



77

01/24

ISSN 1867-9471

Schutzgebühr 3 Euro,  
für Mitglieder frei

## **EIN FEUERRING ÜBER TEXAS**

Ein Ausflug zur ringförmigen Sonnenfinsternis

## **WO LIEGT EIGENTLICH FRANZÖSISCH GUYANA?**

Entfernungsmessung auf dem Globus

**Die Himmelpolizey**  
Jahrgang 21, Nr. 77  
Lilienthal, Januar 2024

## Inhalt

<b>Die Sterne.....</b>	<b>3</b>
<b>40. Bochumer Herbsttagung mit astronomischer Themenvielfalt.....</b>	<b>4</b>
<b>36. Tagung der Vereinigung der Sternfreunde e.V. (VDS)</b>	
<i>VdS zu Gast bei Olbers und Besuch des Telescopiums.....</i>	<b>11</b>
<b>Von Feuerringen, Raketen und Klostern</b>	
<i>Ein verlängertes Wochenende in Texas mit Sonnenfinsternis.....</i>	<b>15</b>
<b>Eine Reise nach Französisch Guyana</b>	
<i>Wie weit das ist, und warum dort der Mond auf dem Rücken liegt.....</i>	<b>21</b>
<b>110 Jahre Bohrsches Atommodell.....</b>	<b>25</b>
<b>Erratum zu HiPo 76.....</b>	<b>28</b>
<b>Impressum.....</b>	<b>28</b>

Den Astronomen ist durch ihre Position auf der Erde immer nur ein begrenzter Teil des Himmels zugänglich. Daher reisen sie gerne um den ganzen Planeten, um den besten Platz für eine Beobachtung zu ergattern. Dieses Mal sind unsere Mitglieder gleich zu zwei unterschiedlichen Orten auf dem amerikanischen Doppelkontinent aufgebrochen. Dabei ging es beide Male auch um die Frage, wie wir die Erde verlassen können. Raketen wurden und werden benötigt, um Menschen und Material ins All zu schießen. Wir berichten daher von der NASA in Houston und von der ESA in Französisch-Guyana.

*Titelbild: Bei der NASA in Houston befindet sich auf einem Freilichtgelände eine Ausstellung von Raketen, die in den 1950er und 1960er Jahren Raumkapseln und Satelliten ins All transportiert haben. Auf unserem Titelbild ist dieses Mal eine Little-Joe-II-Rakete zu sehen.*

Bild: Alexander Alin, AVL.



Die Sterne, liebe Freunde, haben sich uns im vergangenen Jahr 2023 sehr unterschiedlich gezeigt. Sie zeigten sich, so scheint es mir jedenfalls, veränderlich – und da war doch etwas. Genau, es gibt veränderliche Sterne. Und diese Veränderlichen, wie man diese Gattung nennt, sind für die Astronomie von besonderer Bedeutung.

Man kann anhand dieser Veränderungen auf das Alter schließen, man kann den Entwicklungsgrad bestimmen und man kann die Entfernung dieser Sterne ermitteln. Letzteres war und ist für uns sogar zum Schlüssel geworden, wenn es darum geht, die großräumige Umgebung unseres Planetensystems plastisch begreifen zu können. Veränderungen bedeuten Bewegung durch den Raum oder über die Zeit. Veränderungen sind also auch zu einem Maßstab geworden, der uns Orientierung bieten kann. Nicht ganz grundlos werden wir im Mai kommenden Jahres einen Vortrag dazu anbieten.

Im Gegensatz dazu sehen wir einen anscheinend nahezu unveränderlichen Sternenhimmel. Auch das ist natürlich etwas, was uns Orientierung erlaubt. Wir benötigen beides, feststehende Fixpunkte und die Veränderung, die uns Aufschluss über Beschaffenheit und Größe der Dinge gewährt.

Betrachtet man unsere Astronomische Vereinigung aus dieser Perspektive, so stellen wir Veränderungen fest, die Sorgen bereiten können. Unsere Mitgliederzahl beginnt zu sinken. Nach vielen Jahren einer gewissen Stabilität verlassen uns Mitglieder aus verschiedenen Gründen, wobei unsere Altersstruktur einer dieser Gründe ist. Junge Menschen zu erreichen erscheint schwieriger zu werden. Und junge Leute zu gewinnen, muss zunehmend ein Feld werden, welches uns beschäftigen muss. Dabei sind wir alle angesprochen, uns nach persönlichen Möglichkeiten einzubringen. Sicher ist unsere ungebrochen aktive Vortragsaktivität etwas, das den Menschen Zugang zu

uns bietet. Denn besonders nach der leidigen Zeit mit den Einschränkungen durch diese verrückte Pandemie, verzeichnen wir bei unseren Veranstaltungen größeren Zulauf. Auf diesem Feld sind wir also gut und richtig aufgestellt.

Im Vorstand haben wir uns in diesem Zusammenhang dazu entschlossen, auch die Zusammenarbeit mit der Telescopium Lilienthal gGmbH zu intensivieren. Zwar stellt unsere AVL das Hauptkontingent der Betreuer, Veranstaltungen finden aber meist getrennt statt – etwas, was wir verändern wollen. Mindestens eine unserer Veranstaltungen für die Öffentlichkeit werden wir im Frühjahr am Telescopium in Lilienthal durchführen. Kurzfristig können weitere Aktivitäten dazukommen. Und für den Herbst ist geplant, den Astronomietag ebenfalls am großen Fernrohr in Lilienthal durchzuführen.

Von dieser Verbindung können beide Organisationen gewinnen. Schließlich ist der Nachbau des historischen 27-Füßers eines der auffälligsten Bauwerke, die auf die Astronomie und auf die bedeutende Geschichte des Ortes Lilienthal hinweisen.

In diesem Jahr hat sich eine Kooperative zwischen der Telescopium gGmbH und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ergeben. Mancher von euch hat die Meldung dazu vielleicht bereits in der Wümmezeitung vom 08.12.2023 gelesen. Das Telescopium soll dabei zu einem Ort der aktuellen Forschung genutzt werden. Verschiedene Richtungen sind dabei in Planung. Angefangen von der Historie bis zu den optischen Möglichkeiten sollen Untersuchungen vorgenommen werden. Wir, die Telescopium-AG und die damit verbundene AVL könnten davon langfristig profitieren. Wir werden dieses Vorhaben begleiten und für die Zukunft Lehren daraus gewinnen.

Ihr seht also, dass Veränderungen geschehen. Sie sollen und müssen unsere

grundlegenden Ziele beinhalten und den eigentlichen Zwecken und Zielen der AVL entsprechen. Veränderung steht hier also auch für ein gewisses Maß an Lebendigkeit. Diese Lebendigkeit ist etwas, was wir fortwährend benötigen.

Zum Schluss möchte ich noch den anderen Aspekt meiner Betrachtung ansprechen – die Beständigkeit. Mit Veränderung Beständigkeit gewährleisten, könnte ein Wahlspruch einer Partei lauten. In diesem Fall soll er aber deutlich machen, dass wir eben beide Aspekte benötigen. Gerade hatten wir unsere Weihnachtsfeier in Würden und sie war erfreulicherweise wieder wie in Vor-Coronazeiten besucht. Für mich hatte dieses Zusammentreffen zum Jahresende den Aspekt der Beständigkeit verkörpert.

Liebe Mitglieder der AVL, liebe Freunde, wenn ihr diese neue HiPo in den Händen haltet, wird das Jahr 2024 vermutlich bereits begonnen haben. Ich wünsche euch allen, dass dieses neue Jahr glücklich verläuft, dass wir erneut in gewohnter Weise zusammenkommen können und dass alle gesund bleiben.

Herzliche Grüße

*Gerald Willems, Vorsitzender*

## 40. BOCHUMER HERBSTTAGUNG (BoHeTa) MIT ASTRONOMISCHER THEMENVIELFALT

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Die traditionelle Bochumer Herbsttagung (BoHeTa) [1] fand dieses Jahr bereits zum vierzigsten Mal an der Ruhr-Universität Bochum (RUB) statt. Daher gab es gleich zu Anfang stehende Ovationen aller Teilnehmer für Peter Riepe, der seit 44 Jahren diese Veranstaltung organisiert und maßgeblich geprägt hat. Zusätzlich wurde von dem ersten Vorsitzenden Sven Melchert der Vereinigung der Sternfreunde (VdS) [2] das selbst entworfene „bunte Verdienstkreuz“ verliehen, da Peter Riepe bereits alle anderen VdS-Ehrungen in seiner langen Tätigkeit als Fachgruppenleiter der FG-Astrofotografie erhalten hatte. Auch der Universitätsdekan Prof. Dr. Hendrik Hildebrandt ließ es sich nicht nehmen ein Grußwort an die Organisatoren der BoHeTa zu richten und darin zu betonen, dass sich die BoHeTa von einer lokalen Ruhrpott-Veranstaltung zu einem deutschlandweiten Event entwickelt hat. Mit der RUB gibt es daher zurecht eine lange Kooperation, die Prof. Dr. Ralf-Jürgen Dettmar in der letzten Dekade aufrechterhalten hat. Auch er wurde daher im Vorfeld der Veranstaltung geehrt (siehe Abbildung 1). Die AVL war auch dieses Jahr wieder mit einem Vortrag vertreten, reiste allerdings nur zu Dritt an.

Das Programm selber ließ dieses Jahr kein Schwerpunktthema erkennen und bot daher einen bunten Strauß aus der Themenvielfalt der Astronomie, was bei allen Teilnehmern sehr gut ankam und der Jubiläumsveranstaltung gerecht wurde. Denn so war für jeden Besucher etwas Interessantes dabei. Themen zur Sonnenbeobachtung, Remote- und Gartensternwarten, Verfolgung erdnaher Asteroiden, Meteorhalos, Entdeckung neuer Planetarischer Nebel, Fotografie der Ve-

nusatmosphäre und Radioastronomie wurden ausgiebig behandelt. Peter Riepe gab zum Einstieg einen kleinen Rückblick, zeigte das Programm der ersten BoHeTa mit dem ersten Gruppenbild und bedankte sich bei allen Helfern, die er all die Jahre immer zuverlässig an seiner Seite hatte. Denn alleine kann man eine solche Veranstaltung nicht organisieren und am Leben halten. Aufgrund des wieder sehr guten Zuspruchs mit über 160 Teilnehmern (siehe Abbil-

dung 2) wird es daher auch im nächsten Jahr wohl wieder eine BoHeTa geben, die auch in diesem Jahr nur von Spenden getragen wurde.

Den Vortragsreigen eröffnete Stefan Korth, der von seinem Einstieg in die Kalzium-Sonnenfotografie berichtete. Ein mitgebrachter Antlia CaK-Herschelkeil gab den Ausschlag bei einem Stammtischtreffen. Durch diesen wird die kontrastreichere Fotografie der Chromosphäre ermöglicht. Auch konnte eine stärkere Randverdunkelung als im typischen Weißlicht mit Baader-Sonnenschutzfolie beobachtet werden. Auch Fackelbeobachtungen werden dadurch ermöglicht, ohne gleich zu einer teuren H $\alpha$ -Ausrüstung greifen zu müssen. Da Korth häufig im Home-Office arbeitet, nutzte er die Mittagspausen in diesem Jahr aus, um kontinuierlich Sonnenbilder erstellen zu können. Da das Equipment innerhalb weniger Minuten startklar ist, wurde es sehr häufig und vor allem regelmäßig zwischen Juni und August 2023 verwendet. So entstand eine ganze Beobachtungsreihe. Korth verwendet normalerweise 10% der aufgenommenen Bilder. Jede Sequenz enthält 1.000 Bilder. Zusätzlich wurde ein Graufilter verwendet, um das Bild weiter abzudunkeln. Mit dem Übereinanderlegen verschiedener



**Abb. 1:** Grußworte zum 40. Jubiläum von Eberhard Bredner an Peter Riepe und Prof. Dr. Ralf-Jürgen Dettmar (im Hintergrund steht der Dekan der Ruhr-Universität Bochum Prof. Dr. Hendrik Hildebrandt) [26].

Filteraufnahmen wurde mit einem weiteren Astrokollegen experimentiert. So entstanden weitere Astroaufnahmen der Sonne als Gemeinschaftsarbeit.

Im Anschluss kam es zu einem Fortsetzungsvortrag von Prof. Dr. Kai-Oliver Detken [3], der über das First Light der VdS-Sternwarte in Namibia berichtete (siehe Abbildung 3). Im letzten Jahr wurden die Fachgruppe Remote-Sternwarten [4] und der Projektstatus vorgestellt, der immerhin bereits in die Auswahl des Teleskop-Equipments mündete. Nun konnte die Vollendung des ersten Remote-Sternwarten-Projekts präsentiert werden. Bevor es dazu kam, mussten allerdings noch einige Hindernisse aus dem Weg geräumt werden. Denn es wurden zwar der Remote-Rechner und die darauf laufende Software sowie die notwendigen Treiber vorab getestet, aber nicht das Zusammenspiel aller Komponenten. Zudem machte die Anlieferung Probleme, da zum einen Fedex nicht direkt liefern konnte und zum anderen der Zoll die Einfuhr verzögerte. Nachdem aber Anfang 2023 das gesamte Equipment in der Rolldachhütte von Hakos [5] angekommen war und auch die Säule fertig mon-



Abb. 2: Gespanntes Auditorium und voller Hörsaal bei der BoHeTa 2023 [27].

tiert wurde, konnte der Aufbau im April beginnen. Dazu flogen die zwei Fachgruppenmitglieder Bernd Christensen und Thomas Appel nach Namibia. Vor Ort halfen Jürgen Obstfelder und Friedhelm Hund, so dass ein schlagkräftiges Vierer-Team bereitstand. Bei der Inbetriebnahme wurde dann mit Erschrecken festgestellt, dass die 3“-Schiene zur Montage des 12“-Newtons vergessen wurde. Es ließ sich aber eine neue vor Ort besorgen. Weitere Hindernisse mussten umschifft werden, was aber durch die stete Kommunikation zur Fachgruppe in

Deutschland geschafft werden konnte. So kam es bereits vor Ort zu einem ersten First Light, bevor man sich wieder auf den Rückweg machte. Nachdem im Mai remote das Feintuning durchgeführt werden konnte, um die letzten Konfigurationseinstellungen durchführen zu können, stand am 31. Mai das First Light der Power-User auf dem Programm. Denn es sollten im ersten Schritt 12 Fachgruppenmitglieder die Steuerung der Remote-Sternwarte erlernen, um anschließend Beobachtungen mit Interessenten durchführen zu können. Dies wurde bis Mitte September trainiert. Zusätzlich entstanden ein Programmablauf und ein Notfallplan für den Betrieb. Am 13. September war es dann soweit: es wurde die gesamte Fachgruppe zu einem First Light eingeladen, an dem sich 28 Teilnehmer beteiligten. Nun lassen sich in diesem ersten Pilotbetrieb Aufnahmeanträge einstellen, wenn man der Fachgruppe angehört und ein VdS-Mitglied ist. Interessenten können sich über die Webseite [4] bei der Mailingliste der Fachgruppe anmelden. Hier lassen sich auch in der Galerie eine Auswahl der bisher gemachten Bilder bewundern, die von den Astrofotografen hochgeladen wurden. Inzwischen wurde die VdS-Sternwarte auch beim Minor Planet Center (MPC) der International Astronomical Union (IAU) ordnungsgemäß



Abb. 3: Kai-Oliver Detken berichtete über erste Bildergebnisse der Remote-Sternwarte in Namibia, die auch auf der Homepage der Fachgruppe veröffentlicht sind [26].



