

für Mitglieder

AUSGABE 15 OKTOBER | NOVEMBER | DEZEMBER | JANUAR

2022 | 2023

# dem Himmel nahe

Mitteilungen | Informationen | Programm

*Jupiter mit Ringen und Monden, James-Webb-Teleskop, August 2022  
(NASA, ESA, CSA, Jupiter ERS Team; image processing by Judy Schmidt).*



Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.  
Zeiss-Planetarium am Insulaner



Jeweils um 20 Uhr  
im Planetarium am Insulaner

## Oktober 2022

5. Oktober

Dr. Monika Staesche

– WFS und Stiftung Planetarium Berlin

Neues aus Astronomie und Raumfahrt

12. Oktober

Dr. Christian Henkel

– MPI für Radioastronomie Bonn

Dunkle Materie contra  
„Modifizierte Newtonsche Dynamik“  
MOND

19. Oktober

Dr. Hauke Hussmann

– German Aerospace Center (DLR Berlin)

Die JUICE-Mission

26. Oktober

Mitgliederversammlung *Näheres s. Seite 24*

– geschlossene Veranstaltung – keine Gäste!

## November 2022

2. November

Prof. Dr. Hans Joosten – Universität Greifswald

Alles muss nass!

Moorwiedervernässung

als gesamtgesellschaftliche Aufgabe

9. November – ab 17 Uhr

NEU-Mitglieder-Begrüßungstag

Zugang zur Bibliothek mit individueller Einführung für Neumitglieder und Besichtigung der Sonderausstellung. Um 20 Uhr im Planetarium: Der aktuelle Sternenhimmel, projiziert mit dem historischen Planetariumsprojektor.

16. November

Loeka Jongejans

– Alfred-Wegener-Institut Potsdam

Warme Arktis – Permafrost taut

## Dezember 2022

14. Dezember

Uwe Marth – WFS Berlin

„Last Men on the Moon  
– Apollo 17 vor 50 Jahren“

Auf den Tag genau vor 50 Jahren, am 14. Dezember 1972, verließen mit Harrison Schmitt und Eugene Cernan die letzten Apollo-Astronauten den Mond. Der grandiose Abschluss des Apollo-Programms mit dem erfüllten Ziel, „Menschen auf den Mond und sicher zurückzubringen“ (J. F. Kennedy) wird im Mittelpunkt des Vortrages stehen. Ein kurzer historischen Abriss und ein Blick in die Zukunft der Mondforschung werden ergänzend angetippt.

21. Dezember

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

„Der Stern der Weisen“

Die Geschichte des Weihnachtssterns nach Matthäus 2 und nach neuer Interpretation. Eine nachdenkliche und besinnliche Einstimmung auf das Weihnachtsfest bei weihnachtlicher Musik.

## Januar 2023

3. Januar

Livia Cordis – WFS Berlin

Das neue Jahr am Sternenhimmel

In alter Tradition halten wir zu Beginn des Jahres eine Vorschau auf die Himmelsereignisse, die vorhersehbar sind, angereichert um mögliche nicht planbare Himmelschauspiele. Eine Zeitreise durch das Jahr 2023 mit alter und neuer Planetariumstechnik.

Bitte informieren Sie sich hierzu auch  
auf unseren Internetseiten unter:  
[www.wfs.berlin/wissenschaft-live/](http://www.wfs.berlin/wissenschaft-live/)

# Leben als physikalisches Systemprinzip

Prof. Dr. Rainer Zimmermann – WFS Berlin

Wie bereits bei früheren Gelegenheiten verschiedentlich ausgeführt, besteht der Grundgedanke des aktuellen Projektes der AG Theorie in der WFS darin, Leben im Universum weniger von der primär biologischen (astrobiologischen) bzw. chemischen Seite her anzugehen, sondern Leben eher als ein physikalisches Prinzip zu verstehen, das von vornherein die Evolution des Universums bestimmt. Obwohl die AG in den letzten zwei Jahren, vor allem wegen der Corona-Bedingungen, selten kommuniziert hat, sind doch weitere Einsichten zum angegebenen Thema zustande gekommen, wenn auch zumeist in externen Veranstaltungen (abgesehen vielleicht von meinem Mittwochsvortrag im Herbst vorigen Jahres, bei dem ich am Beispiel des Centauri-Systems Einiges zu astrobiologischen Aspekten ausgeführt habe). Wir hoffen, diesen Oktober die Arbeit in der WFS wieder ganz regulär aufnehmen zu können.<sup>1</sup>

Liest man aktuelle Fachliteratur zur Entstehung des Lebens auf der Erde (was natürlich immer noch das ausschlaggebende Paradigma für Leben im Universum ist, unbeschadet der etlichen mittlerweile beobachteten Exo-Planeten, die sich vermutlich als habitabel erweisen werden), dann stößt man häufig auf Formulierungen, die Leben als Menge chemischer Reaktionen definieren, welche sich „kurz nach“ der Entstehung des Planeten entfaltet haben. Das heißt, der „fertige“ Planet ist „lange vor“ der Entstehung des Lebens bereits vorhanden. Das bedeutet auch, daß wir über klassische, makroskopische Physik sprechen: Denn jene Strukturen, die wir in diesem Zusammenhang untersuchen, bestehen aus molekularen Verbindungen chemischer Elemente (Kohlenstoff, Silizium, Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff etc.). Diese aber sind im Grunde Kompositionen von Elementarteilchen, denn bei den chemischen



*Das Licht dieses Galaxienhaufens, das durch einen Linseneffekt verstärkt wird, war Milliarden Jahre unterwegs zu uns und zeigt uns das frühe Universum. Aufnahme des Hubble-Teleskops zur Vorbereitung der Arbeit des James-Webb-Teleskops (© ESA/Hubble & NASA, RELICS, CC BY 4.0).*

*Ein galaktisches Trio in 520 Millionen Lichtjahren  
Entfernung: zwei Spiralgalaxien, von denen die linke  
eine weitere, elliptische Galaxie teilweise verdeckt.  
Aufnahme des Hubble-Teleskops  
(© ESA/Hubble & NASA, W. Keel; CC BY 4.0).*



Elementen variieren nur die Anzahlen von Protonen, Neutronen und Elektronen, die sich zu Atomen organisieren. Die Teilchensorten selbst aber, Protonen, Neutronen und Elektronen, bleiben immer gleich und sind sogar identisch hinsichtlich der einzelnen Teilchen einer Sorte. (Besser kann man wohl schwerlich verstehen, weshalb die Quantität in Qualität umzuschlagen in der Lage ist).

Zwar ist es ganz legitim, Leben als klassisches, makroskopisches Phänomen der Natur aufzufassen, und die bisher etablierte Astrobiologie geht genau von diesen Rahmenbedingungen aus. Statt aber Leben als ein Phänomen aufzufassen, welches sich auf Planeten entwickelt, könnte man es auch als legitim ansehen, Leben als etwas aufzufassen, daß sich mit Planeten entwickelt. Denn zum einen wird der klassische Ansatz bereits in der Kosmologie überschritten. Dort nämlich gehört zu den Grundgleichungen der primordialen Stoffverteilung neben den beiden Friedman-Gleichungen auch die dem expandierenden Universum angepasste Boltzmann-Gleichung für zahlreiche Materiesorten, die auch Dunkle Materie zum Beispiel mit einschließen. Mit anderen Worten: Schon, wenn es um das frühe Universum geht, berücksichtigt man eher die Ebene der Elementarteilchen und weniger die Ebene der Atome (ganz abgesehen davon, dass kosmische Filamente, die in diesem Zusammenhang auftauchen, vermutlich eher ein Netzwerk bilden, auf welchem die uns bekannte Materie „aufgesetzt“ ist).<sup>2</sup>

Zum anderen wissen wir außerdem, dass die Materie sich zu jener Stoff-Form, wie sie das Periodensystem beschreibt, überhaupt erst hin-entwickelt hat, einerseits durch wesentlich astrophysikalische Prozesse im frühen Universum bewirkt (gleichsam in einer Epoche, die auf die primordial kosmologische Epoche folgt), andererseits aber vor allem auch deshalb, weil die Elementarteilchen selbst das Ergebnis einer Entwicklung und keineswegs immer schon vorhanden sind.<sup>3</sup> Dafür reicht aber eine Beschreibung mit klassischer Physik nicht mehr aus, und es ist nötig, die Quantenphysik heranzuziehen.

Gerade, wenn man bedenkt, dass „lebende Materie“ sich von der „nichtlebenden Materie“ keineswegs hinsichtlich ihrer Stoffbestandteile unterscheidet, gleichgültig, auf welcher Ebene man sie betrachtet, denn die konstituierenden Teilchen sind immer gleich, kann der maßgebliche Unterschied zwischen dem belebten und dem unbelebten Zustand lediglich in der Organisationsform dieser Teilchen und in ihrer Komplexität begründet sein. Anders gesagt: Die Eigenschaften von

Lebewesen sind primär dynamischer Natur. Wenn man also das Universum als maximales System begreift, in welchem sich komplexe Teilsysteme entwickeln, zu denen auch jene gehören, die als „lebendig“ gelten, dann besteht kein Grund zu der Annahme, dass das Leben erst entstanden ist, als das makroskopische Szenarium eines Planeten bereits gegeben war. Vielmehr zeigt sich dann Leben als eine ausdifferenzierte Form eines physikalischen Teilsystems, das gleichberechtigt neben zahlreichen anderen steht. Leben wäre dann nicht nur eine Evolutionsform, sondern sogar ein Evolutionsprinzip. Daraus würden wir schließen können, dass immer dann, wenn die Möglichkeiten zur Entstehung des Lebens günstig sind, diese Möglichkeiten geradezu lawinenartig verwirklicht werden, weil die Materiekomplexität des Lebens jene der nichtlebenden Systeme dominiert. Nicht, weil Leben per se in irgendeinem Sinne wichtig ist, sondern einfach, weil es für das Universum als System eine thermodynamisch günstige Struktur ist.

#### VERWEISE

<sup>1</sup> *Insofern bekommt man einen guten Überblick über die aktuellen Aktivitäten, wenn man sich den neueren Sammelband ansieht: Rainer E. Zimmermann (ed.), *Neue Aspekte der Naturdialektik, Die Bedeutung des Lebens im Universum*. vyberlin, 2021. Vor allem im Teil 2 dort. Neubeginn der AG-Sitzungen am 11.10.2022 um 18 Uhr.*

<sup>2</sup> *Cf. Rainer E. Zimmermann: *Der Lebensbegriff im Rahmen einer kosmologisch begründeten Naturdialektik. Teil 1: Grundlagen und empirische Evidenz*. In: id. (ed.), *Neue Aspekte der Naturdialektik*, op. cit., 387-409.*

<sup>3</sup> *Cf. Rainer E. Zimmermann: *Morphé. Towards a Transition from Physics to Chemistry*. In: Andrea Le Moli, Angelo Cicatello (eds.), *Understanding Matter*, 2 vols., NDF, Palermo, 2016, 2, 237-246.*

# Jets und Winde

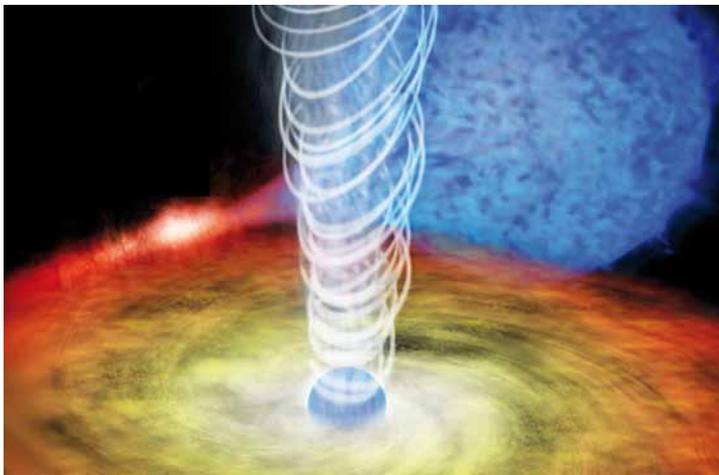
## Materie, ausgestoßen von Neutronensternen und Schwarzen Löchern

Schwarze Löcher und Neutronensterne ziehen mit ihrer starken Schwerkraft Materie aus ihrer Umgebung an und verschlingen sie, aber diese kosmischen „Kannibalen“ spucken auch große Mengen an Gas und Energie über so genannte Jets und Winde zurück ins All. Astrophysiker des Anton-Pannekoek-Instituts (API) an der Universität Amsterdam untersuchen diesen Ausstoß mit Hilfe von Computersimulationen und astronomischen Daten von großen Teleskopen und Satelliten. Sie versuchen auch herauszufinden, welche Auswirkungen dieses chaotische Fressverhalten auf die Lebensweise und die Umgebung von Schwarzen Löchern und Neutronensternen hat.

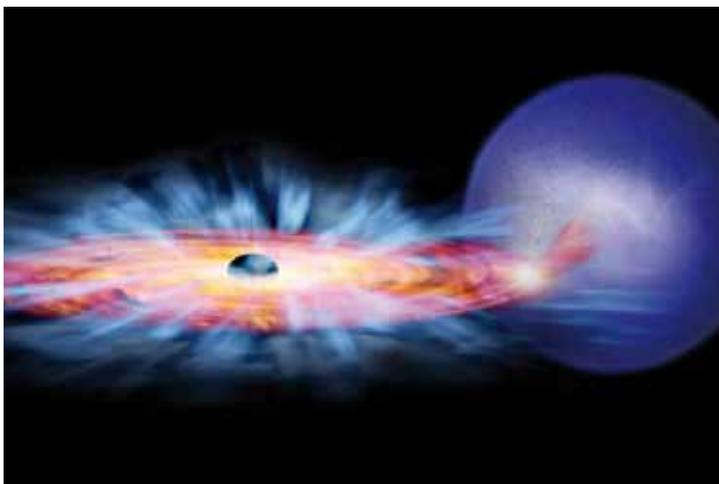


Dr. Nathalie Degenaar

Faculty of Science, Anton-Pannekoek-Institut,  
Universität von Amsterdam



*Künstlerische Darstellung, wie Schwarze Löcher und Neutronensterne Gas von einem benachbarten Stern anziehen können, wenn sie Teil eines Doppelsternsystems sind. Das Gas strömt in Form eines Wirbels auf den „Kannibalen“ zu. Diese Struktur wird als Akkretionsscheibe bezeichnet. Allerdings wird nicht das gesamte Gas verbraucht: Ein Teil wird mit hoher Geschwindigkeit durch Strahlströme, Jets (Abb. oben) ins All geschleudert oder durch Winde (Abb. unten) von der Akkretionsscheibe weggeblasen. (NASA/CXC/M.Weiss)*



Bei fast allen extremen Ereignissen im Universum sind Schwarze Löcher oder Neutronensterne beteiligt. Diese Objekte sind im Verhältnis zu ihrer Größe (oft nicht mehr als 10-20 km) sehr schwer (zwei bis zu zig Sonnenmassen) und werden daher als kompakte Objekte bezeichnet. Aufgrund ihrer „Fettleibigkeit“ üben sie eine extrem starke Schwerkraft aus. Dadurch sind sie in der Lage, Materie aus ihrer Umgebung, wie Gas und Staub, an sich zu ziehen. Dies geschieht in der Regel über eine wirbelartige Scheibe (*Akkretionsscheibe, Abbildungen links*). Ein solches kosmisches „Abendessen“, in der Astronomie **Akkretion** genannt, lässt Neutronensterne und Schwarze Löcher wachsen und sich schneller drehen, da die Rotation des Gases aus der Akkretionsscheibe auf das kompakte Objekt übertragen wird. Allerdings sind sie unordentliche Fresser, die auch große Mengen an Gas und Energie ausstoßen. Diese Eruptionen treten in zwei Varianten auf: stark kollimierte Strömungen, so genannte Jets (*Abbildung links oben*), oder breit gefächerte Winde, die von der Scheibe weggeblasen werden (*Abbildung links unten*).

