



ANDROMEDA

Zeitschrift der Sternfreunde Münster e. V.

AUS DEM INHALT

Totale MoFi 2019 - Nachlese

50-jähriges der Mondlandung

Die Entdeckung der Expansion

32. Jahrgang – 1/2019

3.- Euro



Inhalt

Die Mondfinsternis am 21. Januar 2019	3
(486958) 2014 MU ₆₉ , Spitzname „ULTIMA THULE“	5
50-jähriges der ersten Mondlandung	8
Radioastronomie statt Erstligafußball in Bösensell!	11
Sehenswerte zirkumplare Deep-Sky-Objekte – Teil I: Frühjahr – Sommer	12
Sternwarte der Sternfreunde Münster: Aktuelle Situation	19
Sternfreunde intern	20
Lustiges Silbenrätsel – Auflösung	20
Die Entdeckung der Expansion	21
Was? Wann? Wo?	27

Für namentlich gekennzeichnete Artikel sind die Autoren verantwortlich.

Impressum

Herausgeber: Sternfreunde Münster e. V.
Sentruper Straße 285, 48161 Münster

Redaktion: Andreas Bügler, Michael Dütting,
Peter Maasewerd, Reinhard Mawick, Hans-Georg Pellengahr,
Stephan Plaßmann, Andrea Schriever, Ewald Segna (V.i.S.d.P.),
Hermann Soester, Klaus Soja, Jürgen Stockel, Christiane Wermert,
Witold Wylezol

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

Auflage: 180 / April 2019

Titelbild: Andromeda-Nebel M31 – Edward Emerson Barnard, 31.12.1887
January 7, 2018, <https://gallery.library.vanderbilt.edu/items/show/789>

Rückseite: 5. Solvay Konferenz 1927 – Benjamin Couprie

Die Mondfinsternis am 21. Januar 2019

Hermann Soester, Jürgen Stockel

Kalt war's, minus 8 Grad Celsius zeigte das Autothermometer. Aber so ist es nun mal zu dieser Jahreszeit: Ein klarer Himmel und Temperaturen unter dem Gefrierpunkt kommen Hand in Hand daher. Immerhin konnten wir das Ereignis ohne störende Wolkenbildung beobachten.

Früh war's, um 4:34 Uhr fand der erste Kontakt statt, bei dem der Kernschatten der Erde den Mond erstmalig traf. Trotzdem trafen sich einige unerschrockene Sternfreunde, um das in der Presse angekündigte Ereignis öffentlich zu beobachten und es so einem breiteren Publikum mit Hilfe unserer Teleskope näher zu bringen.

Selbstverständlich konnte man nicht mit so vielen Menschen rechnen, wie am 27. Juli, als die vorangegangene Finsternis in lauen Abendstunden ungefähr 2000 Menschen an den Aasee lockte, wo die Sternfreunde ihre Instrumente aufgestellt hatten. Aber es kamen immerhin schätzungsweise an die 100 unerschrockene Besucher. Und die zeigten sich sehr interessiert, stellten Fragen und äußerten vielfach Begeisterung.

Für mich war es gleichzeitig der erste öffentliche Auftritt meines im Sommer erstandenen 80mm ED-Refraktors der Firma Explore Scientific, der mir für dieses Ereignis genau angemessen schien.

Diese Anschaffung begreife ich auch als eine Art „Altersvorsorge“, denn so ein Gerät kann man auch mit einem nicht mehr ganz so tragfähigen Rücken durchaus transportieren. Ich stellte mich neben Jürgen Stockel, der trotz ein paar Monaten mehr auf dem Buckel seinen 16 Zoll Dobson mitgebracht hatte. Stephan war mit seinem Doppelrefraktor dabei, sowie der orangefarbene 14 Zoll Schmidt-Cassegrain des Naturkundemuseums und einige mehr, die ich gar nicht alle gesehen

hatte. Laut SAT 1 regional sollen es insgesamt 20 Teleskope gewesen sein, da habe ich wohl einige übersehen. Zusätzlich war der WDR für sein Regionalprogramm anwesend, um einige Besucher, aber auch Jochen Borgert zu interviewen. Der durfte sich dann zunächst über seine kältgerechte Montur auslassen, etwas später aber auch etwas von seinen persönlichen



Eindrücken erzählen. SAT 1 hatte sich meinen „Teleskopnachbarn“ Jürgen vorgenommen. Dieser erzählte viel von den zahlreichen Aktivitäten des Vereins, was allerdings komplett dem Schnitt zum Opfer fiel. Worüber sich Jürgen wiederum (nachvollziehbar) ziemlich ärgerte.

Ungefähr synchron mit dem Erdschatten über den Mond kroch mir langsam auch die Kälte durch die Kleidung, und ich spürte nicht zum ersten Mal das Phänomen, dass mir das Sprechen mit den Besuchern schwerer fiel, wahrscheinlich aufgrund von fortschreitender Kieferunterkühlung.

Die Mondfinsternis selbst nahm ihren üblichen Verlauf und erreichte pünktlich um 5:41 Uhr ihre Totalität, und unser Trabant schimmerte im Erdschatten von nun an bis 6:43 Uhr in seinem üblichen Rostrot. Eine Ähnlichkeit mit der Farbe des Blutes kann ich jedenfalls nicht nachvollziehen, weshalb ich die „moderne“ Bezeichnung „Blutmond“, um es mal ganz profan auszudrücken, ziemlich bescheuert finde. Jürgen musste in dem SAT I Beitrag dann auch noch die Bezeichnung „Blutmondfan“ in schriftlicher Form einstecken.

Die maximale Totalität erreichte die Finsternis um 6:12. Dies war dann leider ungefähr der Zeitpunkt, an dem ich die Szenerie verlassen musste, um noch pünktlich zur Arbeit zu kommen. Dass mir das beinahe nicht gelungen wäre, lag an dem eiskalten Zustand meiner Hände. Ich bekam den Zündschlüssel meines Autos zunächst gar nicht umgedreht, so gefühllos waren sie geworden. Einen letzten Blick auf die partielle Phase nach der Totalität konnte ich dann noch einmal kurz aus dem Fenster des RE 42 auf meinem Weg nach Gelsenkirchen erhaschen. Jürgen, verdienter Ruheständler, durfte bleiben und ist nun für die Fortsetzung am Naturkundemuseum zuständig.

Danke Hermann, da hast Du ja schon alles Wesentliche beschrieben. Ohne Hermann hatte der rötliche Mond nun auch keinen Bock mehr und näherte sich rasant den Baumwipfeln. Die Schuhinnentemperaturen zogen dabei ebenfalls weiter nach unten, und das mystische Rot wurde bei zunehmender Mondbeleuchtung sehr schnell schwächer. Die arbeitende Bevölkerung besann sich ihrer Pflichten, und die Kamerateams düsten ab in ihre Studios. Da war eigentlich auch für uns Sternfreunde und die letzten tapferen Gäste nicht mehr viel zu sehen. Stopp, nicht ganz! Die letzten Unentwegten belohnten wir noch mit einem Blick auf Venus und Jupiter, die in der Morgendämmerung neben dem Museumsgebäude auftauchten: Wir sahen die Venussichel und die Monde des Jupiter. Mit diesen zusätzlichen Astrohightlights im Gepäck verließen auch die

letzten Besucher frohgelaunt den Museumsplatz. Fazit der Aktion: Es hat mal wieder viel Spaß gemacht, einer großen Besuchergruppe ein tolles Astroereignis zeigen und erklären zu können. Ich hoffe, dass wir Sternfreunde alle Besucher mit unserem eigenen Enthusiasmus für das Abenteuer Astronomie begeistern konnten!

Nachtrag:

Während der totalen Mondfinsternis, um 04:41:43 UT, schlug ein Meteoroid auf den Mond auf. Viele Amateurastronomen haben die Explosion gesehen oder sogar fotografiert.

Bislang sind mindestens ein Dutzend Fotos und Videos im Internet aufgetaucht. Ausgehend von einem Bild des Niederländers Christian Fröschlin, hat der Geologe und Amateurastronom Justin Cowart die selenographischen Koordinaten der Einschlagstelle geschätzt:

29.47S, 67.77W +/- 4km.

Damit befindet er sich westlich des Mondkraters Lagrange H.

Der Lunar Reconnaissance Orbiter der NASA kann diese Koordinaten vielleicht nutzen, um mit seiner Kamera gezielt den entstandenen Krater zu fotografieren. Auf dem Foto von *Klaus Kumbrink* (s. S. 3) habe ich den genauen Ort der Leuchterscheinung eingezeichnet (weißer Punkt).

Quelle: <https://skyweek.wordpress.com/page/2/>

Fotografen die gegen 04:41 UT Bilder gemacht haben, sollten ihre Aufnahmen auf dieses Ereignis hin überprüfen. Vielleicht haben ja einige den Impakt-Blitz auf dem Mond aufgenommen. Die Redaktion der Andromeda würde gerne die Fotos in der kommenden Ausgabe veröffentlichen!

Ferner sind auch zwei helle Meteore in der Phase der Totalität von Besuchern der öffentlichen Beobachtung der Sternfreunde Münster am LWL-Museum für Naturkunde gesehen worden, oberhalb des total verfinsterten Mondes.

-- ES

(486958)2014 MU₆₉ Spitzname „ULTIMA THULE“

Reinhard Mawick

Als Ewald in der Redaktionskonferenz der AN-DROMEDA die Worte „ULTIMA THULE“ benutze, war ich zuerst etwas verwundert. Was macht eine schwedische Rockband für einen Verein von Sternfreunden so interessant, dass in der vereinseigenen Zeitschrift darüber geschrieben werden soll. Ich fand diese Idee umso schlimmer, als ULTIMA THULE doch eher Rechts-Rock spielen. Ein Griff zum Telefon, die Suchmaschine meines Vertrauens benutzt und herausgefunden, dass „ULTIMA THULE“ nicht nur den nördlichsten Landpunkt auf der Erde bezeichnet (bei den Koordinaten 83° 41' 20,7" N, 31° 5' 26,8" W), ganze 705 km vom Nordpol entfernt, sondern „ULTIMA THULE“ auch der (vorläufige) Name für das transneptunische Objekt (486958)2014 MU₆₉ ist.

Dieses Objekt hat nun Besuch von der Erde bekommen. Die Raumsonde New Horizon war am 19. Januar 2006 in Kap Canaveral gestartet worden, um dem Planeten Pluto (Ja, dem Planeten

Start schneller als jedes andere (Raum-)Fahrzeug zuvor. Mit der Geschwindigkeit von 16 km/sek verließ New Horizon die Erde und flog auf einer höchst komplizierten Route zum Rand des Sonnensystems. Eine Station unterwegs war Jupiter, dessen Masse sie nutzte, um noch einmal mittels eines Swing-By Manövers weitere 4 km/sek an Geschwindigkeit zu gewinnen.

Nach nur knapp 9 Jahren Flugzeit erreichte New Horizon am 14. Juli 2015 Pluto. Pluto umkreist die Sonne auf einer höchst exzentrischen Kreisbahn mit einem Abstand zwischen 30 und 50 Astronomischen Einheiten. Beim Start von New Horizon war Pluto 31,744 AE (entspricht ca. 4.800.000.000.000 Meter) von der Erde entfernt.

Der Besuch bei Pluto war kurz, aber erfolgreich. Zwei Jahre dauerte die Übertragung der Fotos, die New Horizon bei ihrem „Fast-Fly-By“ gemacht hatte.

Anfang Juli 2016 genehmigte die NASA dann eine Anschlussmission für New Horizon, die die Untersuchung von (486958) 2014 MU₆₉ und anderen Objekten des Kuiper-Gürtels zum Inhalt hatte.

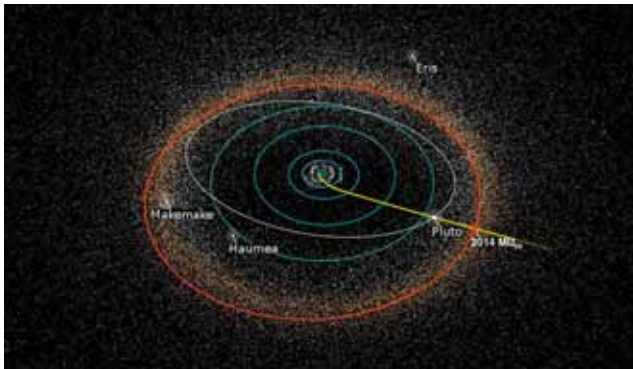


Abb. 1: Umlaufbahn von 2014MU69 und Flugbahn von New Horizon. (Foto: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute/Alex Parker)

Pluto. Als New Horizon startete, war Pluto noch ein vollwertiger Planet) einen Besuch abzustatten. Er war bis dahin noch von keiner Raumsonde untersucht worden. New Horizon war bei ihrem

(486958) 2014 MU₆₉ wurde am 26. Juni 2014 durch das Hubble Space Teleskop bei einer gezielten Suche nach möglichen weiteren Vorbeiflugszielen von New Horizon entdeckt und im August 2015 von der NASA als nächstes Ziel der Raumsonde festgelegt. Den schönen Namen ULTIMA THULE erhielt das Objekt bei einem Wettbewerb der NASA. Im März 2018 erwählte das New-Horizons-Team aus den Vorschlägen den Namen ULTIMA THULE. Als kurz nach dem Vorbeiflug am 1. Januar 2019 um 18:33 MEZ

klar war, dass es sich um ein System aus zwei sich berührenden Körpern handelt, wurde der größere Teil mit ULTIMA und der kleinere Teil mit THULE bezeichnet.

