

STERNFREUNDE BREISGAU E.V.



Cirrusnebel

VEREINSMITTEILUNGEN 3/2022

September – Dezember 2022

Titelbild

Cirrusnebel (Schleiernebel) im Sternbild Schwan

von Jakob Sahner

Der Schleiernebel ist einer der bekanntesten Supernova-Überreste des nördlichen Nachthimmels. Es gibt jedoch es kaum tiefe Belichtungen, die den gesamten Nebel mit allen Ausläufern zeigen. Ich machte mir das zur Aufgabe und so habe ich ab Anfang Juli 2022 jede klare Nacht genutzt, um mein Teleskop auf diesen Nebel auszurichten. Das Ergebnis ist wie erwartet ziemlich gut geworden und man sieht die schwächsten Ausläufer und Hintergrundnebel in dieser Region. Ich kann recht froh sein, so viele klare Nächte in so kurzer Zeit bekommen zu haben. Insgesamt wurde das Teleskop 17 mal über Nacht aufgebaut. Ungefähr die Hälfte der Nächte wurde auf unserer Sternwarte verbracht, um die O III- und RGB-Daten zu sammeln, da diese einen dunklen Himmel benötigen.

Aufnahmedaten: Kamera: Sony a7r astromodifiziert + QSI 583 Mono CCD;
Teleskop: Skywatcher Esprit 100 ED; Filter: 7nm Dual Schmalband Filter (nur für O III) + 7nm H α -Filter + R/G/B Filter; Nachführung: iOptron CEM70;
Belichtungszeiten: RGB: 16h; H α : 32,75h; O III: 19,25h;
Gesamt: 68h Belichtungszeit verteilt auf einem 4 Panel Mosaik

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

Nach der heißen Sommerpause beginnen wir am 28. September mit unserem herbstlichen **Vortrags-**

programm.

Astronomen sind nicht nur am Sternhimmel unterwegs, sondern auch auf unserem Planeten. Lassen Sie sich an unseren Sternfreundeabenden nach La Palma, Namibia, Island und Grönland mit-

nehmen (siehe Vortragsprogramm S. 20/21). Auf Seite 11 bestechen die Bilder von *Jörg Schoppmeyer*, die er von der totalen Mondfinsternis über dem Teide in Teneriffa aufgenommen hat, durch ihre Ästhetik. Spannende wissenschaftliche Beiträge mit eigenen empirischen Arbeiten liefern *Martin Feder-spiel* (S. 4-10) und *Peter Dietrich* (S. 11-15). Im ersten Beitrag wird die Entfernung zur Galaxie NGC 4647 mit Hilfe einer neu aufgeflamnten Supernova bestimmt und damit nachgewiesen, dass M 60 und NGC 4647 nur ein scheinbares Paar ohne gegenseitige Wechselwirkung sind. Im zweiten Beitrag wird der spektroskopische Nachweis eines sehr engen Doppelsternsystems geführt.

Auch unsere Deep-Sky-Fotografen kommen zu Wort, oder, besser aus-



Rainer Glawion
Redaktion
SFB Mitteilungen



Aktuelles aus der Sternwarte. Rätselaufgaben: Was ist auf dem linken Bild dargestellt, und welches fleißige Vereinsmitglied beschäftigt sich am Notebook mit der Astrofotografie? Die Auflösung der beiden Rätsel finden Sie im Editorial. – *Aufn.: Andreas Reichenbach*

gedrückt, zum Bild. Auf den beiden Coverseiten zeigen *Jakob Sahner, Volker Buß und Andreas Reichenbach* ihre eindrucksvollen Bilder. Bis zu 68 Stunden Belichtungszeit ermöglichen sehr tiefe Deep-Sky-Aufnahmen. Einen Blick hinter die Kulissen können wir auf dem Foto oben rechts werfen, wo Volker Buß, im Rundbau vor seinem Foto-Newton sitzend, seine Belichtungsdaten am Notebook eingibt.

In den **Vereinsberichten** (S. 16-19) informiert uns *Andreas Reichenbach* über großzügige Spenden, die er bei zwei Geldinstituten für die Sanierung unserer Sternwarte eingeworben hat. Sanierungsbedürftig ist vor allem der Rundbau, von dem der Putz abbröckelt (siehe Abbildung oben links, mit einem am Mauerring befestigten Trägerbalken). Über den Besuch von Vertretern der Schaffhausener Sternfreunde berichtet *Andreas Masche*. Auf eine seltene Bedeckung des Mars durch den Vollmond am 8. Dezember weist uns *Lutz Bath* auf Seite 19 hin. Wie immer, gibt die

Redaktion auf Seite 22 eine Übersicht über die zurückliegenden Vereinsvorträge mit ihren Weblinks. Somit kann sich jedes Vereinsmitglied die Vorträge noch nachträglich anschauen.

Im kommenden Jahr 2023 feiert der Verein sein **50-jähriges Jubiläum**. Schon jetzt laufen Aktivitäten für die Feierlichkeiten an: Jubiläumsfeier mit Festvorträgen, Sommerfest auf der Sternwarte und eine Festschrift müssen vorbereitet werden. Wir freuen uns auf Ihre Mitarbeit! Sprechen Sie beim nächsten Vereinsabend ein Vorstandsmitglied an oder schreiben Sie an info@sternfreunde-breisgau.de.

Auch die Redaktion freut sich auf Ihre Mitarbeit in Form von Beiträgen zu den Vereinsmitteilungen und der Festschrift. **Redaktionsschluss** für die nächste Ausgabe ist der **10.12.2022**.

Die Redaktion wünscht allen Leserinnen und Lesern einen sonnigen Herbst mit vielen klaren Nächten!

Rainer Glawion

M 60 und NGC 4647

– sind die beiden Mitglieder des Virgo-Galaxienhaufens ein räumliches Paar?

von Martin Federspiel

Am 16. April 2022 entdeckte der Japaner Koichi Itagaki eine Supernova in der Galaxie NGC 4647 [1]. Die Nachricht von SN 2022hrs verbreitete sich schnell über die üblichen Mailinglisten und Netzwerke. Was erst nach einer Routinemeldung aussah, entpuppte sich schnell als interessanter Fall. NGC 4647 ist eine Balken-Spiralgalaxie vom Typ SBc, in deren unmittelbarer Nähe die elliptische Riesengalaxie M 60 (=NGC 4649) steht. Das Galaxienpaar hat Eingang in den Katalog wechselwirkender Galaxien von Vorontsov-Velyaminov (VV 206) und in den Katalog pekuliärer Galaxien von Arp (Arp 116) gefunden. Obwohl die beiden Galaxien am Himmel nur wenige Bogenminuten auseinander stehen, sind aber kaum oder keine Anzeichen von Wechselwirkung auf einem detaillierten Bild zu erkennen, das mit dem Hubble-Weltraumteleskop aufgenommen wurde (Abb. 1). Das Paar gehört zum Virgo-Galaxienhaufen und war im April/Mai zur besten Zeit am Abendhimmel zu beobachten. Im Fernrohr sind M 60 und NGC 4647 mit mittelgroßen Amateurfernrohren einfach als zwei dicht benachbarte, neblige Fleckchen visuell zu sehen. Zwischen beiden, etwas näher an NGC 4647, leuchtete die Superno-



Abb. 1: Das Paar M 60 (NGC 4649, Mitte) und NGC 4647 (oben rechts) im Virgo-Galaxienhaufen (Hubble Space Telescope).

va. Dem Berner Amateurastronomen Martin Ulrich verdanke ich dieses Bild der Situation vom 1. Mai (Abb. 2). Der Helligkeitsanstieg der SN von etwas schwächer als 13 mag bis zur Maximalhelligkeit von etwa 12.5 mag um den 2. Mai und der anschließende beginnende Helligkeitsabfall waren visuell am Fernrohr eindrucklich zu verfolgen.