### Verkürzte Lebenserwartung

Die unziemlichen Tischmanieren von Schwarzen Löchern und Neutronensternen bleiben nicht unbemerkt. Wenn große Mengen an Materie ausgespuckt werden, behindert dies ihr Wachstum. Darüber hinaus, aufgrund der Tatsache, dass mit den Ausströmungen auch der Drehimpuls verloren geht, werden sich die beiden Sterne schneller aneinander annähern als es der Fall wäre, wenn sie nur ihre „Teller leeren“ würden. Aus diesem Grund dauert es dann weniger lange, bis unsere Essensfreunde mit ihrem Nachbarstern kollidieren, was eine Explosion mit dem Freiwerden von Gravitationswellen auslösen wird. Astrophysiker in Amsterdam versuchen genau zu kartieren, wie viel Masse und

## Jets und Winde

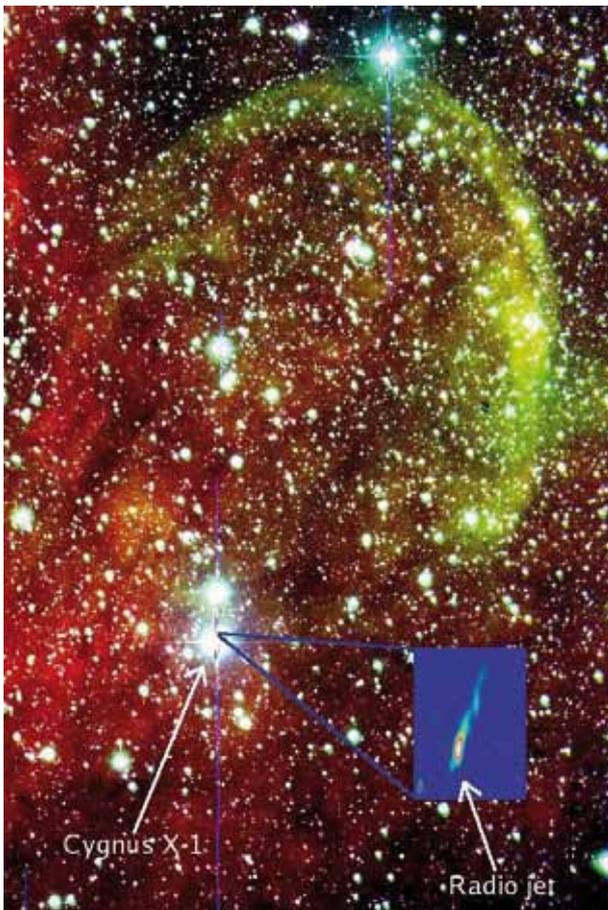
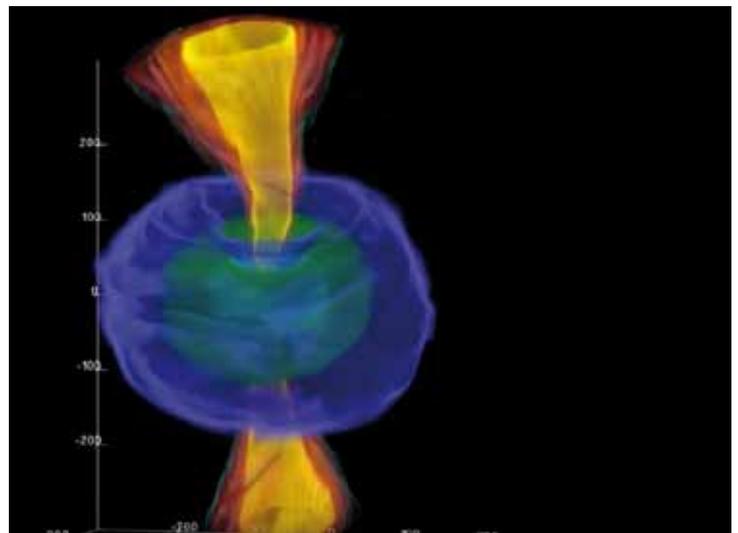


Bild des Doppelsternsystems Cyg X-1, in dem ein Schwarzes Loch seinen Nachbarn verschlingt. Aufgenommen mit dem Isaac Newton Teleskop (INT) auf La Palma. Verschiedene Farben zeigen verschiedene Komponenten an: Neben dem sichtbaren Licht (blau) sehen wir die Emission von Wasserstoff (rot) und die Emission von Sauerstoff (grün). Diese Elemente leuchten deutlich auf, wenn in heißem Gas Schocks auftreten. Sie zeigen eine ringförmige Struktur um Cyg X-1, die vermutlich durch den Jet des Schwarzen Lochs verursacht wird, der das interstellare Gas mit hoher Geschwindigkeit durchdringt. Dieser Jet ist auf dem optischen Bild nicht zu sehen, wohl aber in der Einblendung rechts im Bild: eine Radiobeobachtung bei einer Frequenz von 8,4 GHz mit dem Very Large Array (VLA) in New Mexico (USA). Die Tischmanieren unserer kosmischen Kannibalen haben also einen spürbaren Einfluss auf ihre unmittelbare Umgebung. (Russell & Fender 2010, arXiv:1001.1244)

Drehimpuls durch Ausströmungen verloren gehen, und dann zu bestimmen, wie sich dadurch die Lebensdauer des Doppelsternsystems verkürzt. Dies wirkt sich direkt auf die Anzahl der erwarteten verschmelzenden kompakten Objekte in unserem Universum aus, die wir über Gravitationswellen messen können.

Auch die unmittelbare Umgebung von kompakten Objekten bleibt von den Auswirkungen ihrer Auswürfe nicht verschont. Das von den Jets und Winden mit hoher Geschwindigkeit hinausgeschleuderte Gas kann mit dem Gas zwischen den Sternen, dem so genannten interstellaren Medium, zusammenstoßen. Dieser

Aufprall kann Stoßwellen verursachen (Abb. links). Die Forscher am API versuchen zu verstehen, wie groß der Einfluss der Ausströmungen auf die unmittelbare Umgebung der kompakten Objekte ist. Sie tun dies, indem sie nach dieser Art von Schock suchen. Dazu nutzen sie beispielsweise das Isaac-Newton-Teleskop auf La Palma, an dem niederländische Astronomen Beobachtungszeit erhalten können.



### Computer-Simulationen

Es besteht zwar kein Zweifel daran, dass akkretierende Schwarze Löcher und Neutronensterne immer Jets und Winde erzeugen, aber wie genau sie das tun ist immer noch ein großes Rätsel. Computersimulationen zeigen, dass Magnetfelder dabei wahrscheinlich eine wichtige Rolle spielen. Magnetfelder werden in der Akkretions-scheibe um Schwarze Löcher und Neutronensterne angeregt. Amsterdamer Forscher haben moderne Computermodelle erstellt, die zeigen, dass dadurch Jets und Winde entstehen können (Abb. oben). Es ist möglich, dass das kompakte Objekt auch einen Drehimpuls aussendet, um den Jets zusätzliche Geschwindigkeit zu verleihen.

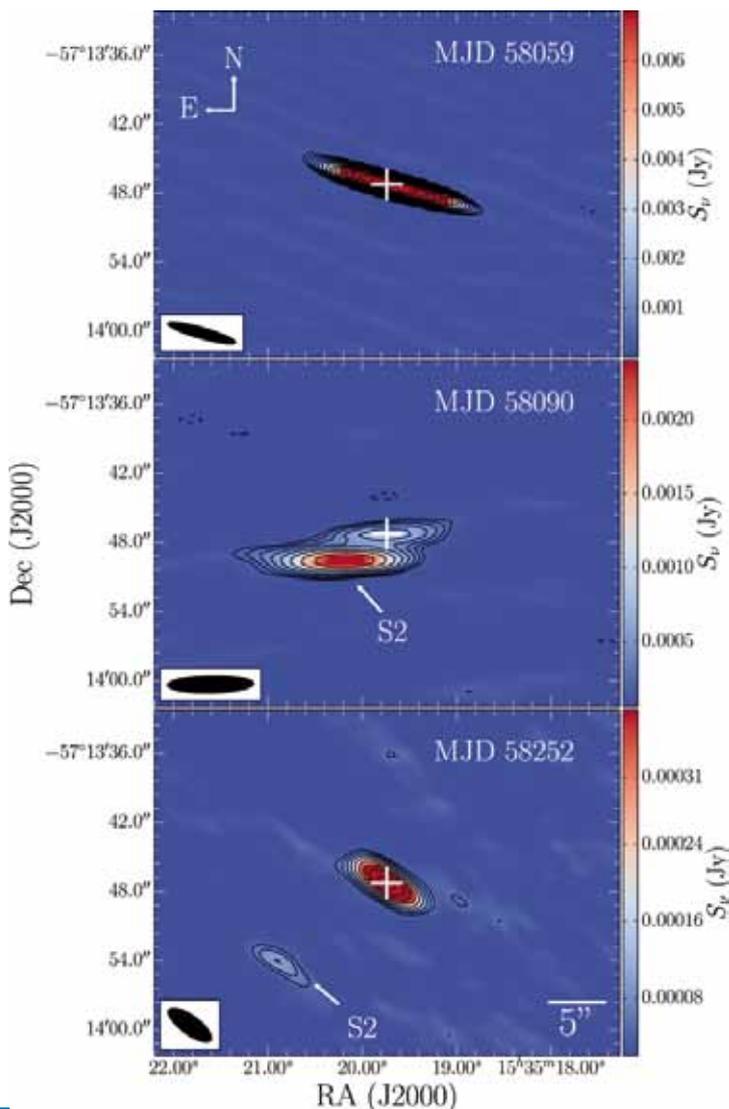
Obwohl Computersimulationen zeigen, dass Jets und Winde gleichzeitig erzeugt werden, konnte dies anhand astronomischer Beobachtungen noch nicht eindeutig nachgewiesen werden. Dies ist keine leichte Aufgabe, denn sie erfordert Beobachtungen mit verschiedenen Satelliten und Teleskopen. So strahlen Jets hauptsächlich Radiowellen aus, für die wir Teleskope auf der Erde nutzen können (Abb. Seite 8). Winde hingegen wurden bis vor kurzem hauptsächlich bei Röntgenwellenlängen beobachtet. Da Röntgenstrahlen von der Erdatmosphäre

Computersimulation eines Schwarzen Lochs, das Materie anzieht (blau) und Strahlen erzeugt (gelb). (Liska et al. 2018, MNRAS 474, L81)

# Jets und Winde

absorbiert werden, erfordert die Untersuchung von Winden den Einsatz von Röntgensatelliten. Die APForscher nutzen ihr ganzes Wissen, um mit Radioteleskopen und Röntgensatelliten gleichzeitig Schwarze Löcher und Neutronensterne zu beobachten, um herauszufinden, ob die Computersimulationen tatsächlich stimmen.

Bislang bestätigen die Beobachtungen die Computersimulationen noch nicht vollständig. Es ist bereits bekannt, dass Schwarze Löcher und Neutronensterne nur zu bestimmten Zeiten Jets erzeugen können. Sobald sie mit zu viel Material gefüttert werden, sind sie nicht mehr in der Lage, Jets ins All zu schießen. Seltsamerweise sehen wir gerade dann, wenn die Radiostrahlen verschwinden, mit Hilfe von Röntgenbeobachtungen, dass plötzlich ein Wind vorhanden ist. Wenn jedoch die Radiojets vorhanden sind, gibt es keine Spur dieser Winde.



## Gleichzeitig?

Sind die Computersimulationen also falsch? Dies bleibt abzuwarten. Es ist durchaus möglich, dass die Winde auch vorhanden sind, wenn die Radiojets vorhanden sind, aber sie absorbieren dann einfach kein Röntgenlicht. Sie sind dann bei Röntgenbeobachtungen sozusagen unsichtbar. Aber vielleicht kann man die Winde doch bei anderen Wellenlängen sehen? Jüngste Forschungen scheinen in der Tat in diese Richtung zu weisen; Studien bei Infrarot-, optischen und UV-Wellenlängen, die u. a. mit dem Hubble-Weltraumteleskop und dem Very Large Telescope in Chile durchgeführt wurden, verraten das Vorhandensein eines Windes zum gleichen Zeitpunkt, an dem auch Jets zu sehen sind (Abb. rechts unten). Es stellt sich jedoch die Frage, ob diese Winde mit denen übereinstimmen, die in den Computersimulationen vorhergesagt wurden. Um dies zu testen, muss tatsächlich gleichzeitig im Röntgen-, UV-, optischen und Infrarotbereich nach Winden gesucht werden. Dazu müssen mehrere große Teleskope auf der Erde sowie mehrere Satelliten im Weltraum koordiniert werden. Dies ist eine enorme Herausforderung. In den kommenden Jahren wollen wir testen, wie gut die Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen und den Computersimulationen funktioniert.

*Beobachtungen von Ausströmungen, die von Schwarzen Löchern und Neutronensternen ausgehen.*

**Links:** Radioemissionen eines Jets, der in der Nähe des Materie verschlingenden Schwarzen Lochs MAXI J1535-531 entsteht. Die verschiedenen Bilder zeigen Radiobeobachtungen über eine Zeitspanne von fast 200 Tagen. Das weiße Kreuz zeigt die Position des Schwarzen Lochs und die farbigen Konturen die Stärke der Radioemission. Diese Bereiche driften mit der Zeit vom Schwarzen Loch weg; es handelt sich um helle Gasblasen, die vom Schwarzen Loch durch Jets ausgestoßen wurden.

**Rechts:** Beobachtung eines Windes, der von dem akkretierenden Neutronenstern Swift J1858.6-0814 erzeugt wird. Die Winde kann man nicht direkt sehen, aber sie verraten sich, indem sie das von der Akkretionsscheibe kommende Licht abfangen (absorbieren). Die Absorption von Licht verursacht die tiefen Täler, die in diesem ultravioletten Spektrum zu sehen sind (blau in der Abbildung). (Russell et al. 2020, MNRAS 498, 5772 ([links](#)) und Castro Segura et al. 2022, Nature 603, 52 ([rechts](#))).

