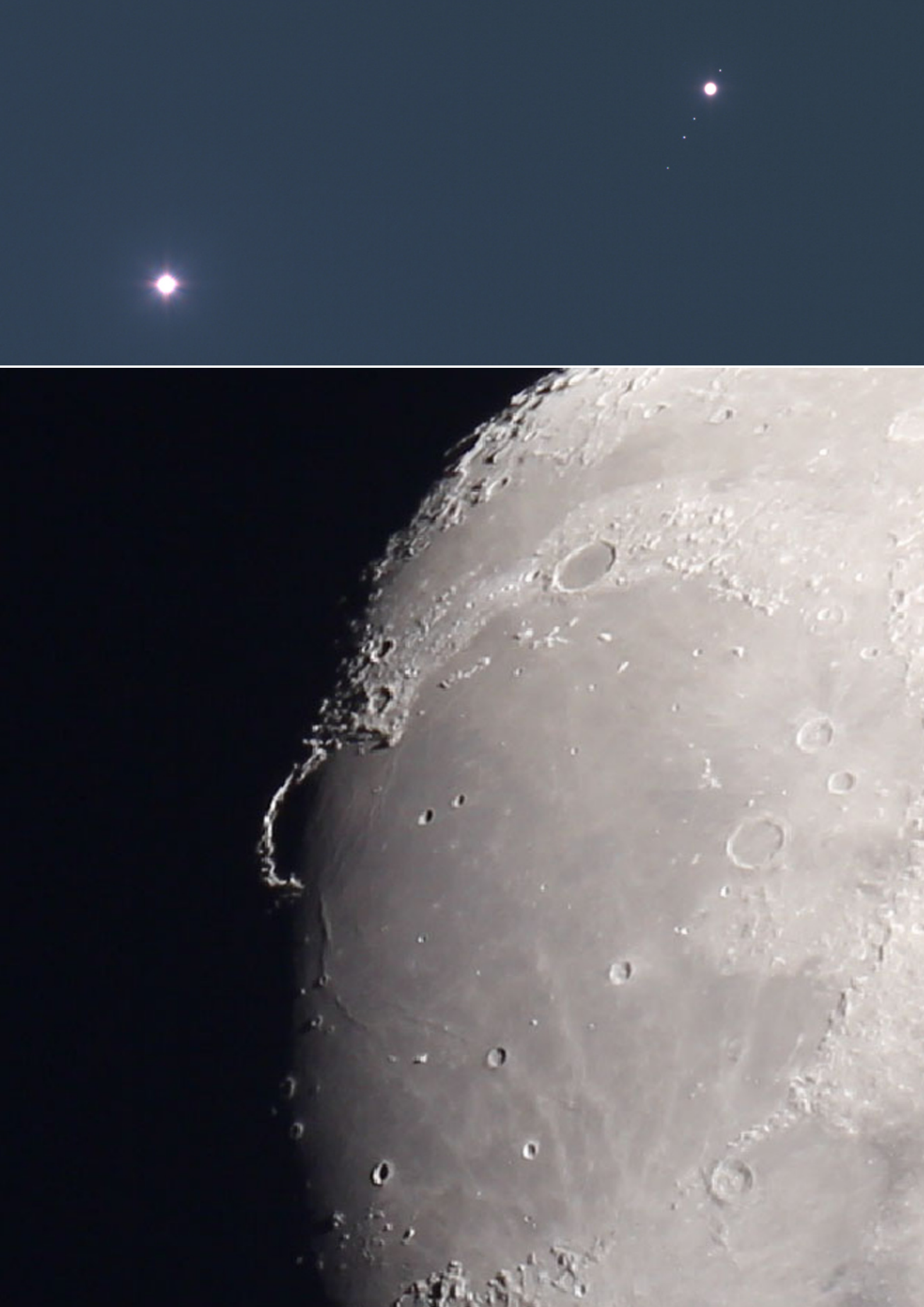
13.06.2023

Exoplaneten im Doppelsternsystem CSS080502?

Anna Köster

Anna Köster (18 Jahre) ist Abiturientin am Kardinal von Galen Gymnasium Münster. 2020 hat sie am MINT-EC-Camp „Kleinplaneten“ teilgenommen, welches vom LWL-Naturkundemuseum mit Planetarium in Kooperation mit AiM (Astronomy and internet in Münster) jedes Jahr angeboten wird. Das hat Anna motiviert, ihre Facharbeit in der Klasse 11 zum Thema „Doppelsternsystem CSS080502 - Analyse anhand eigener Beobachtungen und Recherchen“ zu schreiben. Diese Facharbeit wurde inzwischen mit einem 1. Preis beim schulinternen Rotary-Berufsdienste-Award 2022, einem 2. Preis beim Dr. Hans Riegel-Fachpreis 2022 im Fach Physik und einem 1. Preis im regionalen Jugendforscht-Wettbewerb 2023 ausgezeichnet. Anna beschreibt, wie sie anhand von Beobachtungen versucht, sich ein Bild des Doppelsternsystems CSS080502 mit besonderem Augenmerk auf die Existenz von Exoplaneten zu machen. Neben der Auswertung von externen Beobachtungsdaten hat Anna eigene Beobachtungen mit Hilfe von Teleskopen des LCO-Netzwerkes gemacht, um auf Grundlage der Lichtlaufzeitmethode die Existenz von extrasolaren Planeten nachzuweisen. Darüber hinaus nutzte sie die Daten, um weitere Charakteristika des Doppelsternsystems zu bestimmen.

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





Beeindruckende Astronomie-Fotos

Dank hochqualitativer Astrotechnik

BRESSER Messier NT-203/800 Tubus Art.-Nr. 4803800 **609 €***

Art.-Nr. 4964250 **Messier EXOS-2/EQ-5 Montierung** 469 €*
 Art.-Nr. 4951750 **EXOS-II Goto Set** 519 €*

Art.-Nr. 4910230 **BRESSER Nachführ-Set AR90/500** 399 €*
 Art.-Nr. 0510330 **ES HR Coma Corrector** 345 €*