SN Ia als Standardkerzen

Erste Spektren zeigten, dass es sich um eine Supernova vom Typ Ia (SN Ia) handelt, da keine Wasserstoff- oder Helium-Linien zu erkennen waren [2].

Abb. 2: M 60 und NGC 4647 (Paar im linken Bildteil). Die SN 2022hrs ist das hellste Objekt in den Spiralarmen von NGC 4647 auf der M 60 zugewandten Seite. Rechts oben die elliptische Galaxie M 59. Bild: Martin Ulrich am 1. Mai 2022 mit TS 10“ Ritchey-Chretien-Teleskop, Belichtungszeit 3h 51 min mit ASI2600MC-Kamera.



Die gängige Vorstellung ist, dass SN Ia Explosionen von Weißen Zwergsternen in Doppelsternsystemen sind, die von ihrem Nachbarstern Gas abziehen. Der Weiße Zwerg besteht ganz überwiegend aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Überschreitet der Weiße Zwergstern durch den Materiezustrom die sogenannte Chandrasekhar-Grenze von etwa 1,4 Sonnenmassen, so zünden im Weißen Zwerg Kohlenstoff und Sauerstoff und lassen ihn als Supernova explodieren. Da der unterliegende physikalische Prozess immer der gleiche ist, haben SN Ia sehr einheitliche Eigenschaften wie z.B. die gleiche intrinsische Maximalhelligkeit, die gleiche Lichtkurve, das gleiche Spektrum zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Explosion usw. Das macht sie zu sehr guten Entfernungsindikatoren, sogenannten Standardkerzen: Wenn man weiß, dass sie im Maximum immer mit der gleichen Leuchtkraft strahlen, kann man aus der

am Fernrohr gemessenen Maximalhelligkeit auf die Entfernung schließen. SN Ia mit schwächeren Maximalhelligkeiten müssen weiter entfernt sein als solche, die im Maximum heller beobachtet werden. Es soll hier nicht verschwiegen werden, dass es in der Literatur eine breite Diskussion darüber gibt, wie einheitlich die physikalischen Prozesse und die Maximalhelligkeiten von SN Ia wirklich sind. Es zeigt sich, dass SN Ia tatsächlich sehr gute Entfernungsindikatoren sind, wenn man ein paar Dinge beachtet [3].

Die Entfernung zu NGC 4647 und zu M 60

Inzwischen hatte ich Feuer gefangen. Schließlich war Entfernungsbestimmung zu Galaxien, insbesondere zu solchen im Virgohaufen, ein Thema meiner Doktorarbeit gewesen [4]. Die Supernova bot die einmalige Chance, eine ziemlich genaue Entfernung zur

Muttergalaxie NGC 4647 zu bestimmen. Vielleicht lässt sich damit dann die Frage klären, ob M 60 und NGC 4647 auch räumlich benachbart sind oder in Wirklichkeit weit hintereinander stehen. Und falls sie hintereinander stehen: Wer steht vorne, wer steht hinten?

Der Reihe nach. Da ich keine eigenen genauen Helligkeitsmessungen der Supernova gemacht habe, verwende ich die Lichtkurve von Yasuo Sano [5], die auf der offiziellen Supernova-Seite von SN 2022hrs verlinkt ist [1]. Maßgeblich sind aus historischen Gründen die mit Blaufilter gemessenen B-Helligkeiten; eigentlich ist die Maximalhelligkeit von SN Ia im Infraroten noch einheitlicher [3], doch eine mit J-Filter aufgenommene Lichtkurve liegt mir nicht vor. Demnach trat das B-Maximum mit ca. $m_B = 12,83$ mag um den 1. Mai ein. Durch Absorption durch Gas und Staub in der Milchstraße erscheint uns die Supernova um $A_{g,B} = 0,11$ mag [6] geschwächt, was zu einer korrigierten Maximalhelligkeit von $m_B = 12,72$ mag führt. Nach Phillips (1993 und 1999) und Taubenberger (2017) [7] hängt der genaue Wert der maximalen Helligkeit noch etwas davon ab, wie schnell die SN schwächer wird. Maßgeblich ist der B-Helligkeitsunterschied 15 Tage nach dem Maximum. Aus der Lichtkurve liest man ab: $\Delta m_{15} = 1,12$ mag. Nach Phillips (1999, seine Abb. 8 rechts) [8] ergibt sich somit eine absolute Helligkeit der Supernova von $M_B = -19,5$ mag.

Der Entfernungsmodul ist also $(m-M)_B = 32,22$ mag, daraus ergibt sich die lineare Entfernung in Mpc zu $d =$

$10^{(m-M+5)/5} = 27,8$ Mpc bzw. 90,6 Mio Lichtjahren.

Grob geschätzt hat dieser SN Ia-Entfernungsmodul einen Fehler von 0,2 mag, entsprechend etwa +/- 9 Mio Lichtjahren und ist damit für eine extragalaktische Entfernung recht genau. Kurioserweise explodierte in NGC 4647 bereits 1979 eine SN Ia (1979A). Allerdings wurde sie erst einige Zeit nach dem Maximum entdeckt und eignete sich deshalb nicht zur Entfernungsbestimmung.

In den meisten Fällen hat man aber keine SN Ia in einer Galaxie beobachtet – wie geht man dann vor? Welche Entfernungsbestimmungsmethoden gibt es bei Spiralgalaxien und bei elliptischen Galaxien, zu denen ja M 60 gehört? Hier eine kleine und nicht vollständige Übersicht (siehe auch Willick (1996) [9]):

- **Cepheiden:** Diese Gruppe pulsierender veränderlicher Sterne mit dem Prototyp δ Cephei zeigt einen markanten Zusammenhang zwischen ihrer Pulsationsperiode und ihrer absoluten Helligkeit. Sie sind sehr gute Standardkerzen. Da Cepheiden im Maximum viel schwächer leuchten als SN Ia, ist die Reichweite dieser Methode auf ca. 50 Mio Lichtjahre beschränkt. Mit Cepheiden werden viele andere Entfernungsbestimmungsmethoden kalibriert.

- **Tully-Fisher (TF)-Methode für Spiralgalaxien:** Bei Spiralgalaxien rotieren die allermeisten Sterne im gleichen Sinn um das Galaxienzentrum herum. Die Rotationsgeschwindigkeit ist ein Maß für die Masse der Galaxie, die wiederum ein Maß für die Gesamthelligkeit darstellt. Je schneller die Galaxie rotiert, desto größer ist ihre Mas-

se und damit auch ihre absolute Helligkeit. Man hat so also eine Beziehung zwischen einer beobachtbaren Größe (Rotationsgeschwindigkeit) und der absoluten Helligkeit gefunden, sodass man Spiralgalaxien auch als Standardkerzen nutzen kann – wenn auch mit geringerer Genauigkeit als SN Ia oder Cepheiden. Aus der Differenz zwischen gemessener scheinbarer Helligkeit m und mit der TF-Methode berechneter absoluter Helligkeit M ergibt sich dann die Entfernung. Natürlich geht diese Methode um ein paar Ecken herum, denn der Zusammenhang zwischen Masse und Leuchtkraft einer Galaxie ist gar nicht so offensichtlich (Anteil dunkler Materie, Leuchtkraftfunktion – also die Verteilungsfunktion zwischen leuchtschwachen und hellen Sternen). Die Praxis zeigt aber, dass die Tully-Fisher-Methode ordentliche Resultate liefert. Die (gemittelte) Rotationsgeschwindigkeit misst man meistens radioastronomisch mit der durch den Doppler-Effekt verbreiterten Linie von neutralem Wasserstoff bei 21 cm Wellenlänge oder 1420 MHz, der bei Spiralgalaxien reichlich vorhanden ist. Die Linienverbreiterung entsteht dadurch, dass der Teil des Signals blauverschoben erscheint, bei dem das Gas sich auf der einen Galaxienseite auf uns zu bewegt, und rotverschoben für den Teil der Galaxie, der sich von uns weg bewegt. Je breiter die H I-Linie ist, umso schneller rotiert die Galaxie. Schaut man auf die Scheibenebene der Galaxie, so beobachtet man das volle Rotationssignal (Blickwinkel nach Definition $i=90^\circ$). Blickt man dagegen senkrecht auf die Scheibe ($i=0^\circ$), so lässt sich kein Rotationssignal durch den Doppler-Effekt mehr messen. Die gemessene Linienbreite muss also für den Blickwinkel korrigiert werden, unter dem wir auf die Scheibe schauen. Bei

Blickwinkeln von unter 45 Grad gegen die Senkrechte der Scheibenebene wird die Neigungskorrektur zu unsicher und die Fehler in der Entfernung entsprechend groß.