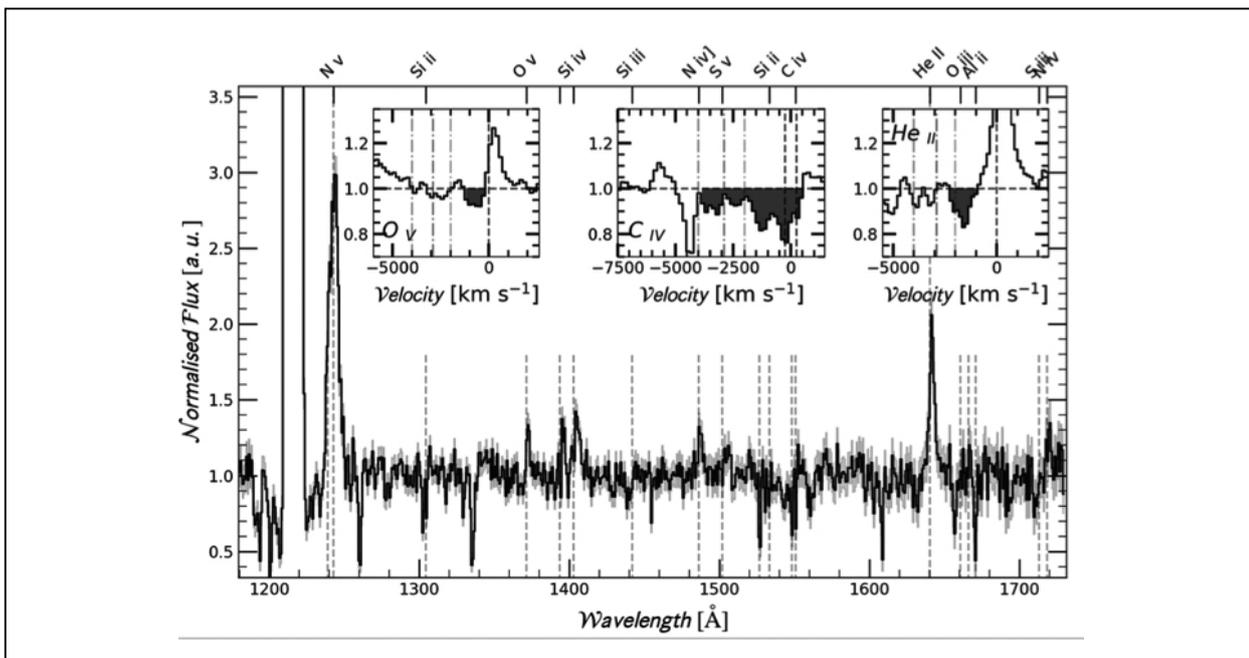
### Einen Jet explodieren lassen

Selbst wenn es in Computersimulationen gelingt Jets zu erzeugen, gibt es noch viele offene Fragen darüber, wie genau das Gas aus dem Wirbel in einen Jet transportiert wird und welche Geschwindigkeit er hat. Diese Art von detaillierten Informationen sind mit astronomischen Beobachtungen nur schwer zu messen. Eine Möglichkeit, dies zu verstehen, besteht darin, die Jets von Neutronensternen und Schwarzen Löchern zu vergleichen. Neutronensterne sind weniger massereich und rotieren viel weniger als Schwarze Löcher. Andererseits haben Neutronensterne eine Sternoberfläche mit einem Magnetfeld, auf dem sich Gas ansammeln kann. Schwarze Löcher hingegen haben nur einen beobachtbaren Horizont, hinter dem Gas einfach verschwinden kann. Ob sich diese Unterschiede auf die Jets auswirken, kann uns indirekt etwas darüber sagen, wie genau diese Ausströmungen entstehen. Eine wichtige Entdeckung, die in diesem Bereich vor einigen Jahren gemacht wurde, war die Feststellung, dass selbst Neutronensterne mit sehr starken Magnetfeldern Radiojets aufweisen können. Das war eine Überraschung, denn lange Zeit war man davon ausgegangen, dass das starke Magnetfeld verhindern würde, dass Gas nahe genug an den Neutronenstern herankommt, um einen Jet zu bilden.

Kürzlich haben sich die Forscher des API etwas völlig Neues einfallen lassen. In der Astronomie werden oft sehr wertvolle Informationen über physikalische Prozesse aus Momenten abgeleitet, in denen große

Veränderungen in astronomischen Objekten auftreten. Durch die genaue Messung der Veränderungen und ihrer Ursachen können Erkenntnisse über die zugrunde liegenden Mechanismen gewonnen werden. Vor diesem Hintergrund wurde ein neues Experiment ins Leben gerufen: Können Jets auch gesprengt werden und sich dann selbst reparieren?

Aber einen Jet in die Luft zu sprengen, ist das nicht ein bisschen extrem und überhaupt durchführbar? Nein, es ist möglich, dass dies fortlaufend geschieht. Neutronensterne erleben regelmäßig sehr starke Explosionen, da sich das Gas, das sie aus ihrer Umgebung anziehen – hauptsächlich Wasserstoff – auf ihrer Oberfläche ansammelt. Die enorme Schwerkraft auf der Sternoberfläche komprimiert das Gas so stark, dass das Wasserstoffgas explosionsartig zu schwereren Elementen verschmilzt. Eine solche Explosion, die in der Astronomie als Röntgenausbruch vom Typ I bezeichnet wird, setzt eine enorme Energie frei, die einer Billion Atombomben entspricht. Dabei sind diese Explosionen gar nicht so selten: In manchen Neutronensternen wiederholen sie sich stündlich. Forscher in Amsterdam fragen sich nun, ob diese explosiven Neutronensterne regelmäßig ihre eigenen Jets erzeugen. Die direkte Beobachtung der Erholung des Jets nach einer solchen Explosion könnte möglicherweise zu einem Durchbruch in unserem Verständnis dieser Ausströmungen führen. Dies ist eine ganz neue Herausforderung, die es auf jeden Fall wert ist, ausprobiert zu werden.



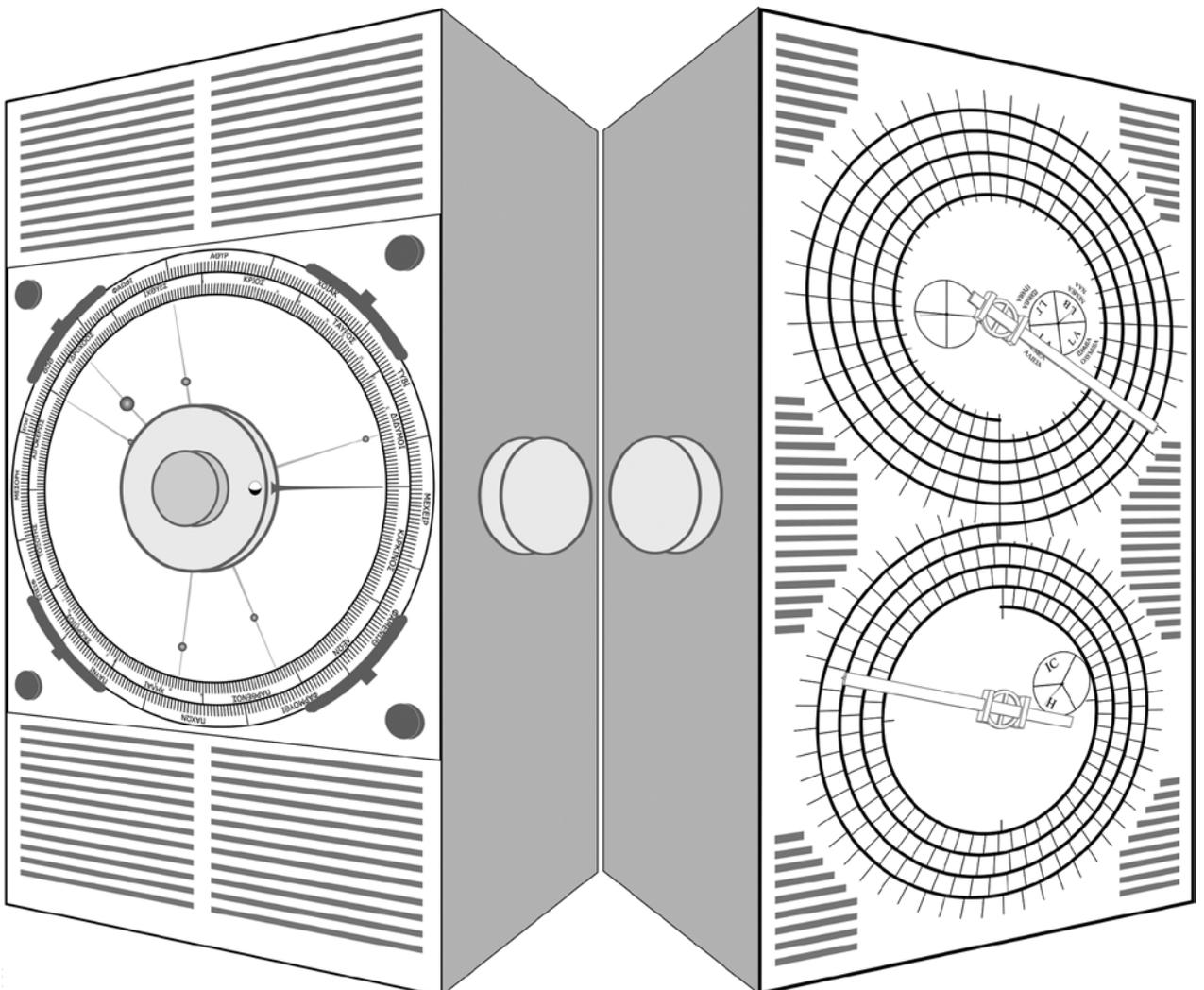
# Der Antikythera-Mechanismus

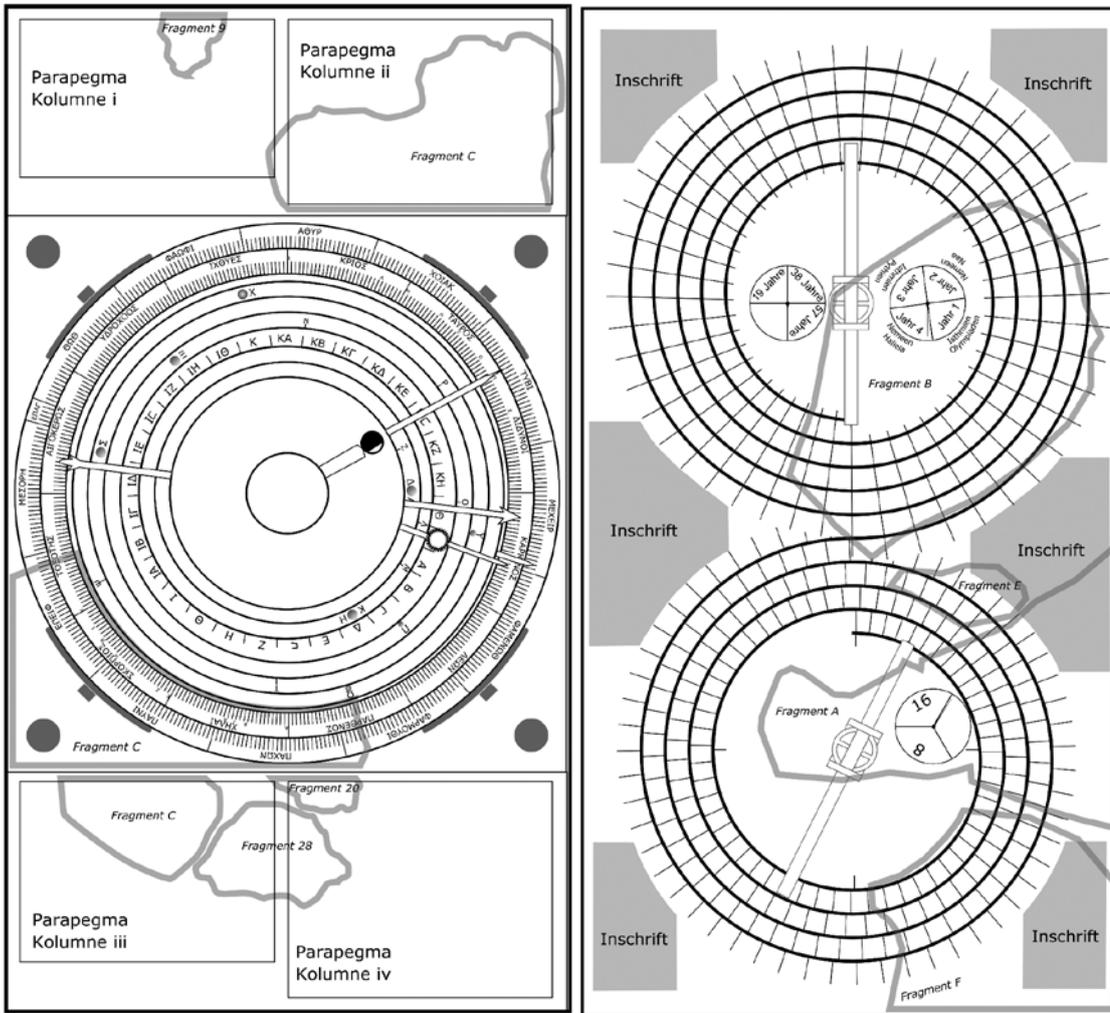
PD Dr. Rita Gautschy – Universität Basel

Der Mechanismus von Antikythera ist ein antikes bewegliches Modell für die von der Erde aus beobachtbaren Bewegungen von Sonne, Mond und der Planeten. Das Instrument wurde im Jahr 1900 von Schwammtauchern zusammen mit anderen Funden in einem Schiffswrack vor der griechischen Insel Antikythera entdeckt, die zwischen der Peloponnes und der Insel Kreta liegt. Der Untergang des Schiffes kann anhand der im Wrack gefundenen und datierbaren Münzen aus Pergamon und Ephesos zwischen 70 und 60 v. Chr. datiert werden. Bei seiner Bergung war der Mechanismus ein unförmiger Klumpen zusammenkorrodierter Metallteile, der dann aber sehr schnell in viele Stücke zerbrach. Heute sind 82 Fragmente im Archäologischen Nationalmuseum in Athen bekannt. Die größeren Teile tragen die Bezeichnungen A bis G, die kleineren sind durchnummeriert. Viele der ursprünglich vorhandenen äußeren Teile des Mechanismus sind heute verloren. Die Rekonstruktion des Objekts stützt sich einerseits auf die materiellen Reste und andererseits auf die Hinweise in nur fragmentarisch darauf erhaltenen Inschriften.

Das Instrument war ursprünglich in einer schützenden Kiste aus Holz eingepackt gewesen. Dies belegen die Reste einer Holzeinrahmung, die bei der Bergung noch vorhanden waren. Bei Nicht-Gebrauch konnte der Mechanismus durch zwei Deckel verschlossen werden. Die Innenseite des hinteren Deckels enthielt eine Gebrauchsanweisung für den Mechanismus, während die Innenseite des vorderen Deckels Informationen allgemeiner Art zur Bewegung der Planeten trug. Einige Beschriftungen auf den zwei Tafeln haben sich anhand ihrer Abdrücke in Spiegelschrift auf den Bauteilen erhalten. Der Erhaltungszustand der einzelnen Texte ist jedoch äußerst schlecht. Die Texte sind in Koine-Griechisch verfasst, einer überregionalen Gemeinsprache: Die einzige Ausnahme stellen die zwölf Monatsnamen des Mondkalenders in der oberen Anzeige auf der Rückseite des Mechanismus dar, die einem Dialekt entstammen, der in Städten in der nordwestlichen griechischen Gegend namens Epirus gesprochen wurde.

Abb. 1: Rekonstruierte Gesamtansicht der Vorderseite (links) und der Rückseite (rechts) des Antikythera-Mechanismus (© Alexander Jones).