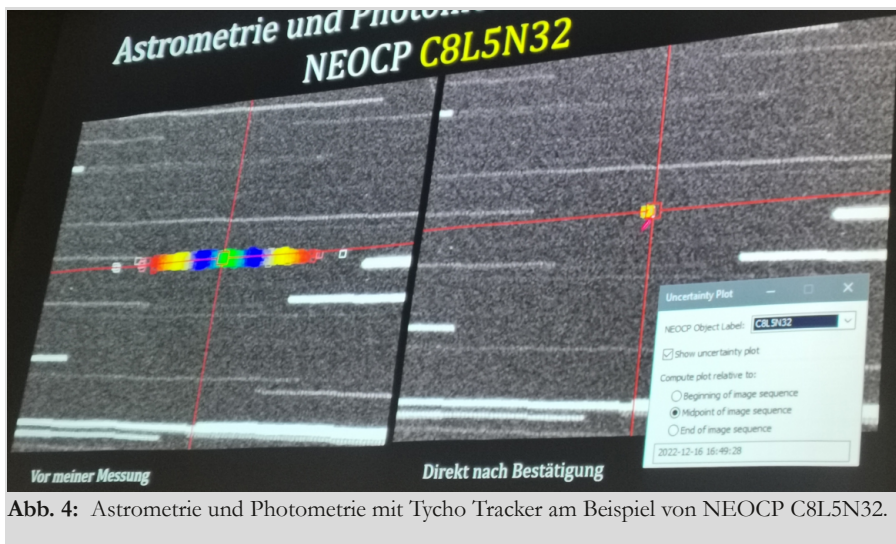


Abb. 4: Astrometrie und Photometrie mit Tycho Tracker am Beispiel von NEOCP C8L5N32.

angemeldet, um offiziell nach Kleinplaneten Ausschau halten und diese anmelden zu können. Die Sternwarte erhielt den Stationscode M58. Es konnten bereits einige potentielle Kandidaten gemeldet werden, die auf den Astrobildern entdeckt wurden. Abschließend lässt sich feststellen, dass das Projekt in nur 1,5 Jahren umgesetzt werden konnte und nun einen echten Mehrwert für die VdS und ihre Mitglieder darstellt.

Der nächste Vortrag setzte fast nahtlos an die Thematik an, denn er handelte von der automatisierten Verfolgung erdnaher Asteroiden, sogenannter Near-Earth Objects (NEO). Faszinierend daran ist, wie der Referent Bernd Koch betonte, ob ein zeitnaher Erdschlag droht und um wie viele Kilometer der Asteroid die Erde verfehlt. Die durchgeführte Astronomie und Photometrie der NEOs sind von Amateuren dabei genauso wichtig, wie von den Profis. Denn alleine im Hauptgürtel zwischen Mars und Jupiter sind über 1 Millionen Objekte vorhanden, die die Profis nicht alle ohne Unterstützung beobachten können. 2.349 Potentially Hazardous Asteroids (PHA) sind derzeit registriert, die der Erde gefährlich werden können. Davon sind 1.547 PHA auf einer Risikoliste der ESA gelistet. 33.369 NEO-Objekte sind Stand November 2023 bekannt und es kommen nächtlich weitere hinzu, was auch den Amateuren zu verdanken ist. Aste-

roiden und Kometen können mit dem Programm NEO Planner [7] von Bernhard Häusler im Vorfeld berechnet werden. Dabei lassen sich für jede Kamera beliebige Parameter einstellen. Viele Kometen wurden von Koch damit fotografiert, weil sie einfacher besser planbar wurden. Die Beobachtungsliste kann im JSON-Format (JavaScript Object Notation) umgesetzt und dadurch in N.I.N.A. importiert werden. Dafür wurde extra ein Modul programmiert. Interessant sind NEOCP-Objekte (Asteroiden/Kometen), da sie frisch entdeckt wurden und auf der NEO Confirmation Page [8] bestätigt werden müssen. Die Astrometrie und Photometrie werden hingegen mit

dem Programm Tycho Tracker [9] von Daniel Parrott durchgeführt (siehe Abbildung 4). Neue Objekte können so sehr schnell und automatisiert auf vorhandenem Bildmaterial gefunden werden. Auch Lichtkurven können mit der Software generiert werden. Ein spannendes Betätigungsfeld, was vielleicht einmal zu eigenen Entdeckungen von Asteroiden führt. Auch Koch besitzt im Übrigen eine registrierte MPC-Sternwarte mit dem IAU Observatory Code B72.

Eine eigene Sternwarte besitzt auch der nächste Referent Rainer Sparenberg [28], der sie aufgrund von Überalterung nach 20 Jahren renovieren musste (siehe Abbildung 5). Eine Schiebedachhütte, was eigentlich die beste Wahl für eine Sternwarte darstellt, kam aus Platzgründen leider nicht mehr in Frage, weshalb die gebrauchte Baader-Kuppel eines verstorbenen Sternfreunds übernommen wurde. Die Sternkuppel war allerdings seit einiger Zeit nicht mehr gepflegt worden, weshalb alleine die Säuberung 5-6 Tage in Anspruch nahm. Die eigene Sternwarte wurde kernsaniert und Siebdruckplatten zweiter Wahl in Oldenburg als Basis für die Kuppel gekauft. Eine Verlängerung der Säule wurde durch diese neue Konstruktion ebenfalls notwendig. Im



Abb. 5: Neue Sternwarte mit 2,1 m Baader Classic Dome von Rainer Sparenberg nach dem Umbau [27].



Einsatz ist nun ein Mini-PC, auf dem die Software N.I.N.A. zur Ansteuerung läuft. Die Kuppel ist zur Automation mit dem Astro-Dome-Controller vorbereitet worden, so dass zukünftig N.I.N.A. das Dach automatisch nach einer Aufnahmesequenz schließen kann. Eine gebrauchte GM-Montierung rundet das Ensemble ab. Zwei Teleskope werden auf der Montierung getragen, u.a. ein 10“ Foto-Newton der Marke Lacerta. Ein Laser-scanning der Marke FARO [10] zeigte dem staunenden Publikum dann in einer virtuellen Rundschau die gesamte Sternwarte von innen und außen. Abschließend wurden erste Aufnahmen mit dem neuen Equipment gezeigt, die die gewohnte tolle Qualität von Sparenberg besaßen.

Nach einer ersten Pause begann Prof. Dr.-Ing. Peter C. Slansky [11] von der Hochschule für Fernsehen und Film in München mit dem Thema Meteorhalos. Er zeigte dazu eigene Aufnahmebeispiele von Meteoriten mit einem Terminal-Flash, die ein extrem großen Radius und Volu-



Abb. 6: Peter Bressler berichtete über neue von ihm entdeckte Planetarische Nebel (PN) im Sternbild Schwan [26].

men besaßen. Dieses Phänomen ist relativ unbekannt, obwohl bereits 1958 ein violetter Halo von Prof. Igor Stanislavovich Astapovich festgestellt werden konnte. Auch Hans C. Stenbaek-Nielsen und Peter Jenniskens haben im Jahr 2001 einen „High-Speed“ Leonid mit Axtförmigen Shockfront-Halo beobachten können. Es existieren momentan verschiedene Computermodelle zu Me-

eteorhalos, von denen der Referent drei exemplarisch beschrieb. Ein eigenes morphologisches Klassifikationsmodell wurde anhand eigener Aufnahmen dann sogar selbst entwickelt, welches den Halo in drei Bereiche unterteilt: innerer Halo (Zone A), mittlerer Halo (Zone B) und äußerer Halo (Zone C). Die Herausforderung dabei ist, diese Zonen erkennen zu können, denn Meteorhalos besitzen keine scharfen Grenzen, sondern nur fließende Übergänge (Gradienten). Außerdem sieht der Betrachter keinen Querschnitt, sondern nur die Seitenansicht. Erforderlich sind daher Videobeobachtungen am Rande des technisch machbaren. Alle Halo-Aufnahmen werden dazu nachträglich überlagert. Meteorhalos kinematisch aufnehmen zu wollen ist, wie eine „Wolke an die Wand zu nageln“, wie der Referent feststellte. Meteorhalos sind daher aus Sicht von Slansky kein seltenes Phänomen, aber mit der heutigen Technik immer noch sehr schwer zu beobachten. Sein eigenes Equipment besteht daher derzeit aus vier Kameras, die parallel eingesetzt werden, um einen größeren Himmelsausschnitt abdecken zu können. Abschließend wies er noch auf die bestehende Bedeckung des Sterns Beteigeuze durch 310 Leona hin. Dieses Helligkeitsprofil auszuwerten wird sehr spannend sein.



Abb. 7: Begrüßungsbild der Homepage der Astronomische Vereinigung Vulkaneifel am Hohen List e.V. [19]



Abb. 8: Live-Zugriff auf den Astroteiler Stockert während der Veranstaltung.

Der nächste Vortrag wandelte auf den Spuren von Abell, da von Peter Bresseler neue Planetarische Nebel (PN) im Sternbild Schwan entdeckt wurden. Georg Abell suchte auf den Fotoplaten des Palomar Observatory Sky Survey (POSS) in den 1950er Jahren nach PN-Objekten. Zudem arbeitete er mit dem damaligen größten Schmidt-Teleskop am Palomar-Observatorium. Aus seiner Arbeit entstand der Abell-Katalog von 4.073 Galaxienhaufen mit dessen Hilfe erstmals die Struktur des Universums bis zu einer Rotverschiebung von etwa 0,2 untersucht werden konnte, und der bis heute von Bedeutung geblieben ist. PN-Objekte entstehen durch mittelgroße Sterne, die am Ende ihres Lebens zu einem Roten Riesen werden und danach ihre äußere Hülle abstoßen, so dass am Ende ein Weißer Zwerg übrigbleibt. Von dem verbleibenden heißen Kern geht energiereiche Strahlung aus, die die abgestreifte Hülle aus Gas und Staub zum Leuchten anregt. Wenn man nun glaubt, dass bereits alle PN-Objekte entdeckt wurden, dann täuscht man sich. Denn in den letzten 20 Jahren hat sich deren Zahl verdoppelt! Bekannt sind momentan 3.600 PN-Objekte. Es wird aber geschätzt, dass ihre Zahl bei 30.000 liegen müsste. PN-Objekte sind symmetrisch, emittieren die Wellenspektren  $H\alpha$ , [OIII], [SII] und besitzen einen Zentralstern. Das ESAsky-Portal [12] und CDS der Universität

Straßburg [13] ermöglichen die gezielte PN-Suche. In diesen Datenbanken sucht Bresseler nach Hinweisen auf Himmelskörper, die planetarische Nebel sein könnten. Danach richtet er anhand der Koordinaten sein Teleskop auf mögliche Kandidaten aus und erstellt einige Dutzend Aufnahmen über mehrere Stunden hinweg. Bei der Analyse am Computer hofft er dann darauf, dass sich zwei für planetarische Nebel typische Spektrallinien  $H\alpha$ , [OIII] oder [SII] zeigen. Im Juli 2023 ist der Referent so durch diese Vorgehensweise im Sternbild Schwan auf ein auffälliges Objekt gestoßen. Die Aufnahmen davon schickte er an ein französisches Team von Amateur-Astronomen, welches eine eigene Webseite [14] betreibt und mögliche PN-Kandidaten prüft. Das Team sucht auch selbst nach den charakteristischen Signalen in Spektren von PN-Kandidaten. Anschließend analysierten kooperierende Wissenschaftler des Laboratory for Space Research [15] in Hongkong die Daten und veröffentlichten diese in der sogenannten HASH-PN-Datenbank [16]. So konnten bereits zwei neue PN-Objekte von Bresseler entdeckt werden, die nun seinen Namen tragen: Br6 und Br7. Insgesamt wurden 12 neue Objekte von ihm eingereicht, bei denen teilweise noch auf eine Bestätigung gewartet werden muss. Im Anschluss befanden sich die Zuhörer wieder in unserem Sonnensystem. Denn

Wolfgang Bischof [17] zeigte, wie er Wolkenstrukturen auf der Venus mit Amateurmitteln nachweisen konnte. Im Coronajahr 2020 begann er seine Venusbeobachtung mit einem 8" Newton aus den 1980er Jahren. Für die RGB-Aufnahmen wurden Astrodon-Filter angeschafft, da diese sehr steile Flanken verwenden und dadurch keine Überlappung im Wellenspektrum zustande kommt, wie das bei anderen Filtern oftmals der Fall ist. Als UV-Filter kam zusätzlich der U-Filter ZWL 350 nm von Baader zum Einsatz, der dann auch immer mehr Oberflächenstrukturen zum Vorschein brachte, je größer die Venus Scheibe wurde. Es ließ sich dabei sogar eine Rotation der Venuswolken nachweisen, die nach eigener Beobachtung nicht so langsam wie die Venus selbst rotieren, was auf Windgeschwindigkeiten von bis zu 400 km/h schließen lässt. Trotz der kleinen Beobachtungsfenster von nur ca. 60 min pro Nacht lassen sich diese Wolkenbewegungen erkennen. Die Rotationszeit der Venusatmosphäre im UV-Band konnte daher auf ca. 3,7 Tage berechnet werden. Auch im Infrarot-Bereich lassen sich Wolkenstrukturen nachweisen, allerdings viel schwächer. Hier liegt die Rotationszeit bei ca. 4,8 Tagen, weil andere Wolkenschichten analysiert wurden. Seine Venusaufnahmen wurden von Auditorium mit zusätzlichem Applaus bedacht.

Den Abschluss des zweiten Blocks war dann wieder Dr. Carolin Liefke vorbehalten, die die Verleihung des Reiff-Preises [18] für Amateur- und Schularbeit souverän durchführte. Als Preisträger wurden dieses Mal Wiegelsweg in Schwalmstadt für das Kindergarten- und Grundschulalter für gebastelte Sonnensysteme, das Berufsbildungszentrum am Nordostseekanal für verschiedene Astro-Projekte, das Friedrich-Schiller-Gymnasium Weimar für gesammelte Mikrometeorite in der Luft und vhs-Sternwarte Neumünster für ihre Kinder- und Ju-



gendbetreuung ausgezeichnet. Nur Wie-gelsweg nahm den Preis persönlich entgegen, während die anderen Preisträger jeweils Videobotschaften der Anreise vorzogen.