Für die Spiralgalaxie NGC 4647 beträgt $i=38^\circ$. Ich hatte sie deshalb in meiner Doktorarbeit nicht weiter betrachtet.

- **Faber-Jackson-Methode:** Bei elliptischen Galaxien bewegen sich die Sterne nicht einheitlich um das Galaxienzentrum herum. Jeder Stern bewegt sich vielmehr auf einer individuellen Bahn im Schwerfeld aller anderen Sterne. Die Sterne sausen also wild durcheinander wie die Mücken in einem Mückenschwarm. Ähnlich wie bei der TF-Beziehung könnte man die mittlere Bewegungsgeschwindigkeit der Sterne als Maß für die Masse und damit die Leuchtkraft der Galaxie nehmen. Je massereicher die Galaxie, desto höher ist die mittlere Geschwindigkeit der Sterne. Die mittlere Geschwindigkeitsdispersion σ lässt sich spektroskopisch als Verbreiterung von Spektrallinien messen. Ähnlich wie bei der TF-Beziehung für Spiralgalaxien hat man wieder einen Zusammenhang zwischen einer beobachtbaren Größe – der Geschwindigkeitsdispersion σ – und der absoluten Helligkeit M gefunden. Das ist die sogenannte Faber-Jackson-Beziehung, die aber kaum noch verwendet wird, da es mittlerweile genauere Methoden für elliptische Galaxien gibt.

- **D_n - σ Beziehung:** Es ist gelungen, anstelle der Leuchtkraft einen anderen Parameter zur Entfernungsmessung zu identifizieren, nämlich eine Kombination aus Leuchtkraft und Oberflächenhelligkeit. D_n ist der normierte Durchmesser der Oberflächenhelligkeitslinie (Isophote), bei der die Oberflächenhelligkeit auf $20,75 \text{ mag/arcsec}^2$

abgefallen ist. Dieser normierte Durchmesser D_n hängt von der Geschwindigkeitsdispersion σ ab. D_n ist also ein Einheitsmaßstab. Für die Kalibratoren kennt man ihn in absoluten Einheiten (etwa in Lichtjahren), für die zu messenden Galaxien als Winkel (etwa in Bogensekunden). Die D_n - σ Beziehung liefert also den Maßstab für die Größe eines bestimmten Teils der Galaxie; mit dem scheinbaren Durchmesser dieses Teils der Galaxie folgt unmittelbar deren Entfernung.

Was heißt das nun für die Entfernung zu M 60? Elliptische Galaxien finden sich ganz überwiegend im Zentralbereich von Galaxienhaufen. In der näheren Umgebung der Milchstraße gibt es keine großen elliptischen Galaxien. Zur Kalibration der D_n - σ Beziehung muss man daher auch die E-Galaxien des Virgo-Galaxienhaufens heranziehen. Dabei liegt M 60 gut auf der Kalibrationsgeraden, was darauf hindeutet, dass sie tatsächlich in der Entfernung des Virgohaufenzentrums liegt (siehe unten). Eine unabhängige Bestimmungsbestimmung ist so aber nicht möglich.

- **Oberflächenhelligkeitsfluktuationen, surface brightness fluctuations (SBF):** Galaxien bestehen aus einzelnen Sternen. Sehr nahe Galaxien lassen sich mit großen Teleskopen in einzelne Sterne auflösen, sehr ferne Galaxien erscheinen gleichmäßig milchig. Die „Körnigkeit“ einer Galaxie ist so ein Maß für ihre Entfernung. Das Verfahren lässt sich mit mathematischen Methoden noch genauer fassen (Power-Spektrum-Analyse) und ist auf elliptische Galaxien, S0-Galaxien und Spiralgalaxien mit ausgeprägtem Zentralbereich („Bulge“) anwendbar. Die Kalibration erfolgt über die Zentralbereiche von näheren Spiralgalaxien, zu denen Cepheiden-Entfernungen

vorliegen.

In einer relativ neuen Studie [10] wird der SBF-Entfernungsmodul von M 60 zu $(m-M)=31.13$ mag angegeben. Das entspricht etwa 55 Mio Lichtjahren. Damit läge M 60 deutlich vor NGC 4647.

- **Entfernung aus der Rotverschiebung:** Aus dem Hubble-Lemaître-Gesetz $H_0 = v/d$ lässt sich die Entfernung d einer Galaxie (in Mpc) berechnen, wenn man die gemessene Fluchtgeschwindigkeit v (in km/s) und den Hubble-Lemaître-Parameter H_0 (etwa $70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$) kennt. In einem Galaxienhaufen bewegen sich die Galaxien, weil sie die Anziehungskraft aller anderen Mitglieder des Haufens, des intergalaktischen Gases und der dunklen Materie des Haufens spüren. Diese Pekuliargeschwindigkeiten liegen bei einigen 100 km/s und überlagern sich zu der Geschwindigkeit, mit der das Universum expandiert. Sind diese Pekuliargeschwindigkeiten nicht klein gegen die Fluchtgeschwindigkeit, so kann man die Entfernung einzelner Mitglieder eines Haufens nicht zuverlässig aus der Fluchtgeschwindigkeit ableiten. Die (für virgozentrischen Einfall und andere Bewegungen korrigierte) mittlere Fluchtgeschwindigkeit des Virgohaufens liegt bei $v=1200 \text{ km s}^{-1}$. Die typischen Pekuliargeschwindigkeiten im Haufen sind fast halb so groß, also nicht vernachlässigbar. Für individuelle Haufenmitglieder erhält man keine brauchbaren Entfernungen, aber die gemittelte Fluchtgeschwindigkeit aller Haufenmitglieder in Kombination mit einem unabhängig bestimmten Hubble-Lemaître-Parameter H_0 ergibt eine brauchbare Entfernung des Haufenzentrums. Ergebnis: $d = v/H_0 = 1200 \text{ km s}^{-1} / (70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}) = 17,1 \text{ Mpc} = 55,9 \text{ Mio Lichtjahre}$.

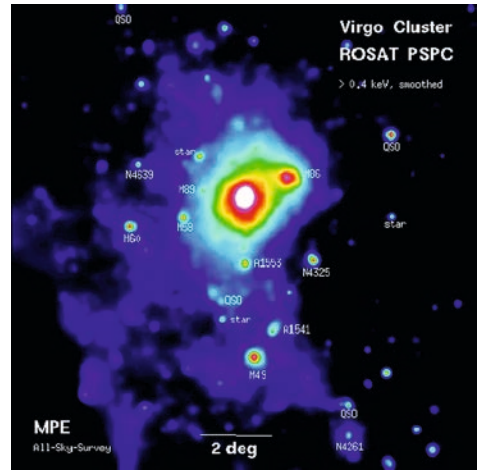
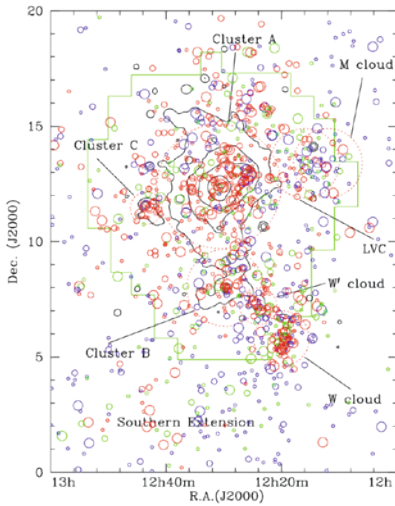


Abb. 3: Unterstrukturen des Virgo-Galaxienhaufens. Links: Galaxienkarte mit Röntgenkonturen. Rechts: Röntgen-Karte des Rosat-Satelliten [11].