Und dann kamen sie, die Bilder von Ultima Thule, die Bilder vom fernsten Objekt, das wir je aus der Nähe gesehen hatten. Schon die ersten Bilder zeigten, dass das Objekt überraschend komplex aufgebaut ist, aus zwei Teilen zusam-

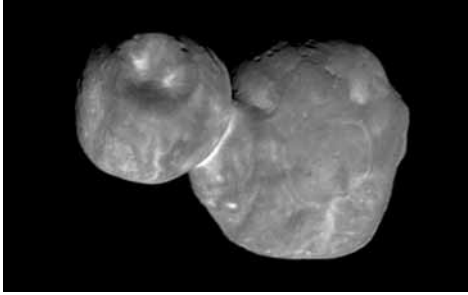


Abb. 2: (486958) 2014 MU69 „Ultima Thule“; Bild: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

mengesetzt, die nur lose aneinander zu haften scheinen. Das oben gezeigte Foto wurde am 1. Januar 2019 aus einer Entfernung von 6.700 km aufgenommen und hat eine Auflösung von 135 m pro Pixel. Auffallend sind die vielen Vertiefungen und die ca. 7 km große Delle auf dem kleineren Teil von ULTIMA THULE. Es könnte ein Einschlagskrater sein. Es könnte aber auch sein, dass vor langer Zeit flüchtige Stoffe ausgegast sind und die Oberfläche dabei eingebrochen ist. Weiter interessant sind die vielen hellen und dunklen Flecken und der helle Kragen, der sich an der

Verbindungsstelle der beiden Teile gebildet hat. Die Helligkeitsunterschiede deuten auf unterschiedliche Materialien hin, aus denen ULTIMA THULE besteht. Es wird bis 2020 dauern, bis alle Fotos, die New Horizon gemacht hat, zur Erde übertragen sind. Aber schon heute kann man sagen, dass sich dieser Besuch gelohnt hat.

Das Objekt ist 33 km lang und gibt uns einen faszinierenden Einblick in die Vergangenheit des Sonnensystems. Vor 4,5 Milliarden Jahren, als das Sonnensystem geboren wurde, gab es noch keine Planeten; sondern nur Gas und Staub. Aus dem Staub fanden sich größere Brocken zusammen, die wieder kollidierten und verschmolzen, bis am Ende des Prozesses große Planeten entstanden sind. ULTIMA THULE zeigt uns quasi ein eingefrorenes Bild aus dieser Zeit.

Es benötigt viele große Brocken, um einen großen Planeten entstehen zu lassen, und für diese vielen großen Brocken müssen sehr viele kleinere Objekte miteinander kollidieren. In großer Entfernung zur Sonne (ULTIMA THULE ist 44-mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde) bewegen sich die Himmelskörper sehr langsam und die Abstände zwischen den Objekten sind viel größer. Es gab somit auch weniger Kollisionen und folglich sind dort eben auch keine Planeten entstanden, sondern nur einige sehr große Asteroiden wie zum Beispiel Pluto oder Eris.



Abb. 3: Das Diagramm der NASA zeigt, wie das Kuiper Belt Objekt 2014 MU69, Spitzname „Ultima Thule“, entstanden sein könnte. Foto: NASA / JHUAPL / Swift / James T. Keane, **Links:** Eine rotierende Wolke aus kleinen, eisigen Körpern beginnt zu verschmelzen. **Mitte:** Schließlich bleiben zwei größere Körper übrig, Ultima und Thule. **Rechts:** Ultima und Thule spiralen sich langsam näher, bis sie sich berühren und das zweigeteilte Objekt bilden, das wir heute noch sehen.

Zeigten die ersten Aufnahmen des Vorbeiflugs noch ein Objekt, dessen Form man annähernd als „Schneemann“ hätte bezeichnen können (siehe Abb. 2), zeigten die bis Ende Februar 2019 übertragenen Daten, dass vor allem der größere Teil des Doppelobjektes, also „ULTIMA“ wesentlich flacher ist als zunächst angenommen worden war und eher einem Pfannkuchen ähnelt, während der kleinere Teil des Doppelobjektes eher einer verbeulten Walnuss gleicht. Eine Atmosphäre hat ULTIMA THULE nicht, es wird auch nicht von Monden umkreist, und seine Farbe ist deutlich rot. Eine computer-generierte Ansicht der Form von ULTIMA THULE zeigt Abbildung 4.

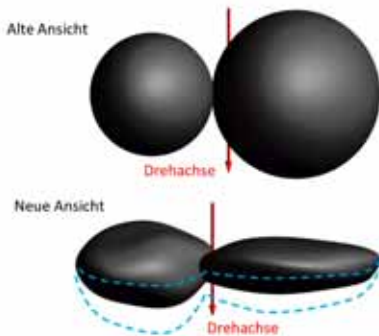


Abb. 4: Computergeneriertes Modell der Form von 2014 MU69. Oben die ursprünglich angenommene „Schneemann“-Form, unten das mit neueren Daten überarbeitete Modell. Bild: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute

Auf der 50. Lunar & Planetary Science Conference¹ vom 18.-22. März 2019 in Houston, Texas präsentierte das Ultima Thule Team erste Detailbilder, die während der zwei Stunden des engsten Vorbeifluges entstanden waren. Die Bilder zeigten eine erstaunlich unversehrte Oberfläche, keine Kraterwüsten wie auf dem Mond, sondern es überwiegen sanfte Hügel, nur wenige Krater mit Durchmessern bis zu 100 m. Die Bilder zeigten aber auch die auffällige Rotfärbung, viel intensiver als bei Mars oder Pluto. Die rote Färbung geht nach Darstellung des Forschungsteams auf komplexe organische

Moleküle, sog. Tholine (2) zurück. Weiterhin wurde Wassereis auf der Oberfläche festgestellt, allerdings ist dies bei KBO's eher der Normalfall, bestehen sie doch zu einem großen Teil aus Eis. Eine weitere Überraschung war der Nachweis von festem Methanol auf der Oberfläche. Er muss sich aus Wasser und Kohlenwasserstoffen gebildet haben. Festes Methanol wurde bisher nur auf wenigen Objekten des äußeren Sonnensystems nachgewiesen.

Inzwischen hat New Horizon schon lange ULTIMA THULE hinter sich gelassen und fliegt mit mehr als 50.000 km / h weiter in den Kuiper-Gürtel hinein. Nach Angaben der NASA ist eine Kommunikation mit New Horizon bis zu einer Entfernung von 200 AE möglich. Diesen Abstand zur Erde wird New Horizon 2070 erreicht haben. Der limitierende Faktor ist die Energieversorgung der Sonde. Laut Projektleiter Alan Stern wird diese bis 2035 oder vielleicht etwas länger ausreichen. Es sei wahrscheinlich, so Stern weiter, dass New Horizon den Terminationsschock erreicht oder sich über ihn heraus entfernt und dabei Messungen vornehmen wird.

¹ <https://www.hou.usra.edu/meetings/lpsc2019/>

² Tholine (abgeleitet vom griechischen Wort für schlammig) bezeichnet eine rötlich braune Mischung komplexer organischer Moleküle aus Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff, die sich in der Atmosphäre von Gasplaneten, Monden oder Kometen unter Einfluss von UV-Strahlung und des Sonnenwindes bilden. Aufgrund von Spektralanalysen fremder Himmelskörper vermutet man eine Zusammensetzung als Heteropolymer oder Makromoleküle, die sich aus einfachen organischen Substanzen wie Methan oder Ethan und Stickstoff bilden. Die Substanz hat eine rötlich-braune Farbe.

Sie könnte auch auf der frühen Erde vorhanden gewesen sein und eine wichtige Rolle bei der Entstehung des Lebens gespielt haben.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Tholine>

50-jähriges der ersten Mondlandung

Buchtipps-Neuerscheinungen

von Hans-Georg Pellengahr

Der Buchmarkt führt ein reichhaltiges Angebot zum 50-jährigen Mondlandungsjubiläum. Nachfolgend stelle ich eine Auswahl der meiner Meinung nach besten Bücher und Bildbände vor, wobei der erstgenannte Band bereits 2009 zum 40. Jubiläum erschienen ist, für mich aber noch heute die spannendste und zugleich umfassendste Quelle für die Apollo-Mond-Missionen darstellt:

Alexis von Croy,
Der Mond und die Abenteuer der Apollo-Astronauten,
 Herbig Verlag, 2009

Im Buchhandel vergriffen, gebraucht bzw. antiquarisch sowie als E-Book aber noch immer erhältlich, zudem besteht ein kostenfreies PDF-Download-Angebot unter <https://epdf.tips/der-mond-und-die-abenteuer-der-apollo-astronauten.html> (s. auch meine Rezension im Andromeda-Heft 1/2012, S 11 ff., <https://www.sternfreunde-muenster.de/artikel.php?t=soft>)

Norman Mailer,
MOONFIRE – Die legendäre Reise der Apollo 11,
 Taschen Verlag, Bibliotheca Universalis, 2016 (fast vergriffen, Neuauflage im Mai 2019)

Der Autor berichtete 1969 für die Zeitschrift LIFE über den Flug zum Mond. Es wurde die längste Reportage, die LIFE je veröffentlicht hat.

Das ursprünglich 2014 als limitierte Ausgabe herausgebrachte Buch wurde von der Presse weltweit mit Begeisterung aufgenommen und war nach Erscheinen umgehend ausverkauft. Auch die Neuauflage 2016 in handlich kleinerem Buchformat ist inzwischen fast ausverkauft. Wer

aktuell kein Exemplar mehr bekommt, muss die in Kürze erscheinende Neuauflage abwarten.

MOONFIRE ist spannend geschrieben und mit hunderten der besten Fotografien und Pläne aus den Schatzkammern der NASA, aus Zeitschriftenarchiven und Privatsammlungen illustriert. Viele bislang unveröffentlichte Abbildungen dokumentieren die Entwicklung der NASA-Raumfahrtbehörde und der Apollo-11-Mission, das Leben in Kommandokapsel und Landefähre sowie auf dem Mond. Auch die weltweit begeisterten Reaktionen auf die erfolgreiche Mondlandung kommen nicht zu kurz. Die Bildlegenden stammen größtenteils von führenden Apollo-Experten. Dazu wurden u. a. Zitate aus dem Logbuch, Interviews mit den Astronauten sowie zeitgenössische Publikationen herangezogen. Auch Geschichte und Wissenschaft hinter den Aufnahmen werden erläutert. Sehr empfehlenswert!

J. R. Hansen,
Aufbruch zum Mond – Neil Armstrong – eine Biografie,
 Heine Verlag, München, Sept. 2018

Neil Armstrong setzte als erster Mensch seinen Fuß auf den Mond. So berühmt er dadurch wurde, so wortkarg und scheu trat er in der Öffentlichkeit auf. James R. Hansen gewährte er erstmals exklusiven Zugang zu privaten Dokumenten und persönlichen Quellen: von Armstrongs Kindheit bis zum unfassbaren Ruhm durch die Apollo-11-Mission und Armstrongs Beteiligung an der Untersuchung der Challenger-Katastrophe.

Dr. James R. Hansen hat als Historiker für die NASA gearbeitet und ist heute Professor für Geschichte an der Auburn University, Alabama.

Verfilmung dazu von Damien Chazelle, „**Aufbruch zum Mond**“, 2018, DVD
 Trailer: <https://www.youtube.com/watch?v=fXM5N3CidiA>

Der Film erzählt die Geschichte der Apollo-11-Mission aus der Perspektive Neil Armstrongs, der von Ryan Gosling sehr eindrucksvoll gespielt wird, ein ruhiger langsamer Film, der nicht nur durch spektakuläre Bilder, sondern vor allem durch seine Emotionalität, die Geschichte rund um den Menschen Neil Armstrong und seine Familie fasziniert. Der Konflikt zwischen Beruf und Familie, das erhebliche Missionsrisiko, die Angst, nicht wieder zur Erde zurückzukehren, sind sehr realistisch eingefangen. Das Mondlandemanöver einschließlich der Computeralarme wird ausführlich – mehr oder weniger in Echtzeit – dargestellt, allein bei der im Film von Armstrong überflogenen „steilen Kraterwand“ an dem vom Bordcomputer angesteuerten Landeplatz wird der Filmdramatik geschuldet stark übertrieben, was dem Film insgesamt aber nicht schadet.

Michael Light,

Full Moon – Aufbruch zum Mond

(Nasa-Bilder), Fredeking & Thaler Verlag, München, 2002

Dieser tolle Bildband ist leider vergriffen, gebraucht aber noch erhältlich; rezensiert von Werner Baumann im Andromeda-Heft 2/2011, S. 28 f.; s. unter <https://www.sternfreunde-muenster.de/artikel.php?t=soft>

Piers Bizony, Übersetzung: Michael Boulanger,

Moonshots – Der Aufbruch zum Mond – die ultimative Fotochronik der NASA, *National Geographic Verlag, Deutschland, Okt. 2018*

Über „Full Moon“ hinausgehend präsentiert diese aktuelle Neuerscheinung nicht nur Bilder der Apollo-Raumflüge, sondern auch der Vorgängerprogramme Mercury und Gemini sowie der nachfolgenden Space-Shuttle-Flüge und der Raumstationen von der russischen MIR bis zur International-Space-Station.