Nach der zweiten Pause folgte der Reiff-Vortrag durch Prof. Dr. Uli Klein, der zuerst die Astronomische Vereinigung Vulkaneifel am Hohen List e.V. (AVV) [19] vorstellte (siehe Abbildung 7), die im Jahr 2013 durch die Namensänderung des ehemaligen, im Jahr 2002 gegründeten Fördervereins des Observatoriums Hoher List, entstanden ist. Anlass war die Einstellung der wissenschaftlichen Nutzung durch das Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn und die damit verbundene Schließung der Anlage. Die AVV betreibt seitdem die Observatorien erfolgreich weiter, hat zurzeit 230 Mitglieder und feierte dieses Jahr ihr zehnjähriges Bestehen. Ziel des Vereins ist die astronomische Bildung für alle. Dafür werden Führungen, Beobachtungen, monatliche Vorträge, Schulunterricht und eine Junior-Uni angeboten. Nach der Vorstellung ging Klein auf das eigentliche Thema Galaxien-Overlays ein. Ziel ist es dabei, eine multi-spektrale Sicht auf Galaxien zu schaffen, denn Galaxien sind in allen Wellenlängen sichtbar. Overlays auf Farbbilder lassen so Radiokontinuum, Säulendichte des neutralen Sauerstoffs, HI-Geschwindigkeiten, Verteilung des molekularen Gases und CO-Geschwindigkeiten erkennen. Das Beispiel eines HI-Datenkubus der Galaxie NGC 628 (Messier 74) wurde zur Verdeutlichung exemplarisch dargestellt. Als Software für die Overlays wird KARMA (the KMOS ARM Allocator) [20] verwendet. Dies ist ein Linux-basiertes Softwaretool, das auf dem ESO Real Time Display (RTD) basiert, besser bekannt durch seine Skycat-Erweiterung. Es unterstützt den Anwender bei der Vorbereitung von Beobachtungen mit dem Multiobjekt-Integralfeldspektrometer KMOS. So kann dann die Rotation

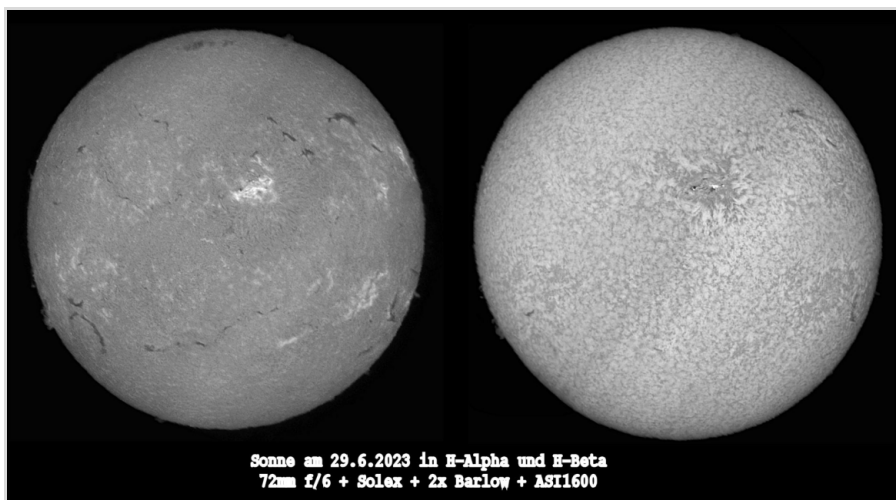


Abb. 9: Bilder von der Sonne im H $\alpha$ - und H $\beta$ -Spektrum mit dem Spektroheliograf Sol'Ex [25].

von Galaxien, oder wie viel Material für neue Sterne vorhanden ist, nachgewiesen werden. Als Beispiel wurde die Black-Eye-Galaxie NGC 4826 (Messier 64) genannt, die sich eine andere Galaxie einverleibt hat, was man aber nur an der Kinematik erkennen kann und nicht anhand der Aufnahmen. Das Fazit des Vortrags war daher, dass sich durch die Betrachtung verschiedener Wellenlängen ganz neue Erkenntnisse bei Galaxien gewinnen lassen.

Der zweite Teil des Reiff-Vortrags war dann den Amateuren vorbehalten, die durch Dr. Wolfgang Herrmann vertreten wurden. Dieser stellte den Astropeiler Stockert [21] vor, das größte Radioteleskop, welches von Amateuren derzeit betrieben wird. Es wurde im Jahr 1956 im Auftrag der Universität Bonn gebaut. Im Jahr 1995 wurde es dann stillgelegt und an eine Privatfirma verkauft. Im Jahr 2011 wurde der Betrieb ehrenamtlich wieder aufgenommen, was durch eine Stiftung ermöglicht wurde. Der Astropeiler Stockert e.V. ist der Betreiber der Anlage und hat als Partner die NRW-Stiftung. Hauptinstrument ist der 25-Meter-Spiegel des Astropeilers. Weitere kleinere Geräte sind inzwischen dazugekommen. Mit dem alten Radioteleskop kann nach wie vor wissenschaftlich gearbeitet werden, da alle Instrumente und die notwendige Software auf dem aktuel-

len Stand sind. Der Vorteil gegenüber Profgeräten wie Effelsberg ist, dass mit dem Astropeiler wesentlich länger beobachtet werden kann. So lassen sich Fast Radio Bursts (FRB), die eine Herausforderung für Radioteleskope darstellen, dauerhaft untersuchen. FRB sind einzelne Pulse mit hoher Dispersion, die nicht aus unserer Galaxie kommen und erstmals von Prof. Duncan R. Lorimer in Archivdaten des Parkes-Radioteleskops in Australien entdeckt wurden. Ursache der Dispersion sind Ladungsträger (Elektronen) im Raum zwischen Quelle und Radioteleskop. Inzwischen weiß man, dass es genug helle FRBs gibt, die mit einem 25-Meter-Spiegel untersucht werden können. Sie sind zwar nicht häufig, aber durch die größere Beobachtungszeit, die einem am Astropeiler Stockert zur Verfügung steht, auffindbar. Es wurden daher einige erfolgreiche Beobachtungskampagnen durchgeführt. Ein weiterer Themenschwerpunkt sind Neutronensterne, die ähnlich wie Pulsare, ein extrem starkes Magnetfeld besitzen. Zusammenfassend stellte Herrmann fest, dass man mit dem Astropeiler Stockert durchaus Beiträge zu wissenschaftlichen Fragestellungen liefern kann, obwohl dieser lange nicht so empfindlich ist, wie das Radioteleskop Effelsberg. Die Voraussetzung ist, dass man sich auf ein bestimmtes Thema konzentriert. Ab-

schließlich wurde dann noch live für das Auditorium der Astropeiler Stockert angesteuert, was als ein Höhepunkt der Veranstaltung angesehen werden konnte (siehe Abbildung 8), denn das Auditorium sah wie sich das Teleskop neu ausrichtete.

Im letzten Vortrag berichtete Bernd Gährken [22] über den neuen Spektrohelio- liograf Sol'Ex [23], der als preisgünstiger 3D-Bausatz von dem französischen Unternehmen Shelyak angeboten wird. Fertig ausgedruckte Bausätze sind bereits für 129 Euro zu bekommen [24]. Der Bausatz enthält einen 4,5mm breiten Spalt, ein kleines Reflektionsgitter mit 2.400 Linien pro Millimeter und zwei Kollimator- Linsen. Ein Herschel-Keil oder ein Frontfilter muss als Energieschutz zusätzlich eingesetzt werden. Der muss

ebenso wie die Fokussiereinheit für die Webcam zusätzlich erworben werden, so dass der Gesamtpreis bei ca. 600 Euro liegt. Der Sol'Ex basiert damit nicht auf einer klassischen Filtertechnik, sondern nutzt die Möglichkeiten der Spektroskopie. Durch das Teleskop wird das Spektrum erzeugt. Das Spektrum wird dabei auf die H $\alpha$ -Line beschränkt, die dann mit einer Webcam abfotografiert werden kann. Mit der Montierung wird die Sonne abgescannt und ein Video des Scans erstellt. Aus diesen Daten rekonstruiert später eine Software das gewünschte Sonnenbild. Die nötige Software heißt INTI und ist kostenlos im Internet erhältlich. Gährken experimentierte mit dem Bausatz. So wurde die Brennweite verlängert, um den Kontrast und die Auflösung zu erhöhen. Damit wurde das

Öffnungsverhältnis von 1:8 auf 1:6 reduziert. Zudem wurde ein IR-Sperrfilter vor das Sol'Ex gesetzt. Das Geniale an dieser Vorgehensweise: auch andere Spektrallinien können mit dem Sol'Ex eingestellt werden. So lässt sich beispielsweise auch die Calcium-Linie darstellen. Direkte Vergleiche zwischen H $\alpha$  und Calcium sind dadurch möglich geworden. Bildaufnahmen und Vergleiche wurden auf der Tagung präsentiert (siehe Abbildung 9). Abschließend ließ sich festhalten, dass das Sol'Ex eher als lehrreiches Bastelprojekt bezeichnet werden kann, mit dem einige interessante Experimente möglich sind. Eine preiswerte Alternative zu dem traditionellen Sonnenequipment stellt es aber allemal dar.

## Literaturhinweise

- [1] Webseite der Veranstaltung BoHeTa: <http://www.boheta.de>
- [2] Webseite der Vereinigung der Sternfreunde (VdS): <https://www.sternfreunde.de>
- [3] Homepage von Kai-Oliver Detken: <https://www.detken.net>
- [4] Webseite der VdS-Arbeitsgruppe Remote-Sternwarten: <https://remotesternwarten.sternfreunde.de>
- [5] Astrofarm Hakos in Namibia: <https://www.hakos-astrofarm.com/de/>
- [6] Webseite des Minor Planet Center (MPC) der International Astronomical Union (IAU): <https://www.minorplanetcenter.net>
- [7] Webseite des NEO Planner V. 3.0: <https://groups.io/g/kleinplaneten/message/36>
- [8] The NEO Confirmation Page: [https://minorplanetcenter.net/iau/NEO/toconfirm\\_tabular.html](https://minorplanetcenter.net/iau/NEO/toconfirm_tabular.html)
- [9] Webseite des Programms Tycho Tracker: <https://www.tycho-tracker.com>
- [10] Webseite des Herstellers FARO: <https://www.faro.com/de-DE/Products/Hardware/Focus-Laser-Scanners>
- [11] Homepage von Peter C. Slansky: <http://www.peter-slansky.de>
- [12] Webseite des ESASky-Portals: <https://sky.esa.int/esasky/>
- [13] Webseite des Strasbourg Astronomical Data Center: <https://cds.u-strasbg.fr>
- [14] Webseite Planetary Nebulae: <https://planetarynebulae.net/EN/>
- [15] Webseite des Laboratory Space Research (LSR): <https://www.lsr.hku.hk>
- [16] Webseite der Hong Kong/AAO/Strasbourg H-alpha planetary nebula database (HASH): <https://planetarynebulae.net/EN/hash.php>
- [17] Homepage von Wolfgang Bischof: <https://www.magicviews.de>
- [18] Reiff-Stiftung für Amateur- und Schulastronomie: <http://www.reiff-stiftung.de/die-reiff-foerderpreise/>
- [19] Webseite der Astronomischen Vereinigung Vulkaneifel am Hohen List e.V.: <https://www.hoher-list.de>
- [20] Webseite der ESO zur KARMA-Software: <https://www.eso.org/sci/observing/phase2/SMGguidelines/KARMA.html>
- [21] Webseite des Astropeilers Stockert: <https://www.astropeiler.de>
- [22] Homepage von Bernd Gährken: <https://www.astrode.de>
- [23] Homepage von Christian Buil: <http://www.astrosurf.com/solex/sol-ex-objective-en.html>
- [24] Sol'Ex-Bausätze: <https://azur3dprintshop.com/23-le-sol-ex-de-christian-buil>
- [25] Bild von Bernd Gährken, VdS
- [26] Bild von Torsten Lietz, AVL
- [27] Bild von Rainer Sparenberg, VdS
- [28] Homepage von Rainer Sparenberg: <https://www.airglow.de>



## 36. TAGUNG DER VEREINIGUNG DER STERNFREUNDE E.V. (VdS)

### VdS zu Gast bei Olbers und Besuch des Telescopiums

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, *Grasberg*

Vom 17.-19. November fand bei der Olbers-Gesellschaft in Bremen bei der Hochschule für Betriebswirtschaft und Nautik die 36. Tagung und Mitgliederversammlung der Vereinigung der Sternfreunde e.V. [1] statt. Zusätzlich feierte die VdS ihr 70-jähriges Jubiläum, wie der erste Vorsitzende Sven Melchert mit Stolz bekanntgab. Die Moderation wurde wie gewohnt durch das Vorstandsmitglied Prof. Dr. Dominik Elsässer durchgeführt (siehe Abbildung 1). Da neben der Tagung am Samstag auch noch ein Besuch des Telescopiums in Lilienthal am Sonntag eingeplant wurde, war die AVL eng mit in die Planung eingebunden worden. Es kamen insgesamt ca. 80 Mitglieder nach Bremen und noch einmal ca. 60 waren Online mit dabei, da eine hybride Veranstaltung vorgesehen war (siehe Abbildung 2).

Der erste Fachvortrag wurde von Dr. Uwe Pilz, Leiter der Fachgruppe Kometen [2] zur Thematik Lichtstreuung in der Astronomie gehalten. Dabei betonte er, dass letztendlich alles was wir sehen auf Lichtstreuung beruht. Das bedeutet, Licht trifft auf ein Atom und wird davon abgelenkt. Nur der direkte Blick in die Sonne, der ohne Schutzfilter natürlich nicht zu empfehlen ist, beinhaltet keine Streuung des Lichts. So wurden dann rote Sonnenuntergänge anhand der Rayleigh-Streuung und das Phänomen der leuchtenden Nachtwolken erläutert. Interessant dabei ist, dass man durch die Lichtreflexion bestimmen kann, aus welchem Material das reflektierte Objekt besteht. So ließ sich beispielweise erkennen, dass die Saturnringe aus Eiskristallen und

Gesteinsbrocken aufgebaut sind.

Neues zu Sternbedeckungen kam natürlich wie immer von Dr. Eberhard Bredner, der auch die gleichnamige Fachgruppe [3] leitet. Sternbedeckungen am Mond waren lange Zeit das Hautthema in der Astroszene. Faszinierend sind besonders totale Sternbedeckungen, was an verschiedenen Videobeispielen gezeigt wurde. Sie müssen dabei ähnlich wie Sonnenfinsternisse am richtigen Ort zur richtigen Zeit beobachtet werden. Daher hat Bredner zwei Teleskope namens Max und Moritz parallel an verschiedenen Standorten im Einsatz. Er beobachtet solche Phänomene bereits seit 40 Jahren. Als nächstes Großereignis für Sternbedecker sieht er die totale Bedeckung von Beteigeuze durch den Asteroiden (319)

Leona.

Die Fachgruppe Remote-Teleskope [4] wurde im Fachvortrag von Prof. Dr. Kai-Oliver Detken [5] vorgestellt, während auf der Mitgliederversammlung Dr. Bernd Christensen das Nutzungskonzept darlegte. Der Aufbau und der Status der Realisierung wurden vorgestellt sowie die installierten Teleskope mit der Montierung. Auch auf die verwendete Software wurde kurz eingegangen, um dann zum First Light der Fachgruppe zu schwenken und erste Bilderergebnisse zu zeigen, die man auch auf der Fachgruppen-Webseite sich ansehen kann. Dabei wurden die Ergebnisse unterschiedlicher Anwender gezeigt. Zwei Zeiträufelrundeten die Präsentation ab. Abschließend wurde der enge Zeitplan



Abb. 1: Prof. Dr. Dominik Elsässer eröffnet die 36. VdS-Tagung im Vorlesungssaal der Hochschule Bremen.



Abb. 2: Obligatorisches Gruppenfoto der Teilnehmer der VdS-Tagung [6].

noch einmal vorgestellt, um den Teilnehmern ein Gefühl dafür zu geben, was alles in nur 1,5 Jahren geschafft werden konnte. Im Nutzungskonzept ist nun vorgesehen, dass Beobachtungszeit nur ein Fachgruppenmitglied stellen kann, welches auch die VdS-Mitgliedschaft innehat. Mitgliedschaften ganzer Vereine werden dafür nicht akzeptiert. Auf der Mitgliederversammlung wurde dann auch noch von Dr. Andreas Klug auf den wirtschaftlichen Aspekt und die Kooperation zwischen Minor-Stiftung und VdS eingegangen. Abschließend übergab er die Fachgruppenleitung offiziell an Kai-Oliver Detken.