Die räumliche Struktur des Virgo-haufens

Galaxienhaufen sind keine statischen Gebilde. Die Galaxien bewegen sich im Schwerfeld der anderen Massen des Haufens. Galaxien stoßen miteinander zusammen und verschmelzen („Merger“). Dabei entstehen riesige elliptische Galaxien, die sich allmählich in den Potentialtöpfen/Schwerkraftzentren sammeln. Von außen fallen ständig weitere Galaxien aus dem Feld – meist Spiralen – in den Haufen ein. Beim Virgohaufen sind diese Prozesse in vollem Gange, es ist noch kein Gleichgewichtszustand erreicht, der Haufen ist „nicht relaxiert“. Es lassen sich mehrere Zentren ausmachen, die auch in den Röntgenkarten des heißen Gases zwischen den Haufenmitgliedern zu erkennen sind [11]. Ein Zentrum mit

der Bezeichnung A ist M 87, nicht weit entfernt davon liegen zwei weitere große elliptische Galaxien, M 84 und M 86. Südlich davon befindet sich ein weiteres Zentrum B um M 49. M 60 und M 59 sind die östlichsten großen elliptischen Galaxien des Haufens und bilden einen kleineren Schwerpunkt C. Weitere kleinere Zentren sind westlich von A die sogenannte M-Wolke und im südwestlichen Bereich die W- und W'-Wolke.

Die scheinbare Ausdehnung des Virgo-haufens am Himmel beträgt in etwa 12 Grad. Bei einer Entfernung von rund 55 Mio Lichtjahren entspricht das ca. 10 Mio Lichtjahren. Wäre der Haufen mehr oder weniger sphärisch, so betrüge auch seine Tiefenausdehnung in etwa 10 Mio Lichtjahre oder 0,4 mag im Entfernungsmodul. Wegen der relativ großen Fehler der Entfernungsin-

diktoren Tully-Fisher, SBF und $D_n - \sigma$ gelingt die Tiefenvermessung des Haufens damit nur ansatzweise. In meiner Arbeit konnte ich beispielsweise sehen, dass die TF-Beziehung der Spiralgalaxien des Haufens eine etwas größere Streuung aufweist als die der Kalibratoren, was der räumlichen Tiefe des Haufens zuzuschreiben ist. Es deutet sich an, dass Zentrum B ein wenig hinter A liegt und die Mitglieder von B über einen größeren Bereich entlang der Sichtlinie verteilt sind. Die Mitglieder der W- und W'-Wolken sind weiter entfernt als A und B.

Fazit

Die Supernova SN2022hrs war eine gute Gelegenheit für mich, das Thema Entfernungsbestimmung zu Galaxien mal wieder in den Blick zu nehmen. Mit der Supernova gelang es, die Entfernung zu NGC 4647 mit relativ kleinem Fehler zu $90,6 \pm 9$ Mio Lichtjahren zu bestimmen. Damit läge diese Spiralgalaxie auf der uns abgewandten Seite des Haufens. Es spricht vieles dafür, dass die am Himmel benachbarte elliptische Galaxie M 60 mit 55 Mio Lichtjahren Entfernung deutlich weiter im Vordergrund und nahe der mittleren Haufentfernung steht. Damit wären M 60 und NGC 4647 nur ein scheinbares Paar ohne gegenseitige Wechselwirkung, wie es schon das Bild des Hubble Space Telescope nahelegt (Abb. 1) und die von de Grijs und Robertson (2006) [12] vertretene beginnende Wechselwirkung eines Paares in gleicher Entfernung wäre damit vom Tisch.

Quellenverzeichnis

- [1] SN Internetseite: <https://www.rochesterastronomy.org/sn2022/sn2022hrs.html>
- [2] SN Internetseite Spektren: <https://www.flickr.com/photos/snimages/52018620313/>
- [3] SN Ia als Standardkerzen: <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2018/01/aa31501-17.pdf>
- [4] Paper aus Doktorarbeit Federspiel: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/305263/pdf>
- [5] SN Internetseite Lichtkurve: <https://www.flickr.com/photos/snimages/52126873689>
- [6] Quelle für Absorption und Inklination: Leda, <http://leda.univ-lyon1.fr/ledacat.cgi?o=NGC4647>
- [7] Phillips, M.M. (1993) ApJ 413, L105; Phillips, M.M. et al. (1999) AJ 118, 1766 oder auch Taubenberger (2017) <https://arxiv.org/pdf/1703.00528.pdf>
- [8] Phillips, M.M. et al. (1999): <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/301032/pdf>
- [9] <https://arxiv.org/pdf/astro-ph/9610200.pdf>
- [10] <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2020/03/aa36172-19.pdf>
- [11] Röntgenkarte Virgohaufen: <https://www.mpe.mpg.de/990081/VirgoCluster>
- [12] <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2006/47/aa5984-06.pdf>

Totale Mondfinsternis am 16.05.2022

beobachtet am Fuß der Teide Observatorien, Teneriffa

von Jörg Schoppmeyer



Spektroskopischer Nachweis eines Doppelsterns

Ein Zwilling bei der Ziege: Menkalinan im Sternbild Fuhrmann

von Peter Dietrich

Doppelsterne sind immer ein interessantes Observationsziel. Paradeobjekte sind z.B. ϵ Lyrae, die beide mit dem Teleskop in zwei Sternpaare auflösbar sind, oder Sirius A und B, die optisch eine Herausforderung darstellen. Außer dem visuellen Beobachten lassen sich auch anhand der Lichtkurve von Bedeckungsvorgängen Doppelsterne nachweisen. Zu guter Letzt besteht noch die Möglichkeit der Spektroskopie, die sehr enge Systeme, sonst optisch nicht auflösbar, nachweisen kann.

Nach meinem ersten Versuch, einen kleinen Spektrographen mithilfe einer CD zu bauen (siehe SFB Mitteilungen vom Januar 2019), ermutigten mich die Ergebnisse dazu, ein besseres Gerät anzufertigen. Dafür besorgte ich mir zwei

professionelle Spektralgitter. Diese ermöglichten mir die Konstruktion eines hochauflösenden Spektrographen mit der Möglichkeit, Übersichtsspektren, aber auch hochauflösende Spektalkurven zu bekommen. In letzterem Fall hat das Gitter 1800 Linien/mm und ich erreiche damit eine Auflösung von unter einem Ångström (\AA), das entspricht 0,1 nm in der Wellenlänge des Lichts. Damit sollte es auch möglich sein, die Dopplerverschiebung eines engen Doppelsternsystems zu erkennen (Abb. 1).

Das Paradeobjekt dafür ist der Stern Menkalinan im Sternbild Fuhrmann (β Aur) direkt neben Capella (lat. kleine Ziege) mit einer Helligkeit von 1,9 mag und einer Umlaufperiode von 3,96 Tagen.

Abb. 1 - Geöffneter Spaltspektrograph



Die Beobachtungen fanden auf dem Schauinsland am C14 auf der vereinseigenen GM 2000 Montierung statt. Die Nachführung war so präzise, dass fast keine Korrekturen nötig waren. Die Bilder habe ich mit einer ASI120MM, eigentlich eine Planetenkamera, aufgenommen. Belichtungszeiten von 5x1min waren vollkommen ausreichend; Flats-, Darks- oder Biasbil-

der waren bei dieser Belichtungszeit noch nicht nötig. In Sharpcap wurden die Bilder gleich simultan gestackt, diese mussten in PixInsight noch etwas entrauscht werden. Allerdings nur sehr dezent, um das Spektrum nicht zu verfälschen.