Die Bildqualität ist überragend und es finden sich einige nie zuvor gesehene Raritäten. Der textlich reich erläuterte großformatige Bildband ist ein Muss für jeden Mondfan.

Ulli Kulke,

'69 Der dramatische Wettlauf zum Mond,

Langen Müller im Herbig Verlag, Stuttgart, 2018

Dieses Buch hat meine besondere Aufmerksamkeit gefunden, indem es mir noch 50 Jahre nach der ersten Mondlandung neue Aspekte des Apollo-Programms eröffnet hat.

Abweichend von den anderen Jubiläums-Neuerscheinungen legt dieses Buch den Schwerpunkt nicht auf die Apollo-11-Mission, sondern auf das erstmalige Verlassen des Schwerefeldes der Erde,



den ersten Flug zum Mond und dessen zehnmalige Umkreisung, sieben Monate vor Apollo 11, im Rahmen der Mission Apollo 8 zu Weihnachten 1968.

Geheimdienstinformationen ließen die USA seinerzeit befürchten, die UdSSR

könnte ihnen bei der ersten Mondumkreisung zuvorkommen. Unter diesem Eindruck riskierte die NASA bereits mit dem zweiten bemannten Flug des Apollo-Programms, zugleich dem ersten bemannten Start der leistungsstarken Saturn-V-Trägerrakete, den Flug zum Mond. Experten schätzten die Chancen für das Gelingen dieses gewagten Vorhabens damals auf maximal 50%, weil der vorausgehende – noch unbemannte – Testflug der Saturn V von erheblichen Pannen begleitet wurde. Einzige Rechtfertigung für dieses Wagnis, das den damaligen NASA-Direktor zum Rücktritt veranlasste, war der dramatische Wettlauf im kalten Krieg zwischen Ost und West.

Ulli Kulke schildert diesen Wettlauf, darunter auch Einzelheiten der bis in die 1990-er Jahre

weitgehend unbekanntes sowjetisches Mondprogramm (unbemannt und bemannt), aber natürlich auch das wesentlich vom ehemaligen Chefentwickler der Nazi-Raketenwaffe V 2 Wernher von Braun und seinem Team geprägte Apollo-Mondprogramm der NASA. Dabei werden auch die politischen Hintergründe, der Macht- und Prestigekampf der seinerzeitigen politischen Machthaber (u. a. Kennedy und Chruschtschow) beleuchtet.

Den heute zur Verfügung stehenden Quellen entsprechend, erzählt der Autor viele der Öffentlichkeit bislang unbekannt Details nicht nur der Apollo-8-Mission: Streitigkeiten an Bord und in der Kommunikation mit der Bodenstation, Frank Bormanns Raumkrankheit, die fast zum Missionsabbruch geführt hätte, die Gefühle der Astronauten sowie die Sorgen und Ängste ihrer Angehörigen – etwa der Ehefrauen, wenn sie mittels der in ihren Heimen installierten „Squawk-Box“ den Funkverkehr zwischen Apollo und Mission Control mithörten.

Frank Bormann, William Anders und James Lovell waren die ersten Menschen, die die Erde im Ganzen gesehen haben. Wenige Wochen, nachdem Stanley Kubricks „2001 – Odyssee im Weltraum“ in den Kinos angelaufen war, holte die Wirklichkeit den Film ein, nur mit dem Unterschied, dass das Science-Fiction-Raumschiff „Orion III“ im wahren Leben „Apollo 8“ hieß. Arthur C. Clarke und lange vor ihm schon Jules Verne hatten die Mondfahrt erstaunlich exakt vorgezeichnet.

Die Apollo-8-Astronauten waren die ersten Menschen, die sich in die Anziehungskraft eines anderen Himmelskörpers, des Mondes, begaben. Dabei entzogen sie sich vorübergehend dem Wechsel von Tag und Nacht. Für fast drei Tage wurden sie auf der einen Seite ihres Raumschiffs ununterbrochen von der Sonne beschienen und erlebten einen „ewigen“ Tag.

Die Erde entrückte in weite Ferne. Aus der Mondumlaufbahn erlebten die Apollo-8-Astronauten als erste Menschen den Aufgang der Erde, ein emotional einzigartiges Erlebnis, das sich wohl in das Gedächtnis eines jeden der 12 Apollo-Astronauten unauslöschlich eingebrannt hat. Was dieses einzigartige Naturschauspiel noch einzigartiger macht: Es ist nur aus einem Raumschiff im Mondorbit zu beobachten. Wer auf dem Mond steht, sieht die Erde hingegen unverändert immer an derselben Stelle.

„Erscheint irgendwann einmal eine Fotografie der Erde aus dem Weltraum, so wird die Menschheit nicht mehr dieselbe sein, wir werden eine neue Dimension unseres Daseins erkennen“, soll der Astronom und Philosoph Fred Hoyle 1948 gesagt haben. Die Apollo-8-Earthrise-Fotos brachten der Menschheit den Spiegelblick auf den eigenen Planeten.

William Anders brachte es auf den Punkt: „Ich habe viele Jahre lang trainiert, um den Mond zu umrunden und ihn genau zu beobachten, weil ich dachte, das sei die Mission. Als wir nach Hause kamen, merkte ich, dass wir da draußen etwas viel Wertvolleres entdeckt hatten: die Erde. Ich glaube, dass die Umweltbewegung durch diese Missionen enorm inspiriert wurde.“

Die Earthrise-Fotos von Apollo 8 waren der Startschuss für die internationale Vernetzung von Friedens- und Ökogruppen, damals stark unter dem Eindruck der Atomkriegsgefahr. Der Club of Rome veröffentlichte „Die Grenzen des Wachstums“. Die „Friends of the Earth“ und „Greenpeace“ betraten die Bühne der globalen Umweltszene.

Kulkes etwas anderer Fokus auf die erste Mondfahrt des Menschen offenbart Aspekte, über die sich nachzudenken lohnt. Selbstverständlich schildert der Autor auch die Apollo-11-Mission, aber die außerordentliche Bedeutung von Apollo 8 ist mir erst durch ihn so richtig bewusst geworden.

Wer sich selbst erkennt, der behandelt jeden hier auf der Welt mit Liebe und Respekt!

Radioastronomie statt Erstligafußball in Bösensell!

von Howard Wagner

In Fall des „Preußenparks“ zeichnet sich eine spektakuläre Wende ab. Das Gelände könnte demnächst für Radioastronomie genutzt werden.

Ein halbes Jahr ist es jetzt her, dass die Pläne des SC Preußen 1906 Münster für einen Stadionneubau in Bösensell scheiterten. Der Fußballdrittligist war auf der Suche nach einem geeigneten Grundstück für ein erstligataugliches Stadion über die Stadtgrenzen hinausgegangen. Doch der Widerstand der örtlichen Bevölkerung wegen der zu erwartenden Verkehrs- und Lärmbelastigung verhinderte, dass die 300.000-Einwohner-Stadt Münster auf absehbare Zeit angemessenen im deutschen Fußball vertreten sein wird.

Dennoch hat die Sache auch ihr Gutes. Zufällige Kontakte eines unserer Vereinsmitglieder zu Sendener Ratmitgliedern machte diese auf das SETI-Institut (Search for Extraterrestrial Intelligence) aufmerksam. Diese Non-Profit-Nichtregierungsorganisation sucht seit 1984 mit Radioteleskopen nach Funksignalen außerirdischer Zivilisationen und wird hierbei von einflussreichen Organisationen, Unternehmen und Einzelpersonen finanziert (z.B. NASA, Hewlett-Packard, Juri Milner, Tim Cook). Eine Anfrage der Stadtverwaltung ergab, dass das SETI-Institut an dem zum Verkauf stehenden Grundstück durchaus interessiert ist. Zunächst würde eine 10-Meter-Antennenschüssel und eine Kommandozentrale gebaut werden. Im weiteren Verlauf würden dann fünf bis acht zusätzliche 10-Meter-Radioteleskope installiert und zu einem Array zusammengeschlossen. Dies wäre aber nur dann möglich, wenn weitere Partner einsteigen. Gedacht ist hierbei beispielsweise an die astronomische Fakultät der Uni Bochum, dessen Leiterin, Frau Prof. Susanne Hüttemeister, bestens in der Szene vernetzt ist.

Aber auch das LWL-Museum für Naturkunde in Münster, dessen rühriger Leiter Dr. Jan Ole

Kriegs dem Ansinnen des SETI-Institutes sehr aufgeschlossen gegenüber steht. Denn nun besteht die Möglichkeit, „neben dem Standbein optische Astronomie – wir haben hier ein C14 für öffentliche Beobachtungen – nun endlich auch die Radioastronomie am LWL-Museum für Naturkunde etablieren zu können.“ Bösensell ist ein „Katzensprung“ von Münster entfernt und die Lage somit tatsächlich optimal.

Dr. Kriegs bot auch an, Kontakt mit Herrn Walther Seinsch aufzunehmen, dem Mann, der hinter den Plänen des Stadionneubaus stand und der Ansprechpartner von Privatsponsoren ist. Da ja bekanntermaßen nun die Sponsorengelder nicht in den Fußball fließen, ist angedacht über Herrn Seinsch zu versuchen, diese umzuleiten. Der Name der Anlage – „Preußen-Park-Bösensell“ – soll auf alle Fälle beibehalten werden, aber in Zukunft für das geplante Radioteleskop-Array stehen. Der Preußen-Park-Bösensell wird laut Marketingprofi Prof. Heribert Meffert nicht nur den Ort Bösensell im Bekanntheitsgrad in die „oberste Liga“ katapultieren, sondern auch einen tollen Synergieeffekt auf den Verein Preußen Münster 1906 weltweit haben. Alles Pfunde, mit denen die ganze Region wuchern könnte.

Natürlich sind Investoren nicht für umsonst zu haben. Es gibt schon konkrete Vorschläge, wie die Privatsponsoren durch diesen Deal profitieren könnten. Ein Angebot an die Sponsoren ist der lukrative Verkauf kleiner, 25cm Durchmesser großer Parabolantennen für Jedermann/frau, die über Interferometrie-Technik mit dem Hauptarray verschaltet werden. So kann tatsächlich jeder zu den Forschungsergebnissen des SETI-Institutes beitragen.

Ein kleines Problem besteht noch in der Wartung des gesamten Arrays. Aber da ist der Verein Sternfreunde Münster e.V. auf einem guten Wege, da bereits Mitglieder aus dem Elektro- und Nachrichtentechnikbereich in Rente sind, und diese Aufgabe übernehmen wollen. Die näheren Einzelheiten müssen noch mit dem SETI-Institut geklärt werden.

Der Vertrag mit den Privatsponsoren steht kurz vor der Unterschriftsreife. Als Termin für die Unterzeichnung ist der 1.4.2019 geplant; um 12:05 Uhr im Rathaus zu Münster.

Wäre doch toll, wenn ein zweites „Wow“-Signal direkt in unserer Nähe detektiert würde, da dem Entdecker des Erstsignals die Namensgebung für das entsprechende Objekt winkt!

Sehenswerte zirkumpolare Deep-Sky-Objekte – Teil 1: Frühjahr – Sommer

Witold Wylezol

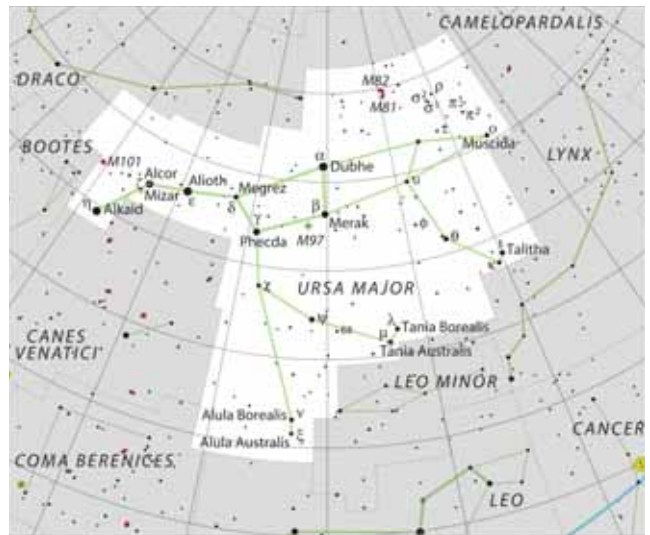
Die beiden folgenden Artikel möchten die Aufmerksamkeit der Sternbeobachter auf die Deep-Sky-Objekte der nördlichen Hemisphäre lenken, die in unseren Breitengraden im Verlauf des Jahres nicht unter dem Horizont verschwinden. Es handelt sich hier um die Zirkumpolarobjekte, deren Winkelabstand vom sichtbaren Himmelspol geringer ist als die Höhe des Pols über dem Horizont. In Münster zählen dazu alle Objekte, die in der heutigen Zeit knapp 40 Grad innerhalb eines gedachten Kreises um den nördlichen Himmelspol liegen. Würde Münster auf dem Nord- bzw. Südpol liegen, so würden alle Objekte des sichtbaren Himmels bis zum Horizont zirkumpolar erscheinen und nie untergehen. Läge dagegen Münster auf dem Erdäquator, so gäbe es keine zirkumpolaren Objekte.