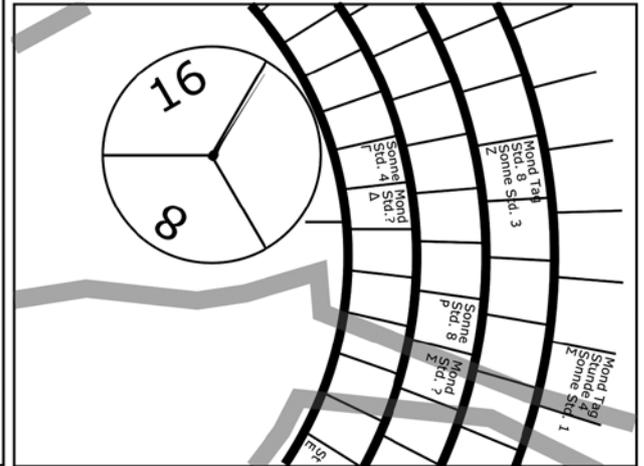
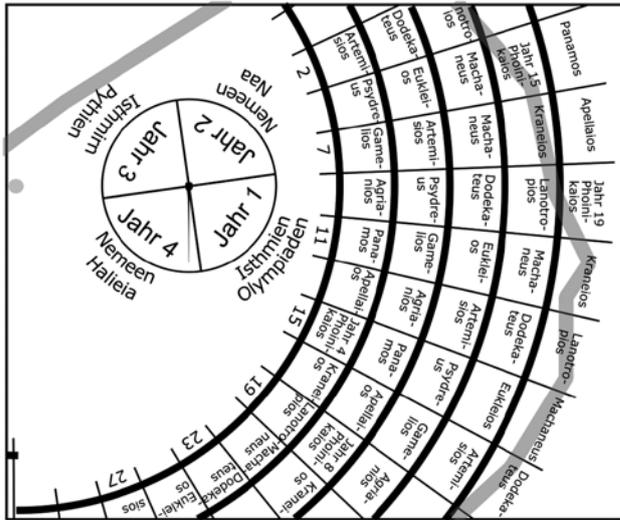


Aktuellste Rekonstruktion der Vorderseite (links) und der Rückseite (rechts) des Antikythera-Mechanismus (© Alexander Jones, adaptiert von Rita Gautschi basierend auf Freeth et al. 2021: Abb. 7).

Es sind 31 Zahnräder des Mechanismus erhalten, die zu komplexen Getrieben vereinigt waren. Die Rekonstruktion des Mechanismus dauert nach wie vor an. Dennoch lassen sich insgesamt sechs Anzeigen heute relativ sicher rekonstruieren. Alle Anzeigen des Mechanismus basieren auf drei grundlegenden astronomischen Perioden: siderisches Sonnenjahr, siderischer Mondmonat und synodischer Mondmonat. Außerdem finden sich auf dem Mechanismus zwei weitere indirekte Perioden, die aus bestimmten ganzzahligen Vielfachen der Grundperioden zusammengesetzt sind: der Meton-Zyklus und die Saros-Periode.

Die Vorderseite enthielt einen Sonnenkalender und eine Darstellung der Bewegung von Sonne, Mond und der Planeten Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn (Abb. oben). Der Sonnenkalender besteht aus zwei ringförmigen Skalen: einer inneren Tierkreisskala und einer äußeren Datumsskala. Die Tierkreisskala war in zwölf Abschnitte für die zwölf Tierkreiszeichen unterteilt. Die äußere Datumsskala beinhaltete 365 Abschnitte für jeden der 365 Tage des Jahres gemäß dem ägyptischen Kalender. Der ägyptische Kalender besaß drei Jahreszeiten zu je vier 30-tägigen Monaten, plus fünf Zusatztage, die als die Geburtstage wichtiger Götter galten. Es fehlte der Vierteltag jedes Jahres, den wir heute mit regelmäßigen Schalttagen ausgleichen. Wohl deswegen konnte die Datumsskala mit dem ägyptischen Kalender auf einfache Weise

abgenommen und wieder aufgesteckt werden, sodass man der Verschiebung des ägyptischen Kalenders alle vier Jahre um einen Tag im Verhältnis zum tropischen Sonnenjahr auf einfache Weise Rechnung tragen konnte. Betätigte man die Kurbel auf der Seite des Mechanismus (Abb. links), so drehten sich vor diesen Ringskalen die Zeiger von Sonne und Mond. Der Sonnenzeiger gab auf der äußeren Ringskala das Datum im ägyptischen Kalender und auf der inneren Ringskala die aktuelle Stellung der Sonne im Tierkreis an. Der Mondzeiger markierte auf der inneren Ringskala die Position des Mondes im Tierkreis. Im Weiteren ist die Existenz einer Mondphasen-Kugel gesichert, deren eine Hälfte schwarz und deren andere Hälfte weiß war. Sie war auf dem Mondzeiger aufgesteckt und über ein Winkelgetriebe angetrieben worden. Diese Kugel drehte sich zwischen zwei Zusammentreffen des Mondes mit der Sonne einmal vollständig. Beim Zusammentreffen ist jeweils Neumond, und dazwischen zeigt die Kugel die entsprechenden Mondphasen an. Gemäß der neuesten Rekonstruktion wurde die Stellung der Planeten nicht über Zeiger angegeben; stattdessen ließ sich ihre aktuelle Position anhand von Ringen eruieren, in die verschiedenfarbige Steine eingesetzt waren. Dabei markierte der große Stein die aktuelle Position des Planeten und ein kleinerer derselben Farbe genau gegenüber seine Oppositionsstellung. Angetrieben wurden diese Ringe wie auch die Zeiger von Sonne und Mond über die seitlich angebrachte Kurbel.



Details der Anzeige des Meton-Zyklus (links) und der Finsternis-Anzeige (rechts) auf der Rückseite des Antikythera-Mechanismus (© Alexander Jones).

Die Flächen oberhalb und unterhalb dieser großen vorderen Anzeige enthielten Angaben der Sonnenwenden und Tagundnachtgleichen und eine Liste mit den ersten und letzten Sichtbarkeiten ausgewählter Sterne und Sternbilder nach bzw. vor einer Phase der Unsichtbarkeit am Himmel, ein sogenanntes Parapegma. Das Parapegma ähnelt demjenigen, das Geminus (1. Jh. v. Chr.) zugeschrieben wird. Die angegebenen astronomischen Beobachtungen passen für einen Ort auf einer geographischen Breite von  $35^\circ$ , was sich mit Rhodos als wahrscheinlichem Herkunftsort des Mechanismus gut vereinbaren lässt.

Stellte man auf der Vorderseite ein bestimmtes Datum ein, so wurde dies synchron auf die Anzeigen auf der Rückseite des Mechanismus übertragen. Auf der Rückseite finden sich zwei große spiralförmige Skalen, die beide mit dem synodischen Mondmonat als Einheit unterteilt sind (Abb. Seite 11). Die obere der beiden großen Anzeigen illustriert den 19-jährigen Meton-Zyklus, der dazu dient, die im damaligen Griechenland gebräuchlichen Mondkalender mit dem Sonnenjahr in Einklang zu halten. Der zugrundeliegende Mondkalender war mit den 13 Monatsnamen eines in manchen epirotischen Städten gebrauchten Lunisolarkalenders skaliert (Abb. oben). Beim 19-maligen Drehen des vorderen Sonnenzeigers (19 Sonnenjahre) wurden hinten mit dem Mondzeiger 235 synodische Mondmonate durchfahren. Die 235 Monate waren auf einer Spiralskala aus fünf ganzen Umläufen vermerkt. Dank der vielfachen Nennung aller Monate kann der Kalender auf dem Mechanismus sicher rekonstruiert werden, obwohl er nur sehr fragmentarisch erhalten ist.

Die Nennung der Zahl 76 in den Inschriften führte zur Annahme, dass damit die 76 Sonnenjahre lange sogenannte Kallippische Periode gemeint ist und dafür eine Anzeige auf dem Mechanismus existiert haben muss. Diese ist in der aktuellsten Rekonstruktion in der kleinen Anzeige links oben platziert. Die Kallippische

Periode entspricht vier Metonzyklen minus einem Tag. Rechts oben befindet sich die kleine Spiele-Anzeige (Abb. oben). Der Olympiaden-Kalender war für die griechische Zeitrechnung wichtig, weil die Daten historischer Ereignisse von griechischen Historikern seit dem 3. Jh. v. Chr. oft als im Jahr 1, 2, 3 oder 4 einer bestimmten Olympiade angegeben wurden. Neben den Olympiaden finden sich weitere vier- bzw. zweijährlich stattfindende Feste – die panhellenischen Pythien, Isthmien und Nemeen, sowie die eher lokalen Feste Naa und Halleia – in der kleinen rechten Anzeige hinten oben. Der entsprechende Zeiger drehte sich einmal, während der Sonnenzeiger auf der Vorderseite viermal umlief.

In der hinteren unteren großen Anzeige ist die Saros-Periode (18 Sonnenjahre, 11 Tage und ca. 8 Stunden) dargestellt, die aus 223 synodischen Mondmonaten besteht. Die Anzeige war spiralförmig mit vier Umläufen und 223 synodische Mondmonate lang. Auf dieser Monatsliste waren diejenigen synodischen Monate markiert, in denen eine Sonnenfinsternis oder/und eine Mondfinsternis stattfanden. Die betreffenden Monate waren mit Kürzeln, sogenannten Glyphen, versehen (Abb. oben). Insgesamt sind 18 Monatsbeschriftungen von 51 erhalten geblieben. Die Beschriftungen setzten sich aus folgenden Angaben zusammen:

1. Σ (σελήνη, selene, gr. für „Mond“) für Mondfinsternisse,
2. Η (ἥλιος, helios, gr. für „Sonne“) für Sonnenfinsternisse,
3. ημ (ἡμέρας, hemeras, gr. für „Tag“, im Genitiv) für am Tage stattfindend,
4. νυ (νυκτός, nyktos, gr. für „Nacht“, im Genitiv) für in der Nacht stattfindend und
5. ωρ (ὥρα, hora, gr. für „Stunde“, im Dativ) für die jeweilige Stunde des Tages beziehungsweise der Nacht.

Die kleine Anzeige hinten unten innerhalb der großen Anzeige diente der Erweiterung des Finsterniskalenders auf den dreifachen Wert der Saros-Periode (Abb. links). Der überschüssige 1/3-Tag einer Saros-Periode addiert sich nach drei Saros-Perioden ziemlich genau zu einem ganzen Tag auf. Daher findet eine Finsternis nach drei Saros-Perioden in etwa wieder zur gleichen Tageszeit und in einem ähnlichen geographischen Bereich statt. Diese längere Periode wird Triple-Saros bzw. Exeligmos-Periode genannt. Sie ist 54 Jahre und 33 Tage lang. Die Anzeige war in drei Sektoren aufgeteilt, die angaben, ob die auf der Hauptskala angegebene Tageszeit galt, oder ob acht bzw. 16 Stunden zu den angegebenen Zeiten zu addieren waren. Von dieser Anzeige wurden die beiden Zahlen 8 und 16 gefunden. Der Finsterniskalender konnte nach 54 Jahren wiederverwendet werden.

Rund um die zwei großen Spiralen finden sich Informationen zu den verzeichneten Mond- und Sonnenfinsternissen. Angegeben sind auch die Farbe der Finsternis sowie die Winde (Richtung und Stärke) – ein Phänomen, das in Wirklichkeit mit der Finsternis nichts zu tun hat.

Es ist schwierig, das Datum der Fertigung des Mechanismus genau zu benennen. Er wurde sicher vor dem Jahr 60 v. Chr. gebaut, weil dies der späteste Zeitpunkt für den Untergang des Schiffes ist. Analysen der auf der Rückseite des Mechanismus im Mondkalender eingetragenen Finsternisse und Grundstellungen der Zeiger weisen auf die Jahre um 205 v. Chr. bzw. gemäß der neuesten Untersuchung 178 v. Chr. hin. Das bedeutet jedoch nicht, dass der Mechanismus selbst zu dieser Zeit gebaut wurde. Vielmehr zeigt es, dass die Vorlage für die betreffenden Anzeigen auf dem Mechanismus aus dieser Zeit stammt. Paläographische Gesichtspunkte lassen eine Datierung des Mechanismus sowohl ins 2. Jh. als auch ins 1. Jh. v. Chr. zu.

Der Mechanismus ist ein bislang einzigartiger Fund und insofern überraschend, als ein technisch so anspruchsvolles Gerät wie dieses und die in ihm enthaltene Technik und Herstellungsweise aus der Antike nicht bekannt und anhand der verfügbaren Textquellen nicht erwartet worden waren. Dass es andere derartige Modelle gegeben haben muss, lässt sich jedoch aus zwei Tatsachen ableiten: Erstens legt die hohe Komplexität des vorliegenden Instruments nahe, dass es zuvor einfachere Prototypen gegeben hat. Zweitens erwähnt Cicero in mehreren seiner Werke mechanische Modelle des Kosmos, darunter ein Instrument, das auf Geheiß seines Lehrers Poseidonios von Rhodos um etwa 80 v. Chr. hergestellt wurde und die Bewegungen der Sonne, des Mondes und der Planeten anzeigen konnte (De natura deorum 2, 34f.). Auffällig ist, dass nahezu alle

Anzeigen des Mechanismus ein Gegenstück in Geminus' Werk „Eisagoge eis ta phainomena“ besitzen: Das Gerät reflektiert also Geminus' Konzept des Kosmos. Der Mechanismus wurde auf der Insel Rhodos gebaut – darauf deuten etliche Indizien hin. Als Bestimmungsort für das Instrument kann aufgrund der verwendeten Mondmonatsnamen und der Erwähnung des sehr lokalen, im Heiligtum von Dodona (südlich der griechischen Stadt Ioannina) gefeierten Festes Naa die historische Region Epirus genannt werden.

Der exakte Verwendungszweck des Instruments ist weniger eindeutig zu benennen, als man vielleicht annehmen würde. Zum Zeitpunkt des Untergangs des Schiffes waren die Angaben auf dem Mechanismus zu den Mond- und Sonnenfinsternissen nicht mehr sehr genau, da die Vorlage inzwischen fast 150 Jahre alt war. Es wäre also nicht klug gewesen, sich für die Vorhersage von Finsternissen auf die angegebenen Stunden zu verlassen. Weil zudem aufgrund der teilweise ungenügenden Präzision der Getriebe nicht alle Anzeigen taggenaue Angaben liefern konnten, wird es eher nicht für einen Astronomen bestimmt gewesen sein. Für einen Astrologen hingegen wäre das Instrument insofern nützlich gewesen, als es ihm schnell und für seine Klienten anschaulich die Positionen von Sonne, Mond und Planeten im Tierkreis an einem beliebigen Tag angezeigt hätte. Auch die Angaben über die Farben der Finsternisse auf der Rückseite könnten eine astrologische Bedeutung besitzen. Der Großteil der Anzeigen auf der Rückseite wären für einen Astrologen hingegen irrelevant gewesen. Daher erscheint es aktuell am wahrscheinlichsten, dass das Instrument für Studenten der Philosophie und andere Mitglieder der Elite konzipiert war, um ihnen die Grundlagen der Astronomie zu veranschaulichen.

## NEUESTE LITERATUR

- A. Voulgaris, C. Mouratidis & A. Vossinakis, *The Initial Calibration Date of the Antikythera Mechanism after the Saros spiral mechanical Apokatastasis*, <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.15045>.
- T. Freeth, *An Ancient Greek Astronomical Calculation Machine Reveals New Secrets*, *Scientific American* 326 (1), 2022, 24-33, <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0122-24>.
- T. Freeth, D. Higgon, A. Dacanalís, L. MacDonald, M. Georgakopoulou & A. Wojcik, *A Model of the Cosmos in the ancient Greek Antikythera Mechanism*, *Scientific Reports* 11, 5821 (2021), <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84310-w>.
- R. Gautschy & F. Battistoni, *Der Antikythera-Mechanismus*, in: R. Färber & R. Gautschy (Hrsg.), *Zeit in den Kulturen des Altertums. Antike Chronologie im Spiegel der Quellen*, 2020, 419-434.
- A. R. Jones, *A Portable Cosmos: Revealing the Antikythera Mechanism, Scientific Wonder of the Ancient World* (New York 2017).