Danach wurde es futuristisch, denn der VdS-Botschafter Daniel Fischer stellte das Thema Asteroiden-Bergbau vor. Die kleine Firma AstroForge [7] will dies angehen und hat wohl eine Partnerschaft mit dem Satelliten- und In-Orbit-Dienstleister OrbAstro [8], um gemeinsam auf Falcon9-Raketen von SpaceX zugreifen zu können. Die erste Mission soll im April 2023 stattgefunden haben, um die eigene Technologie zu validieren und Extraktionen in der Schwerelosigkeit durchzuführen. Das Raumfahrzeug sollte dazu mit einem asteroidenähnlichen Material beladen starten, das dann später verdampft und in seine elementaren Bestandteile zerlegt werden soll. Die zweite Mission sollte im Oktober 2023 im Rahmen einer SpaceX-Mondmission mit Intuitive Machines stattfinden, ebenfalls in

Zusammenarbeit mit OrbAstro und dem Weltraumtriebsunternehmen Dawn Aerospace [9]. Hierbei soll der erste Ziel-Asteroid in Vorbereitung auf die erste Bergungsmision beobachtet werden. Fakten sind bisher allerdings kaum bekannt. Es gibt nur Werbe-Blogs und YouTube-Videos im Netz. Es gibt zwar bereits Beispiele anderer Missionen, bei denen erste Asteroidenproben erfolgreich entnommen werden konnten, aber die Frage ist, ob der Abbau wirklich wirtschaftlich sein kann. Rechtliche Fragen sind ebenfalls noch nicht geklärt, was sich aber wohl in den nächsten 20 Jahren ändern wird. Denn die Metallgewinnung kann bei Asteroiden sehr viel umweltschonender umgesetzt werden, als bei uns auf der Erde.

Aber auch geschichtliche Aspekte waren auf der VdS-Tagung vertreten. Der Gastgeber, die Olbers-Gesellschaft in Bremen, ließ es sich nicht nehmen, ihren Namensgeber einmal genauer vorzustellen. Prof. Dr. Gudrun Wolfschmidt von der Universität Hamburg war dafür mehr als geeignet und zeigte zuerst seinen Werdegang auf. Olbers war das achte von 16 Kindern und studierte zuerst Medizin. Nebenbei wurden von ihm die Fächer Astronomie und Mathematik belegt. Im Jahr 1769 beobachtete er den großen Kometen von Messier, was ihn sehr beeindruckt hat. Seitdem war die Kometen-astronomie sein Lieblingsfach und er entdeckte selbst auch sechs Stück. Auch

mit der Bahnberechnung von Kometen beschäftigte er sich eingehend. Seine Beobachtungen machte er aus dem Erker-Fenster seines Hauses heraus und betrieb quasi Wohnzimmer-Astronomie. Ein Begriff, der heute eher bei dem Einsatz von Remote-Teleskopen verwendet wird. Olbers hatte auch verschiedene Teleskope im Einsatz. Seine berühmten Beobachtungen hat er mit einem John-Dollond-Refraktor gemacht, welches im Focke-Museum ausgestellt ist. Auch eine schöne Randanekdote: Herschel und Olbers haben in Wien auf einer gemeinsamen Studienreise Uranus zusammen beobachtet, nachdem der Leiter der dortigen Sternwarte Hilfe beim Finden des kleinen Planeten von Olbers erhalten hatte. Es wurde natürlich auch auf die Gründung der Vereinigten Astronomischen Gesellschaft in Lilienthal im Jahr 1800 eingegangen, denn Olbers war 40 Jahre lang ihr Präsident. Diese Gesellschaft, die aus internationalen Astronomie-Experten in Europa bestand, machte sich auf die Suche nach dem fehlenden fünften Planeten zwischen Mars und Jupiter (Stichwort: Himmelspolizey) und es wurde der erste Planetoid Ceres in Italien entdeckt, der aber durch das Wetter wieder verloren wurde. Olbers entdeckte Ceres durch Berechnung von Gauß erneut und wies ihn dadurch nach, war aber nicht sein Entdecker. Eigenständig wurden von ihm danach die Planetoiden Pallas und Vesta gefunden, so dass er





Abb. 3: Historischer Nachbau des 27-Fuß-Spiegelteleskops von 1793 in Lilienthal.

sich auch als Entdecker eintragen konnte. Die in Lilienthal unter Schroeter am 27-Fuß-Spiegelteleskop (siehe Abbildung 3) tätigen Harding und Bessel wurden von Olbers gefördert. Letzterer von ihm sogar entdeckt.

Den Abschluss lieferte der zweite VdS-Botschafter Bernd Gährken, der auf die Bedeckung von Beteigeuze einging. Das wird die einzige Bedeckung in dem Leben aller Anwesenden sein, die einen Roten Riesen vollständig bedecken wird. Der Asteroid (319) Leona ist allerdings

nicht rund. Erste Modelle von ihm wurden berechnet und Gährken zeigte die Simulationsergebnisse. Es kann trotzdem zu einer totalen Bedeckung kommen, da der Asteroid etwas größer als Beteigeuze aus unserer Blickperspektive sein wird. Danach kam es zum Bericht der drei anwesenden VdS-Botschafter, die ihre Aktivitäten der letzten Jahre vorstellten.

Nach den Fachvorträgen kam es zu einer längeren Mittagspause, die es auch ermöglichte die Sternwarte der Olbers-Gesellschaft und das Planetarium zu

besuchen. Bei der anschließenden Mitgliederversammlung wurde der nächste bundesweite Astronomietag bekanntgegeben: es wird der 19. Oktober 2024 werden. Dann kann evtl. ein heller Komet beobachtet werden, wenn dieser sich nach den Vorhersagen entwickelt. Außerdem wurde der Vorstand neu gewählt, bei dem es zwei Neuerungen geben wird: der erste Vorsitzende Sven Melchert trat zurück und hat Dr. Uwe Pilz Platz gemacht, der einstimmig gewählt wurde. Als neues Gesicht kam Yoshi Eschen



Abb. 4: Gerald Willems erläutert die historische Bedeutung von Lilienthal bei seinem Einführungsvortrag am Telescopium.



Abb. 5: Interessierte Besucher der VdS-Tagung, die Helmut Minkus für sich vereinnahmen konnte.

hinzu, die die sozialen Medien mehr bespielen soll, als dies in der Vergangenheit der Fall war, und zu den jungen Profiastronomen gezählt werden kann. Nach der anschließenden Kaffeepause wurde im Abendvortrag die Suche nach Exoplaneten mit Hilfe der PLATO-Mission von Dr. Carsten Reese, Olbers-Mitglied und OHB-Mitarbeiter, vorgestellt. PLATO steht für „PLANetary Transits and Oscillation of stars“ und ist ein Projekt der ESA zur Erforschung extrasolarer Planeten. PLATO soll Exoplaneten im

Transit vor ihrem Mutterstern, also dem Durchgang des Planeten vor der Sternenscheibe entdecken und charakterisieren. Dabei sollen bis zu einer Million Sterne untersucht werden. Die mit 26 Kameras ausgerüstete Raumsonde soll im Jahr 2026 ins All starten und sechs Jahre lang einen großen Teil des Himmels absuchen. Von der Mission werden große Durchbrüche erwartet, da das Vorhaben sich auf Gesteinsplaneten konzentrieren soll, die um hellere und besser charakterisierte Sterne kreisen. Man sucht

damit quasi nach einer zweiten Erde. OHB in Bremen ist an dem Projekt beteiligt, weshalb Reese direkt von seiner Arbeit berichten konnte. Ein sehr interessanter Vortrag, der eine Menge Fragen zur Folge hatte, die trotz der fortgeschrittenen Zeit in Ruhe beantwortet wurden.

Am Sonntag ging es dann noch mit ca. 50 Gästen nach Lilienthal zum Telescopium von J.H. Schroeter [10], das von der Astronomischen Vereinigung Lilienthal (AVL) betrieben wird. Hier hatten die Besucher Glück mit dem Wetter, wenn es auch in Abständen immer mal wieder etwas regnete. So gab es vor Ort einen Einführungsvortrag von Gerald Willems (siehe Abbildung 4) und es konnte das Teleskop direkt unter der Aufsicht von Helmut Minkus und Heinrich Köhler besichtigt werden (siehe Abbildung 5). Es gab dabei nur zufriedene Gesichter, obwohl das Wetter keine praktische Nutzung des Teleskops ermöglichte. Für alle Gäste ging so ein ereignis- und vortragsreiches Wochenende zu Ende.

### Literaturhinweise

- [1] Vereinsseite der Vereinigung der Sternfreunde (VdS): <https://www.sternfreunde.de>
- [2] Webseite der VdS-Fachgruppe Kometen: <https://fg-kometen.vdsastro.de>
- [3] International Occultation Timing Association European Section: <https://www.iota-es.de>
- [4] Webseite der VdS-Fachgruppe Remote-Sternwarten: <https://remotesternwarten.sternfreunde.de>
- [5] Homepage von Kai-Oliver Detken: <https://www.detken.net>
- [6] Aufnahme von Michael Schomann (VdS), alle anderen Aufnahmen vom Autor
- [7] Webseite der Firma AstroForge: <https://www.astroforge.io>
- [8] Webseite der Firma OrbAstro: <https://www.orbastro.com>
- [9] Webseite der Firma Dawn Aerospace: <https://www.dawnaerospace.com>
- [10] Webseite des Telescopium Lilienthal: <https://www.telescopium-lilienthal.de>



# VON RAKETEN, FEUERRINGEN UND KLOSTEINEN

## Ein verlängertes Wochenende in Texas mit Sonnenfinsternis

von ALEXANDER ALIN, *Bremen*

Am 14. Oktober letzten Jahres ging es endlich mal wieder auf eine Reise zu einer Sonnenfinsternis. Seit 2019 war es mit den weltweiten Corona-Maßnahmen nicht mehr möglich, die stattfindenden (und erreichbaren!) Sonnenfinsternisse zu besuchen. Also wurde es mal wieder Zeit... Der Finsternispfad würde attraktive Weltgegenden überstreichen, so wie Oregon, die Halbinsel Yucatán in Mexiko oder Panama. Es entstand bereits frühzeitig ein ausgedehnter Reiseplan um das Datum der Sonnenfinsternis herum. Einziges Problem: Der Arbeitgeber gewährt keinen Urlaub. Was tun? Nun, man reist nur für wenige Tage und hofft, dass der Arbeitgeber die Abwesenheit nicht bemerkt.

Am einfachsten zu erreichen war die Sonnenfinsternis in Texas. Flüge nach Houston oder Dallas gehen täglich. Somit war das Ziel festgelegt, und am 11. Oktober ging die Reise los.



Abb. 1: Flug über Grönland. Es wird langsam Winter.  
Alle Abbildungen vom Autor.



Abb. 2: „The Old Place“ - das älteste Gebäude im Harris County.

**11. Oktober, der erste Tag** Morgens um 5 Uhr trafen sich der Autor und Kai-Oliver Detken, der sich die Sonnenfinsternis ebenfalls nicht entgehen lassen wollte, gutgelaunt und wider Erwarten hellwach am Bremer Flughafen. Um 06:20 Uhr sollte der Zubringerflug nach Amsterdam starten und tat es wie geplant.

Ab Amsterdam folgte dann unser Interkontinentalflug mit KLM direkt nach Houston/Texas. Viel zu erwähnen gibt es zum Flug nicht, außer dass der Start etwas ruckelig war, da über der Nordsee mal wieder Sturm tobte. Unter uns zogen die Landschaften Grönlands (Abb. 1) und später des nordamerikanischen Kontinents im Sonnenlicht vorbei - und schon waren wir in Houston.

Dank der Zeitverschiebung von 7 Stunden gegenüber Mitteleuropa kamen wir am Nachmittag an und hatten genügend Zeit, den Mietwagen abzuholen, im Hotel einzuchecken und einen Bummel zwischen den typischen Hochhäusern einer US-Amerikanischen Großstadt einzulegen. Tatsächlich gibt es so etwas wie eine „historische Innenstadt“, bestehend aus dem 8,1 ha großen Sam-Houston-Park. Neben den üblichen Bestandteilen eines Parks (Wiese, Bäume, Teiche) werden hier einige Holzhäuser aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts in einer Art Freilichtmuseum ausgestellt. Das älteste Ausstellungsstück jedoch ist die älteste



Holzhütte der Gegend (passenderweise „The Old Place“ genannt) und datiert von 1823 (Abb. 2).

**12. Oktober, der zweite Tag** Nun waren wir ja nicht die 6500 Meilen nach Houston geflogen, um uns alte Hütten anzugucken, sondern um uns der Astronomie und der Sonne zu widmen. Wenn man den Namen der Stadt hört, fällt einem oft das berühmte – und gerne falsch wiedergegebene – Zitat der beiden Apollo-13-Astronauten Jack Swigert und Jim Lovell ein: „Houston, wir haben ein Problem!“<sup>1</sup>. Es deutet neben der Tatsache, dass Apollo 13 beinahe in einer Katastrophe geendet hätte, darauf hin, dass Houston Sitz der NASA ist. Genauer befindet sich hier das Lyndon B. Johnson Center der NASA, das für die Leitung und Steuerung der bemannten Missionen der NASA zuständig ist.

Für interessierte Besucher existiert ein ausführliches Besucherzentrum, für das wir vor Abreise aus Deutschland online Eintrittskarten bestellt hatten. Begrüßt wird man bei Anfahrt von dem weltweit einzigen Original-Nachbau eines Space



Abb. 3: Das Space Shuttle *Independence* huckepack auf dem Shuttle Carrier Aircraft.

Shuttles, das auf eine Boeing 747, dem Shuttle Carrier Aircraft (SCA), montiert ist (Abb. 3). Auf diese Art wurden Space Shuttles von ihrem Landeplatz zum Beispiel in Edwards in Kalifornien zurück zum Startort in Cape Canaveral in Florida transportiert. Nach Einstellung des Space-Shuttle-Programms im Jahre 2011 als Konsequenz des Columbia-Unglücks 2003 wurden die beiden SCAs ebenfalls ausgemustert.

Das Besucherzentrum zeigt auf 23.000 m<sup>2</sup> verschiedenste Artefakte zum Thema Raumfahrt. Modelle von Raumfahrzeugen hängen teilweise von der Decke der großen Empfangshalle und geben dem Besucher so gleich einen Eindruck der wahren Größe von Sonden. Neben Ausstellungen von z. B. den Original-Raumanzügen und interaktiven Exponaten werden in verschiedenen Sälen Filme über vergangene Missionen aber auch Aktuelles, wie das James-Webb-Teleskop und Zufünftiges wie das Artemis-Programm gezeigt.

Eine Abteilung ist den vergangenen bemannten (und befruchteten) Missionen gewidmet, in denen der Besucher den Eindruck der schon bedrückenden Enge der Raumfahrzeuge spüren kann. Das Kommandomodul der Apollo-17 von 1972 (Abb. 4) kann dabei als gutes Beispiel genannt werden.