Somit können alle in unseren Breitengraden sichtbaren zirkumpolaren Objekte – einen dunklen und klaren Himmel vorausgesetzt – über das ganze Jahr hindurch beobachtet werden. In der aktuellen Ausgabe der „Andromeda“ werden diejenigen Objekte unter die Lupe

genommen, die in den Monaten Februar bis Juli gegen Mitternacht den Meridian passieren. In der kommenden Ausgabe folgen dann die Objekte, die man besonders günstig zur gleichen Zeit im Herbst und Winter beobachten kann.

Zu Beginn der Beschreibung der zirkumpolaren Deep-Sky-Objekte möchte ich das Sternbild **Ursa Major (UMa** – auf deutsch der Große Bär, was eigentlich korrekt übersetzt die Große Bärin heißen müsste) behandeln. Dieses Sternbild bildet die drittgrößte Sternkonstellation am Himmel. Einen großen Teil des Großen Bären bildet ein markanter **Asterismus** (auffällige Sternkonstellation, die *nicht* als eigenes Sternbild gilt), der im Volksmund als Großer Wagen bezeichnet wird. Dieser Bereich von Ursa Major ist vermutlich die bekannteste Himmelsfigur des Nordhimmels, die zugleich zu den hellsten und markantesten Sternformationen gerechnet werden kann.

Den ersten Höhepunkt für eine Beobachtung bildet in der Deichsel des Großen Wagens das



Doppelpaar **Mizar/Aikor**, ein berühmtes Doppelsternsystem, das in der Literatur als „Augenprüfer“ bezeichnet wird. Der Abstand zwischen Mizar (ζ UMa – 2,3^m) und seinem

4,0^m schwachen Begleiter Alkor (80 UMa, ein spektroskopischer Doppelstern) beträgt 11,8 Bogenminuten. Je dunkler der Himmel, desto einfacher die Wahrnehmung der Trennung des Doppelsystems. Schaut man durch ein kleines Teleskop zu Mizar hin, so erscheint neben Mizar in einem Abstand von 15,1 Bogensekunden ein weiterer bläulicher Begleiter mit der Helligkeit 4,0^m. Spektroskopische Messungen zeigen, dass dieser Begleiter ein Doppelsystem ist. Mizar selbst ist ein Doppelstern, so dass das Mizar-Alkor-System aus insgesamt 6 Sternen besteht (ob allerdings Alkor und Mizar gravitativ aneinander gebunden sind, ist nicht sicher).

Die ultimativen Sternstunden in UMa bereiten einige hellere Galaxien, die man bereits mit kleineren Teleskopen in mondlosen Nächten sehen kann. Das Highlight in dem Sternbild bildet zweifelsohne das Galaxienpaar M 81 (7^m) und M 82 (8,5^m), das bequem in einem Weitwinkelokular mit 2 Grad Gesichtsfeld gemeinsam beobachtet werden kann. Entdeckt wurden diese „Nebel“ mit einem Winkelabstand von nur 38 Bogensekunden 1774 durch JOHANN ELERT BODE.

M 81 ist die „Muttergalaxie“ der M 81-Gruppe, die aus über sechzig Galaxien gebildet wird. Beide Galaxien sind lohnende Objekte für alle Arten von Teleskopen. Bereits sauber abbildende 80mm Refraktoren zeigen südlich des M 81 zwei hellere Sterne in Nord-Süd-Richtung. Bei höheren Vergrößerungen entpuppen sie sich als zwei Doppelsterne: der nördlichere, schwächere Stern ist der **Struve 1387** (beide Komponenten 11,0^m in einem Abstand von 9 Bogensekunden); der südlich davon in einem Abstand von ca. 2 Bogenminuten liegende Stern ist ein sehr enges Doppelsternsystem. Beide Komponenten weisen eine Helligkeit von 9,5^m auf und liegen zueinander in einem Abstand von nur 2 Bogensekunden, was als sehr guter Prüfstein für die Stärke der Luftunruhe dienen kann. Zeigt M 81 in mittelgroßen Optiken nur den ovalen Zentralbereich mit hellem Zentralgebiet (Bulge), so offenbart ihre Schwes-tergalaxie M 82 – in nahezu Kantenlage – längs ihrer Ausdehnung dunkle Flecken und Balken.

Große Optiken ab 12 Zoll Öffnung zeigen in den wenigen Zaubernächten bei M 81 sehr deutlich die Spiralstruktur und bei M 82 weitere Details und Staubstrukturen, die in der Mitte eine Spindelkontur erahnen lassen. Diese auch in der Fachliteratur als „Zigarrengalaxie“ bezeichnete Galaxie ist eine sehr aktive Radioquelle, mit einem starken Magnetfeld.

Besitzern lichtstarker Optiken sei ein Blick Richtung zweier weiterer Mitglieder der M 81-Gruppe empfohlen: eine elliptische Galaxie NGC 3077 (11^m) sowie die außergewöhnliche Galaxie NGC 2976 (10,8^m), die keine ausgeprägte Spiralstruktur vorweist.

Südöstlich von Merak (β UMa, 2,3^m) erblickt man mit einem kleinen Teleskop bei einem Grad Gesichtsfeld ein weiteres sehenswertes Paar von Deep-Sky-Objekten: die deutlich in Kantenlage liegende Galaxie M 108 (10,5^m) und den Planetarischen Nebel M 97 (10^m), der allgemein unter dem Namen „Eulennebel“ bekannt ist. Beide Objekte wurden zum ersten Mal 1781 von PIERRE MÉCHAIN gesichtet und dokumentiert. M 108 ist bei guten Wetterverhältnissen und bei einem dunklen Himmel eine lohnende Galaxie für größere Teleskope. Bereits in Spiegelteleskopen ab 10 Zoll Durchmesser zeigt sie viele Fleck- und Staubstrukturen, die durch hellere Brücken verbunden zu sein scheinen. Der Eulennebel ist nach Ringnebel und Hantelnebel der dritthellste Planetarische Nebel aus dem Messierkatalog. Dieser Planetarische Nebel ist in allen Teleskopöffnungen ein schönes Erlebnis. Um die beiden dunkleren Bereiche (die Augen der Eule) deutlich und nicht nur andeutungsweise wahrzunehmen, braucht man nebst einem dunklen Landhimmel ein größeres Teleskop mit mindestens 14 Zoll Öffnung. In einer Optik mit 2 Grad Gesichtsfeld bilden beide Objekte einen schönen Kontrast beim Vergleich ihrer Formen. Während M 108 eine ovale Struktur zeigt, offenbart M 97 eine flächige Rundform mit 3 Bogenminuten Durchmesser.

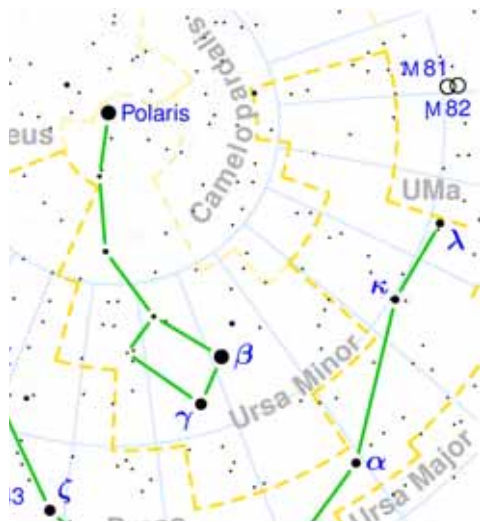
Zu einem ausgedehnten Deep-Sky-Objekt (knapp 70% des Monddurchmessers) gehört die aus vielen Publikationen allgemein bekannte Galaxie M 101 (8^m – die als „Feuerradgalaxie“ in die

Annalen der Astronomie eingegangen ist. Mittlere Optiken zeigen bei kleineren Vergrößerungen und sehr guten Himmelsverhältnissen einen ovalen Halo mit einem helleren Kerngebiet. Erst in großen Optiken – ab 12 Zoll – offenbaren sich die schwach ausgeprägten Spiralarme, die am intensivsten am Südwestrand der Galaxie erscheinen. Hier lohnt es sich, mit Schmalband-Nebelfiltern bei höheren Vergrößerungen (ab 150-fach) nach Emissionsnebeln (ähnlich dem großen Orionnebel in unserer Milchstraße) mit Sternentstehungsgebieten Ausschau zu halten, die bei entsprechenden Zaubernächten einen geduldigen Beobachter mit unvergesslichen Anblicken belohnen. Besitzer von Doppelrefraktoren erfreuen sich bei nicht so hohen Vergrößerungen immer wieder an wunderschönen Anblicken der in dieser Gegend recht dichten Ansammlung der Vordergrundsterne unserer Galaxis.

Eine besondere Herausforderung für Beobachter mit sehr großen Optiken (z.B. Dobsons ab 20“) bildet in Ursa Major der erst 1979 entdeckte **Zwillingsquasar QSO 0957+561 A/B**. Dieses Objekt ist um die 16,5^m hell und liegt 9 Mrd. Lichtjahre von der Erde entfernt. Die Trennung in zwei Objekte (6 Bogensekunden Abstand) wird erst mit größeren Optiken (ab 50 cm Spiegeldurchmesser) auf Digitalfotos sichtbar. Nach dem heutigen Wissensstand sind diese beiden Quasare jedoch nur die Abbilder ein und desselben Objekts. Die Verdopplung des Bildes wird auf einen Gravitationslinseneffekt durch die nahegelegene Galaxie (G1, 21,9^m) zurückgeführt. Die neuesten Forschungen deuten darauf hin, dass das Licht der schwächeren B-Komponente einen 1,1 Lichtjahre längeren Weg zu bewältigen hat, und erst 417 Tage später als die Lichtsignale der Komponente A die Erde erreicht.

Eine besondere Rolle in der Astrophysik spielen die fünf hellsten Sterne des Großen Wagens (β, γ, δ, ε, 80 UMa) und ein weiterer schwächerer Stern 78 UMa. Es handelt sich hier um einen Teil des dem Sonnensystem nächstgelegenen Sternhaufens **Collinder 285** (Entfernung ca. 80 Lj.). Diese bilden den **Bärenstrom** (einen

sog. „**Bewegungshaufen**“), der aus rund 100 Sternen besteht. Die hellen Sterne **Sirius** im **Großen Hund** und **Gemma** in der **Nördlichen Krone** gehören ebenfalls diesem Strom an. Die Haufenmitglieder bewegen sich innerhalb unserer Milchstraße mit der gleichen Geschwindigkeit und in die gleiche Richtung, und sind zum gleichen Zeitpunkt entstanden. Die Eigenschaften dieses Sternhaufens ähneln in vielerlei Hinsicht zwei weiteren „**Bewegungshaufen**“: den **Hyaden** im Sternbild **Stier** und der **Praesepe** im **Krebs**.



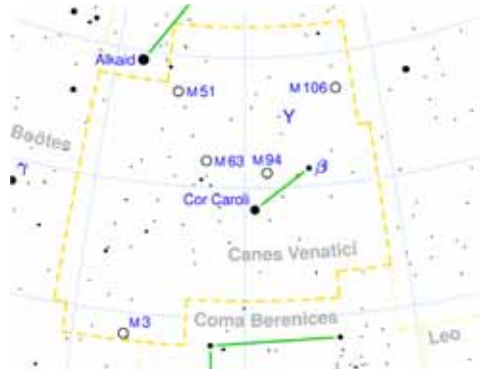
Das Sternbild **Ursa Minor (UMi)**, das im Volksmund auch der **Kleine Wagen** genannt wird, enthält keine ausgeprägten Deep-Sky-Objekte. Seine Bedeutung bekommt UMi aufgrund der Lage des Himmelspols unmittelbar neben seinem hellsten Stern **Polaris**, der der 2. Größenklasse angehört. Der „**Polarstern**“ (α UMi) ist ein Veränderlicher mit 2,1^m bis 2,2^m. Die weiteren sieben Sterne des kleinen Bären β (2,1^m), γ (3,1^m), ε (4,2^m), ζ (4,3^m), δ (4,4^m), η (5^m) und σ (5^m) eignen sich sehr gut zur Ermittlung der visuellen Grenzgröße von 2^m bis 5^m. In vielen Sternatlanten wird das unmittelbare Sternfeld bis 30 Bogensekunden um den Himmelspol mit Sternen bis zur 13. Größenklasse abgebildet, was

dem Beobachter die Überprüfung der Qualität des Himmels sowie die Leistungsfähigkeit seiner Optiken ermöglicht.

An dieser Stelle möchte ich erwähnen, dass beide Himmelpole ihre Position vor dem Hintergrund der Sterne verändern. Dies liegt an einer kreisförmigen Taumelbewegung der Erdachse, die Präzession genannt wird. Sie führt auch dazu, dass der **Frühlingspunkt** auf der **Ekliptik** jährlich um 50,29 Bogensekunden zurückläuft. Als Spiegelbild dieser Taumelbewegung bewegt sich der nördliche Himmelpol auf einer Kreisbahn in Richtung des Sternbildes Leier, das vom heutigen Polarstern über 40° entfernt ist. Vor diesem Hintergrund kann jeder Stern, der in der Nähe des auf diese Weise von der Erdachse beschriebenen Kreises liegt, zum Polarstern werden. Am Ende der Altsteinzeit vor 13.500 Jahren war die **Wega** (α Lyrae) der Polarstern und vor knapp 5.000 Jahren (das 1. Reich im alten Ägypten) war es **Thuban** (α Draconis). In knapp 6.000 Jahren wird dann der relativ helle Stern **Alderamin** (α Cephei) die Rolle des Polarsterns übernehmen und 2000 Jahre später **Deneb** (α Cygni). Die Vollendung einer Präzessionsperiode dauert 25.850 Jahre und wird auch als **Platonisches Jahr** bezeichnet.