Die ersten Messungen waren sehr ermutigend, und nach zehn Beobachtungen hatte ich 40 Messwerte in verschiedenen Phasen gesammelt. Abb. 2 zeigt im oberen Bereich fünf Aufnahmen zu unterschiedlichen Zeiten, im unteren die dazugehörigen Spektalkurven. Untersucht hatte ich ursprünglich nur die H β -Linie der im optischen Bereich liegenden Balmer-Serie. Diese charakteristische Absorptionslinie bei 486,1 nm entsteht, wenn Elektronen im Wasserstoffatom angeregt werden und von der zweiten auf die vierte Elektronenschale (oder besser Energieniveau) springen. Aber auch ein paar schwächere Nebenlinien zeigten ein deutliches Signal der Dopplerverschiebung. Dabei spaltet sich eine Linie auf, wenn ein Stern sich von uns weg bewegt, die andere Komponente aber auf uns zukommt. Dieser Effekt kommt zustande, wenn Wellen, ob Licht- oder auch Schallwellen, durch radiale Geschwindigkeiten (in Blickrichtung) gestaucht oder gedehnt werden. Dann verändert sich die Wellenlänge des beobachteten Lichts, die

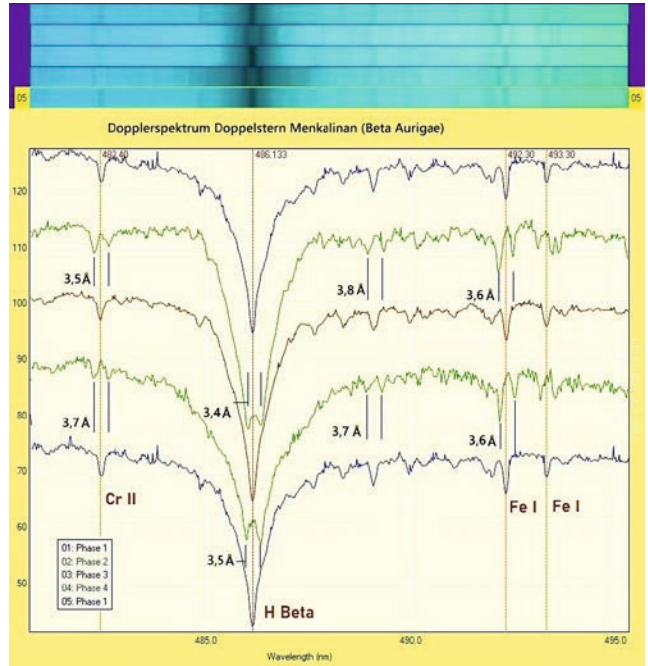


Abb. 2 - Vermessen der Linien in BASS

im Spektrum sichtbar gemacht werden kann. Man sieht in der Graphik deutlich, wie sich in den Spektren zwei und vier einige der Linien aufgeteilt haben.

Die Aufnahmen der Sternenspektren wurden mit der Software BASS (Basic Astronomical Spectroscopy Software) bearbeitet, und ich konnte damit sehr gut die Linienabstände ausmessen. Abb. 3 zeigt die Aufnahmen von zehn Messungen in verschiedenen Phasenaltern in einem 1 nm breiten Bereich um die H- β Linie. Es zeigt einen sinusähnlichen Charakter der Kurve, der auf eine eher kreisförmige Umlaufbahn beider Sterne um ihr Massenzentrum hindeutet. Fünf Pixel auf dem Originalbild entsprechen dabei etwa einem Ångström.

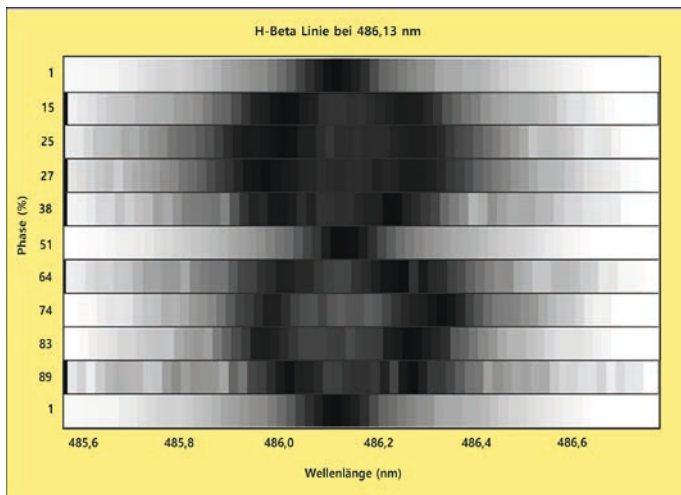
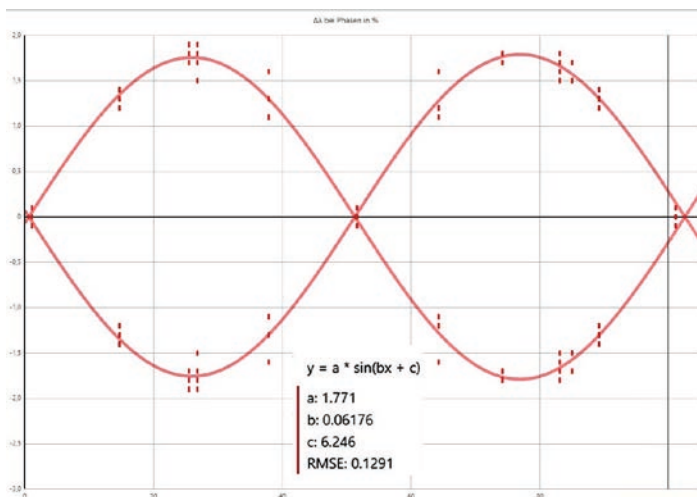


Abb. 3 - Dopplerverschiebungen innerhalb vier Tage

Alle Messwerte habe ich in eine kleine App eingegeben (Vernier Graphical Analysis), die mir daraus eine Näherungsgleichung berechnen konnte. Die so errechnete Amplitude der Sinuskurve entspricht der (halben) maximalen Aufspaltung der Linie. Das ist so viel genauer, als wenn ich nur den Wert von einer Kurve nehme, da das Ergebnis auf vielen Messwerten beruht (Abb. 4).

Abb. 4 - Die Näherungsgleichung anhand der Messwerte



Der Wert für die spektrale Aufspaltung, den ich so herausbekommen habe, war $1,77 \text{ \AA}$ und entspricht der Dopplerverschiebung einer Komponente des Doppelsternsystems. Damit ließ sich jetzt die relative Geschwindigkeit berechnen, mit der sich ein Stern auf uns zu und der andere von uns weg bewegt (Abb. 5). Dabei ist das Verhältnis der Wellenlängenänderung zur Wellenlänge ($d\lambda/\lambda$) gleich dem Verhältnis der Sterngeschwindigkeit zur Lichtgeschwindigkeit (v/c).

Diese Gleichung gilt für kleinere Geschwindigkeiten, wie man sie hier noch hat (Abb. 5). Zur Vereinfachung habe ich angenommen, dass die Umlaufbahnen der Sterne annähernd kreisförmig, deren Rotationsachse mit etwa 90° zur

Blickrichtung geneigt ist und beide Sterne etwa die gleichen Massen haben. Aus diesen Werten konnte ich nun die Geschwindigkeit zu $109,5 \text{ km/s}$ berechnen. Die Werte von professionellen Observatorien liegen bei 108 km/s und 111 km/s für jeweils eine der Komponenten.