# Apollo 17 – Der Abschied vom Mond

Uwe Marth – WFS Berlin

In der großen Euphorie nach der ersten Mondlandung im Juli 1969 war kaum absehbar, dass es mit dem öffentlichen Interesse, der finanziellen und personellen Ausstattung an der wissenschaftlichen Raumfahrt zur Erkundung des Mondes in atemberaubendem Tempo bergab gehen würde. Aber so war es. Hatten bis Apollo 11 noch etwa 400000 Menschen für die NASA gearbeitet, waren es im Januar 1970 nur noch etwa 190000 Personen; weitere 50000 Arbeitsplätze standen schon auf der Kippe. Auch beim Geld wurde nun massiv gespart, statt 6% des Haushaltes der USA erhielt die NASA nun nur noch 2% im Januar 1970. Vergessen wir nicht die negativen Aspekte der Zeit. Der Vietnam-Krieg verschlang unglaubliche Ressourcen an Menschenleben und Geld. „Mission erfüllt“ war die Haltung nach der zweiten Mondlandung im November 1969. „Wir haben bewiesen, dass wir schaffen, was wir uns vornehmen, also lasst es gut sein“.

So fiel bereits im Januar 1970 Apollo 20 dem Rotstift zum Opfer, im September folgten dann Apollo 18 und Apollo 19, wohl auch aus Angst, nach Apollo 13 im April 1970 womöglich einen dann sogar tödlichen Rückschlag erleiden zu müssen. Zum Glück für die Wissenschaft setzte sich wenigstens so viel Vernunft durch, nach noch einmal gründlichen Planungen und einer Pause zwischen Apollo 13 und Apollo 14 von neun Monaten die Flüge mit viel stärkerem wissenschaftlichen Profil zumindest bis Apollo 17 durchzuführen, zumal die Saturn 5-Raketen schon fertiggestellt waren.

Es gab aber ein Schlüsselproblem für die Planung: Bisher waren nur Test- bzw. Kampfpiloten aus dem militärischen und zivilen Bereich auf den Mond gelangt. Auch bei Apollo 17 sah die Einsatzplanung, neben Kommandant Eugene Cernan und Kommandokapselpilot Ronald Evans, als dritten Mann Joe Engle vor. Alle drei waren die Ersatzmannschaft von Apollo 14. Nach den Regeln des Einsatzes wäre Engle nun als Mondfährenpilot „dran“ gewesen. Die National Academy of Science hatte aber bereits 1965 dringend gefordert, auch Fachwissenschaftler zum Mondflug auszubilden und mitfliegen zu lassen. Der erste Wissenschaftler sollte Harrison „Jack“ Schmitt sein. Sein Flug war aber erst für Apollo 18 mit Richard Gordon und Vance Brand geplant und fiel, wie geschrieben, der Streichung im September 1970 zum Opfer. Der massive Druck der Wissenschaft brachte den Tausch zustande. Joe Engle flog nie zum Mond, was seine Trainingspartner Cernan und Evans zunächst durchaus ungerecht fanden. Dennoch erwies sich die Teamfähigkeit von Schmitt, Cernan und Evans als sehr erfolgreich für die Apollo 17-Mission.

## Auf zum Mond

**7. Dezember 1972, 0:33 Ortszeit. Bis in 800 Kilometer Entfernung ist der Feuerschweif der in den Nachthimmel aufsteigenden Saturn V-Rakete zu erkennen. Zum ersten Mal ein Nachtstart, geplant ohnehin, aber mit Verzögerung durch einen Computerausfall. Der Sauerstofftank der dritten Stufe der Rakete konnte nicht unter Druck gesetzt werden. Die Verzögerung betrug 2 Stunden 40 Minuten.**

**19. Dezember 1972, Wasserung im Pazifik und Aufnahme der Besatzung auf den Flugzeugträger „Ticonderoga“. Flugdauer 12 Tage, 13 Stunden, 51 Minuten und 59 Sekunden.**

An Bord waren ein äußerst erfahrener Kommandant und zwei Flugneulinge. Eugene Andrew „Gene“ Cernan (14.3.1934 – 16.1.2017), hatte in der Zeit seit seinem Einstieg bei der NASA 1963 bis Apollo 17 eine äußerst lebhaft Karriere hinter sich. Gerade bei ihm kamen, häufiger als bei anderen Astronauten der damaligen Zeit, Zufälle teils tragischer Art, Unfälle, Verzeihungen und Neuplanungen zum Tragen, die seine außergewöhnliche Astronautenkarriere zuließen. Ein Charakterzug war wohl auch der Mut zu eigenen Entscheidungen. Er wurde Mitglied der dritten Auswahlgruppe der NASA, obwohl er viel weniger Flugenerfahrung als andere Mitglieder hatte. Fünf Mercury-Mitglieder und neun der zweiten Auswahlgruppe waren noch aktiv, einige sollten zweimal für das Geminiprogramm eingesetzt werden. Für Mitglieder der dritten Gruppe gab es also nur wenige Plätze. Aber Cernan wurde schon in das Ersatzteam mit dem erfahrenen Gemini 6-Piloten Tom Stafford für Gemini 9 eingeteilt; damit stiegen seine Chancen, bei Gemini 12 fliegen zu dürfen. Es kam anders. Die beiden Gemini 9-Kandidaten Elliot See und Charles Bassett verunglückten tödlich bei einem Flug nach St. Louis. Stafford und Cernan flogen somit gleich Gemini 9. Dieser Flug war ein „Pleiten, Pech und Pannenflug“, den Cernan unter Lebensgefahr mit dem längsten bis dahin erfolgten Außenbordeinsatz gerade noch glücklich abschließen konnte.

Nach dem Unglück von Apollo 1 wurde die ganze weitere Planung grundlegend umgeworfen und die eingeteilten Mannschaften wechselten die Aufgaben. Aber Cernan kam zu seinem zweiten Flug mit Tom Stafford und John Young. Apollo 10 wurde die Generalprobe für die Mondlandung, allerdings wiederum mit einer äußerst gefährlichen Situation. Die Mondfähre geriet beim Rückflug zur Kommandokapsel gewaltig ins Schlingern, die Gefahr des Absturzes war real. Auslöser war,

*Astronaut Gene Cernan am Steuer des Mondrovers  
([https://www.dlr.de/content/de/artikel/mond-special/  
das-apollo-programm/apollo-17.html](https://www.dlr.de/content/de/artikel/mond-special/das-apollo-programm/apollo-17.html))*



durch hektisches Hantieren, die zweimalige Betätigung eines Schalters. Nicht etwa das kaltblütige Agieren mit der Handschaltung, welches die Rettung brachte, sondern die Flüche der Astronauten beschäftigten die Öffentlichkeit. Cernan musste sich öffentlich entschuldigen.

Und Cernan bekam die Bewährungschance, welche die Apollo 7-Truppe mit Schirra, Cunningham und Eisele nach ähnlichen Auseinandersetzungen nicht erhalten hatte. Ihm wurde angeboten, im Ersatzteam für Apollo 13 als Mondfährenpilot zu arbeiten. Damit hätte er mit Apollo 16 garantiert den Mond betreten können. Cernan aber lehnte zur Verblüffung aller Verantwortlichen ab; er wolle lieber auf ein eigenes Kommando warten, so sein Wunsch. Und wieder bekam er, unerwartet, diese einmalige Chance. Michael Collins, Mitglied von Apollo 11, sollte das Ersatzkommando für Apollo 14 übernehmen, danach Kommandant von Apollo 17 werden. Er lehnte ab, offiziell, weil er keine Lust auf drei weitere Jahre intensives Training und die damit verbundene Öffentlichkeitsarbeit habe. Das war die Chance für Eugene Cernan und er ergriff sie. Dass er zwischenzeitlich die ganze Mission von Apollo 14 gefährdete, wurde ihm auch verziehen. Er war Ersatzkommandant für Alan Shepard. Wäre dieser ausgefallen, hätte Cernan fliegen müssen. Aber wenige Tage vor dem Start von Apollo 14 verursachte er am 23. Januar 1971 einen Unfall. Er hatte die Höhe seines Hubschraubers falsch berechnet. Dieser stürzte brennend in den Indian River. Cernan wurde, wunderbarerweise nur leicht verletzt, von einer Frau aus dem Wasser gerettet und in ihr Boot gezogen.

**Ronald Ellwin „Ron“ Evans (10.11.1933 – 7.4.1990)** hatte mit Apollo 17 als Pilot des Kommandomoduls „America“ seinen einzigen Raumflug. Er hält bis heute einen Rekord. Mehr als sechs Tage war niemand vor und nach ihm im Mondorbit.

**Harrison Hagan „Jack“ Schmitt (geb. 3.7.1935)** absolvierte als promovierter Geologe ebenfalls seinen einzigen Raumflug, und zwar als Pilot der Landefähre „Challenger“. Er wurde so zum zwölften Menschen, der den Mond betrat. Nach seiner NASA-Karriere ging er in die Politik und war 1977 bis 1983 Senator für New Mexico im US-Kongress. Danach engagierte er sich im eher Trump-orientierten Lager der Republikaner.

### Eine große Aufgabe für diese letzte Mission

Wo ist der passende Landeplatz? Am Rande von Kratern wie „Copernicus“, „Tycho“ oder an dem Zentralberg oder den Gräben von „Gasendi“? Wie könnte man

die Zeitskala des Mondes besser bestimmen? Wo gab es Zeichen für jüngeren Vulkanismus und uralte, ausgeworfene oder ausgestülpte Gesteine am Rande großer Einschlagbecken? Die Wahl fiel auf das östliche Randgebiet des „Mare Serenitatis“, die „Taurus-Bergregion“ und das Mare-Randgebiet „Littrow“. Hier wechseln sich, auch gut durch Apollo 15-Fotos belegt, sehr helle und dunkle Gebiete ab. Und hier, im „Taurus-Littrow“-Gebiet, landete die Mondfähre „Challenger“ am 11. Dezember 1972. Wer das Gebiet ansieht, ahnt, welche Meisterleistung es war, die Mondfähre hier, im von hohen Bergen umgebenen, relativ engen Tal sicher und punktgenau zu landen.

### Drei wunderbare Tage auf dem Mond folgten

**1. Tag:** Aufbau vieler Experimente in der näheren Umgebung der Landestelle, Besuch des Kraters Steno im Süden der Landestelle mit einem Mondauto, Sammlung von 14,3 kg Gesteinsproben. Das bisher vergeblich genutzte Bohrgestänge funktionierte nun einwandfrei und erlaubte die Entnahme eines Bohrkerns von 2,8 m Länge. Später konnten hier die zeitlichen Variationen der den Mond treffenden Neutrinos gemessen werden. Zum ersten Mal kam ein „Traverse Gravimeter Experiment“ (TGE) zum Einsatz, welches die innere Struktur des Mondes zu erkennen hilft. Es wurden insgesamt 26 Messungen an allen drei Tagen an den verschiedensten Orten genommen – immer wenn der Rover stillstand bzw. wenn das Gerät auf der Mondoberfläche einige Zeit liegen konnte.

**2. Tag:** Expedition nach Westen zum Krater Shorty. Plötzlich ruft Schmitt: „Hoppla, warte mal. Hier ist der Boden orangefarben! Überall! Ich habe ihn mit den Füßen freigekratzt.“ Und Cernan denkt zunächst: „Mein Wissenschaftler ist schon zu lange hier und hat eine Gesteinsüberdosis!“ Dass sich diese Ablagerungen nicht als jungvulkanisch herausstellen sollten, tat der Freude keinen Abbruch. Die von Feuerfontänen über den Mond gesprühten, durch Titandioxid orange gefärbten vulkanischen Gläser sind in Wahrheit Milliarden Jahre alt. 34,1 kg Mondgestein wurden an diesem Tag gesammelt und mit 20 Kilometern die längste Strecke auf dem Mond zurückgelegt. Insgesamt wurden es 34 Kilometer. Dabei wurde mit 18 km/h (!) von Cernan die bis heute geltende Rekordgeschwindigkeit für Mondautofahrten erreicht.



**3. Tag:** Der letzte Ausflug ging nach Nordosten, zu mehreren kleinen Kratern und zur Basis des Nordmassivs. Noch einmal wurde kräftig gesammelt. Lange hielt man sich am Split Rock oder auch Station 6 Boulder auf, einem riesigen Felsbrocken. Und mit diesem Stein entstanden nach diversen Recherchen immer andere Legenden. Er wird heute als Tracy's Rock bezeichnet, nach der damals neun Jahre alten Tochter Cernans, deren Namen Tracy er in den Mondstaub schrieb. Den letzten großen Stopp gab es an einem Basalt, der die Hoffnung auf jungen Vulkanismus weckte. Auf der Erde dann Ernüchterung. Es ist ein in der Tiefe erstarrter „Norit“, ein vulkanisches Tiefengestein, fast 4,4 Milliarden Jahre alt, durch einen Meteoriteneinschlag an die Oberfläche geholt. Nur mühsam waren die beiden Astronauten durch das Kontrollzentrum zur Rückkehr zu bewegen. Messungen der Sonne hatten einen partikelreichen Sonnensturm angekündigt, dem die Astronauten möglichst nicht ausgesetzt werden sollten. Insgesamt wurden fast 110 Kilogramm an Gesteinsproben in der „Challenger“ verstaut.

**Ganze Seiten ließen sich mit anekdotischen Ereignissen füllen. Hier eine kleine Auswahl.:**

„Das ist ja absolut unglaublich – absolut unglaublich.“ (Schmitt). „Schau, wie die zerfurchte Haut eines alten hundertjährigen Mannes.“ (Cernan beim Blick zum Sculptured Hill) und wenig später ganz ergriffen: Cernan fast ehrfürchtig: „Mein Gott, ist das schön hier.“ „Schau dir das an, das Südmassiv ... und darüber die Erde!“ Daraufhin Schmitt: „Ach, wenn du eine Erde gesehen hast, hast du alle gesehen...“ Legendär die Gesangseinlage von Cernan und Schmitt nach der Feststellung, wohl nie wieder zum Mond fliegen zu können und gewissermaßen touristisch ein wenig Spaß haben zu wollen. Leicht abgewandelt sangen die beiden den Ed Haley Song „I was strolling on the Moon one day, in the merry, merry

*Eugene Cernan und der Rover in der Nähe des „gespaltenen Felsens“. Cernan misst mit einem Gravimeter Veränderungen im Schwerefeld des Mondes.*

month of December.“ „No: May.“ Nicht immer hielten sie sich an die streng getakteten Vorgaben, waren mutig bei der Auswahl der zu untersuchenden Stellen und reparierten mit Klebeband, Mondkarten und Klammern, die sie aus einer Leuchte der Mondfähre zweckentfremdeten, das abgerissene Schutzblech des Mondrovers.

Oft hat Gene Cernan, der am 14. Dezember 1972 den Mond als letzter Mensch verließ, danach über den Mondflug nachgedacht. Er fragte sich immer wieder, ob das alles wirklich Realität gewesen war. In seiner Autobiographie: „The Last Man on the Moon“ befasst er sich intensiv mit dem seltsamen Timing des Apollo Programms. „Wir waren zu früh. Logisch wäre doch der Bau des Shuttles und einer Raumstation in Erdnähe gewesen. Kennedy schaute wohl schon ins 21. Jahrhundert, suchte sich ein Jahrzehnt aus und baute es zwischen 1960 und 1970 ein.“ Erstaunlicherweise hatte dieser immer so cool wirkende Astronaut auch eine ganz philosophische Seite.