Für Freunde anspruchsvoller Astrofotografie mit Langzeitbelichtung lohnt sich ein kleiner Abstecher in Richtung eines eher amorphen Himmelsausschnitts; dem östlichen Teil des **Lynx** (dt. Luchs). Lynx ist ein neuzeitliches Sternbild des Danziger Astronomen JOHANNES HEVELIUS, das seit 1690 die modernen Sternatlanten schmückt. Ein Sternbeobachter braucht schon im gewissen Sinne Luchsaugen, um diese unscheinbare Sternkonstellation auszumachen. Hier findet ein versierter Astrofotograf nördlich des $4,75^m$ hellen Sternes **Lynx 27** einen scheinbar größeren Planetarischen Nebel der 12. Größe mit der Bezeichnung **VV47 / Jones-Emberson 1** mit einem **Weißer Zwerg** im Zentrum (PG-1159) (Rekt. $7\text{ h }53' 51,62''$; Dekl. $+53\text{ Grad }25\text{m }16,94\text{s}$), der zu einer besonderen astrofotografischen Herausforderung einlädt.

Unvollständig wäre die Liste der DSO-Objekte, hätte man nicht einige wenige sehenswerte Objekte südlich von UMa in dem ebenfalls von HEVELIUS eingeführten Sternbild **Canes Venatici** (CVn – dt. Jagdhunde) erwähnt. Das Paradeobjekt bildet hier die sehr bekannte und von CHARLES MESSIER 1773 entdeckte Galaxie **M 51** ($8,5^m$, die allgemein als **Strudel-Galaxie** (engl. **Whirlpool-Galaxie**) bekannt ist. Es handelt sich hier um eine Doppelgalaxie (NGC



5194 und NGC 5195), die zu den schönsten Objekten des gesamten Nordhimmels zählt. Hier wurde 1845 vom Lord ROSSE zum ersten Mal die eindeutige Spiralstruktur eines Nebels entdeckt. Die aktuellen Entfernungangaben variieren in der Fachliteratur stark (zwischen 23 Mio. Lj. bei ERICH KARKOSCHKA „Atlas für Himmelsbeobachter“, 6. Aufl. von 2016 und 28 Mio. Lj. bei BERND KOCH „Die Messier Objekte“ 2010 und 30 Mio. Lj. bei ROLAND STOYAN „Deep Sky Reiseführer“ 4. Aufl. 2010). Diese Galaxie ist ein lohnendes Objekt für alle Arten von Teleskopen. Die Spiralstruktur offenbart am besten eine größere Optik ab 12 Zoll und hinterlässt bei dunklem Landhimmel einen unvergesslichen Eindruck. Durch den Begleiter entstand die jetzt sichtbare **Deformation** eines Spiralarmes.

Das zweite Paradeobjekt ist die Galaxie **M 63** (9^m), die auch den Namen **Sonnenblumengalaxie** trägt. Diese Galaxie ist eine Galaxie mit aktivem Kern und flockig strukturierten

Spiralarmen. Ihre ganze Vielfalt zeigt sie in größeren Optiken ab 12 Zoll Spiegeldurchmesser. „Im Okular eines 300-mm Reflektors springt der lichtschwache, aber feine und kleine Kern ins Auge, er ist von einem ovalen Halo umgeben – dadurch wirkt dieser Teil der Galaxie recht plastisch. Die diffusen Außenbezirke von M 63 zeigen keine weiteren Strukturen. Die (...) Spiralarme sind selbst in einem 400-mm Reflektor so schwach, dass man sie nur als verschwommenen Nebel um die Zentralregion wahrnimmt“ (Zitat: Bernd Koch „Die Messier Objekte“ S. 122).

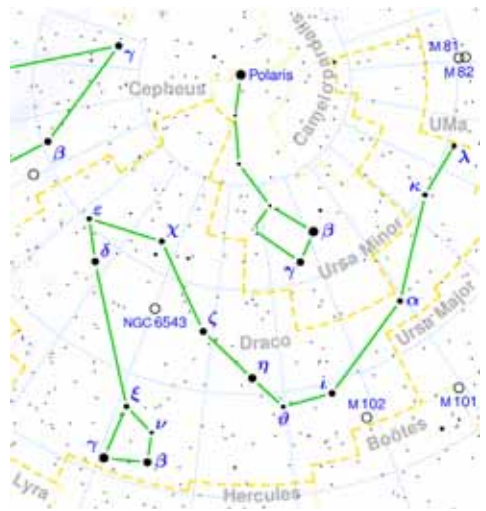
Wunderschön in allen optischen Geräten anzusehen ist der im Jahre 1764 von CHARLES MESSIER entdeckte Kugelsternhaufen M 3 (6,2^m). Dieses großflächige Objekt liegt in einer Entfernung von 39.900 Lj. Seine Ausdehnung beträgt ca. 180 Lj. Man erkannte in diesem Sternhaufen in den letzten Jahrzehnten weit über 200 veränderliche Sterne. Die meisten davon (über 170) sind ca. 16^m helle pulsationsveränderliche Sterne vom Typ RR Lyrae, die man mit dem **Aladin Sky Atlas** [Aladin] identifizieren kann. M 3 zählt mit einer halben Million verhältnismäßig viele Sterne. Das erstaunliche ist hier, dass dieser Kugelsternhaufen neben vielen rötlichen (alten) Sternen auch eine Population blauer (sehr junger!) Sterne aufweist, die die Bezeichnung „**Blue Stragglers**“ tragen.

Verlängert man dreimal die Linie Richtung Südosten, die die Sterne Chara (β CVn, 4,2^m) und Cor Caroli (α CVn, 2,8^m) bilden, so erscheint bereits in einem 80 mm Refraktor der Kugelsternhaufen scheibchenförmig mit einer leichten Aufhellung zum Zentrum hin. Bei mittelgroßen Refraktoren ab 120 mm erkennt man bereits die besonders auffallende asymmetrische Struktur des Kugelhaufens, und es erscheinen die ersten Sterne am Rande als einzelne Punkte. Wie das jedoch der Fall bei allen helleren Kugelsternhaufen ist, braucht man, um die notwendige Auflösung zu erreichen und somit zu einem ungetrübten visuellen Genuss zu gelangen, Spiegeloptiken mit einem Durchmesser von mindestens 8, besser 12 Zoll. Hier erst erscheint dieses Objekt

wie ein Diamantendepot in einer Schatulle aus einem längst vergessenen Märchen: Dutzende von schwachen Sternchen füllen das Gesichtsfeld eines Okulars und blitzen aus der dunklen Unendlichkeit des Raumes hervor.

Schließlich in 3 Grad nordöstlicher Richtung, von dem hellsten Stern der Jagdhunde ausgehend, findet man die dritte hier beheimatete hellere Galaxie M 94 (8,2^m). Diese bildet zusammen mit M 64 und acht weiteren Galaxien in einer Entfernung zwischen 14 und 20 Millionen Lj. die recht frei im Raume liegende **Canes-Venatici-I-Galaxiengruppe**. M 94 ist eine der hellsten Galaxien im Messierkatalog, die bereits in kleineren Refraktoren als ausgedehnte Scheibe erscheint. Die ersten Einzelheiten bleiben jedoch größeren Optiken ab 10 Zoll vorbehalten. In einem 14" Spiegelteleskop erscheint die Zentralregion bei höheren Vergrößerungen deutlich scheibenförmig und ansatzweise oval. Man ahnt bei besonders dunklen Nächten einen abgegrenzten Halo, welcher selbst wiederum eine leicht verschwommene Außenkante so gerade erkennen lässt, die stufenlos in der Schwärze des Weltraums verschwindet.

Abschließen möchte ich den Artikel mit einer Auswahl an Deep-Sky-Objekten, die im



Sternbild **Draco** (Dra – dt. **Drache**) liegen. Berühmtheit erlangte dieses Sternbild in der griechischen Antike. Der überlieferten Sage nach sollte dieses Ungeheuer die goldenen Äpfel der Hesperiden, die der Hera (der Gattin des Zeus) zur Hochzeit geschenkt worden waren, vor den Menschen bewachen. Derjenige, der sie in seinen Besitz brächte, würde dadurch Unsterblichkeit und ewige Jugend erlangen. Der Drache wurde jedoch von dem antiken Helden Herkules im Rahmen der zwölf Aufgaben, die ihm von dem König Eurystheus auferlegt wurden, mit Hilfe des Atlas' getötet. Von Hera soll schließlich der Drache zum Himmel erhoben worden sein, wo er mit seinem offenen Maul immer noch nach Herakles zu schnappen versucht.

Trotz seiner großen Himmelsausdehnung bietet das Sternbild im Vergleich zu anderen zirkumpolaren Sternbildern relativ wenige helle Galaxien, dafür jedoch eine ganze Menge Doppel- und Mehrfachsysteme.

Besonders lohnenswert sind hier zwei Dreifachsysteme: Zum einen **39 Dra** mit der Komponente A $5,0^m$ (bläulich) und seinem weißen Begleiter mit $7,9^m$ in einer Entfernung von $88,9$ Bogensekunden. Bei einer Öffnung ab 6 Zoll und entsprechend höheren Vergrößerung zerfällt der hellere Stern in ein enges bläulich-weißes Paar ($5,1^m$ und $7,8^m$ mit $3,8$ Bogensekunden Abstand), was jedoch ein gutes Seeing voraussetzt. Das zweite Dreifachsystem bildet der Stern **17 Dra** (bläuliche Hauptkomponente mit $5,1^m$ und sein weißer Begleiter mit $5,5^m$ in einem Abstand von 90 Bogensekunden). Auch hier trennt ein mittelgroßes Teleskop die Hauptkomponente in zwei bläulich erscheinende Sternchen mit $5,4^m$ und $6,4^m$ in nur $2,9$ Bogensekunden Abstand.

Zu weiteren Doppelsternen, die leicht beobachtet werden können (auch während der Mondnächte), gehören der Stern **25 Dra** bzw. **v Dra** (Komponente A mit $4,9^m$ und B $4,9^m$; beide Sterne erscheinen sowohl von der Helligkeit her identisch als auch von ihrer Färbung bläulich-weiß und liegen in einem Abstand von

$61,8$ Bogensekunden) und **31 bzw. ψ Dra** (Komponente A $4,6^m$ und B $5,8^m$, beide weiß in einem Abstand von $29,5$ Bogensekunden).

Wegen des geringem Abstandes voneinander zählen hier zu den besonderen Herausforderungen die Sterne **21 bzw. μ Dra** (A $5,6^m$ und B $5,7^m$, beide weiß in $2,5$ Bogensekunden Abstand) und **63 bzw. ϵ Dra** (A $3,9^m$ und B $6,9^m$ gelblich-weiß mit $3''$ Abstand).

Für die Zaubernächte bildet das sehr enge Doppelsystem **26 Dra** für größere Optiken ab 10 Zoll Öffnung eine besondere Herausforderung. Zwar bieten seine beiden Komponenten einen sehr schönen Helligkeitskontrast an (Komponente A $5,3^m$ und B 8^m mit weiß-gelber Farbe), sie werden jedoch 2020 in einem Abstand von lediglich $0,75$ Bogensekunden zueinander liegen, der dann 2025 eine Bogensekunde betragen wird, um dann zehn Jahre später auf einen Abstand von $1,3$ Bogensekunden anzuwachsen.

Im Jahre 1788 entdeckte WILHELM HERSCHEL eine recht schwache, dafür jedoch eine der größten Galaxien in Kantenlage: **NGC 5907** ($9,9^m$). Diese eher schwer zu beobachtende „Lichtnadel“ in Nord-Süd-Ausrichtung (mit einer Neigung von $86,5$ Grad) lohnt sich besonders durch eine lichtstarke Optik zu beobachten. Bereits mittelgroße Optiken zeigen das extreme 1:9 Verhältnis der Kantenlänge. Um jedoch weitere Einzelheiten wahrzunehmen, benötigt man jenseits der städtischen Lichtquellen mindestens eine 14 Zoll Optik; nur dann lassen sich weitere Staubbänder und diffuse Strukturen in dem nördlich-zentralen Bereich der **Edge-on-Galaxie** beobachten.

An der Grenze zum Sternbild **Bootes** (dt. Bärenhüter) zeigt sich deutlich kleiner als NGC 5907 die Galaxie **M 102** ($10,2^m$). Sie ist ebenfalls eine Edge-on-Galaxie, weist jedoch größere Flächenhelligkeit und eine elliptische Form auf. Sie wird auch **Spindelgalaxie** genannt. Diese Galaxie liegt zu uns in einer Entfernung zwischen 40 und 48 Mio. Lj. Die Ausdehnung beträgt ca.

80.000 Lj. Länger belichtete Fotografien mit größeren Amateuroptiken (12 bis 14 Zoll) zeigen sehr gut das deutlich ausgeprägte Staubband, das die Galaxie in zwei Spiegelbilder zu teilen scheint. Die spektakulären Bilder vom Hubble Space Teleskop offenbaren die feinsten Strukturen in dem dunklen Staubband und zeigen uns ein völlig anders Bild einer weit entfernten Sterninsel. Es lohnt sich, diese Galaxie auch mit mittelgroßen Teleskopen zu beobachten, in denen recht gut scharf begrenzende Konturen als Spindel wahrnehmbar werden, die dann in größeren Optiken immer besser in Erscheinung treten.