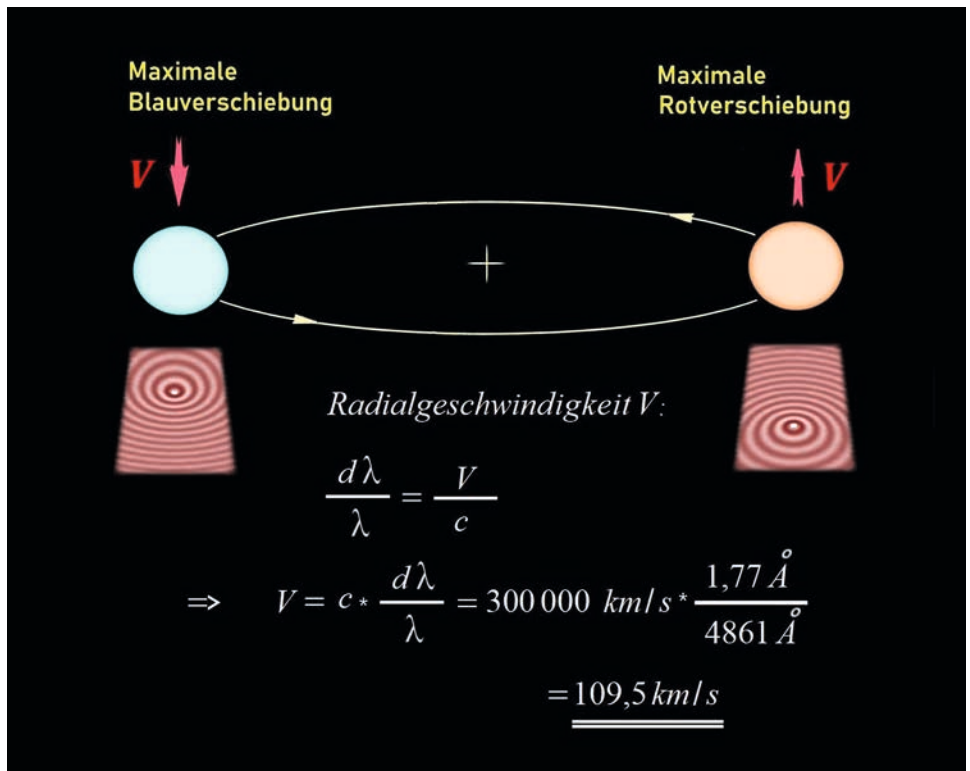


Abb. 5 - Berechnung der Sternengeschwindigkeiten

Es zeigte sich, dass trotz meiner Vereinfachung des Systems doch ein wirklich guter Wert herauskam. Zu beachten ist, dass so nur die durchschnittlichen Relativgeschwindigkeiten erfasst wurden. Also nicht die der einzelnen Sterne, da ich ja beide als massengleich angesehen habe. Auch die Geschwindigkeit, die das Doppelsternsystem bezüglich der Erde hat, wird damit nicht erfasst. Dieses System hat tatsächlich eine fast kreisförmige Umlaufbahn, und deren Rotationsachse ist mit etwa 75° Neigung immer noch optimal für solche Messungen. Aber meine Erwartungen wurden auf jeden Fall mehr als übertroffen. Und es zeigte mir vor allem,

dass man viele Entdeckungen, die die Wissenschaft gemacht hat, zwar auf einfacherem Niveau, aber trotzdem noch sehr gut nachvollziehen kann.

Anmerkung der Redaktion:

Der ausführliche Vortrag von Peter Dietrich, gehalten am 29.06.2022 bei den Sternfreunden Breisgau unter dem Titel: „Spektroskopie - Eine andere Sicht zu den Sternen“, kann unter folgender URL abgerufen werden:

<https://youtu.be/GGk40jzKi-Y>

Besuch der Sternfreunde Schaffhausen am 15.05.2022

von Andreas Masche

Am 15. Mai hatten wir auf der Schauinland-Sternwarte Besuch von den Betreibern der Sternwarte Schaffhausen aus der Schweiz (siehe <https://www.sternwarte-schaffhausen.ch/first-light>). Die Schaffhausener hatten sich für 15:30 Uhr am Sonntag Nachmittag angekündigt. Volker, Andreas R. und Martin waren schon vorher auf der Sternwarte, um den Besuch vorzubereiten: Kuppeln öffnen, H α -Teleskope zur Sonnenbeobachtung einrichten, Stühle und Tische aufstellen, Info-Material (Blättchen, Kalender) auslegen, neue Astrofotos aufhängen. Und auch Peter kam mit dem Mountainbike kurz auf der Sternwarte vorbei.

Kurz vor 17:00 Uhr traf der Schweizer Bus schließlich ein. Nach der Begrüßung machten wir mit der Gruppe (17 Personen) den angekündigten Spaziergang zur Sternwarte in der immer noch milden Nachmittagssonne. Dabei konnten wir schon mal über die Geschichte unserer Sternwarte berichten, wie es zu dem Standort auf dem Schauinland kam, und über die für mitteleuropäische Verhältnisse sehr gute Qualität des

Himmels an diesem Ort. Die Schweizer waren ganz angetan von der Schönheit der Landschaft und vom Blick zum Feldberg (und die Schweiz ist ja auch nicht arm an schönen Landschaften). Der Hinweis, dass man Richtung Süden bei klarer Luft beste Sicht auf die Schweiz bzw. ihre Berge habe, hob die Stimmung weiter.

Angekommen in der Sternwarte besichtigte die Gruppe unsere Einrichtungen, also die Kuppeln und die Teleskope. Auch privates Equipment von Volker und Julian Shroff war aufgebaut. Die Gäste waren durchaus beeindruckt von unserem Konzept einer Mitgliedersternwarte, bei der mit wesentlich geringeren Mitteln als sie selbst in Schaffhausen zur Verfügung haben (dort stehen zwei moderne 70cm-Teleskope zur Verfügung!), eine tolle Einrichtung geschaffen wurde. Die Zeit verstrich schnell und kurz nach 18 Uhr machte sich die Gruppe bereits wieder auf den Heimweg, nicht ohne die Sternfreunde Breisgau ganz herzlich zu einem Gegenbesuch nach Schaffhausen einzuladen und 100 € in die Spendenkasse zu stecken.



Foto: Martin Federspiel

Mein Fazit: Ein gelungener Nachmittag, den Gästen scheint es gefallen zu haben, und die Sternfreunde Breisgau können durchaus stolz auf die Schauins-

land-Sternwarte sein. Wir haben einen neuen internationalen Kontakt und ein mögliches Ziel für den nächsten Vereinsausflug.

Abb. rechts: Besuch aus Bern

Und nochmal kamen Besucher aus der Schweiz: Am 13. August empfangen Martin Federspiel und Rainer Glawion acht Gäste von der Astronomischen Gesellschaft in Bern auf der Sternwarte, die Martin Federspiel von Aufenthalt in Teneriffa und in Bern kennt. Bei der Besichtigung wurde ausführlich gefachsimpelt und das prachtvollw Sommerwetter genossen.

Text: Martin Federspiel

Foto: Rainer Glawion



Spendenübergabe Volksbank Freiburg am 19.05.2022

von Andreas Reichenbach

Nach dem erfolgreichen Start unseres neuen Refraktors in der Westkuppel steht nun die Ostkuppel im Fokus. Andauernde Bemühungen, die Sternwarte zu verbessern und aufzurüsten, sind essentiell, um ihr Fortbestehen zu sichern und neue Mitglieder zu gewinnen. Unsere geplante Modernisierung der Ostkuppel ist keine unbedeutende Aufgabe, sondern muss sorgfältig geplant und finanziert werden. Deswegen hat uns die Spende unserer Hausbank besonders gefreut. Die Volksbank Freiburg unterstützt die Modernisierung der Ostkuppel mit einer Spende von 2.000 €.

Zur symbolischen Scheckübergabe fanden sich am 19.05.2022 Vertreter der Volksbank Freiburg und unseres Vorstands (Peter Dietrich, Volker Buß und Andreas Reichenbach) auf der Sternwarte ein. Aus einem ursprünglich geplanten kurzen Fototermin wurde dann allerdings ein professioneller Videodreh, in dem die Sternfreunde Breisgau als Verein und unser Projekt vorgestellt wurden.