Beschließen wir diesen Rückblick auf die letzten, wissenschaftlich so bedeutenden Mondlandungen, mit den Worten, die Cernan vor der letzten Rückkehr in die Mondfähre sprach:

„Wir verlassen jetzt Taurus-Littrow, wie wir einst gekommen sind und, wenn Gott es will, werden wir zurückkehren in Frieden und Hoffnung für die gesamte Menschheit. Während ich nun die für einige Zeit letzten Schritte auf der Mondoberfläche mache, möchte ich festhalten, dass Amerikas Herausforderung von heute das Schicksal der Menschheit von morgen geschmiedet hat. Gute Reise der Besatzung von Apollo 17!“

Übrigens, hätte ich die unmögliche Wahl gehabt: Auf den Titel „Erster Mensch auf dem Mond“ hätte ich gerne verzichtet, um lange, intensiv und vielfältig den Mond zu erleben. Also nur Apollo 15, 16 oder 17!

#### LITERATUR

Ralf Jaumann – Ulrich Köhler,  
*Der Mond. Entstehung, Erforschung, Raumfahrt (2009).*

*Die Apollo Story, Space Spezial (2019).*

Alan Dyer, *Mission Mond (2009).*

Eugene Cernan, *The Last Man on the Moon (1999).*

# Jahrestage – kurz erwähnt

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

VOR  
450  
JAHREN

Am 11.11.1572, vor 450 Jahren, beobachteten die Geschwister Tycho und Sophie Brahe im Sternbild Kassiopeia einen neuen, hell aufleuchtenden Stern, der mit -4mag fast so hell wie die Venus war. Heute wissen wir, dass es sich um eine Supernova vom Typ Ia in etwa 10000 Lichtjahren Entfernung handelte. Die Geschwister Brahe nannten in ihrer Beschreibung diesen „neuen Stern“ Nova. Weil diese Entdeckung durch den erst kürzlich erfundenen Buchdruck schnell weite Verbreitung fand, wurde das seit langer Zeit festgefügte Weltbild, dass der Sternenhimmel unveränderlich sei, zutiefst und für immer erschüttert und markierte eine Zeitenwende im Weltverständnis und in der Astronomie.

VOR  
410  
JAHREN

Simon Mayr (latinisiert Simon Marius) wurde am 20.1.1573 geboren. Bei seiner Entdeckung der Jupitermonde am 8.1.1610 kam er nur einen Tag zu spät, denn Galileo Galilei hatte sie bereits am 7.1.1610 entdeckt. Auch bei einer anderen bahnbrechenden Entdeckung war er nicht der erste. Er beschrieb vor 410 Jahren, am 15.12.1612, die Andromedagalaxie. Aber dieser von ihm „Andromedanebel“ genannte Fleck am Himmel war bereits 964 von dem persischen Astronomen As-Sufi als „wolkenförmiger Fleck“ erwähnt worden. Und noch viel früher wurde im 1. Jahrtausend v. Chr. diese Galaxie bei den Assyrern und Babyloniern bereits „die dunklen Sterne an der Brust des Hirsches“ [teilweise Cassiopeia] genannt. Gleichwohl verdankt die europäische Astronomie Simon Mayr diese nun dauerhafte Wiederentdeckung. Er starb am 5.1.1625.

VOR  
150  
JAHREN

Mary Fairfax-Somerville starb vor 150 Jahren am 29.11.1872. Die Schottin, geb. am 26.12.1780, studierte autodidaktisch Astronomie und Mathematik und stand in enger Verbindung mit namhaften Forschern wie Alexander von Humboldt und Pierre Simon Laplace, dessen Buch „Mechanik des Himmels“ sie vom Französischen ins Englische übersetzte. Sie brachte dieses hochkomplexe und komplizierte Werk, welches das Sonnensystem zum Thema hat, in eine verständliche Fassung mit einer eigenen erklärenden Einführung und angereichert mit eigenen Abbildungen und Beispielen. Darüber hinaus schrieb sie einige naturwissenschaftliche Bücher, u.a. über physikalische Geographie, die immer wieder neu aufgelegt wurden. In Fachkreisen gewann sie den Ruf der „Queen of the Nineteenth Century Sciences“ und als Kämpferin für Frauenrechte und starb hoch geehrt in Neapel.

VOR  
150  
JAHREN

Vor 150 Jahren, am 15.11.1872, wurde Hans Dominik geboren. Dominik ist bis heute der bekannteste deutsche Science-Fiction-Autor und galt lange Zeit als „deutscher Jules Verne“. Nach einer Ingenieursausbildung zog er als junger Mann nach Berlin, wo er in seinem Zehlendorfer Haus eine große Zahl von technischen Sachbüchern und sämtliche seiner Zukunftsromane schrieb. Diese haben zumeist technische und politische Probleme zum Thema und spielen in der Regel auf der Erde. Nur einige widmen sich der Weltraumfahrt, nämlich „Die Reise zum Mars“ (1908), „Eine Expedition in den Weltraum“ (1918), „Flug in den Weltraum“ (1939/40) und „Ein Freiflug im Jahre 2222“ (1934). Dominik starb am 9.12.1945 in Berlin.

VOR  
50  
JAHREN

Harlow Shapley starb vor 50 Jahren am 20.10.1972. Der amerikanische Astronom, geb. am 2.11.1885, war mehr als 30 Jahre lang der Direktor des Harvard College Observatoriums. Er erkannte, dass Cepheiden keine Bedeckungsveränderliche sind, sondern dass ihre periodische Leuchtkraftveränderung in Zusammenhang mit ihrer Größe steht, woraus man ihre tatsächliche Entfernung ablesen kann. Außerdem ergaben Shapleys Untersuchungen von Kugelsternhaufen, dass diese einen Halo um das Milchstraßenzentrum bilden und dass sich das Sonnensystem nicht in der Mitte der Milchstraße befindet. Als Begründer der „Big Galaxy Hypothesis“ vertrat er 1920 in der sogenannten „Großen Debatte“ im Gegensatz zur „Weltinseltheorie“ von Heber Doust Curtis allerdings die Meinung, dass alle anderen entdeckten Galaxien relativ kleine Objekte und Teile der Milchstraße seien, deren Größe er bei Weitem überschätzte. Erst Hubble gelang es 1924 zu zeigen, dass diese Galaxien eigenständige, mit der Milchstraße vergleichbare Sternensinseln sind. 1953 entwickelte Shapley das Konzept der habitablen Zone von Planeten, in welcher flüssiges Wasser möglich ist.

# Astronomische Spurensuche auf Berliner Friedhöfen

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

Manche Menschen gehen hin und wieder gern auf Friedhöfe. Nicht nur, um die Gräber ihrer Lieben zu besuchen, sondern auch um die Ruhestätten berühmter Verstorbener zu entdecken. Es mag daher für Sternenfreunde in Berlin von Interesse sein, dass sich auf den Berliner und Potsdamer Friedhöfen auch die Grabstätten von einigen Astronomen und der Astronomie nahestehenden Persönlichkeiten befinden. So soll dieser Artikel dazu dienen, auf einige dieser verdienstvollen Menschen aufmerksam zu machen und dazu einladen, ihrer zu gedenken und deren letzte Ruhestätten aufzufinden.



Wilhelm Foerster, 1920  
(Foto: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Wilhelm\\_Julius\\_Foerster\\_%281832-1921%29\\_~1920.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2d/Wilhelm_Julius_Foerster_%281832-1921%29_~1920.jpg))

werk „Die Astronomie oder die Lehre von der Ortsbestimmung im Himmelsraum“ von 1904 zusammen. Darüber hinaus lehrte er viele Jahrzehnte an der Berliner Universität Astronomie und verwandte Disziplinen.

## Wilhelm Foerster

Im Erscheinungszeitraum dieses Mitgliederheftes jährt sich der Geburtstag von Wilhelm Foerster (16.12.1832-18.1.1921) zum 190sten Mal. Foerster stammte aus Breslau. Nach dem Studium der Astronomie und Mathematik und seiner Promotion wurde er 1855 Assistent von Johann Encke an der Berliner Sternwarte. Nachdem Encke krankheitsbedingt die Leitungsposition aufgab, wurde Foerster 1865 sein Nachfolger und blieb es für 39 Jahre. Wissenschaftliche Schwerpunkte seiner Arbeit waren die Entwicklung möglichst genauer Beobachtungsmethoden. Dieses Thema fasste er in seinem Spät-

Die besonders hervorzuhebende Leistung von Wilhelm Foerster beruht allerdings weniger auf seinen wissenschaftlichen Arbeiten, sondern auf seiner Fähigkeit, Wissenschaft zu organisieren und somit überhaupt erst die Voraussetzungen für gute wissenschaftliche Arbeit zu schaffen. So bereitete er Expeditionen zu zwei Sonnenfinsternissen und zu einem Venustransit vor, war 1863 Mitbegründer der Astronomischen Gesellschaft und gab deren Zeitschrift heraus, und war außerdem im Jahre 1874 sowohl Mitbegründer des Potsdamer Observatoriums als auch des Astronomischen Recheninstituts. Außerhalb der Astronomie war er nach der Reichsgründung 1871 auch im Bereich der Vereinheitlichungen und Standardisierung tätig wie bei der „Berliner Normaluhr“, die von der Sternwarte betrieben wurde, außerdem bei der Zeitsignalisierung der Eisenbahn, des Weiteren in der Normierung der Maße und der Eichungen, wo er als Direktor der Kaiserlichen Normal Eichungskommission wirkte. Diese Aufzählung ließe sich mühelos weiterführen.

Hervorzuheben sei noch, dass Foerster 1892 Gründungsmitglied der Deutschen Friedensgesellschaft wurde, wo er fortan sehr aktiv mitwirkte. Zu Beginn des Ersten Weltkrieges unterzeichnete er die Friedenserklärung „Aufruf an die Europäer“. 1921 verstarb Wilhelm Foerster nach einem sehr reichen, vielseitigen und wissenschaftlich fruchtbaren Leben in Potsdam-Bornim, wo er auf dem kleinen Alten Friedhof, Potsdamer Straße 107B, unmittelbar links neben der kleinen Kapelle in einem Familiengrab zusammen mit seiner Frau Ina, seinem Sohn Karl und dessen Frau Eva seine letzte Ruhestätte gefunden hat (Abb. links unten). Unser Verein trägt den Namen eines Mannes, der sich in einem ganz außergewöhnlichen Maße für die deutsche Astronomie verdient gemacht hat, denn er hat die vielfältigen Grundlagen dafür geschaffen, dass das kleine Fach Astronomie in das Bewusstsein einer breiten Öffentlichkeit gerückt ist.

## Carl Bamberg

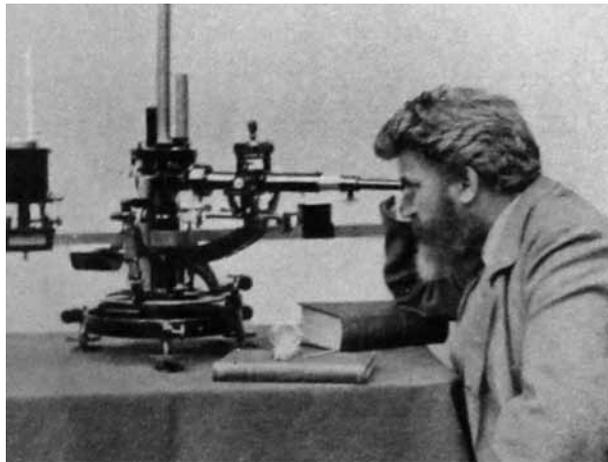
Von besonderer Bedeutung für den Verein der Wilhelm-Foerster-Sternwarte ist auch der Feinmechaniker und Optiker Carl Bamberg (12.7.1847-4.6.1892), dessen 130. Todestag wir jetzt begehen.

Carl Bamberg wurde in Thüringen geboren und machte seine Ausbildung bei Carl Zeiss in Jena. 1869 zog er nach Berlin, wo er im folgenden Jahr ein Studium an der Friedrich-Wilhelms-Universität begann und Vorlesungen u.a. bei Wilhelm Foerster besuchte. Wiederum



Grabstätte der Familie Foerster in Potsdam-Bornim  
(Foto: Brigitte Pedde, 2022)

*Carl Bamberg bei der Justierung eines erdmagnetischen Theodoliten (Foto: Feldhaus 1929, Abb. 42)*



ein Jahr später, 1871, gründete er eine eigene Firma. Es mag ein Zufall sein, dass gleich der erste Auftrag von Wilhelm Foerster erteilt wurde, der bei Bamberg für die Berliner Sternwarte ein Kathetometer (Positionsmessgerät) bestellte. In den folgenden Jahren häuften sich neben zahlreichen Aufträgen zum Bau von optischen Präzisionsmaschinen für die deutsche Marine auch die astronomischen Aufträge in Berlin und anderen Städten. Auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879 war Bamberg mit 23 Geräten vertreten, über die eine Zeitung schrieb, dass diese „geradezu unvergleichlich genannt werden müssen“ (Abb. oben rechts).

Im Jahre 1889 wurde in der Invalidenstraße die Volkshochschule „Urania“ gegründet, zu der auch eine Sternwarte gehörte. Bamberg erhielt den Auftrag, für die Urania ein großes Fernrohr zu bauen. Zu diesem Zwecke benötigte Bamberg größere Werkstätten und erwarb deshalb 1888 ein Gelände an der Bundesallee/Ecke Stubenrauchstraße in Friedenau (Abb. rechts). Hier entstand ein 12-Zoll-Refraktor mit 5 m Brennweite, der seinerzeit das größte Fernrohr Berlins und das modernste in Deutschland war. Obgleich die Urania-Sternwarte im Zweiten Weltkrieg zerstört wurde, blieb der Refraktor erhalten. Er wurde repariert und stand danach für einige Zeit in der Sternwarte Papestraße, bevor er 1963 in die neu erbaute Sternwarte am Insulaner überführt wurde, wo er heute als das altehrwürdige Prunkstück unseres Vereins gelten kann und den stolzen Namen „Bamberg-Refraktor“ trägt.

Carl Bamberg starb bereits mit 44 Jahren nach längerer Krankheit. In späteren Jahren entstanden auf dem Werksgelände nach verschiedenen Fusionen seiner Firma die Askania-Werke.

Zusammen mit seiner Frau Emma ruht Carl Bamberg, unweit von der Stätte seines Wirkens, auf dem Schöneberger Friedhof III an der Stubenrauchstraße, Abt. 7 Nr. 33-34, unmittelbar rechts vor der Kapelle (Abb. unten links). Das Grab gehört zu den ältesten dort erhaltenen Gräbern und war seit 1984 ein Ehrengrab. Es ist traurig, dass der Berliner Senat der Ruhestätte 2005 diesen Status wieder entzogen hat.



*Rückansicht der Bamberg-Werkstätten in Friedenau. Hier wurde unter anderem der 12-Zoll-Refraktor konstruiert. Rechts auf dem Dach: Observatoriumskuppel; Bildmitte: Schlingerturm für Marinekompass (Foto 1888; Feldhaus 1929, Abb. 47)*



*Grab von Carl und Emma Bamberg in Schöneberg ([https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ehrengrab\\_Stubenrauchstr\\_43-45\\_%28Fried%29\\_Carl\\_Bamberg.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/51/Ehrengrab_Stubenrauchstr_43-45_%28Fried%29_Carl_Bamberg.jpg))*

#### LITERATUR

*F.M. Feldhaus: Carl Bamberg. Ein Rückblick auf sein Wirken und auf die Feinmechanik (1929)*

*G.W.E. Beekman: Die Geschichte der Berliner Sternwarte, in: Sterne und Weltraum 1988/27/11, 642-647.*

*G. Wolfschmidt: Carl Bamberg (1847-1892). Optiker und Feinmechaniker, in: Veröffentlichungen der Wilhelm-Foerster-Sternwarte Nr. 68 (1994)*

*K.-H. Tiemann: Wilhelm Julius Foerster – Forschungsorganisation und Wissenschaftspopularisierung, in:*

*D.B. Herrmann – K.-F. Hoffmann (Hrsg.): Die Geschichte der Astronomie in Berlin (1998), 65-69*

*Karl-Friedrich Hoffmann: Wilhelm Julius Foerster (†18.1.1921). Erinnerungen an unseren Namenspatron zum 100. Todestag, in: ... dem Himmel nahe ... der Erde verbunden, Nr. 10, 2021, 3-5*

# Neues vom Weltall-Forscher-Club

für Kinder und Jugendliche von 10 bis 13 Jahren | ab 14 Jahre

Amanda Stoffers | Marcel Reiche – WFS Berlin

Der Weltall-Forscher-Club für Kinder und Jugendliche (kurz: WFC) hatte zuletzt zum Projekt „Elektromagnetische Wellen“ den Empfang von NOAA-Wettersatelliten-Bildern geplant. Ziel war es, für die Älteren die Mathematik der Satellitenbahnen zu verdeutlichen und für alle die erlernte Theorie praktisch zu erfahren.