Wie schon RONALD STOYAN in seinem „Deep Sky Reiseführer“ bemerkt hat, findet unter den Sternbeobachtern des tieferen Himmels eine von ARTHUR AUERWERS 1854 entdeckte Galaxie kaum nennenswerte Beachtung. Es handelt sich hier um die Galaxie NGC 6503 (10,2^m) die laut STOYAN bereits in einem mittelgroßen Refraktor bei ca. 60 bis 100-facher Vergrößerung zu einem Beobachtungsgenuss werden kann: „Eine helle, 4:1 dünne Lichtnadel liegt eingebettet in ein abwechslungsreiches Sternfeld. Zwei Sterne stehen entlang der Nordseite der Galaxie und verleihen dem Anblick im Okular besonderen Charme. Die Galaxie lässt kein helleres Zentrum erkennen, scheint aber im Zentralbereich Andeutungen von Struktur aufzuweisen“ (STOYAN, S. 56)

Für Freunde Planetarischer Nebel bietet der „Katzenaugen-Nebel“ mit der Bezeichnung NGC 6543 (8,1^m) garantiert viele unvergessliche Sternstunden. NGC 6543 gehört trotz seiner relativ kleinen Ausdehnung zu den hellsten Planetarischen Nebeln. Seine Entfernung beträgt 3000 Lichtjahre und die wahre Materieausbreitung knapp 0,25 Lj.

In einem kleinen 8x30 Fernglas noch punktförmig, zeigt er sich bereits in einem 7x50 Feldstecher der Spitzenklasse als ein leicht verwaschener Stern in blau-grünlicher Farbe. In kleineren ED Refraktoren (70 bis 80 mm) wird

bereits bei 60-facher Vergrößerung ein winziges, grün-blaues Scheibchen sichtbar, das aufgrund der großen Helligkeit bis ca. 120-fach vergrößert werden kann. In einem guten 6“ APO Refraktor oder in einem 12 Zoll Spiegelteleskop kann das Objekt beim guten Seeing problemlos weit über 200-fach vergrößert werden. Der Beobachter erkennt hier immer noch einen verwaschenen Nebel, jedoch treten dann in dem Nebel zwei sich überlappende Ringe und spiralförmige Strukturen auf. Der sehr heiße Zentralstern (35.000° C) kann trotz seiner relativ großen Helligkeit von 9,5^m erst in größeren Optiken beobachtet werden. Seine Lichtstärke entspricht in etwa derjenigen von 100 Sonnen.

Als Besonderheit umgibt NGC 6543 ein scheinbarer Halo mit 6 Bogenminuten Durchmesser, der etwa 2,5 Bogensekunden Richtung Nordwesten knapp unterhalb des 9,25^m hellen Sterns an einer „besonders hell“ erscheinenden Stelle einen schwachen Nebelreflex in Form von IC 4677 (IC = Index Katalog) erkennen lässt. Mit einem großen Dobson und einem OIII-Nebelfilter kann dieser Nebelfleck bei einem Landhimmel zum schwachen „Leuchten“ gebracht werden.

Interessant ist seine zufällige Lage – ca. 10 Bogenminuten nordwestlich des Ekliptikpols.

Nun wünsche ich allen Deep-Sky-Beobachtern viele sternklare Nächte und eine zauberhafte Entdeckungsreise zu den hier beschriebenen Objekten. Allen Sternfreunden, die an tieferen Himmelseinblicken interessiert sind, biete ich im von mir erbauten Observatorium „Horus-Auge“ bei Altenberge regelmäßige Deep-Sky-Reisen an. Weitere Informationen erhältlich unter: wylezol@kulturforum-arte.de

Träume werden nur dann wahr, wenn du deine Augen schließt. Aber Wünsche gehen in Erfüllung, wenn du deine Augen öffnest.

-- NN

Wenn man einen Menschen nicht mit Worten beeindrucken kann, sollte man es durch Taten versuchen.

Sternwarte der Sternfreunde Münster: Aktuelle Situation

Jürgen Stockel

Auf der Mitgliederversammlung konnten wir in einer ausführlichen Präsentation die aktuelle Situation unserer Sternwarte darstellen. Diese Präsentation ist als PDF-Datei an alle Mitglieder versendet worden.

Daher möchte ich nur kurz zusammenfassen, was bisher geschehen ist und was nun nach der Mitgliederversammlung (MGV) in Angriff genommen wurde.

Bereits zur Gründung des Vereins war der Traum vorhanden, irgendwann mal eine vereinseigene Sternwarte einzurichten. 2005 gab es dann eine erste Sternwartengruppe, die frische Ideen zum Standort und zur technischen Ausstattung entwickelte. In dieser Phase wurden auch die Ziele formuliert, die mit einer solchen Sternwarte erreicht werden sollten:

1. Beobachtung (auch Deep Sky)
2. Astrofotografie
3. Realisierung astronomischer Projekte (z. B. Astrometrie)
4. Einfache Handhabung bei Beobachtung und Fotografie
5. Sicherheit für Mitglieder und Gäste

2009 entschied dann die MGV, eine Container-Sternwarte in Kattenvenne aufzubauen. Die Grundstückssuche dort erwies sich aber als sehr schwierig, sodass erst im August 2013 ein Pachtgrundstück in Kattenvenne erworben werden konnte. 2014 gab es auf der MGV eine Entscheidung zum Bau eines 16-Zoll-Newtons, den Daniel Spitzer in Eigenarbeit herstellte. Dieses Teleskop konnte dann im Sommer 2015 auf die Montierung gesetzt werden. Im Juli 2016 haben wir die Sternwarte mit großer Begeisterung und voller Optimismus einweihen können.

Die Montierung hat Gerd Neumann selbst gebaut. Sie vermittelte den Eindruck, dass sie den großen 16-Zöller mit genauer Nachführung und sicherer Stabilität tragen kann. Da wir diese

über 25 Jahre alte Montierung gestiftet bekommen, konnten wir seinerzeit diesem Angebot nicht widerstehen. Es hat sich aber dann trotz vielfacher Optimierungsbemühungen herausgestellt, dass die alte Steuerung eine genaue Nachführung nicht zulässt. Im Februar 2018 haben dann sechs Mitglieder den Sternwartenführerschein bekommen, denn Beobachtungen waren unter bestimmten Bedingungen ja möglich. Die optischen Eigenschaften des 16-Zoll-Teleskops sind ganz hervorragend. Das wollten wir für Beobachtungen nutzen. Im Oktober 2018 kam es zu einem heftigen Zwischenfall in der Sternwarte, bei dem der große Tubus aus der Befestigung nach unten gerauscht ist. Es kam niemand zu Schaden. Im Vorstand wurde dann beschlossen, mit dieser Ausstattung nicht mehr weiterzumachen: Die Ziele 2 bis 5 sind nicht realisierbar!

Eine professionelle Montierung, die den 16-Zöller tragen kann, ist nicht mit unseren Vereinsgeldern finanzierbar. Daher sind es zwei Dinge, die wir neu anschaffen wollen: Eine neue Montierung und ein neues Teleskop. Der hervorragende 16-Zöller wird zu einem Dobson umgebaut und steht dann bei öffentlichen Beobachtungen zur Verfügung.

Wir haben nach umfangreichen Recherchen vier Montierungen in die engere Wahl genommen. Vier unabhängige Händler baten wir um entsprechende Expertisen. Verblüffend war die Einhelligkeit: Alle Händler empfehlen die 10Micron GM2000 HPS II, eine Montierung, die auch wir im Vorstand als Favorit gesehen haben. Die großen Vorteile liegen vor allem in der einfachen Handhabung, der großen Tragkraft und der professionellen Ausstattung mit Absolut-Encodern, die Astrofotografie ohne Autoguiding möglich machen soll.

Auf der MGV 2019 haben wir dann das Votum der Mitglieder bekommen, genau diese Montierung anzuschaffen. Über Teleoptic (Rolf Klemme) haben wir diese Montierung bestellt. Ende März bereits soll sie bei uns in Münster sein. Die alte Montierung ist bereits demontiert. Die Säule macht einen sehr guten Eindruck: Sie wird auch für die 10Micron eine stabile Platt-

form darstellen. Die vorhandenen – fast neuen – Gegengewichte hat Rainer Oeding-Erdel dann auf 40mm auffräsen können. 1000 Dank dafür. Ein 8-Zoll-Newton steht auch zur Verfügung. Das bedeutet, dass wir ganz zeitnah eine neue Montierung in der Sternwarte haben werden. Mit Hilfe des 8-Zöllers werden wir uns ganz intensiv mit der neuen Montierung beschäftigen können, sie sehr genau kennenlernen und erfahren, wie wir nun unsere 5 Ziele realisieren können. Ich bin da super optimistisch. Wir werden dann sehr gut beobachten können mit einer total exakten Nachführung, die wir dann aber vor allem astrofotografisch und für Astroprojekte nutzen können.

Ich persönlich träume schon jetzt von einem guten 12-Zoll-Newton auf dieser professionellen 10micron-Montierung. Dann werde ich etwas Neues anpacken: Ich werde Astrofotograf werden. Und dazu will ich alles lernen, was man dazu benötigt. Und diese Erkenntnisse eines Astrofotografie-Greenhorns werde ich dann so aufbereiten, dass möglichst viele Sternfreunde sich ebenfalls zutrauen, in diese Thematik einzusteigen. Das heißt also, dass es möglichst schnell neue Unterlagen geben soll, die dann einen aktuellen Sternwartenführerschein beinhalten und um das Thema „Astrofotografie“ erweitert werden. Ich bin mir sicher, dass wir damit viele Mitglieder erreichen werden.

Ich freue mich riesig auf unsere „neue“ Sternwarte!

Sternfreunde intern

- | **Eintritte**
Dirk Harms
Lukas Bergknecht
Frederick Bahrenberg
- | **Austritte**
Patrick Seelheim
- | **Verstorben**
Udo Mense

Lustiges Silbenrätsel

Auflösung

1. Verkehrsweg aus flüssigem Nahrungsmittel
Milchstrasse
2. Tempo, mit dem jemand abhaut
Fluchtgeschwindigkeit
3. Ausruf in einer Heilbehandlung nach deren Fortsetzung
Merkur
4. Mit Geschenkband verziertes Transportmittel
Schleifenbahn
5. Aufruf an engl. Frauennamen (oder Song von B. Manilow) aufzubrechen
Losmandy
6. Abkürzung eines Technikertitels, dessen Arbeitsgebiet das Meer ist
Seeing
7. Operngesangsstücke für Wandelsterne
Planetarien
8. Ackerfläche in Form eines Antlitzes
Gesichtsfeld
9. Aufbrechen eines Fingerschmuckstückes
Ringöffnung
10. Neuer Stern für den Briefverkehr
Postnova
11. Aus einer Flüssigkeit bestehender Herr
Wassermann
12. 14. Buchstabe an antiker griechischen Stadt
Delphin
13. Wenn Schüsseln Feuer fangen
Schalenbrennen

Das Lösungswort lautet: **Stringtheorie**

Der glückliche Gewinner: Daniel Spitzer

Herzlichen Glückwunsch!

Ich mag Träume, die gelebt werden. Umräumungen, die von Herzen kommen. Freunde, die ehrlich sind. -- NN
Augen können nur leuchten, wenn es etwas gibt, was das Innere zum Leuchten bringt.

Die Entdeckung der Expansion

Wolfgang Albrecht; Reinhard Mawick

Auf dem Titelblatt der letzten „ANDROMEDA“ stand im Zentrum eine Gleichung:

$$H(t) = \frac{\dot{a}(t)}{a(t)}$$

Im zugehörigen Artikel wurde beschrieben, wie beobachtende Astronomen und theoretische Physiker am Anfang des 20. Jahrhunderts gemeinsam in einem zeitlich doch langen Prozess herausfanden, dass die bestehende Vorstellung des ewigen und unveränderlichen Weltalls korrigiert werden musste. Am Ende dieses Prozesses stand eine Gleichung, die seit Ende 2018 neben „Hubble“ zusätzlich den Namen „Lemaître“ trägt.

Es begann alles zu Anfang des 20. Jahrhunderts – zu einer Zeit, in der für fast alle Astronomen das Universum aus einer seit ewigen Zeiten weitgehend unveränderten Galaxie mit der Bezeichnung „Milchstraße“ bestand. Beobachtungen waren bis vor der Jahrhundertwende per Teleskop nur mit dem Auge und einem Skizzenblock für die Nachwelt festgehalten worden. Erst 1887 fertigte *Edward Emerson Barnards* die erste photographische Plattenaufnahme des Andromeda-Nebels an, eines Objektes, dessen Interpretation stellvertretend für viele solcher „Nebel“ für die Betrachtung des Kosmos „als Ganzes“ von entscheidender Bedeutung werden sollte (s. Titelbild). Bis etwa 1925 war nämlich unklar, um was es sich bei diesen Objekten handeln könnte. Es gab zwei Meinungen, die schließlich 1920 im Rahmen der „Großen Debatte“ aufeinandertrafen: *Harlow Shapley* vertrat die Meinung, dass unsere „Big Galaxy“ einzigartig und wesentlich größer sei als bisher angenommen (300.000 Lichtjahre) und außerdem unsere Sonne nicht in deren Zentrum stehe; *Heber Curtis* ging von einem wesentlich kleineren Modell der Milchstraße als Galaxie unter vielen anderen aus. Dieses Modell der „Welteninseln“ war u.a. schon

von *Immanuel Kant* in seiner „Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels“ (1755) vertreten worden.