Die zu den Modulen und Sonden gehörigen Raketen sind zu groß, um im eigentlich Space Center ausgestellt zu werden. Sie sind ca. 1 km entfernt aufgestellt (bzw. im Falle der Saturn V hingelegt). Aufgestellt ist eine Little Joe II-Rakete, die in den 60er Jahren dazu diente, die

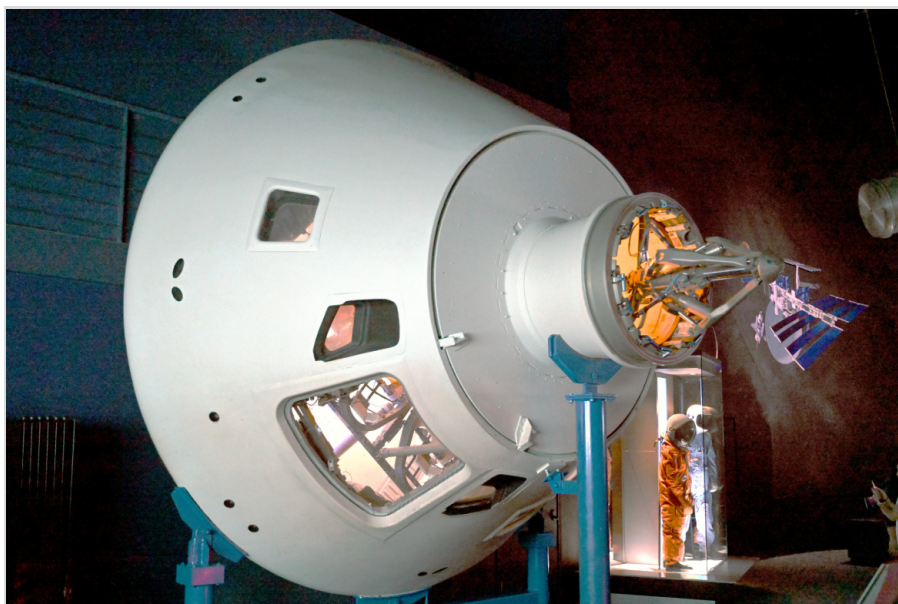


Abb. 4: Das Kommandomodul von Apollo-17. Die ca. 1,80 m Astronauten im Hintergrund mögen als Vergleichsgrößen dienen.

<sup>1</sup> Genau genommen lautet das Zitat „Houston, we've had a problem here“ - „Houston, wir hatten hier gerade ein Problem“. Zunächst wurde der Satz von Jack Swigert gefunkt und auf Nachfrage des CapCom in Houston von Jim Lovell (ohne das Wort „here“) wiederholt.





Abb. 5: Die letzte verbliebene einsatzfähige Saturn-V-Rakete.

Apollo-Missionen vorzubereiten. Mehrere Attrappen der Kommandomodule wurden von dieser Trägerrakete auf einen Parabelflug in die Erdatmosphäre gebracht.

Daneben steht eine Redstone-Rakete, die eine Weiterentwicklung von Wernher von Brauns A4 von 1942 ist. Redstones dienten in den späten 1950er Jahren als Trägerraketen für Atomwaffen. Erst später wurden sie für den Start der Mercury-Sonden eingesetzt. Mit ihrer Hilfe wurde am 5. Mai 1961 Alan Shepard als erster Amerikaner in den Weltraum befördert.

Das Highlight der Ausstellung ist allerdings die letzte noch einsatzfähige Saturn V-Rakete (Abb. 5). Auf Grund ihrer Höhe von mehr als 110 m wird sie liegend in einer speziell dafür gebauten Halle ausgestellt. Die Saturn V war die eigentliche Mondflugrakete. Nach zwei unbemannten Testflügen wurde die Rakete für einsatzbereit erklärt und startete danach, bis auf den letzten Flug mit der Raumstation Skylab, immer bemannt. Entworfen wurde die Saturn V unter der Leitung von Wernher von Braun. Von Dezember 1968 bis Dezember 1972 brachten neun Saturn-V-Raketen 24 Astronauten zum Mond.

Damit war unser Besuch aber noch nicht beendet. Man kann verschiedene Zusatz-

Programme zum allgemeinen Besuch hinzubuchen. Wir entschieden uns für die Tour durch den Kontrollraum von Apollo 11. Man kommt zwar nicht in den Raum, sondern bleibt im ursprünglichen Besucherraum, der damals nur für VIPs und Familienangehörige der Astronauten reserviert war, aber da die Schreibtische im Zustand des 21. Juli 1969 dargestellt sind (Abb. 6), bekommt man ein Gefühl für die Anspannung damals. Dazu werden dem Besucher Original-Funksprüche und Bildschirm-Anzeigen zu verschiedenen Zeitpunkten der Mission vorge-

spielt.

Nach der erfolgreichen Apollo-11-Mission wurden von hier aus alle anderen Apollo-Missionen sowie vorher bereits die Gemini-Missionen geleitet. Heute dient der Raum nur noch als Museum, jedoch ist das aktuelle, modernere Mission Control Center für die ISS im selben Gebäude (dem Christopher C. Kraft Jr. Building) unterbracht.

Damit ging unser Besuch bei der NASA zuende, und am späten Nachmittag verließen wir Houston in der Rush Hour und machten uns langsam auf den Weg



Abb. 6: Der Schreibtisch eines während der ersten Mondlandung sehr nervösen NASA-Mitarbeiters.



zum anvisierten Beobachtungsort der Sonnenfinsternis: San Antonio, ca 320 km westlich. Hier hatten wir bereits ein Motelzimmer gebucht, verkehrsgünstig (amerikanisch) direkt neben der Autobahn und gemäß Google Maps reichlich mit Restaurants im Umfeld gesegnet. Abends nach 20 Uhr waren die meistens allerdings geschlossen, und wir endeten bei Subway - bekannt für seine belegten Brote im Baukastenformat. Es ist immer wieder ein Erlebnis, besonders dann, wenn neben gelangweilten Angestellten noch kulturell-kulinarische Eigenarten dazukommen. Als Getränk gab es Root Beer, in Europa unbekannt und es hat bis auf den Namen nichts mit dem bekannten hopfenhaltigen Getränk zu tun. Es ist ein alkoholfreies Gebräu auf Basis des nordamerikanischen Sassafrasbaums. In Europa wird das Öl dieses Baums (bzw. seine inzwischen künstlich gewonnenen Aromastoffe) für Mundwasser, Zahnpasten oder Toilettenreiniger genommen. Jetzt wissen Sie, werte Leser, wie Root Beer schmeckt!

**13. Oktober, der dritte Tag** Morgens im Motel läuft selbstverständlich im Frühstücksraum schon der Fernseher. Die Lokalnachrichten berichten schon



Abb. 7: Tief unter Texas.

eifrig über die zu erwartende Sonnenfinsternis und, was uns am meisten interessiert, den Wetterbericht. Obwohl es jetzt noch bedeckt ist, sind die Aussichten für den morgigen Tag gar nicht so schlecht. Heute ist der einzige „freie Tag“ der Reise. Zeit, die Umgebung von San Antonio zu erforschen. Große Teile von Zentral-Texas sind geologisch betrachtet Karstgebiet. Kurz gesagt besteht die Landschaft aus porösem Kalkstein. Im Laufe von Tausenden Jahren entstehen durch Verwitterungsprozesse kleine und gelegentlich größere Löcher im Untergrund.

Kleine Auswaschungen an der Oberfläche sind durch Mulden in der Landschaft zu erkennen, große unterirdische Hohlräume sind meistens unbekannt. Dort, wo sie bekannt sind, kann man sie besuchen: Es sind die bekannten Tropfsteinhöhlen, und eine solche war das Ziel an diesem Vormittag: die Natural Bridge Caverns.

Das namensgebende Felstor überspannt den Eingang in die Höhle, die erst im Jahre 1960 entdeckt und danach schnell der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurde. Im Inneren der Höhle findet man das, was man von einer Tropfsteinhöhle erwartet: Stalakmiten und -titen, dazu kleine Tümpel und natürlich große Hohlräume, die teilweise durch Sinter-Speläotheme „verziert“ sind (Abb. 7).

Mittags ging es weiter in eines der Siedlungszentren der Deutschen in Texas: Fredericksburg („Fritztown“), ca. 60 km nordwestlich von San Antonio und, nebenbei bemerkt, auf der Zentrallinie der totalen Sonnenfinsternis vom 8. April 2024 gelegen. Das etwa 9.000 Einwohner zählende Städtchen zeigt sich stolz auf seine deutsche Herkunft und präsentiert dem Besucher auf Schritt und Tritt deutsche Restaurants, Cafés und Folklore. Gemäß der Volkszählung aus dem Jahr 2000 sprechen  $\frac{1}{8}$  der Bewohner noch



Abb. 8: Die spanische Mission. Von Astronomen nichts zu sehen, und eine Wolkenbank zieht auf.





Abb. 9: Sonnenfinsternisbeobachter neben der Autobahn.

Deutsch als Muttersprache.

Einer der ersten Bewohner der Stadt war der in Bremen geborene Karl Heinrich Nimitz. Sein in Fredericksburg geborener Enkel Chester sollte 1945 als Flottenadmiral der US-Navy im Pazifik die Kapitulation der Japaner entgegennehmen. Ihm ist es zu verdanken, dass sich im sonst so deutschen Fredericksburg das Nationalmuseum des Pazifikkriegs befindet. Im großen Kontrast zu fröhlichen Atmosphäre der – übrigens auf den offiziellen Straßenschildern auch so ausgezeichneten – Hauptstraße wird man hier mit der brutalen Realität der Welt konfrontiert. Als Besucher aus Deutschland wurden wir im Museum übrigens sehr freundlich aufgenommen.

Inzwischen hatte sich das Wetter aufgeklärt und zu erfreulichen 30 Grad schien

die Sonne vom wolkenlosen Himmel. Zurück in San Antonio allerdings fing es an zu regnen. Erste Bedenken kamen auf...

**14. Oktober, der vierte Tag** Morgens im Motel läuft immer noch der Fernseher. Die Lokalnachrichten berichten immer noch eifrig über die zu erwartende Sonnenfinsternis und liefern den Wetterbericht. Und obwohl es jetzt immer noch bedeckt ist, sind die Aussichten für die kommenden Stunden gar nicht so schlecht. Fehlt nur, dass aus dem Radio Cher und „I got you, Babe“ dudelte. Bereits von Deutschland aus hatten wir herausgefunden, dass sich im Süden San Antonios eine Missionskirche aus spanischer Kolonialzeit befindet. Für den Tag der Sonnenfinsternis wurde dort von der

US-amerikanischen Nationalparkverwaltung zu einem Tag der offenen Tür mit Teleskopen etc. eingeladen. Das klang gut: ein attraktiver Ort und viele Hobby-Astronomen, mit denen man sich austauschen konnte. So machten wir uns rechtzeitig auf den Weg, um einen günstigen Beobachtungsort zu ergattern.

Bei der Mission (mit vollem spanischen Namen Mission Nuestra Señora de la Purísima Concepción de Acuña) angekommen, sind wir zunächst nicht sicher, ob wir am richtigen Ort sind. Bis auf ein paar lustlose Leute mit offensichtlicher Sonnenbeobachtungsausrüstung ist nichts los. Bis zum ersten Kontakt der Sonnenfinsternis ist es allerdings auch noch einige Zeit hin, so dass wir uns ein wenig Zeit für die Besichtigung der Mission nehmen, die Teil des UNESCO-



Abb. 10: Collage der ringförmigen Sonnenfinsternis vom 14. Oktober 2023. Zeitangabe CDT (Central Daylight Time = UTC - 5)

Weltkulturerbes ist. Interessanterweise bietet auch die Kirche einen astronomischen Hintergrund: Ihre Ausrichtung wurde von den Erbauern - Franziskanermönchen - so gewählt, dass alljährlich am 15. August (dem katholischen Feiertag zu Mariä Himmelfahrt) die untergehende Sonne durch den Eingang auf den Altar scheint.

Am Ende unseres Rundgangs fehlten noch knapp 30 Minuten bis zum Beginn der Sonnenfinsternis. Von den angekündigten Teleskopen und Astronomen nichts zu sehen - und was noch viel gravierender war: von der Sonne war auch nichts mehr zu sehen. Eine dünne, aber geschlossene Wolkendecke hatte sich aus Südwesten herangepircht. Nach kurzer Beratung kamen wir zum Schluss, dass wir unsere Siebensachen packen sollten und Richtung Nordwesten fahren müssen, wo das Satellitenbild im Handy wolkenfreie Bereiche zeigt.

Etwas über eine Stunde später standen wir unter tiefblauem Himmel auf einem Parkplatz an der Interstate 10 Richtung New Mexiko. An der Menge der dort stehenden Autos und Menschen, die ihren Blick Richtung Sonne (und Mond) richteten, stellten wir fest, dass wir nicht die einzigen waren, die San Antonio hinter sich gelassen hatten (Abb. 9).

Die erste halbe Stunde des Ereignisses hatten wir zwar verpasst, aber bis zum Ende blieb der Himmel frei von Wolken, und die ringförmige Phase von 11:51:10 Uhr bis 11:55:02 Uhr (also 3 Minuten 52 Sekunden) ließ sich bei schönstem texanischen Frühherbstwetter genießen (Abb. 10). Photographisch ließen sich einige Sonnenflecken nachweisen, die aber alsbald hinter dem Mond verschwanden. Kaum, dass die ringförmige Phase vorbei war, leerte sich der Parkplatz zusehend, während wir allerdings bis zum 4. Kontakt durchhielten und erst danach den Weg zurück nach San Antonio antraten. Zum Abschluss des Ausflugs nach Texas fehlte noch eine Tour durch San Anto-



Abb. 11: Zwei Sonnenflecken auf der Sonnensichel.

nio. Berühmt ist es auch in Europa durch den John-Wayne-Western „Alamo“, der – in US-Amerikanischer typischer Heldenverehrung – die Ereignisse um den texanischen Unabhängigkeitskrieg 1836 mit den Mexikanern behandelt. Alamo ist dabei der Name eine ehemals spanischen Missionsstation, die zum Fort verstärkt als Rückzugsort der Texaner im Krieg fungierte. Sie befand sich damals auf dem Land am Ufer des Rio San Antonio, wobei sie heute aber als Freilichtmuseum am Rande der Innenstadt San Antonios steht (ohne dabei ihre Position gewechselt zu haben).

Der oben erwähnte San Antonio River zieht sich heute in mehreren Armen durch die Stadt und wird eingerahmt von Fußwegen und Restaurants. Genau richtig für uns, um diesen erfolgreichen Tag bei einem echt texanischen Steak ausklingen zu lassen.

**15. Oktober, der fünfte Tag** Gleich nach dem Frühstück geht es wieder zurück nach Houston, direkt zum Flughafen und um halb vier nachmittags schweben wir über Texas mit dem Ziel Amsterdam, wo wir am nächsten Mor-

gen, am Montag, wieder ankommen. Pünktlich um kurz vor 10 Uhr sind wir dann in Bremen. Man könnte, wenn man wollte, gleich zur Arbeit gehen. Aber da mein Arbeitgeber meine Abwesenheit seit Mittwoch nicht bemerkt hatte, konnte ich den Montag nutzen, mich wieder an die Mitteleuropäische Zeit zu gewöhnen und gleich an die Planung für die Reise zur Sonnenfinsternis am 8. April 2024 zu gehen!