## Unser Equipment:

- 137 MHz-Empfänger R2FU mit 6 Kanälen
- Turnstile Kreuzdipolantenne TA-1 mit Groundplanes
- Notebook mit NOAA-Überflugdaten-Software (webbasiert)
- Software WXtoIMG für den Empfang der SAT-Bilder (kostenlos).

## Mathematische Theorie zu den Satellitenbahnen am Beispiel der Geostationären Satelliten

### NOAA-Wettersatelliten:

Die NOAA-Wettersatelliten senden auf dem 137-MHz-Band (2m-Band) und sind polumlaufernd, während sich die Erde darunter dreht. So wird von den Satelliten jeder Punkt der Erde einmal am Tag erfasst, da sich durch die Drehung die Umlaufbahn um mehrere 1000 km verschiebt. Sie umkreisen die Erde in rund 800 km Höhe, für einen Umlauf benötigen Sie etwa 100 Minuten. Zum Vergleich: Die ISS umkreist die Erde in rund 400 km Höhe.



Empfangen lassen sich die Satelliten NOAA-18 auf 137.100 MHz, NOAA-15 auf 137.500 MHz und NOAA-19 auf 137.9125 MHz.

Unser R2FU-Empfänger vom Amateurfunkkamerad DF2FQ bietet als Empfangsmöglichkeit den Anschluss zweier Antennen an und scannt die betreffenden Kanäle der NOAA-Wettersatelliten automatisch. Die Bild-daten werden vom Satelliten analog und dauerhaft als Töne übermittelt und mittels einer kostenlosen Software, z.B. WXtoImg, dekodiert. Das System nennt sich APT (automatic picture transmission) und stammt noch aus den 1960er Jahren.

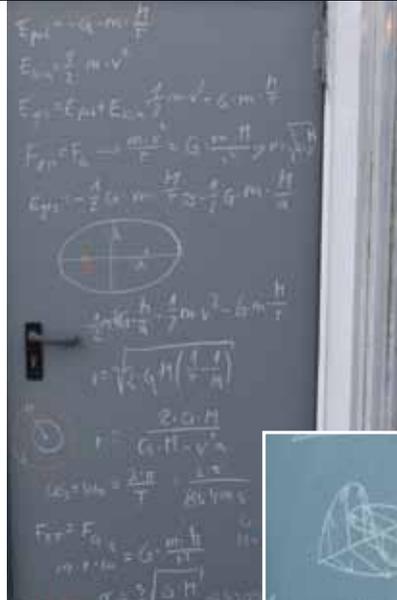
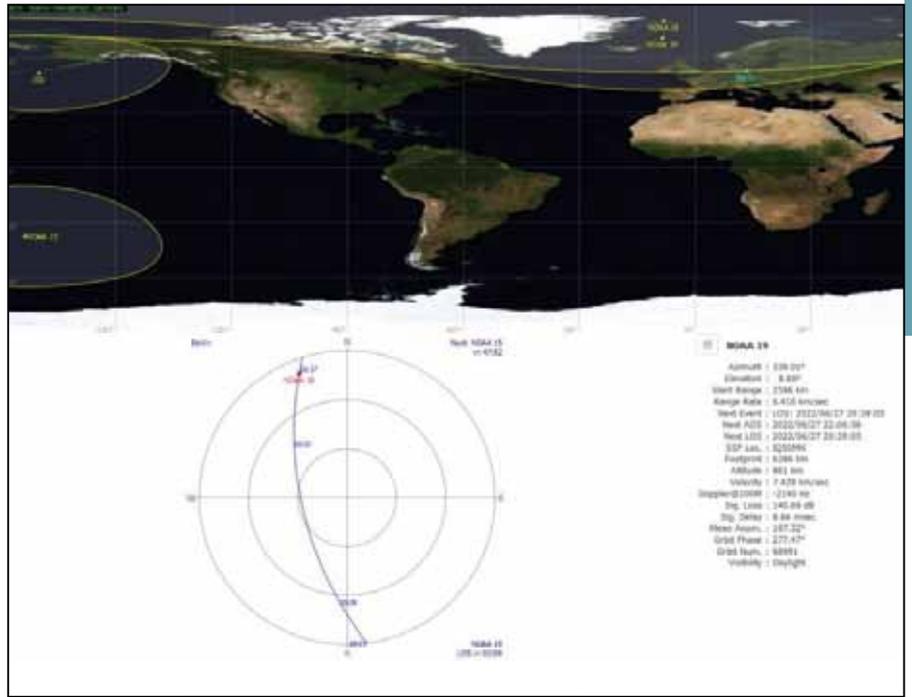


Zur Vorbereitung haben wir mittels der Software GPredict und Internetseiten (<https://www.n2yo.com>) zur Bahnbestimmung die Zeiten ermittelt, zu welcher ein Satellit in unseren Empfangsbereich gelangt. Das charakteristische 2-kHz-Tonsignal zeigt deutlich den kommenden Satelliten an und dessen Empfangsqualität.

Der Empfang erfolgt zeilenweise und Störungen im Signal sind sofort durch Streifen (Rauschen) zu erkennen. Die sofortige Darstellung, die durch die Software im Anschluss noch in Falschfarbenbilder umgewandelt werden kann, war für die Kinder/Jugendlichen besonders interessant.

Das Projekt wird fortgesetzt, um weiter auf die Arten von Antennen, die Durchdringung von Signalen in Abhängigkeit von der Frequenz und die Sendearten (FM, AM, SSB usw.) einzugehen. Weitere praktische Projekte mit z.B. dem SDR-Empfänger RSP1A und der Software SDRPlay sind geplant.

Weiterführende Projekte sind die Sonnenbeobachtung mit dem Sonnenteleskop der Wilhelm-Foerster-Sternwarte und unserer ZWO-ASI 1600 MMC Kamera, die Sternen- und Planetenbeobachtung am 6-Zöller und das Thema Radioaktivität.



In Ermangelung einer Schultafel schreibt Amanda Stoffers ihre Gleichungen auf die Außentür der Sternwarte.



QUELLEN

Wikipedia, DK3WN.info, Funkfreund.de und DF2FQ.de

# Neues vom Weltall-Forscher-Club

## – Berechnung der geostationären Umlaufbahnen

Amanda Stoffers – WFS Berlin

Ein wichtiger Teil der theoretischen Übung des WFC sind das theoretische und mathematische Herleiten einiger einfacherer Formeln der Astronomie. Dadurch können die Kinder/Jugendlichen selbst erfahren, welche Parameter für welche Effekte eine Rolle spielen und bekommen gleichzeitig erste Eindrücke, wie mit Hilfe von mathematischen Spielereien die Realität erfasst werden kann.

Im Rahmen der Satellitenbeobachtung der experimentellen Stunde wurden die Höhe und Geschwindigkeit eines geostationären Satelliten hergeleitet. Mithilfe von gegebenen Ansätzen konnten sich die Kinder/Jugendlichen gemeinsam die Formeln erarbeiten, die gerne vom Leser mit Bleistift nachvollzogen werden können.

Ein geostationärer Satellit befindet sich immer über der gleichen Stelle der Erde und muss somit die gleiche Winkelgeschwindigkeit  $\omega_S = \omega_E$  besitzen. Sie lässt sich aus der Periodendauer  $T$  einer Umdrehung der Erde berechnen, die einen Tag lang ist, was 86400 s entspricht.

Somit beträgt die Winkelgeschwindigkeit: 
$$\omega_S = \omega_E = \frac{2 * \pi}{T} = \frac{2 * \pi}{86400 \text{ s}}$$

Die Gravitationskraft  $F_G$  der Erde dient als Zentripetalkraft  $F_{ZP}$  und sorgt dafür, dass der Satellit nicht einfach in die Weite des Alls geschleudert wird. Aus dem Gleichsetzen der beiden Kräfte erhält man eine Formel für den Abstand  $r$  zwischen dem Satelliten und dem Erdmittelpunkt. Die Masse des Satelliten wird  $m$ , die der Erde  $M$  genannt,  $G = 6.67 * 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} * \text{s}^2$  ist die Gravitationskonstante:

$$\begin{aligned} F_{ZP} &= F_G \\ m * r * \omega_S^2 &= G * m * M * \frac{1}{r^2} \\ \rightarrow r &= \sqrt[3]{G * \frac{M}{\omega^2}} = \sqrt[3]{6.67 * 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} * \text{s}^2 * \frac{5.972 * 10^{24} \text{ kg}}{4 * \pi^2 / (86000 \text{ s})^2}} \approx 42200 \text{ km} \end{aligned}$$

Wird von diesem Ergebnis noch der Radius der Erde abgezogen (6400 km), erhalten wir die Höhe des geostationären Satelliten: 35800 km. Jetzt soll noch die Geschwindigkeit  $v$  des Satelliten ermittelt werden. Es ist recht einfach, über die Winkelgeschwindigkeit und den Radius der Bahn auf die Geschwindigkeit zu kommen ( $v = \omega_S * r = 2 * \pi * 42200 \text{ km} / 86000 \text{ s} \approx 3 \text{ km/s}$ ), aber wir wollen hier zur Veranschaulichung den Weg der Energiebetrachtung gehen.

Dazu betrachtet man als erstes die potentielle Energie  $E_{pot}$ , die ein Satellit auf einer genähert kreisförmigen Bahn um die Erde hat:

$$E_{pot} = -G * m * M * \frac{1}{r}$$

sowie der kinetischen Energie  $E_{kin}$ :

$$E_{kin} = \frac{1}{2} m * v^2$$

mit der Geschwindigkeit  $v$ . Die gesamte Energie  $E_{ges}$  ergibt sich aus der Summe der beiden Teilenergien

$$E_{ges} = E_{kin} + E_{pot} = \frac{1}{2} m * v^2 - G * m * M * \frac{1}{r}$$

Es werden wieder Zentripetal- und Gravitationskraft gleichgesetzt, allerdings eine andere Form der Zentripetalkraft, die die Geschwindigkeit enthält.

$$\begin{aligned} F_{ZP} &= F_G \\ m * v^2 * \frac{1}{r} &= G * m * M * \frac{1}{r^2} \\ \rightarrow v &= \sqrt{G * \frac{M}{r}} = \sqrt{6.67 * 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} * \text{s}^2 * \frac{5.972 * 10^{24} \text{ kg}}{42000 \text{ km}}} \approx 3 \text{ km/s} \end{aligned}$$

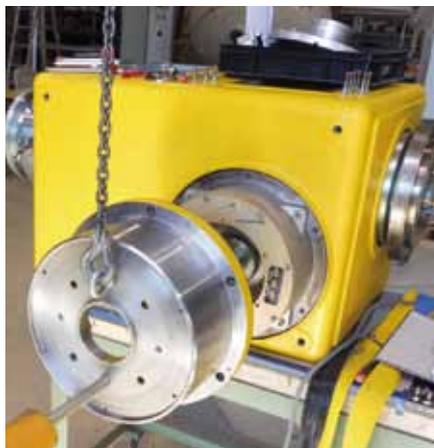
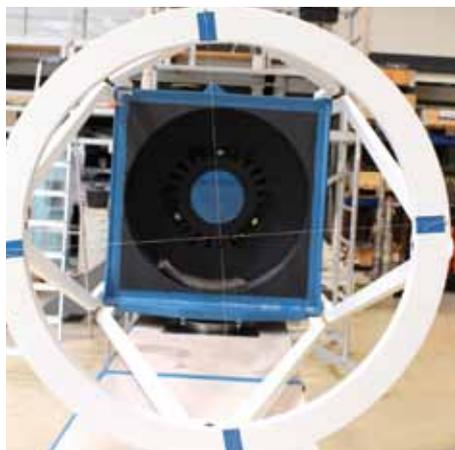
Es wurde somit mit Hilfe von simplen Energie- und Kraftüberlegungen gezeigt, dass ein geostationärer Satellit in einer Höhe von ca. 35 800 km die Erde mit einer Geschwindigkeit von ca. 3 km/s (was 10 800 km/h entspricht) umrundet.

# Das 75 cm Zeiss-Spiegelteleskop

Die Restaurierung in Jena – Eindrücke vom 23. August 2022

Gerold Faß | Olaf Fiebig | Dieter Maiwald – WFS Berlin

SPECIAL



Die Fertigstellung des 75 cm Zeiss-Spiegelteleskopes in Jena ist für Anfang 2023 geplant.

Die Neuaufstellung auf dem Insulaner in Berlin-Schöneberg ist für den Herbst 2023 vorgesehen.

Die Restaurierung des 75 cm Zeiss-Spiegelteleskopes wird finanziert von der Stiftung Deutsche Klassenlotterie Berlin.

# Informationen für unsere Mitglieder

Die Mitgliederversammlungen des Vereins  
Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.  
sind geschlossene Veranstaltungen  
- keine Gäste!

## An alle Mitglieder

### Einladung zur außerordentlichen Mitgliederversammlung am Mittwoch, 26. Oktober 2022, 19 Uhr im Planetarium am Insulaner

#### Tagesordnung:

- TOP 1 Kurzer Bericht des Vorstandes mit Aussprache
- TOP 2 Bericht der Kassenprüfer für das Jahr 2021
- TOP 3 Entlastung des Vorstandes
- TOP 4 Wahl der Kassenprüfer für 2022
- TOP 5 Diskussion und Entscheidung über die Mitgliedsbeiträge ab 2023
- TOP 6 Bericht der Stiftung über den aktuellen Stand der Sanierungspläne für das Planetarium am Insulaner
- TOP 7 Verschiedenes

#### Berlin-Schöneberg, 3. August 2022

Gez.: Dr. Karl-Friedrich Hoffmann (1. Vorsitzender)

Dr. Friedhelm Pedde (2. Vorsitzender)

Olaf Fiebig (Schatzmeister)

Gerold Fass (Schriftführer)

Dieter Maiwald (stellvertretender Schriftführer)

- Die Mitgliedschaft berechtigt zum freien Eintritt bei allen Veranstaltungen des Vereins sowie zu geführten Beobachtungen auf der Wilhelm-Foerster-Sternwarte und der Archenhold-Sternwarte und zu allen Veranstaltungen der Kategorie „WISSENSCHAFT“ im Planetarium am Insulaner und im Zeiss-Großplanetarium.

- Die Zusendung unserer WFS-Mitgliederzeitschrift ist im Mitgliedsbeitrag enthalten.

- Kurse und Praktika der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. sind ebenso kostenfrei für Mitglieder, wie die Teilnahme an Arbeitsgruppen.

- Jahresbeitrag für eine Mitgliedschaft im Verein: 60,- EUR normal; 30,- EUR ermäßigt.