Ungeachtet der Auseinandersetzungen zwischen den Anhängern beider Theorien begann 1912 am Lowell-Observatorium in Arizona ein begnadeter Beobachter namens *Vesto Slipher* mit der systematischen Untersuchung der nicht-planetarischen Nebel. Als erstem gelang es ihm, die „Radialgeschwindigkeiten“¹ solcher Objekte zu bestimmen. Bis 1915 stellte er eine Liste von 15 Galaxien zusammen, die sich überraschenderweise in ihrer Mehrzahl mit damals kaum vorstellbaren Geschwindigkeiten von bis zu 1100 km/s von uns wegzubewegen schienen. Lediglich NGC 221 (heute besser bekannt unter dem Namen „Andromeda-Galaxie“ oder M31) bewegt sich nach Sliphers Messungen des Jahres 1912 mit etwa 300 km/s auf uns zu. Die (für damalige Verhältnisse) extrem genauen Messungen der Fluchtgeschwindigkeiten geschahen durch die genaue Untersuchung der Rotverschiebung von Absorptionslinien im Emissionsspektrum der beobachteten Galaxien. Physikalisch zugrunde liegt der Untersuchung der uns allen aus der Akustik her bekannte Doppler-Effekt (hier der optische Doppler-Effekt).

Eine Angabe der Entfernung, in die die Nebel in die Tiefen des Alls zu entschwinden schienen, war zu dieser Zeit noch nicht möglich. Zwar hatte 1912 *Henrietta Leavitt* den Zusammenhang zwischen Periodendauer und absoluter Helligkeit (Entfernung) von Cepheiden (in ihrer Helligkeit sich regelmäßig verändernde Sterne) entdeckt, aber erst 1925 berichtete *Edwin Hubble* auf der 33. Jahrestagung der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft von seiner bereits zwei Jahre zurückliegenden Entdeckung von Cepheiden in M31 und M33.

Die dann daraus berechnete Entfernung von knapp 900.000 Lichtjahren (aktueller Wert: 2,5 Mill. Lj) konnte nur durch die Erklärung des Andromeda-“Nebels“ als eigenständige Galaxie gedeutet werden. Weitere Messungen durch Hubble in den beiden folgenden Jahren entschieden dann die 1920 noch „Remis“ ausgegangene Debatte.

1918 griff dann der beobachtende Astronom *Carl Wirtz*, dem auch die theoretische Physik nicht fremd war, ins Geschehen ein. Auf den Beobachtungen von Slipher aufbauend fand er eine mathematische Theorie, die einen Zusammenhang von Radialgeschwindigkeit (= Fluchtgeschwindigkeit) und Entfernung offenbarte. Einer ersten, noch sehr ungenauen Veröffentlichung im Jahre 1918 folgte eine Notiz 1922 in den „Astronomischen Nachrichten“ und dann endlich 1924 die Publikation der Ergebnisse seiner Messungen wiederum in den „Astronomischen Nachrichten“, wobei er auf einen (logarithmischen!) Zusammenhang der Magnitude bzw. Entfernung und der Radialgeschwindigkeit extragalaktischer Nebel verwies. Er schreibt:

„Je weiter eine Galaxie von uns entfernt ist, desto schneller bewegt sie sich auch von uns weg!“

Die unglückliche Wahl der logarithmischen anstelle der linearen Entfernung verhinderte weitgehend die Akzeptanz seiner Resultate, da hierfür von Wirtz keine theoretische Erklärung gegeben wurde bzw. erkennbar war.

Fazit: *Das Universum war also in den ersten 25 Jahren des 20. Jahrhunderts nicht nur „größer geworden“, sondern es schien auch mit einer eigenartigen Dynamik erfüllt zu sein: Alle Galaxien hatten es eilig, von unserer Milchstraße wegzukommen (von wenigen Ausnahmen wie M 31 abgesehen).*

Etwa zur gleichen Zeit (also im ersten Quartal des 20. Jahrhunderts) machten sich **theoretische Physiker** daran, „Modelle“ für das Universums zu entwickeln. Dazu gehörte natürlich insbesondere *Albert Einstein*, der 1905 sowohl eine Arbeit zur Erklärung des Photoeffekts als auch seine „Spezielle Relativitätstheorie“ veröffentlichte, in der es um die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit c und den Folgerungen daraus ging.

Seit 1907 arbeitete Einstein an der Verallgemeinerung seiner Relativitätstheorie. Das Ergebnis

seiner Arbeit, die „**Allgemeine Relativitätstheorie**“, die man auch als „Theorie der Gravitation“ bezeichnen könnte, stellte er dann im Juni 1915 auf der Göttinger Naturforscherversammlung (im Beisein von Hilbert) und schließlich im November 1915 auf der Jahresversammlung der Preußischen Akademie der Wissenschaften vor.

Die Kraft auf ein Objekt im Gravitationsfeld wird in seiner neuen Betrachtung ersetzt durch die Bewegung des Objekts in einer gekrümmten Raumzeit anstelle des euklidischen Raumes.

Als seine „Mitstreiter“ bzw. „Konkurrenten“ bei diesem Thema sollte man zumindest *Hermann Minkowski*, *Marcel Grossmann* und *David Hilbert* nennen, mit denen er in regem wissenschaftlichem Austausch stand. Seine eigenen Probleme mit der Tensorrechnung „beseitigte“ er mit Hilfe eines befreundeten Mathematik-Kollegen („*Grossmann*, *Du musst mir helfen, sonst werd' ich verrückt!*“).

Im Anschluss an die Jahresversammlung der Preussischen Akademie motivierte Max Planck Einstein, die „ART“, die bis dahin nur in mehreren Einzelaufsätzen von 1907 bis 1915 fragmentiert veröffentlicht worden war, in einem Werk zusammenzufassen. Diese erschien dann 1916 in den „*Annalen der Physik*“ mit dem Titel „*Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*“ als sehr knappe Zusammenfassung. Im Vorwort verwies Einstein auf die ausführlichere Ausarbeitung und Darstellung seines Freundes *Erwin Freundlich*.

1917 erweiterte *Albert Einstein* die ART um die Darstellung kosmologischer Zusammenhänge. Im Mittelpunkt dieser neuen Arbeit („*Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie*“) steht ein – in einer Zeile formuliertes – **Gleichungssystem** (deshalb die vielen Indizes), das den Zusammenhang zwischen der Geometrie des Raumes und der Anwesenheit von Energie und Masse beschreibt. Ebenso in dieser Arbeit erweiterte Einstein sein

System der Feldgleichungen durch „ein an den Feldgleichungen der Gravitation anzubringendes Zusatzglied“, um ein statisches Universum zu erhalten. Dabei handelte es sich um das berühmte „kosmologische Glied“ mit dem Kennbuchstaben Λ (Lambda), ohne das, so nahm Einstein jedenfalls an, das Universum irgendwann in sich zusammenstürzen würde.

Drei Monate später veröffentlichte *Willem de Sitter* eine andere der möglichen Lösungen: Sein Universum war im Prinzip leer; erst durch Einfügen einer Masse und eines Beobachters (zweite Masse) begann dieses theoretische Universum sich auszudehnen (die sich dann rein mathematisch ergebenden Gleichungen zeigten das). Eine prinzipiell messbare (!) Rotverschiebung wäre die Konsequenz dieser Expansion.

1922 veröffentlichte in St. Petersburg ein junger russischer Physiker, *Alexander Friedmann*, seine Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen. Noch im gleichen Jahr erschien in der „Zeitschrift für Physik“ die deutsche Übersetzung: „Über die Krümmung des Raumes“. Nach seiner Lösung war das Universum nicht statisch. Er konnte zwei grundsätzliche Lösungen unterscheiden: Entweder expandiert die Welt immer weiter oder aber: Die Expansion kehrt sich irgendwann um (Friedmann schätzte die Periode bis zur Umkehrung auf 10 Milliarden Jahre). Die Welt-Modelle von de Sitter (1917) und Einstein (1917) sind in seiner Arbeit als Sonderfall enthalten.

Einstein lehnte diese Arbeit zunächst als „verdächtig“ ab, weil sie mit seinen Feldgleichungen nicht verträglich waren und wohl einen Rechenfehler enthielten. 1923 musste sich Einstein revidieren; er erklärte, dass er die Resultate von Friedmann für richtig und aufklärend halte.

Leider wurden diese und die folgenden Arbeiten² von Friedmann sowohl bei ihrem Erscheinen als auch danach kaum beachtet. Es wurden ausschließlich die Lösungen von Einstein und de Sitter von 1917 diskutiert. Auch Einstein kam nach seiner 1923er Notiz nicht mehr auf Friedmann zurück.

Anders als Friedmann, der sich auf druckfreie Materie beschränkt hatte, führte Lemaître erstmalig den Druckterm in seine Arbeit ein.

1927 veröffentlichte der junge belgische Priester und Physiker *Georges Lemaître* seine Promotionsarbeit über Studien zur Expansion des Weltalls. Er kam zu den gleichen Ergebnissen wie Alexander Friedmann fünf Jahre zuvor – anscheinend ohne die Arbeiten von Friedmann zu kennen. Sein Werk „*Un univers homogène de Masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactique*“³ veröffentlichte er in einer der Fachwelt recht unbekanntem Zeitschrift: „*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*“. Vor diesem Hintergrund blieb seine Arbeit (die die Lösungen für den expandierenden Kosmos – ähnlich wie bei Friedmann geschehen – neu ableitete und zusätzlich den Zusammenhang zwischen der Expansion des Raumes und den zu erwartenden Rotverschiebungen in den Spektren der Galaxien darstellte) weitgehend unbekannt.

Im Herbst desselben Jahres traf Lemaître anlässlich einer Konferenz in Brüssel mit Einstein zusammen und trug ihm den Inhalt seiner Promotionsarbeit vor. Einstein (wegen der nicht-statischen Lösung bestimmt nicht hellaufliegend begeistert) machte Lemaître auf die beiden Arbeiten von Friedmann aufmerksam.

Es erging Lemaître allerdings zunächst auch nicht viel besser als Friedmann (der bereits 1925 gestorben war): Seine Arbeit blieb weitgehend unbeachtet.

Lemaîtres Veröffentlichung enthielt zwei entscheidend wichtige Punkte: Im theoretischen Teil seiner Arbeit kommt er (rein mathematisch!) zu der Aussage, dass sich das Universum ausdehnt. Eine beliebige (große) Entfernung R im Weltall⁴ ist also von der Zeit abhängig; man schreibt das als $R(t)$; die Änderung von R mit der Zeit wird geschrieben als $\dot{R}(t)$, die Expansionsrate $\dot{R}(t)/R(t)$ stellt sich dabei als Konstante heraus.

$$\frac{\dot{R}(t)}{R(t)} = \text{const}$$

Im empirischen Teil der Arbeit, in dem Lemaitre auf Messwerte (von Slipher) zurückgreifen konnte, hat er einen Wert für diese Konstante angegeben. Leider liegt diese Zahl wegen extrem ungenauer Entfernungswerte (die er wohl von Edwin Hubble übernommen hatte) ziemlich „daneben“: 680 km/s/Mpc (heutiger Zahlenwert etwa 70) ist aus heutiger Sicht kein wirklich schöner Wert.

Anfang 1930 hatte de Sitter den von Hubble 1929 veröffentlichten beobachteten Zusammenhang zwischen den Radialgeschwindigkeiten der entfernten Galaxien und deren Entfernungen auf einem Treffen der Royal Astronomical Society referiert. Arthur Eddington nahm an der Diskussion teil, eine theoretische Lösung dazu fanden sie nicht. Als Lemaitre diese 1930 veröffentlichte Notiz las, wandte er sich in einem Brief an Eddington und wies auf seine Promotionsarbeit hin. In dieser 1927er-Arbeit hatte er ja gezeigt, dass Rotverschiebungen die Signatur eines expandierenden Universums sind und dass solche Rotverschiebungen linear von den Nebelabständen abhängen. Die nun von Eddington initiierte Übersetzung ins Englische erhielt auch de Sitter.

Beide akzeptierten sofort Lemaitres Theorie eines dynamischen Universums, ihre Stellungnahmen zu dieser „brillianten Lösung“ (Eddington) wurden noch im März (Eddington) und Mai (de Sitter) des gleichen Jahres veröffentlicht.

Nachdem auch Eddington 1930 festgestellt hatte, dass Einsteins „Welt“ von 1917 trotz des kosmologischen Gliedes Λ instabil ist, gab auch Albert Einstein das Modell des statischen Universums auf und erarbeitete mit Willem de Sitter 1931 in einer gemeinsamen Publikation die einfachste denkbare Lösung der Feldgleichungen: „On the relation between the expansion and the mean density of the universe“. Diese Arbeit bezog sich auf einen euklidisch „flachen“ Raum ($k=0$). Das kosmologische Glied Λ wurde auf null gesetzt, und der Druck zwischen den Galaxien und Sternen wurde von ihnen, anders als von Lemaitre 1927, nicht berücksichtigt. Dieses überarbei-

tete Modell ging in die Kosmologie als das „Einstein - de Sitter-Modell“ ein und war bis in die 1990er Jahre das Standard-Modell der Kosmologie. Das „Auf-Null-Setzen“ von Λ wurde zum „Null-Dogma“ für die kosmologische Konstante. Es war eine bedauerliche und verhängnisvolle Weichenstellung, denn beim Aufstellen der Einsteinschen Feldgleichungen in ihrer allgemeinsten Form aus Prinzipien, wie z.B. aus dem Hamiltonsche Variationsprinzip, ergibt sich der Λ -Term mathematisch zwingend. Nur sein Zahlenwert muss aus astronomischen Beobachtungen abgeleitet werden. Das „Null-Dogma“ wurde in den 1990er Jahren überwunden. Dass das sinnvoll war, zeigte sich auch in den Astronomischen Beobachtungen (Stichwort „Dunkle Energie“).