## EINE REISE NACH FRANZÖSISCH GUYANA

Wie weit das ist, und warum dort der Mond auf dem Rücken liegt

von HELMUT MINKUS, *Lilienthal*

Durch persönliche Kontakte des aktiven AVL-Mitgliedes Stefan Thürey zu ehemaligen Kollegen der European Space Agency (ESA) wurde eine Gruppenreise nach Französisch Guyana (Südamerika) angeboten. Weil andere Interessenten abgesagt hatten, wurde es zwei weiteren Mitgliedern, Jürgen Adamczak und mir selbst möglich, an diesem Abenteuer teilzunehmen.

In diesem Beitrag kann ich mich nur auf einige für mich interessante, geografische und astronomische Aspekte konzentrieren. Die eigentliche Reise begann am Freitag, dem 20. 10. 2023 um 11:06 Uhr mit einem Flug nach Cayenne, der Hauptstadt von Franz. Guyana, mit Start vom Flughafen Paris Orly. Doch um dorthin zu gelangen, war eine weitere etwas langwierigere und kompliziertere Anreise erforderlich. Sie begann für mich bereits am Donnerstag, dem 19. Oktober um 9:29 Uhr mit einer Straßenbahn der Linie 4, ab Falkenberger Kreuz (Kreisel), am Lilienthaler Telescopium vorbei und nach nur einmaligem Umsteigen in die Linie 6, die mich planmäßig zum Bremer Flughafen (Hans Koschnick) brachte. Unser Flug startete mit etwas Verspätung um 14:08 Uhr auf der Bremer Piste vom Bahnende 09 (im Westen) mit Kurs 90° (Winkelgrad) in Richtung Osten.

Bremens einzige Start- und Landebahn ist eine 09-27-Piste, wie mit weißer Schrift auf roten Schildern an den Rollbahnen zu lesen ist. Das bedeutet: Ein Ende der Piste liegt bezogen auf die 360° Kompassrose in Richtung 90°. Da eine Bahn bekanntlich immer gerade ist, liegt ihr anderes Ende genau gegenüber, also um 180° weiter gedreht. Hier in Bremen auf 270°. Die Differenz zwischen den beiden Zahlen ist immer 18 entsprechend 180°. Am östlichen Ende (bei 90°) steht auf dem Asphalt der Bremer Piste eine große 27 (für 270°) und am westlichen Ende der Piste (bei 270°) eine große 09 für 90°. Klingt etwas verdreht, doch das Prinzip soll auf allen Flughäfen

der Welt und für alle Himmelsrichtungen gelten. Die Zahl ist der Kurs, den der Pilot hier unbedingt angelegt haben muss, damit er die Bahnlänge noch vor sich hat, egal ob er an diesem Ende starten oder landen will. Die Zahl darf natürlich auch nicht auf dem Kopf stehen.

Die Sicht war schlecht, doch nach einer Flugdauer von 57 Minuten (vom Abheben bis Aufsetzen) landeten wir auf einer der beiden parallel verlaufenden 08-26-Pisten von München, von wo wir um 17:10 Uhr wieder starteten. Wer auf eine Landkarte schaut, zeitgemäß ist das natürlich eine weltbekannte App auf dem Smartphone, sieht sofort, dass die Städte Bremen, München und Paris ein fast gleichzeitiges Dreieck bilden. Das bedeutet: Die Flüge über München sind fast doppelt so weit wie ein Direktflug von Bremen nach Paris, den es leider nicht gab. Für mich interessante Entdeckungen: Der Flug zwischen München und Paris führt quer über den Bodensee, der trotz trüben Wetters zwischen den Wolken gut sichtbar wurde. München liegt um etwa 1° (111 Kilometer) südlicher als Paris, was ich im Globus meines Gehirns sofort berichtet habe. In Orly landeten wir um 18:36 Uhr auf Piste 06-24. Diese, eine von dreien, liegt am weitesten vom Terminal entfernt und es dauerte lange dorthin zu rollen. Länger als die Fahrt mit dem Shuttle-Bus ins Hotel, vor dem auf einer Grünfläche eine Original Concorde steht.

Am nächsten Tag nach dem Start in Orly um 11:06 Uhr und einer Flugzeit von 8:38 Stunden bis Cayenne, Flughafen Fe-

lix Eboue, Piste 08-26, würde eine „normale Uhr“ jetzt 19:44 anzeigen. Wer aber sein modernes Gerät, Kamera, Handy, Smartwatch auf „automatische Ortszeit“ eingestellt hat, würde vielleicht gar nicht merken, dass es eine Zeitumstellung, besser: Uhrenkorrektur gibt und der Tag um 6 Stunden länger geworden ist. Wir mussten uns ab jetzt daran gewöhnen, dass unser Körper früher schlafen gehen wollte als wir wach bleiben mussten. Die Ortszeit war hier erst 13:44 Uhr. Außerdem wurden wir bei der Ankunft im „klimatisierten“ Flughafengebäude zunächst einer etwas höheren Temperatur ausgesetzt als wir es gewohnt sind. Eine noch höhere Temperaturstufe musste überstanden werden nach dem Gepäckempfang, draußen auf dem Parkplatz, wo es einige Zeit dauerte bis wir unsere beiden kleinen, klimatisierten Leihbusse besteigen konnten.

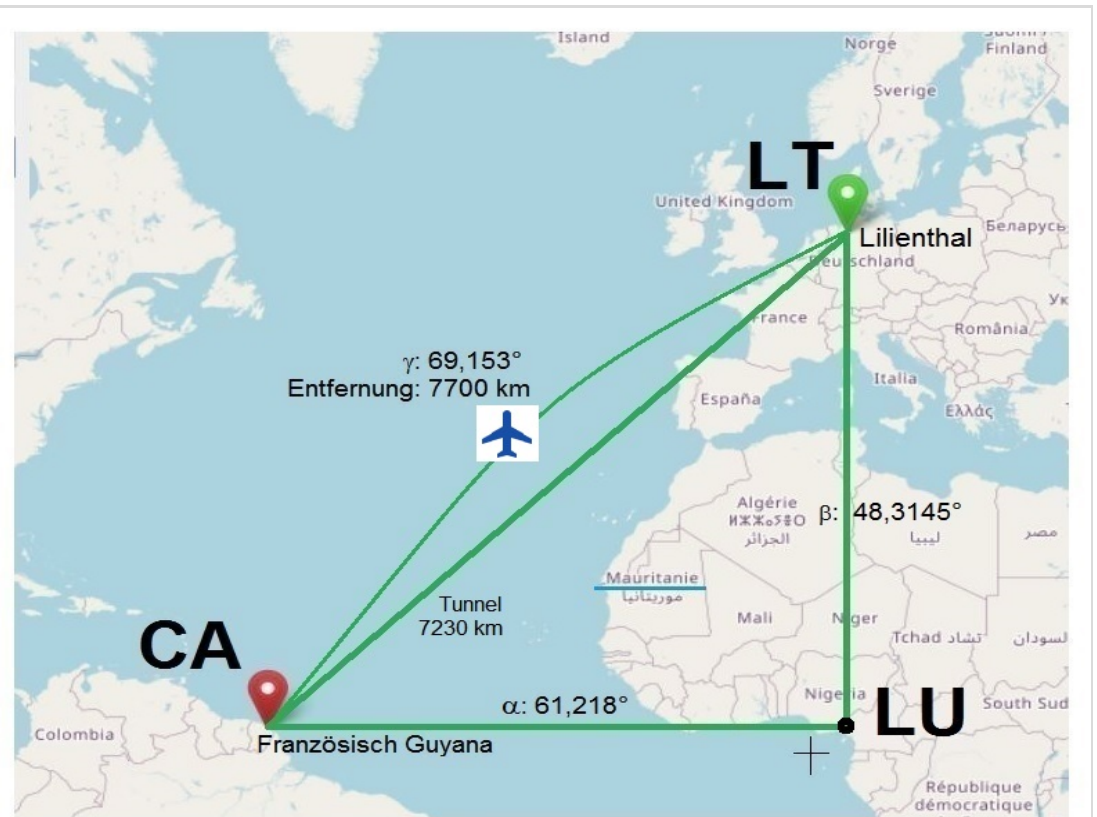
Die Sonne war von Wolken bedeckt, doch die Hitze kaum zu ertragen. Wir erfuhren, dass es auch in dieser Gegend der Erde zurzeit ungewöhnlich warm ist. Das ganze Jahr hindurch ist zwischen 7 und 8 Uhr Sonnenaufgang und zwischen 18 und 19 Uhr Sonnenuntergang. Es wird schneller hell oder dunkel, weil in Äquatornähe die Sonne senkrecht den Horizont passiert, während sie von unseren nördlichen Breitengraden aus gesehen immer schräg nach „rechts“ auf- oder untergeht, was länger dauert. Die Sonne steht am Äquator (bei null° geographischer Breite) zum Frühlings- und Herbstanfang mittags senkrecht am Himmel. Das können Einwohner aus

Frankreich, Deutschland und Irland, (Teilnehmer unserer Reisegruppe) nie erleben. Es gibt keine ausgeprägten Jahreszeiten und fast keinen Unterschied zwischen der Dauer von Tag und Nacht. Wir haben das zwar nur an wenigen Tagen erlebt, doch ich fände es langweiliger ohne Jahreszeiten wie bei uns, beispielsweise auf  $53,1345^\circ$  Nord und  $8,898^\circ$  Ost in Lilienthal am Telescopium (Geografischer Koordinatenpunkt LT in Abb. 1). Wie weit wir von dort entfernt sind, wollte ich gerne wissen.

Heutzutage „ganz einfach“ per Smartphone-App abzufragen. Niemand interessierte sich dafür, denn andere Dinge

waren wichtiger. Deshalb habe ich es jetzt hier auf meinem alten Desktop Computer mit Google Maps nachgeholt. Ich wählte in der Nähe vom Cayenne Airport am dort nicht weit vorbei fließenden Mahury den Punkt CA bei  $4,82^\circ$  Nord und  $52,32^\circ$  West (minus). Die Winkel-Differenz ( $\beta$ ) der geographischen Breiten zwischen LT und LU beträgt  $48,3145^\circ$  entsprechend 5372 Kilometer (km), und die Winkel-Differenz ( $\alpha$ ) der geographischen Längen (Ost-West-Richtung) zwischen CA und LU  $61,218^\circ$  entsprechend 6808 km, wenn angenommen wird, dass die Erde eine Kugel ist, mit dem festgelegten, mittleren Erdradius von 6371 km und einem daraus folgenden überall gleichen Umfang von 40030 km. LU ist der lokale Ursprungspunkt (Koordinatensystem) eines auf eine Kugel gezeichneten (sphärisches) rechtwinkligen Dreiecks.

Alle hier gemachten Berechnungen ba-



**Abb. 1:** Blick genau in Richtung Erdradius am Punkt LU, dem lokalen Ursprung eines rechtwinkligen sphärischen Dreiecks. LU darf nicht verwechselt werden mit dem Ursprung (Nullpunkt) der Erdkoordinaten, von dem aus er hier nur um  $8,898^\circ$  nach Osten verdreht ist und um  $4,82^\circ$  nach Norden. Nur LU liegt als höchster Punkt in der Bildebene. Alle anderen Orte sind hierauf projiziert und liegen in verschiedenen Ebenen.

Abbildungen auf Grundlage von OpenStreetMap, lizenziert unter ODbL, modifiziert vom Autor.

sieren auf allgemeiner Kugelgeometrie und haben mit dem willkürlich gewählten Koordinatenursprung der Erde und ihren darauf bezogenen Orten (Geografische Koordinaten) eigentlich nichts zu tun. Diese beziehen sich zwar auf den Globus, doch die daraus gebildeten Winkel  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , der (Erd-)Radius und alle damit errechneten Werte sind Differenzen. Sie haben ihr eigenes lokales Ursprungs-System im Punkt LU und können damit an jeden beliebigen Ort auf der Oberfläche der (Erd-) Kugel versetzt werden.

Start- und Zielkoordinaten unserer Reiseentfernung zwischen LT und CA bilden eine Differenz und liegen mit gleichem Radius und Umfang mit Winkel  $\gamma$  ebenfalls auf einem Kreisbogen. Er ist die kürzeste mögliche Entfernung auf der Erd- und Wasseroberfläche, zwischen dem Telescopium in Lilienthal und dem Flughafen der Hauptstadt Cayenne. Sie wird nach Eingabe der obigen Koordina-

ten von Google Maps mit einer unsinnigen Genauigkeit von 7695,04 km angegeben, die ich so nicht ernst nehmen kann und sie deshalb auf 7700 km aufrunde. Auch weiß ich nicht, wie dieser Wert zustande kommt und wählte deshalb eine nachvollziehbare, einfache Art um eine vergleichbare Entfernung zu erhalten. Auf meinem Globus ermittelte ich mit einem Papierstreifen, auf Millimeter genau, seinen Umfang und die gesuchte Entfernung und errechnete sie zusammen mit dem Erdumfang (40030 km / 816 mal 163) zu rund 8000 km und damit um 300 km größer als der erste Wert. Liegt es am Globus oder an der App?

Als dritte, einzige verbindliche Art soll die Entfernung mit echten geometrischen Formeln berechnet werden: Da die Bögen der gegebenen Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  auf rechtwinklig zueinander stehenden Kreisen verlaufen, entsprechen sie im



ebenen rechtwinkligen Dreieck den Katheten (Abb. 1). Hiermit kann der Winkel  $\gamma$  unter dem Verbindungs-Bogen zwischen LT und CA berechnet werden, der einer Hypotenuse entspricht. Die Formel dazu wird sphärischer Pythagoras genannt und ist etwas komplizierter, als die des ebenen rechtwinkligen Dreieckes. Es ist zwar eine der einfachen Neperschen Formeln, die auch schiefwinklige sphärische Dreiecke behandeln, doch ich schreibe sie hier nicht auf, sondern nur das Ergebnis für  $\gamma$  etwa  $69,153^\circ$ . Multipliziert mit dem Erdradius 6371 km und  $\pi/180$  sind das 7689 km, also tatsächlich fast 7700 km.

Noch kürzer wäre die Entfernung zwischen LT und CA durch einen geraden Tunnel unter dem atlantischen Ozean. Geometrisch ist das eine Sehne, die genau unter dem Verbindungs-Bogen verläuft. Sie wird berechnet mit der Formel  $S = 2 \cdot R \cdot \sin(\gamma/2)$ , was hier einem Tunnel mit der Länge von „nur“ 7230 km entspricht. Da unser Flugzeug in 11 km Höhe flog, werden diese zum Erdradius addiert, und die Flug-Entfernung mit dem Radius 6382 km und dem Winkel  $\gamma$  berechnet zu 7703 km. Das ist endlich die kürzest mögliche Entfernung mit dem Flugzeug. Nur ein erstaunlich kleiner Unterschied von 14 km zu der idealen Line auf dem Wasser.