Nachdem wir nur knapp dem in der Unwetterwarnung angekündigten Gewitter entronnen waren, kamen bei der Technik der Videodrohne Probleme auf, die an manch verunglückten Beobachtungsabend

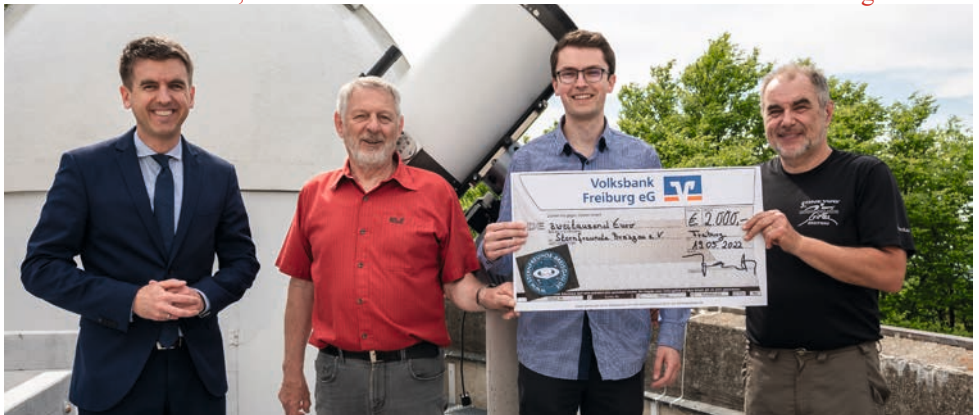
erinnerten.

Nach anfänglichen Startschwierigkeiten in der für uns ungewohnten Situation vor statt hinter der Kamera konnten wir dank der geduldigen Anleitung des Kameramanns Ricco Protz und den Vertretern der Volksbank, Herrn Alexander Jacobs und Frau Franziska Wendlandt, ein gutes Ergebnis abliefern. In der restlichen Zeit stellten wir unsere Sternwarte vor, zeigten Astrofotografien und erklärten die Technik in den Kuppeln. Mit den Ausgaben unserer Vereinsmitteilungen und unserem Jahreskalender hatten wir ein kleines Dankeschön für unsere Gäste von Volksbank und dem Drehteam von RA Productions.

Abschließend möchte ich mich im Namen des Vorstands und des gesamten Vereins bei der Volksbank für ihre Unterstützung bedanken.

Der Film wird für den Geschäftsbericht 2022 der Volksbank Freiburg nächstes Jahr veröffentlicht. Im Freiburger Stadtkurier wurde aber schon jetzt über die Spendenübergabe an die Sternfreunde Breisgau berichtet (Stadtkurier Nr. 24/15. Juni 2022, https://www.stadtkurier.de/wp-content/uploads/2022/06/SK_KW_2422.pdf).

V.l.n.r.: Alexander Jacobs (Leiter des Vorstandsstabs der Volksbank Freiburg), Volker Buß, Andreas Reichenbach, Peter Dietrich. - Foto: © Ricco Protz / Volksbank Freiburg eG



Wandsanierung im Rundbau der Sternwarte

von **Andreas Reichenbach**

Nachdem wir im letzten Herbst bereits den Boden des Rundbaus mit einer pflanzenwachstumshemmenden Matte abgedeckt und mit Kies bzw. Forstmischung aufgeschüttet haben, gehen wir nun dieses Jahr die marode Wand des Rundbaus der Sternwarte an.

Da durch die Witterung auf dem Schauinsland auch professionell verarbeiteter Putz nach wenigen Jahren marode wird, haben wir uns dazu entschlossen, einen anderen Weg zu gehen. Statt neu zu verputzen, haben wir Platten aus verzinktem Blech gekauft. Ähnlich der Verkleidung, die bereits auf der Westseite außen am Rundbau ange-

bracht ist, wollen wir vor dem Winter die Innenseite nun großflächig abdecken.

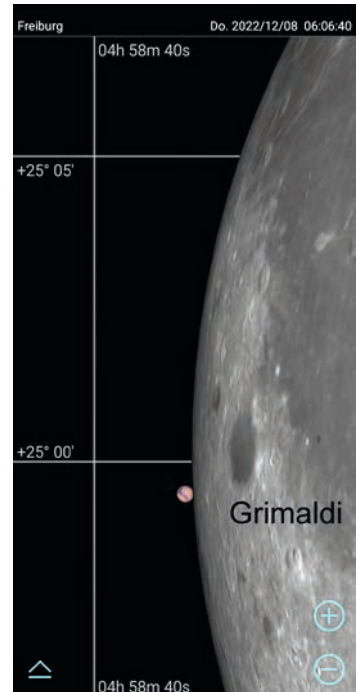
Die **Sparkasse Freiburg Nördlicher Breisgau** hat uns bei dieser Aktion durch eine großzügige Spende von 900 € unterstützt, wofür wir sehr dankbar sind. Ohne diese Spende hätte die dringend benötigte Sanierung noch mehrere Jahre gebraucht.

Die Platten werden erst nach Redaktionschluss dieses Heftes montiert. Im Hochsommer war es uns dann doch zu heiß dafür. Nach Fertigstellung erfolgt dann aber ein kurzer Bericht über den Stand der Sanierung des Rundbaus.

Beobachtungstermin: Der Mond bedeckt den Mars am 08. Dezember 2022

von **Lutz Bath**

Am 8. Dez. 2022 früh morgens kurz nach 6 Uhr MEZ bedeckt der Mond den 17“ großen Planeten Mars. Bei astronomischen Ereignissen kann so einiges die Beobachtung erschweren. Dieses Mal ist es so, dass die Mars-Bedeckung genau bei Vollmond stattfindet: Der Vollmond-Zeitpunkt liegt 1 Stunde vor dem Eintritt! Auch steht der Mond beim Eintritt nur 20° über dem Horizont, beim Austritt sind es noch 11°, fortgeschrittene Morgendämmerung also. Hoffen wir also auf gutes Wetter. Trotz allem sollten wir bei diesem sehr seltenen Ereignis einen Versuch wagen. Die untenstehenden Zeiten beziehen sich auf Freiburg.



Eintritt (Beginn) 06:06:40 MEZ

Austritt (Ende) 07:03:30 MEZ

Alt/Az

Alt/Az

Mars +20°/285°

11,5°/295° Westnordwest

Sonne -18°/103°

-9°/113° Morgendämmerung

STERNFREUNDE BREISGAU E.V.

VEREINSTERMINE

Vereinsabende und Vorträge bei den Sternfreunden Breisgau

Bitte informieren Sie sich regelmäßig auf der Vereinswebseite www.sternfreunde-breisgau.de über den neuesten Stand der Vorträge. Mitglieder, die im Verteiler der SFB-Members-Liste stehen, werden automatisch benachrichtigt.

Mittwoch, 28. September 2022

Der Vulkanausbruch auf La Palma im Herbst 2021 und seine Folgen für das European Northern Observatory



Die Kanarischen Inseln sind als Urlaubsziel bei Europäern sehr beliebt. Wohl selten hat ein Vulkanausbruch ein so großes Medieninteresse gefunden wie die Eruption des Tajogaite auf La Palma im vergangenen Jahr, die nicht nur den Tourismus auf der Insel monatelang lahmlegte, sondern auch zahlreiche Siedlungen zerstörte. Beinahe unbeachtet blieb, dass auch die größte europäische Nordsternwarte, das European Northern Observatory mit zahlreichen Großteleskopen, durch den Ausbruch lange Zeit in seiner Arbeit beeinträchtigt wurde.

Die Referenten haben den Vulkanausbruch auf La Palma selber miterlebt und auch das European Northern Observatory auf dem Roque de los Muchachos in 2400 Metern Höhe besucht. Sie berichten mit Bildern und Videos über die Vulkaneruption und ihre Folgen für Mensch und Umwelt.