Fassen wir zusammen:

Aufgrund der „Vorarbeit“ durch **Albert Einstein** gelangten **Alexander Friedmann 1922** und **George Lemaitre 1927**, ohne voneinander zu wissen, zu demselben Schluss, dass das Universum expandiert, wobei die Ausdehnungsrate einen festen, bestimmbaren Wert hat.

Die beobachtenden **Astronomen** hingegen hatten inzwischen das Phänomen der sich voneinander entfernenden Galaxien über die Rotverschiebung genauer untersucht.

Da passt doch was zusammen!

Blieben wir noch einen Augenblick bei den mathematisch arbeitenden Kosmologen: Sie hatten theoretische Weltmodelle aufgestellt, die sich aus den Gleichungen von Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie ergaben. Auch wenn damals das Modell von de Sitter akzeptierter war (es war primär leer und statisch und expandierte erst durch Einbringen von Masse), so ist aus heutiger Sicht das Modell von Friedmann und Lemaitre tragfähiger. Dieses Universum expandierte (zu Einsteins Ärger – da half auch kein eingefügter Λ -Term). Zusätzlich hatte **George Lemaitre** Messungen von **Slipher** (Geschwindigkeit v) und **Hubble** (Entfernungen r) zusammengetragen und den Zusammenhang zwischen r und v als Proportionalität mit der Konstanten H_0 (spätere Bezeichnung!) erkannt. Der von

ihm angegebene Wert war allerdings (wegen der ungenauen Entfernungsmessungen) recht „gewagt“. Das alles stellte er in einer Arbeit zusammen, die 1927 auf Französisch und dann 1931 (nach ausführlichem Kontakt mit Arthur Eddington) auf Englisch erschien. Im gleichen Jahr veröffentlichte er auch mit „*The Expanding Universe*“ seine Vorstellung von einem zeitlichen „Anfang“ des Universums als quantenmechanisch zu verstehendes „Uratom“.

Es war damals nicht selbstverständlich, den Zusammenhang zwischen Rotverschiebung und Expansion des Universums zu akzeptieren. **Knut Lundmark**, ein schwedischer Astronom war wohl einer der Ersten der 1925 einen möglichen Zusammenhang formulierte: „... *the opinion that the measured Doppler-shifts of the lines are due either to motions in the non-relativistic sense or to motions and certain effects consequent to the general theory of relativity*“ (Angespielt wird hier natürlich auf das de-Sitter-Universum).

Im Rahmen einer 1928 in Leiden (Holland) stattfindenden Tagung der IAO trafen sich Kosmologen und Astronomen, um die Ergebnisse von *Slipher*, *Lundmark*, *de Sitter* und *Lemaître* zu diskutieren. Auch *Albert Einstein*, der immer noch an seinem statischen Universum festhielt, sowie *Arthur Eddington* waren anwesend. Ein weiterer Teilnehmer war ein Astronom aus den USA, der am Mount-Wilson-Observatorium arbeitete und der für seine Entfernungsmessungen von Spiralnebeln bekannt geworden war. Sein Name ist *Edwin Hubble*, der seines Mitarbeiters *Milton Humason*.

Im Jahr nach dieser Tagung, also 1929, veröffentlichte Hubble sein Ergebnis⁵ für den Zusammenhang zwischen r und v : Er stellte den Zusammenhang graphisch durch eine Gerade dar, zu der die mathematische Beziehung $v \sim r$ und somit $v = H_0 * R$ gehört.

Es war sicherlich das Verdienst von Edwin Hubble, uns den Zusammenhang zwischen v und r ganz deutlich als Gerade vor Augen zu führen. Inhaltlich kann man nicht sagen, dass man hier

wesentlich mehr erfährt als zwei Jahre zuvor von Lemaître.

Dieser schrieb:

$$\frac{\dot{R}(t)}{R(t)} = const$$

Und bei Hubble hieß es nun: $v/r = H_0$ – beide meinen das Gleiche: $\dot{R}(t)$ ist nämlich (als Ableitung des Weges nach der Zeit) die Geschwindigkeit v . Hier steht also (in leicht unterschiedlicher Schreibweise) bei beiden Autoren das gleiche! Hubble hat einen schönen Graphen (die Gerade) hinzugefügt, während Lemaître sogar eine für Hubble nie nachvollziehbare Schlussfolgerung zog: Die Galaxien fliehen nicht von uns, nein – das gesamte Universum expandiert!

Selbst Einstein mit seiner Vorstellung vom statischen Universum musste sich (wohl mit Eddington als Vermittler) "bekehren" lassen; er soll sein Λ als "größte Eselei seines Lebens" bezeichnet haben. Hubble hingegen ging nie von der Vorstellung des optischen Doppler-Effekts (also der **Fluchtbewegung der Galaxien im Raum**) ab.

Das Gesetz, das in seiner einfachsten Form $v = H_0 * R$ lautet, soll nach einem Beschluss der IAU von Ende 2018 deshalb nicht mehr einfach „*Hubble-Gesetz*“ sondern „*Hubble-Lemaître-Gesetz*“ heißen. Die Konstante – oder wie wir heute wissen, der Parameter, der die Expansion beschreibt, heißt aber weiterhin (aus historischen Gründen) „*Hubble-Konstante*“. Ihr Wert lässt sich heute erheblich genauer bestimmen als damals.

Hier gibt es aber ein unverhofftes Problem: Obwohl es verschiedene Methoden gibt, den Parameter zu bestimmen, sollte man erwarten, dass sich die Ergebnisse bei einem bestimmten Wert „einpendeln“. Stimmt aber nicht – es sind zwei! Misst man „konventionell“ (d.h. mit der Methode der SN-Ia-„Standardkerzen“), so erhält man einen Wert von 74 km/s/Mpc; selbst die Gravitationslinsen (für extrem weit entfernte Objekte) liefern einen Zahlenwert von 72 innerhalb der Standardabweichung. Durch die extrem genauen GAIA-Messungen erhält man $73,52 \pm 1,62$. Messungen über den Mikrowellenhintergrund

hingegen sowie die großräumige Galaxienverteilung liefern ein Ergebnis von $66,88 \pm 0,91$. Eine Ursache für diesen Unterschied dafür kennt man noch nicht⁶.

Nun fehlt hier zur vollständigen Erklärung des Titelbildes der ANDROMEDA 3/2018 mit der Formel:

$$H(t) = \frac{\dot{a}(t)}{a(t)}$$
 nur noch die Information darüber, warum dort $H(t)$ und nicht H_0 steht: Inhaltlich bedeutet $H(t)$, dass die Hubble-Konstante zeitabhängig ist (man spricht also besser vom „Hubble-Parameter“).

Ein solcher Einfluss der Zeit auf H ⁷ wird allerdings erst bei größeren Entfernungen wichtig; ab etwa $z = 0,1$ (das bedeutet 420 Mpc oder etwa 1,3 Milliarden Lichtjahre) versagt die Linearität der Hubble-Beziehung⁸. $H(t)$ wird jetzt aus der Theorie berechnet.

Inzwischen ist das von **George Lemaître 1927** entwickelte Modell (natürlich mit Erweiterungen) zum **Standardmodell** der Kosmologie geworden. Seinen Erkenntnissen verdanken wir das Wissen um ein im Urknall entstandenes und seitdem expandierendes Weltall. Nicht selbstverständlich, aber umso wichtiger, ist die Aussage, dass sich dabei der Raum selbst ausdehnt. Die zu beobachtende Entfernung⁹ der Galaxien voneinander wird umso ausgeprägter, je weiter die Objekte entfernt sind.

Nachdem schon Lemaître diesen Zusammenhang mathematisch aus der Allgemeinen Relativitätstheorie Einsteins hergeleitet und auch (mit **Sliphers** Daten) anschaulich gemacht hatte, stellte **Edwin Hubble 1929** diesen Zusammenhang graphisch in einem Koordinatensystem dar. Dabei übernahm auch er **Sliphers** Geschwindigkeitswerte; die Entfernungsmessungen sind wohl ihm selbst und seinem Mitarbeiter **Humason** zu verdanken. Ob ihm Lemaîtres Arbeit bekannt war, können wir nicht sagen; sein in „Öffentlichkeitsarbeit“ recht versierter Mitarbeiter sorgte jedenfalls dafür, dass das Gesetz die Bezeichnung **Hubble-Gesetz** bekam. Erst Ende 2018 erhielt dieses Gesetz zusätzlich Lemaîtres Namen.

Referenzen

- ¹ gemeint sind die Geschwindigkeitskomponenten radial auf uns zu oder von uns weg
- ² „Die Welt als Zeit und Raum“ (1923) sowie „Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung“ (1924)
- ³ „Ein homogenes Universum mit konstanter Masse und zunehmendem Radius, dass die Radialgeschwindigkeit der außergalaktischen Nebel widerspiegelt“ (Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, A47, p. 49-59, 1927)
- ⁴ Stellen Sie sich unter R einfach den Radius eines kugelförmigen Universums vor, wenn Sie im Hinterkopf behalten, dass die Verhältnisse durchaus etwas komplizierter sind.
- ⁵ E. Hubble, 1929, „A Relation between Distance and Radial Velocity among Extra-Galactic Nebulae,“ PNAS 15, 172
- ⁶ siehe auch: Spektrum der Wissenschaft 7/18
- ⁷ Dabei ist $H_0 = H(t_0)$ – also die Hubble-„Konstante“ zum heutigen Zeitpunkt.
- ⁸ Hubbles Messungen geschahen bei $z < 0,0003$
- ⁹ Natürlich kann die Entfernung nicht direkt beobachtet werden, sie wird z.B. mit Hilfe von Periodenmessungen bestimmter variabler Sterne (den sogenannten Cepheiden) gemessen. Mit Hilfe einer von Henrietta Leavitt 1912 aufgestellten Beziehung, lässt sich aus der Periodendauer die absolute Helligkeit des Sterns bestimmen. Setzt man den sich ergebenden Wert für M in die „Distanzgleichung“ ein, so erhält man einen recht genauen Wert für die Entfernung. Voraussetzung ist natürlich, dass sich solche Cepheiden auffinden lassen. Außerdem musste diese Vorgehensweise natürlich zunächst z.B. mit der schon länger bekannten Parallaxenmethode kalibriert werden.

Literatur

Wegen des erheblichen Umfangs der verwendeten Literatur, insbesondere an primären Quellen, verzichten wir hier auf eine Auflistung. Bei Interesse finden Sie die Literaturliste hier: <http://www.mawick.org/literaturliste-expansion-des-u/literaturliste-entdeckung-der-expansion-des-universums.pdf>

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:

14. Mai: Deep Learning: Neue Methoden bei der Suche nach Exoplaneten – Christian Böing

Das Sammeln schier unglaublicher Datenmengen ist heutzutage in vielen Bereichen unseres Lebens eine Normalität. Dies betrifft besonders die moderne Wissenschaft ganz allgemein und hier die Astronomie mit zahllosen Instrumenten und Missionen im speziellen. Bei der Auswertung und Analyse von Daten sind Computer praktisch nicht mehr wegzudenken, so auch bei der Suche nach Exoplaneten. Die hierbei benutzten künstlichen neuronalen Netze sind wie das menschliche Gehirn gebaut und führen hin zu einer intelligenteren Auswertung bspw. von Daten, die im Rahmen der Kepler-Mission gewonnen wurden. Die mit dieser Technik erzielten Ergebnisse sind beachtlich. Der Vortrag zeigt auf, wie

Deep Learning die Suche nach Exoplaneten ergänzen kann.

11. Juni: Planetarische Nebel – Daniel Spitzer

Neben den weithin bekannten Supernovae kann das Ende eines Sterns auch völlig anders aussehen. Abhängig von seiner Masse kann dies auch ein Planetarischer Nebel (kurz: PN) sein. Für Amateurastronomen stellen PN eine besondere Objektklasse dar, da sie vielfältige Gestalt annehmen können. Doch wann und wie entstehen PN? Was führt zu den unterschiedlichen Strukturen? Und: Wie kann man als Amateurastronom diesen Objekten näher kommen?

10. Juli: Sommerpause

14. August: Sommerpause

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



Hinterer Reihe:	A. Piccard	É. Henriot	P. Ehrenfest	É. Herzen	T. de Donder	E. Schrödinger	J. É. Verschaffelt	W. Pauli	W. Heisenberg	R. H. Fowler
Mittl. Reihe: P. Debye	M. Knudsen	W. L. Bragg	H. A. Kramers	P. Dirac	A. H. Compton	L. V. de Broglie	M. Born	M. Bohr	L. Brillouin	
Vordere Reihe:	I. Langmuir	M. Planck	M. Curie	H. A. Lorentz	A. Einstein	P. Langevin	C. E. Guye	C. T. Rees Wilson	O. W. Richardson	