Nach einigen heftigen Schweißausbrüchen erreichten wir etwas abgekühlt auf der Fahrt in unseren klimatisierten Kleinbussen unser Hotel La Chaumière zum Abendessen auf der Terrasse in einem tropischen Garten. Nach einer kurzen Erholungspause im  $25^\circ\text{C}$  (Grad Celsius) „kühlen“ Zimmer, ging ich wieder hinaus in die schon seit 20 Uhr schwarze, tropische Nacht mit einer Temperatur von immer noch um  $30^\circ\text{C}$ . Etwa  $15^\circ$  über dem unsichtbaren Horizont entdeckte ich die Sichel des zunehmenden Mondes, wie ich sie noch nie gesehen hatte. Der Mond schien mit dem Rücken auf den Bäumen zu liegen und

streckte seine Hörner nach oben. Die Merkregel, das  $\mathfrak{z}$  der altdeutschen Schrift für die Sichel des zunehmenden Mondes am Abendhimmel und das  $\mathfrak{a}$  für die abnehmende Sichel am Morgenhimmel ist hier nicht zu gebrauchen (Abb. 2). Ich holte meine Kamera aus dem Zimmer und machte Fotos, obwohl ich bei 50 mm Brennweite kaum etwas auf dem Display erkannte. Der Mond begann schon, hinter den Bäume zu verschwinden, während ich noch an der Kamera fummelte. Nicht einmal die Schärfe konnte ich einstellen. Als ich diese Ursache ziemlich schnell entdeckt hatte, war alles zu spät. Die Kameralinse war mit Kondenswasser beschlagen wegen der großen Differenz zwischen Zimmertemperatur und tropischer Nachthitze. Für heute musste ich aufgeben. Ein Objektiv mit größerer Brennweite hatte ich nicht, einen Föhn schon gar nicht und der Mond war inzwischen fast weg. Ich war nach dem langen Tag mit ungewohnt viel Schweißverlust etwas müde geworden. Sicher haben auch die exotischen Willkommensdrinks mit einem hohen Anteil an Rum dazu beigetragen.

Am nächsten Abend des ersten, anstrengenden heißen Reise-Tages, schaffte ich es noch mit viel Überredungskunst, Reisekamerad Jürgen mit seiner Kamera für das seltene Foto des Mondes für Abb. 3 zu gewinnen. Letzterer lag schon wieder ziemlich tief, und Hörner hatte er kaum noch. Wenn er weiter zunimmt, kann er nicht mehr so deutlich liegend wahrgenommen werden. Es ist wie bei uns nie sicher, am nächsten Tag wieder einen sichtbaren Himmel zu haben. Guyana mit seinem feuchten Urwald, oft bewölkt, verregnet oder verqualmt, ohne hohe Berge, ist nicht geeignet für

Astrofotografie. Warum der Mond hier so aussieht wurde aus Zeitmangel selbst mit modernen, schnellen Medien nicht geklärt. Die Mitreisenden hatten auch eigene persönliche Interessen in den Köpfen und viele Schweißtropfen nicht nur auf der Stirn.

Bei uns sehen wir die Richtung der Schattenlinie (Terminator) des Mondes meistens fast senkrecht, manchmal etwas nach „rechts“ geneigt. Aber nie parallel zum Horizont. Das ist abhängig vom Breitengrad des Beobachters, und am deutlichsten zu sehen an Orten in der Nähe des Äquators. Hier geht nicht nur die Sonne steil unter den Horizont, sondern auch alle anderen Gestirne. Besonders auffällig ist das bei den Ekliptik-Sternbildern, unseren Planeten und dem Mond. Die senkrecht unter ihm stehende Sonne beleuchtet ihn aus dieser Richtung, während sie ihn in andern Breiten mehr von rechts oder links bescheint. Abhängig davon, wie „schräg“ sie selbst den Horizont passiert hat.

Am Abend unseres Rückfluges gab es bei Vollmond eine partielle Mondfinsternis, von der wir nichts bemerken konnten. Der Mond war in Cayenne kaum aufgegangen, und außerdem saßen wir schon im Flugzeug. Auch den abnehmenden Mond und seine Lage am Morgenhimmel haben wir nicht mehr gesehen. Welcher technische Aufwand



**Abb. 2:** Nationalflagge von Mauretanien. Auch in Afrika zwischen  $15^\circ$  und  $25^\circ$  nördlicher Breite liegt der Mond auf dem Rücken.

Gemeinfrei

nötig ist, um alle Bewegungen, nur von Mond, Erde und Sonne einigermaßen realistisch nachzubilden zeigt Abb. 4. Wir entdeckten das riesige Modell auf dem Weg durch die Flughafengebäude zu unserem vorletzten Heimflug von Orly nach München. Aber auch damit konnten wir nicht erkennen, welche Lage der Mond auf den Kontinenten zeigt, sondern nur seine Lichtgestalten. Selbst die besten Modelle können nicht alle Eigenschaften der natürlichen astronomischen Bewegungen nachbilden. So gibt es wahrscheinlich kaum kinematische Modelle, auf denen die Planeten auf elliptischen Bahnen laufen.

Um eine realistische Flugentfernung zu ermitteln, werde ich nicht mehr nach Cayenne fliegen. Aber auf einer nächsten Übersee-Flugreise werde ich, falls möglich, vom Start an das Bordprogramm einschalten, mit dem Kanal für die Flugverfolgung, was auf den kurzen Flügen nicht angeboten wurde. Mit dem Echtzeit-Programm wäre es möglich, die vorhergesagte realistische Entfernung mit der tatsächlichen zu vergleichen. Die wirkliche Strecke mit unvorhersehbaren Umwegen kann selbst der Pilot nicht wissen. Gerade das finde ich interessant



**Abb. 3:** Der zunehmende Mond am 21. 10. 2023 um 22:27 Ortszeit, auf  $4,879^\circ$  Nord;  $52,366^\circ$  West, fast am Äquator. Kurz vor dem Untergang „liegt er auf dem Rücken“. Die Schattenlinie (Terminator) parallel zum Horizont. Freihandaufnahme mit Teleobjektiv 250mm.

*Bild: Jürgen Adamczak*

zu vergleichen. Diese Werte sind sicher größer als die ideale geometrische Entfernung und werden immer unterschiedlich sein. So beobachtete ich beispielsweise auf dem Rückflug etwa 20 Minuten lang, dass sich die Entfernung zu Paris Orly nicht änderte, obwohl das Flugzeug mit einer Geschwindigkeit von über 800 km pro Stunde durch die Nacht raste. Später zeigte die grafische Flugroute

einen schönen Umweg-Halbkreis.

Das einzige, was ich durch einfaches Aufzeichnen und Addieren der Zeiten leicht bestimmen und vergleichen konnte, war: Reine Flugstunden der Hinreise 11:05, Rückreise 9:55. Gesamte Reisezeit (ohne Straßenbahnen und Hotel-Transfer) Hin: 29:40 Stunden, Zurück: 17:25 Stunden.

Über weitere Schwerpunkte unseres vielseitigen Reiseprogrammes; wie die fast zweitägige Exkursion über das 600 Quadratkilometer große Raumfahrt-Gelände mit seinen Start-, Test-, Montage- und Kommunikationsanlagen für Raketentechnik und Weltraumfahrt; Unterschiede zwischen esa, cnes, arianespace; Besuche der historischen Straflager; Schnellbootfahrten auf verschiedenen Urwaldflüssen; nicht kontrollierte Einreisen über die grüne Urwaldflussgrenze nach Surinam; seltene, schöne Bäume und Pflanzen; exotische, tierische und menschliche Bewohner; Französische und creolische Speisen und Getränke werden sicher noch Beiträge auch von anderen Teilnehmern folgen.



**Abb. 4:** Kinematisches Modell von den Bewegungen zwischen Erde und Mond in Bezug zur Sonne (Tellurium) in der ersten Etage von Terminal 1 und 2 vom Flughafen Orly, 9 km südlich von Paris.

*Bild: S. Thiérey*



# 110 JAHRE BOHRSCHESES ATOMMODELL

VON DR. MICHAEL LEMB, *Donnern (Loxstedt)*

Das Postulat, dass es Atome gibt, stammt von dem Philosophen Demokrit (etwa 400 v. Chr.). Seine Atomlehre war natürlich rein philosophisch und gründete sich nicht auf naturwissenschaftliche Beobachtungen. Dennoch blieb die Idee, dass es kleinste Teilchen geben könnte über die Jahrhunderte lebendig.

Der erste, der die Atomidee zwar nicht aufs neue, aber entschieden beflügelte, war der Chemiker John Dalton (1766-1844). Er erklärte die Tatsache, dass beim Zusammentritt chemischer Elemente zu ihren Verbindungen ihre Gewichtsverhältnisse in einfachen Proportionen stehen mit dem Zusammentritt ihrer Bestandteile, der Atome, die sich nur durch ihr „Gewicht“, dem Atomgewicht, voneinander unterscheiden. Dabei hatte Wasserstoff das Atomgewicht 1. Die Idee der Atomgewichte erwies sich als so überzeugend, dass sie bald in der wissenschaftlichen Welt angenommen wurde (siehe z. B. die Atomwärmern in HiPo 76).

In der Physik zeigte sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Erfolg der kinetischen Gastheorie (siehe auch hier HiPo 76). Druck, Temperatur, Energie, all dies ließ sich durch diese Theorie auf mechanische Begriffe herunterbrechen. Aber auch diese Theorie bewies die Existenz von Atomen nur indirekt.

Und dann war da noch die Spektroskopie: Dass sich weißes Licht bei seiner Brechung in Farben zerlegt, war ja eine alte Erfahrung. Bringt man aber reine Elemente durch Erhitzen zum Leuchten, dann sieht man spektroskopisch Ansammlungen von Linien. Diese sind für die Elemente so charakteristisch, dass sich die Existenz dieser Linien in Sternenspektren als Nachweis der Elemente selber verwenden lassen. Das gilt besonders für Wasserstoff, das verbreiteteste Element im All. Hier lassen sich die Linien zu Serien zusammenfügen. Diese sind nach ihren Entdeckern benannt. Die energiereichste (kurzwelligste) Serie heißt Lyman-Serie (nach Theodore Lyman,

1874- 1954). Es folgt im Sichtbaren die Balmer-Serie (Johann Jakob Balmer, 1825- 1898) und im Ultraroten die Paschen-Serie (Friedrich Paschen, 1865-1947) (Abb. 1). Es gibt noch etliche weitere. Allen Serien ist gemeinsam, dass ihre Frequenzen in einem einfachen gesetzmäßigen Zusammenhang stehen. Dieser wird ausgedrückt durch die von Balmer stammende Formel:

$$\nu_{n,m} = R \cdot c \cdot \left( \frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1).$$

Dabei sind  $n$  und  $m$  ganze Zahlen mit  $n > m$ .  $R$  heißt nach ihrem Entdecker Janne Rydberg (1854 - 1919) Rydberg-Konstante und hat einen Wert von etwa  $110000 \text{ cm}^{-1}$ . Die hinter dieser Formel stehenden Gesetzmäßigkeiten waren bei ihrer Formulierung 1890 unbekannt (Abb. 1).  $c$  ist die Lichtgeschwindigkeit. Diese Serien waren ein weiterer deutlicher Beleg für die Existenz von Atomen. Wie sollten diese Linien auch zustande

kommen, wenn dahinter nicht identische atomare Resonatoren stehen würden? Dennoch gab es namhafte Skeptiker, an ihrer Spitze der renommierte österreichische Physiker und Philosoph Ernst Mach (1838- 1916). Er vertrat die Ansicht, dass Gegenstand der Wissenschaft nur Wahrnehmbares sein könne. Daher sein Kommentar zu den Atomen: „Ham`s scho mal oans gsehn?“

Immerhin gab es erste Atommodelle. Von dem Entdecker des Elektrons, Joseph Thomson (1856- 1940), stammte das Modell eines statischen Atoms, bei der die positive Ladung gleichmäßig über das gesamte kugelförmige Volumen verteilt sei. Wie Rosinen im Pudding, so sollten die Elektronen innerhalb dieser Ladung stabile Lagen einnehmen.

Ernest Rutherford (1871 - 1937) und Mitarbeiter unterzogen 1911 - 1913 das o.g. Atommodell einer physikalischen Überprüfung. Dabei bauten sie ein Experiment auf, in dem eine dünne Goldfolie mit Alphastrahlen beschossen wird (Abb. 2). Diese Strahlen wurden nach der Durchdringung der Folie mit einem Mikroskop beobachtet, vor dem sich eine Szintillationseinrichtung befand. Szintillation bedeutet, dass die Alphateilchen beim Aufprall auf die Szintillationseinrichtung einen kleinen Lichtblitz abgeben. Um ihn mit dem Auge zu registrieren, war stundenlange Dunkeladaptation erforderlich. (Heutzutage

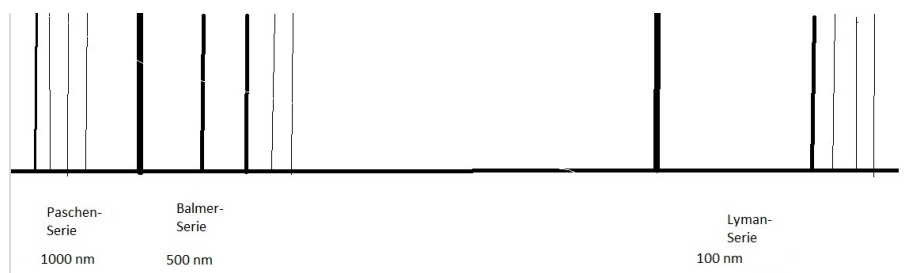


Abb. 1: Die drei bekanntesten Serien des Wasserstoffs.

Abbildungen 1 & 3 vom Autor.

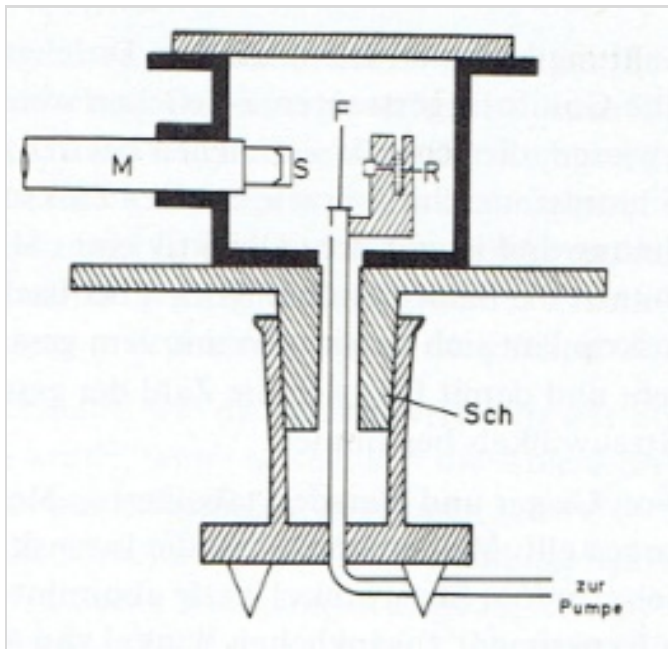


Abb. 2: Die Originalzeichnung von Geiger und Marsden aus Phil. Mag. 25, 604 (1913).

wird der Szintillationseffekt mit einem Sekundärelektronenvervielfacher wirksam verstärkt und einer elektronischen Registrierung zugeführt.

In Abb. 2 bezeichnet R die in einem Bleiklotz befindliche Alphaquelle, die ihre Strahlen über einen engen Kanal austreten lässt. F ist die dünne Goldfolie, an der die Streuung stattfindet, M das Mikroskop, mit dem man auf die Szintillations-einrichtung blickt. F sitzt auf der Drehachse, so dass sich die Streuung in verschiedenen Winkeln nachweisen lässt.