Ein Vortrag von Gundo Klebsattel und Rainer Glawion

Lesehinweis zum Vortrag: In Heft 1/2022 der SFB Vereinsmitteilungen finden Sie auf den Seiten 8-13 einen Kurzbericht über den Vulkanausbruch auf La Palma. Einige Videos dazu können Sie auf unserer Vereins-Webseite aufrufen:

<https://www.sternfreunde-breisgau.de/Vereinsmitteilungen/>

Mittwoch, 26. Oktober 2022

Astronomiereisen 2023/24 nach Namibia, Island und Grönland

Die Magellanschen Wolken über den Sanddünen der Namib, Polarlichter über der imposanten Kulisse isländischer Vulkane und majestätischer grönländischer Eisberge – Traumziele für Astronomie- und Naturbegeisterte.

Der Referent berichtet über seine geleiteten Astronomiereisen in den kommenden Jahren in Zusammenarbeit mit einem Reiseveranstalter, der auf Astronomiereisen spezialisiert ist. Alle Reisen enthalten - neben dem astronomischen Beobachtungsprogramm - ausführliche



Exkursionen zu den naturkundlichen Höhepunkten der bereisten Länder. Dabei kann der Referent auf jahrzehntelange eigene Forschungen in den Ländern zurückgreifen. Er führt die Reisegäste und die Besucher dieses Vortrags auch zu entlegenen Plätzen, die abseits touristischer Routen liegen. In diesem Vortrag werden die geplante Reise nach Namibia im Mai 2023, nach Island im September 2023 und nach Grönland im Jahr 2024 vorgestellt.

Lassen Sie sich in diesem Vortrag anhand von Bildern und Videos in die Weiten des Südlichen Sternhimmels und der arktischen Polarlichter über exotischen Landschaften mitnehmen.

Ein Vortrag von Prof. Dr. Rainer Glawion

Mittwoch, 30. November 2022

Sonnenphysik auf anderen Sternen

Alle Sterne außer der Sonne sind so weit von uns entfernt, dass es nicht möglich ist, mit herkömmlichen Teleskopen Strukturen auf ihren Oberflächen direkt zu beobachten. Selbst die größten Sterne in unserer Nähe erscheinen unter einem Winkel von weniger als einer Zehntel Bogensekunde, nur wenig mehr als die Beugungsgrenze einzelner Teleskope. Durch die kohärente Kombination mehrerer Teleskope gelingt es mittlerweile, Teleskope mit Öffnungen von über hundert Metern zu simulieren und damit Strukturen auf Riesensternen aufzulösen. Dieser Vortrag stellt neuere Ergebnisse, die mit den Stellarinterferometern VLTI und CHARA gewonnen wurden, vor.

Ein Vortrag von Prof. Dr. Oskar von der Lühse, Wissenschaftlicher Direktor i. R., Leibniz-Institut für Sonnenphysik, Freiburg

Termine der Vereinsabende im Herbst/Winter 2022/23

28.09.2022	20 h	25.01.2023	20 h
26.10.2022	20 h	22.02.2023	20 h
30.11.2022	20 h	29.03.2023	20 h

Wichtige Hinweise zu den Vereinsabenden:

Die Vorträge finden in der Gaststätte des Eisenbahner Sportvereins Freiburg e.V. (ESV) in der Kufsteiner Straße 2 um 20 Uhr statt.

Offizieller Beginn des Sternfreundeabends ist bereits um 19:30 Uhr. Bis Vortragsbeginn ist Gelegenheit zum vielfach gewünschten Austausch mit anderen Vereinsmitgliedern. Wir bitten auch darum, Getränke und Essen vor Vortragsbeginn zu bestellen, damit der Vortrag möglichst wenig gestört wird.

Zurückliegende Vorträge anschauen

Für die Mitglieder, die an den Vortragsabenden nicht persönlich teilnehmen konnten, haben wir die Abendvorträge der letzten Monate aufgezeichnet. Über die folgenden Links können Sie sich die Videos auf YouTube anschauen:

27.07.2022 US-Sonde New Horizons – Stippvisite bei Pluto und Arrokoth (Vortrag von Herbert Haupt)
<https://youtu.be/hsK0mgAkdo0>

29.06.2022 Spektroskopie - Eine andere Sicht zu den Sternen (Vortrag von Peter Dietrich)
<https://youtu.be/GGk40jzKi-Y>

25.05.2022 Unendlichkeit: Mathematischer Alltag, physikalischer Albtraum (Vortrag von Wolfgang Steinicke)
<https://youtu.be/YGJrVvZplh8>

30.03.2022 Fotografie der Sonne (Vortrag von Hartwig Nahme)
<https://youtu.be/c6sQdV34Hpg>

23.02.2022 Totale Sonnenfinsternis über der Scotia-See (Vortrag von Jörg Schoppmeyer)
<https://youtu.be/Tx2oJdL-AWU>

26.01.2022 450 Jahre Johannes Kepler - Wegbereiter der modernen Naturwissenschaft (Vortrag von Martin Federspiel)
<https://youtu.be/z4NKE7h9if4>

28.07.2021 Totale Mondfinsternis in Mexiko, ringförmige Sonnenfinsternis in Grönland (Vortrag von Jörg Schoppmeyer)
<https://youtu.be/zJS48fTRAOk>

30.06.2021 Moderne Astrofotografie (Vortrag von Julian Shroff)
<https://youtu.be/JVZRuQTAnI4>

Bitte beachten Sie: Die Vorträge sind nicht gelistet, d.h. nicht öffentlich sichtbar (z.B. nicht über eine Suchfunktion auffindbar). Um die Vorträge anzusehen, müssen Sie die angegebenen Links verwenden. Sie dürfen die Links aber gerne an interessierte Freunde, Bekannte etc. weiterleiten.

Rückseitenbild

**Leo-Triplett M 65, M 66,
NGC 3628**

**von Volker Buß und Andreas
Reichenbach**

Teleskop: Lacerta 10"-Foto-Newton
Kamera: QHY268C
Brennweite: 1000 mm
Öffnungsverhältnis: f/4
Belichtung: 60 x 240s
Aufnahmezeitraum: Februar/März 2022

Redaktionsschluss für die nächsten Veröffentlichungen der Sternfreunde Breisgau:

Vereinsmitteilungen 1/2023:
10. Dezember 2022

Jubiläumskalender 2023:
01. Oktober 2022

Festschrift 2023:
10. Januar 2023

**Zu allen Publikationen werden noch
Beiträge gesucht! Bitte senden Sie
Ihre Fotos und Artikel an die Redak-
tion: eta-carinae@gmx.net**



Impressum

Sternfreunde Breisgau e.V.

www.sternfreunde-breisgau.de
info@sternfreunde-breisgau.de

Geschäftsstelle:

Jens Lüdemann (Geschäftsführer)
Sonnhalde 41, 79104 Freiburg

Vorsitzender:

Andreas Masche
Telefon: 0177/845 4295 (Mo-Fr 18-20)

Bankverbindung:

IBAN: DE38 6809 0000 0002 1930 00
BIC: GENODE61FR1
Volksbank Freiburg

Der Verein Sternfreunde Breisgau e.V. ist durch Bescheinigung des Finanzamtes Emmendingen, St.-Nr. 05082/50377, vom 11.07.2018 wegen Förderung der Volks- und Berufsbildung einschließlich der Studentenhilfe auf dem Gebiet der Astronomie als gemeinnützigen Zwecken dienend anerkannt worden und berechtigt, für Spenden und Mitgliedsbeiträge, die ihm zur Verwendung für diese Zwecke zugewendet werden, förmliche Zuwendungsbestätigungen nach § 50 Abs. 1 EStDV auszustellen. Die Satzungszwecke entsprechen § 52 Abs. 2 Satz 1 Nr. 7 AO.

Vereinsmitteilungen der Stern- freunde Breisgau e.V.

[www.sternfreunde-breisgau.de/
Vereinsmitteilungen](http://www.sternfreunde-breisgau.de/Vereinsmitteilungen)

Redaktion: Rainer Glawion

Zuschriften und Leserbriefe zu den
Mitteilungsheften bitte an:

Rainer Glawion eta-carinae@gmx.net

Lektorat: Martin Federspiel

Leo-Triplett