In Beobachtungen, die sich über viele Nächte und Monate hinzogen, konnten Rutherford und Mitarbeiter registrieren, dass die Alphastrahlen in der Folie gestreut wurden. Wenn  $\Theta$  der Streuwinkel ist, dann wurde eine Streuintensität proportional zu  $\sin^4(\Theta/2)$  beobachtet, was im Widerspruch zu Thomsons Atommodell stand, denn hier hätte keinerlei Streuung stattfinden können. Vielmehr ergab sich aus der beobachteten Winkelabhängigkeit der gestreuten Alphateilchen, dass das Atom fast seine gesamte Masse geradezu punktförmig im Zentrum versammelt. Der Atomkern war entdeckt! (Zu Details der o.g. Streuexperimente und zur Ableitung der Streuformel

sei auf (Bodenstedt, 1972) [1] verwiesen).

Rutherford zog daraus den Schluss, dass das Atom aus einem positiv geladenen Kern und einer Elektronenhülle bestand. Aber gegen dieses Modell erhob sich ein schwerer Einwand: Nach der Maxwell'schen Theorie der Elektrodynamik hätten die sich um den Kern wie die Planeten um die Sonne drehenden Elektro-

nen bei ihrer Bewegung Strahlung abgeben müssen. Dabei hätten sie Energie verloren und wären schließlich in den Atomkern gefallen. Dergleichen wurde aber nie beobachtet.

Um diese Zeit (1912) besuchte der junge dänische Physiker Niels Bohr (1885-1962), ausgestattet mit einem Einjahresstipendium der Carlsberg Brauerei, zunächst Thomson in Cambridge und sodann Rutherford in Manchester. Dabei lernte er die beiden Atommodelle detailliert kennen. Er ahnte, dass das Rutherford'sche Modell der Wirklichkeit am nächsten kam. Doch was hatte es mit der von der Elektrodynamik geforderten Ausstrahlung auf sich (Hund, 1975) [2]?

Hier setzt der Bohrsche Gedankengang ein, den er als junger Theoretiker hatte, der wohlbewandert mit den Arbeiten von Max Planck und Albert Einstein war. In seiner, später berühmten Arbeit (Bohr, 1913) [3], machte er Gebrauch von den neuen quantenphysikalischen Erkenntnissen. Er postulierte, dass es im Gegensatz zur klassischen Elektrodynamik bestimmte Bahnen geben soll, auf denen das Elektron umläuft ohne Strahlung auszusenden. Die Energien auf diesen Bahnen können klassisch berechnet wer-

den. Das Elektron kann unter Strahlungsaufnahme auf eine höhere Bahn (Energie  $E_2$ ), und unter Strahlungsabgabe auf eine niedrigere Bahn (Energie  $E_1$ ) springen. Die Bohrsche Frequenzbedingung lautet:  $h \cdot \nu_{2,1} = E_2 - E_1$ . Dabei ist  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum,  $\nu$  die Frequenz der Strahlung, die bei diesem Energieübergang ausgestrahlt wird, bzw. beim gegenteiligen Vorgang absorbiert wird (denn wie Einstein sagte (Einstein, 1906) [4]: „Die Energie eines Elementarresonators kann nur Werte annehmen, die ganzzahlig Vielfache von  $h \cdot \nu$  sind; die Energie eines Resonators ändert sich durch Absorption und Emission sprunghaft, und zwar um ein ganzzahlig Vielfaches von  $h \cdot \nu$ “).

Im Weiteren können wir an die Betrachtungen zur Gravitation in HiPo 73 anknüpfen. Die Zentrifugalkraft des kreisenden Elektrons mit der Masse  $m$  ist (genauso wie wir das von der Planetenbewegung um die Sonne kennen) gegeben durch  $m \cdot \omega^2 \cdot r$ , mit der Kreisfrequenz  $\omega$  und dem Radius  $r$ . Die entgegengesetzt wirkende Anziehungskraft folgt (wie bei der Gravitation) ebenfalls einem  $1/r^2$ -Gesetz, in diesem Falle nach Coulomb dem der elektrischen Anziehung zwischen ungleichen Ladungen. Mit der Elementarladung  $e$  und der Influenzkonstante  $\epsilon_0$  ergibt sich dann am Beispiel des Wasserstoffatoms für die Gleichgewichtsbedingung:

$$\frac{e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2} = - m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (2)$$

Nun ist bei kreisenden Bewegungen eine wichtige Erhaltungsgröße der zum Winkel  $\varphi$  gehörende Drehimpuls  $p_\varphi$ . Er ist definiert als das Vektorprodukt aus Impuls ( $m \cdot v$ ) mit dem Radiusvektor  $r$  und kann beim Spielen mit einem Kreisel regelrecht gespürt werden. Da wir es hier mit einem Kreis und somit mit rechten Winkeln zu tun haben, so gilt betragsmäßig:



$$p_\varphi = m \cdot r \cdot v = \frac{d\varphi}{dt} \cdot m \cdot r^2 \quad (3)$$

Der Drehimpuls hat die Dimension einer Wirkung (Energie x Zeit). Da im atomaren Bereich aber Wirkungen gequantelt sind, liegt es nahe, dass die Drehimpulse der um den Atomkern kreisenden Elektronen ein Vielfaches eines elementaren Drehimpulses  $p_e$  sind.

Aus (2) und (3) folgt für den Radius betragsmäßig:

$$r = \frac{4\pi p_\varphi^2 \epsilon_0}{m e^2} \quad (4)$$

Man kann jetzt rein klassisch die Energie des Elektrons als Summe aus potentieller und kinetischer Energie berechnen. Es gilt

$$E_p = -\frac{e^2}{4\pi r \epsilon_0}$$

und

$$E_k = \frac{m}{2} v^2 = \frac{p_\varphi^2}{2mr^2}$$

Die Gesamtenergie  $E_g$  des kreisenden Elektrons ist nun gegeben durch  $E_g = E_p + E_k$ . Verwendet man für  $r$  den Ausdruck in (4), so erhält man:

$$E_g = -\frac{m}{2} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_\varphi^2}$$

Seien jetzt  $E_{g1}$  und  $E_{g2}$  die Energien benachbarter Bahnen, sollen sie sich nach der Bohrschen Frequenzbedingung um die Energie  $h \cdot \nu_{2,1}$  unterscheiden. Auch unterscheiden sich die Drehimpulse benachbarter Bahnen um  $p_e$ . Dann erhält man letztlich für die Frequenz beim Energieübergang benachbarter Bahnen:

$$\nu_{2,1} = \frac{m}{2h} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \cdot \left[ \frac{1}{p_\varphi^2} - \frac{1}{(p_\varphi + p_e)^2} \right] = \frac{m}{h} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \cdot \frac{p_e}{p_\varphi^3} \cdot \frac{\left(1 + \frac{p_e}{2p_\varphi}\right)}{\left(1 + \frac{p_e}{p_\varphi}\right)^2} \quad (5)$$

Wenn die Bahnen zu immer höherem  $p_\varphi$  streben, dann müssen langsam die Regeln der klassischen Elektrodynamik gelten (Korrespondenzprinzip). In diesem Fall gilt allmählich:

$$\nu_{klass., p_\varphi} = \frac{1}{T} = \frac{d\varphi}{2\pi dt} = \frac{p_\varphi}{2\pi m r^2} = \frac{m}{2\pi} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_\varphi^3}$$

Die nächsthöhere Bahn hat den Drehimpuls  $p_\varphi + p_e$ . Es folgt:

$$\nu_{klass., p_\varphi + p_e} = \frac{m}{2\pi} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \cdot \frac{1}{p_\varphi^3 \cdot \left(1 + \frac{p_e}{p_\varphi}\right)^3} \quad (6)$$

Das Korrespondenzprinzip verlangt jetzt, dass man (5) mit (6) gleichsetzt. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass  $p_\varphi \gg p_e$ , ergibt sich:

$$p_e = \frac{h}{2\pi} = \hbar$$

Das heißt, der Drehimpuls ist tatsächlich gequantelt. Es gilt:  $p_\varphi = n \cdot \hbar$ , eine äußerst wichtige und weit in die Zukunft der Quantenphysik reichende Formel. Setzt man diese Beziehung in (5) ein, so erhält man:

$$\nu_{2,1} = \frac{m}{2h} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar}\right)^2 \cdot \left[ \frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right]$$

Und diese Formel kennen wir bereits aus (1). Das ist die Balmer-Formel, die hier ihre theoretische Grundlage erhält. Der

Ausdruck 
$$\frac{m}{2ch} \cdot \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar}\right)^2$$

stellt tatsächlich die Rydbergkonstante dar, ein großer Erfolg der Bohrschen Theorie! Die ganze Zahl  $n$  ist die Hauptquantenzahl. In Abb. 3 hat man einen anschaulichen Eindruck davon, wie Strahlung absorbiert und emittiert wird.

Dank der Arbeiten von Rutherford und Bohr haben wir ein anschauliches Bild des Atoms gewonnen, mit dem wohl auch Mach zufrieden gewesen wäre. Niels Bohr hat dank seiner Arbeit das Tor weit geöffnet, das zur Entwicklung der bis heute gültigen Quantentheorie durch Heisenberg, Schrödinger, Pauli und Dirac hinführte.

Literatur:

- [1] E. Bodenstedt: Experimente der Kernphysik und ihre Deutung. Teil 1. Mannheim, Wien, Zürich 1972.
- [2] F. Hund: Geschichte der Quantentheorie. Mannheim, Wien, Zürich 1975.
- [3] N. Bohr: I. On the Constitution of Atoms and Molecules. Phil Mag 26, 1 (1913).
- [4] A. Einstein: Zur Theorie der Lichterzeugung und Lichtabsorption. Ann d Phys 20, 199 (1906).

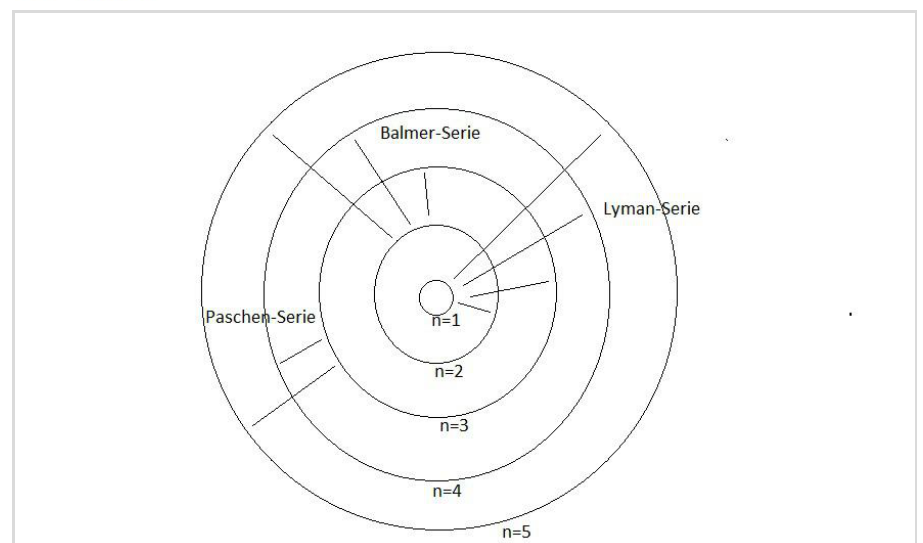


Abb. 3: Der Zusammenhang zwischen den Hauptquantenzahlen und der Strahlungsaktivität im Bohrschen Atommodell.

## ERRATUM ZUR HiPo 76

von DR. MICHAEL LEMB, *Donnern (Loxstedt)*

Liebe Leserin, lieber Leser,

In dem Artikel über Atomwärmen in HiPo 76 waren die Formeln, bedingt durch Verpixelung, teilweise nicht lesbar. Daher für Interessierte hier nochmal die Formeln in Großschrift.

Michael Lemb

$$U = C_v \cdot T \text{ bzw. } C_v = \frac{dU}{dT} \quad (1).$$

$$p \cdot \frac{M}{\rho} = R \cdot T \text{ und weiter } \frac{p}{\rho} = \frac{R}{M} \cdot T$$

$$p = \frac{1}{3} \cdot n \cdot \mu \cdot \bar{c}^2 \quad (3)$$

$$\frac{p}{\rho} = \frac{1}{3} \cdot \bar{c}^2 \quad (4)$$

$$\frac{\mu}{2} \cdot \bar{c}^2 = \frac{3 \cdot R \cdot \mu}{2 \cdot M} \cdot T \quad (5)$$

$$\frac{\mu}{2} \cdot \bar{c}^2 = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T \quad (6)$$

$$U = \frac{3}{2} \cdot R \cdot T \quad (7)$$

$$\frac{hv}{e^{kT} - 1} \quad (8)$$

$$C_v = \frac{3R \cdot \left(\frac{hv}{kT}\right)^2 e^{\frac{hv}{kT}}}{\left(e^{\frac{hv}{kT}} - 1\right)^2} \quad (9)$$

## Impressum

### „Die Himmelpolizey“

ist die Mitgliederzeitschrift der Astronomischen Vereinigung Lilienthal e.V. (AVL). Sie erscheint alle drei Monate. Sie wird in Papierform und online unter [www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de) veröffentlicht.

Der Name der „Himmelpolizey“ leitet sich von den 24 europäischen Astronomen ab, die im Jahre 1800 auf die gezielte Suche nach dem „fehlenden“ Planeten zwischen Mars und Jupiter gingen. Entdeckt wurde letztendlich der Asteroidengürtel, von dem geschätzt wird, dass er bis zu 1,9 Millionen Mitglieder enthält.

Einer der Gründer war Johann Hieronymus Schroeter, der hier in Lilienthal eines der größten Teleskope seiner Zeit betrieb. In Anlehnung an ihn und die grandiose Geschichte der ersten Lilienthaler Sternwarte trägt diese Zeitschrift ihren Namen.

### Mitarbeiter der Redaktion

Alexander Alin

E-Mail: [hipo@avl-lilienthal.de](mailto:hipo@avl-lilienthal.de)

**Redaktionsschluss** für die nächste Ausgabe ist der **29. Februar 2024**. Später eingeschickte Artikel und Bilder können erst für spätere Ausgaben verwendet werden. Die Redaktion behält sich vor, Artikel abzulehnen und ggf. zu kürzen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht zwangsläufig die Meinung der Redaktion wider. Durch Einsendung von Zeichnungen und Photographien stellt der Absender die AVL von Ansprüchen Dritter frei.

**Verantwortlich im Sinne des Presserechts ist** Alexander Alin, Hemelinger Werder 24a, 28309 Bremen.

ISSN 1867-9471

Nur für Mitglieder

Erster Vorsitzender

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Stellv. Vorsitzender

Dr. Kai-Oliver Detken.....(04208) 17 40

Schatzmeister

Dr. Jürgen Beisser.....(04298) 41 94 98

Schriftführung

Jürgen Ruddek.....(04298) 20 10

Redaktion der Himmelpolizey

Alexander Alin.....(0421) 16 13 87 91

AG Astrophysik

Dr. Manfred Zier.....(04292) 93 99

Deep Sky-Foto-AG

Gerald Willems.....(04792) 95 11 96

Internetpräsenz und E-Mail-Adresse der AVL:  
[www.avl-lilienthal.de](http://www.avl-lilienthal.de); [vorstand@avl-lilienthal.de](mailto:vorstand@avl-lilienthal.de)