- Bankverbindung Berliner Volksbank  
IBAN DE17 1009 0000 2807 6560 00



Das besondere Ereignis diesen Jahres:  
**DIE PARTIELLE SONNENFINSTERNIS**  
am 25. Oktober 2022  
kann bei guter Sicht  
von 11:10 Uhr bis 13:19 Uhr oben  
auf dem Insulaner beobachtet werden.



## Arbeitsgruppen

Die **BERLINER MONDBEOBACHTER** treffen sich regelmäßig online zu virtuellen Sitzungen via Skype und stellen diese Treffen dann als „Mondprotokolle“ ins Netz. Neu sind die Mondprotokolle No. 646 vom 9. Mai 2022 und No. 647 vom 3. August 2022 mit jeweils 14 Sitzungsteilnehmer\*innen. Ältere Mondprotokolle sind einsehbar unter:

<https://wfs.berlin/sternwarte/berliner-mondbeobachter/>

UNTER: „ältere Mondprotokolle“

[mondbeobachter@planetarium-am-insulaner.de](mailto:mondbeobachter@planetarium-am-insulaner.de)  
[www.facebook.com/mondbeobachter.berlin](http://www.facebook.com/mondbeobachter.berlin)

## Die AG ASTRONOMIEGESCHICHTE (AGAG)

Die in diesem Jahr neu gegründete Arbeitsgruppe Astronomiegeschichte (AGAG) trifft sich jeden ersten Dienstag im Monat um 18.30 Uhr im Seminarraum des Planetariums. Wir sind im Moment acht Personen und freuen uns über weitere Teilnehmer\*innen. Wie schon in der Vergangenheit sind Vorträge und Tagesausflüge zu interessanten relevanten Orten geplant.

## Kurse

Die „Theorie AG“, geleitet von Dr. Rainer Zimmermann, bietet ab dem 11. Oktober 2022 um 18 Uhr den Kurs „Leben als physikalisches Systemprinzip“ (siehe Seite 4) im Seminarraum des Planetariums an.

Kursteilnehmer\*innen mögen sich vorher zu diesem Kurs anmelden unter [vorstand\\_wfs@gmx.de](mailto:vorstand_wfs@gmx.de)

Der **WELTALL-FORSCHER-CLUB**, geleitet von Amanda Stoffers und Marcel Reiche bietet ab Herbst neue Kurse an – für Kinder von 10 bis 13 Jahren und für Jugendliche ab 14 Jahren (siehe Seite 20ff.).



**Astro-Börse Berlin**  
am 8. Oktober 2022 (ABB)  
von 13 bis 18 Uhr  
in der Archenhold-Sternwarte  
[www.astro-boerse.berlin](http://www.astro-boerse.berlin)

**BÜROZEITEN VORSTAND** MO und MI, jeweils von 18.00 bis 20.00 Uhr  
**KONTAKT** Telefon 030 76953972, [vorstand\\_wfs@gmx.de](mailto:vorstand_wfs@gmx.de), [www.wfs.berlin](http://www.wfs.berlin)  
Mitgliederservice: Olaf Fiebig, Telefon 030 790093-26

**Herausgeber** ©Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. \_ Munsterdamm 90 \_ 12169 Berlin  
eingetragen beim Amtsgericht Berlin-Charlottenburg vom 21.4.2017  
im Vereinsregister unter Nr. 95 VR 1849

**Vorstand** Dr. Karl-Friedrich Hoffmann (1. Vorsitzender), Dr. Friedhelm Pedde (2. Vorsitzender),  
Olaf Fiebig (Schatzmeister), Gerold Faß (Schriftführer), Dieter Maiwald (stellvertretender Schriftführer)

**Beirat** Prof. Dr.-Ing. Felix Gross, Siglinde Hacke, Uwe Marth, Dennis Gäckle

**Redaktion** Gerold Faß mit Unterstützung von Dr. Friedhelm Pedde  
Für die freundliche Unterstützung beim Korrekturlesen danken wir Ingrid und Helmut Vötter.

**Fotos** Verein, ESA, NASA, WIKIPEDIA, privat

**Koordinator** Zusammenarbeit zwischen der WFS und der Stiftung Planetarium Berlin: Oliver Hanke

**Gestaltung | Satz** Anja Fass, farb.raum-Design, Braunschweig \_ [www.anja-fass.de](http://www.anja-fass.de)

**Auflage | Druck** 1.300 Exemplare | 3x im Jahr | ROCO Druck GmbH, Wolfenbüttel

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

## Liebe Mitglieder,

Im laufenden Jahr mussten wir Abschied nehmen von zwei hervorragenden Hochschullehrern, die sich neben ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit um die astronomische Volksbildung besondere Verdienste erworben haben. Beide Persönlichkeiten haben die Wilhelm-Foerster-Sternwarte über Jahrzehnte begleitet und sollen hier ein ehrendes Gedenken erhalten.



Erst Ende Juni wurde uns bekannt, dass Professor Dr. Erwin Sedlmayr am 31. Januar 2022 in seiner Heimat in Bayern im achtzigsten Lebensjahr verstorben ist.

Professor Sedlmayr war seit 1980 Hochschullehrer an der Technischen Universität Berlin, von 1986 bis 1999 geschäftsführender Direktor des Instituts für Astronomie und Astrophysik, und anschließend bis zur Emeritierung 2008 der erste Direktor des unter seiner Ägide neu geschaffenen „Zentrum für Astronomie und Astrophysik“. Professor Sedlmayr bekleidete viele Positionen und Ämter, u.a. als Vorstandsmitglied und Präsident der Astronomischen Gesellschaft. Sein Horizont ging aber weit über die praktische Wissenschaft hinaus. Mit großem Engagement beteiligte Erwin Sedlmayr sich an der Arbeit der Guardini Stiftung. Seine langjährige Beziehung mit der Stiftung begann im April 1989.

Sein zentrales wissenschaftliches Interesse galt der Funktion des kosmischen Staubes bei der Bildung von den ersten Oberflächen im Kosmos und bis zum interstellaren Materiekreislauf. Darüber hat er uns auch allgemein verständlich in seiner faszinierenden Art auf den Mittwochs-vorträgen seit 1984 mehrfach berichtet, zuletzt am 4.6.2003 unter dem Titel „Das Sandkorn und der Kosmos“.

Die Verbindungen zur Wilhelm-Foerster-Sternwarte waren in den 80er und 90er Jahren besonders intensiv. So konnten die TU-Studenten seines Instituts praktische Erfahrungen in der astronomischen Beobachtung auf dem Insulaner sammeln. Viele Jahre unterstützte Professor Sedlmayr auch als Beirat den Vorstand des Vereins in wichtigen Entscheidungen, z.B. bei der Neubesetzung von leitenden Stellen. Insgesamt hat er sich maßgeblich für den Erhalt der astronomischen Volksbildungseinrichtungen in Berlin eingesetzt, als der finanzielle Rotstift der Sparhaushalte die Existenz einzelner Institute bedrohte. Aus Dankbarkeit für seine jahrelange Unterstützung hat der Verein Professor Sedlmayr zum Ehrenmitglied ernannt.

*Martin Rees, Cambridge*

*Mit sämtlichen Menschen,  
die je gelebt haben,  
teilen wir denselben Blick auf die Sterne.  
Und schließlich sind wir selbst Sternenstaub.*



Am 14. Juli 2022 starb nach langer Krankheit Professor Dr. Wolfhard Schlosser kurz nach Vollendung des 82. Lebensjahres. Er war ehemals Professor für Astronomie an der Ruhr-Universität Bochum.

Professor Schlosser studierte an der Universität Hamburg, ging nach der Promotion 1969 an die Ruhr-Universität Bochum, wo er sich 1973 habilitierte und dort bis 2005 eine Professur für Astronomie besetzte. Sein wissenschaftliches Interesse war ungewöhnlich weit gefächert.

Als beobachtender Astronom beschäftigten ihn die unterschiedlichsten Themen mit äußerst erfolgreicher Ausbeute. Von der Kometenforschung (Halley-Projekt) über Aufgaben für die Raumfahrt (er war Projektleiter für die zweite deutsche Spacelab-Mission und ESA-Bbeauftragter für die ISS) bis zur Astronomie der Vor- und Frühgeschichte spannte sich sein Interessenfeld. Das Buch „Sterne und Steine“ (1996) gemeinsam mit Jan Cierny dokumentiert eindrücklich die Leistungen vorzeitlicher Astronomen. Mit dieser Expertise war er folgerichtig auch der federführende Astronom bei den ersten wissenschaftlichen Untersuchungen an der Himmelscheibe von Nebra.

Ein besonderes Anliegen war ihm die populäre Vermittlung astronomischen Wissens für Jung und Alt. Seine humorvollen Beiträge haben wir insgesamt 15 mal (!) auf unseren Mittwochsvorträgen genießen dürfen. Schon 1963 kurz nach der Eröffnung der Sternwarte auf dem Insulaner berichtete er uns als Doktorand aus Hamburg über die damals brandaktuellen Pläne zum Aufbau der Europäischen Südsternwarte ESO, die sein Vorgesetzter Professor Heckmann als Gründungsdirektor aufbauen sollte.

Die übrigen Vorträge spiegeln eindrücklich die Vielfalt seiner Interessen. „Natürlich“ berichtete er uns schon am 5.3.2003 über die ersten Erkenntnisse von der astronomischen Bedeutung der Himmelscheibe von Nebra, und dann noch einmal am 13.12.2006 über Nebra und Goseck. Sein letzter Besuch am Insulaner galt am 27.8.2008 dem Thema „Kosmische Einflüsse auf das Tierreich“.

Besonders bekannt wurde er auch durch seine „einfachen astronomischen Schulversuche“. Die elementare Astronomie in Experiment und Beobachtung als Basis für die astronomische Grund-Ausbildung der jungen Generation war ihm ein Herzensanliegen. Dies dokumentierte er auch als Gründungsmitglied der gemeinnützigen „Schülersternwarte Waldbröl“, eine Einrichtung für Astronomie AGs in Nordrhein-Westfalen mit beeindruckendem Instrumentarium ([www.stsci.de](http://www.stsci.de)). Auch die praktische astronomische Ausbildung am Insulaner hat von den Ideen Professor Schlossers profitiert!

Allgemein genoss Professor Schlosser wegen seiner respektvollen und lebenswürdigen Art allerhöchstes Ansehen. Wer ihn noch einmal hören möchte, findet unter <https://www.freie-radios.net/45035> ein kleines Interview zum Thema Wintersonnenwende.

**Professor Sedlmayr und Professor Schlosser werden in der Wilhelm-Foerster-Sternwarte immer in dankbarer Erinnerung bleiben.**

**Dr. Karl-Friedrich Hoffmann**

1. Vorsitzender – Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.

Marsglobus von CAMILLE FLAMMARION Paris 1890

# Bibliothek

## Öffnungszeiten

Jeden Mittwoch von 17 bis 20 Uhr

Die Bibliothek wird gepflegt und verwaltet vom Bibliotheksteam Siglinde Hacke, Sibylle Lüers und Michael Bläßmann.

## SONDERAUSSTELLUNG

### Unbekannte Schätze der Bibliothek

am 9. November um 17 Uhr  
für NEU-Mitglieder

Gezeigt werden:

- Historische Himmelsgloben und Mondgloben, der Marsglobus von Flammarion
- Sternkarten und Atlanten
- Die Apollomissionen zum Mond 1968-1972

## BÜCHERECKE

Siglinde Hacke – WFS Berlin für die Bücherecke, übersetzt aus dem Italienischen. Fehler bei Fachbegriffen und Fachbeschreibungen bitte ich zu entschuldigen.



### Amici: Optiker und Astronom und seine Erforschung der Doppelsterne

Giovanni Battista Amici (1786 – 1863): Il catalogo delle stelle doppie – Katalog der Doppelsterne, Herausgegeben von Alberto Meschiarì Edizioni Tassinari, Firenze 2020; ISBN: 9791280141033

SACHBUCH

Dieses Buch ist ein in Leinen gebundener Schatz, der der Bibliothek der Wilhelm-Foerster-Sternwarte mit einer Widmung des Herausgebers im Oktober 2020 überlassen wurde.

Damit weist er auf eine weitere bahnbrechende Erfindung hin, sein sog. Mikrometer mit „bipartita“ Linsen, konstruiert für Teleskope, mit dem Winkel von 0 bis 49° gemessen und Entfernungen bestimmt werden können.

Amici war nicht nur Techniker, sondern auch ein leidenschaftlicher Beobachter des Sternenhimmels. Im Austausch mit Herschel und weiteren Astronomen beobachtete er Doppel- und Mehrfachsterne. Herschel definierte deren Zustand als nicht nur doppelt in der Erscheinung, sondern als „real binary combinations of two stars, intimately held together by the bond of mutual attraction“.

Die umfangreiche Einführung von Alberto Meschiarì informiert über die Astronomie von den 1780er Jahren bis in die 1860er Jahre und besonders über das Werk von Giovanni Battista Amici, geb. 25.3.1786, gest. 10.4.1863.

Neben der informationsreichen Einführung – auf Italienisch und Englisch – enthält der Band sehr genaue fotografische Reproduktionen des handgeschriebenen Katalogs der Doppelsterne, aufgezeichnet in sechs Kapiteln von 1815 bis 1826 von Amici.

Amici war ein genialer Konstrukteur von optischen Geräten wie Mikroskopen und Teleskopen. Er baute zunächst Refraktoren, ab den 1820er Jahren Spiegelteleskope. Seine Arbeiten wurden von Astronomen sehr geschätzt. Zum Beispiel bedankt sich Amici in einem Brief an J.F.H. Herschel, der ein Teleskop seiner Bauart verwendet, für dessen Beurteilung Anfang 1820.

Die Kapitel 2 bis 6 sind übersichtlich gegliederte Tabellen mit Daten, Position und Namen der von Amici beobachteten Doppelsterne aus den Jahren 1815 -1826 – handschriftlich und italienisch, erst halbseitig beschrieben, dann eher tabellarisch mit Namen der Sterne, Positionsangaben und Entfernungen. Die astronomischen Namen sind „antik international“, die Daten nachvollziehbar.

Fraunhofer hatte etwa zeitgleich ein sehr langes achromatisches Teleskop mit Dorpat konstruiert. Herschel schreibt, zweifellos sei das „Cannocchiale“ von Fraunhofer/Dorpat ein Meisterwerk seiner Art, aber im Vergleich mit den Reflektoren von Amici nur 2. Klasse.

Das Originalmanuskript wird in der Estense Biblioteca in Modena aufbewahrt.

Amici schreibt, er habe mit seinem Spiegelteleskop mit Metallspiegeln bei Tageslicht alle vier Begleiter von Jupiter gesehen und deren Entfernung zum Planeten bestimmt.

# Uwe Marth

seit April 1974 Mitglied  
des Vereins der Wilhelm-Foerster-Sternwarte

„Meine bevorzugten Themenbereiche behandeln Sonne-Mond-Erde im Planetarium und unser Planetensystem.

In der Veranstaltung „Wir reisen durch das Sonnensystem“ für die 4.-5. Klasse zeige ich anschaulich den Lauf des Mondes am Planetariumshimmel. Dann starten die Kinder zu einer Reise durch unser Sonnensystem, zur nahen Venus und zum Mars, oder zum fernen Jupiter. Sie erfahren, dass die Venus eine wirklich höllische Atmosphäre hat und nicht zum Leben geeignet ist und dass der Mars wahrscheinlich einmal Wasser auf seiner Oberfläche hatte. Mars besitzt zwei Monde, Phobos und Deimos, die bedeuten Angst und Schrecken. Das behalten beim Mars fast alle Kinder. Bei dem riesigen Gasplaneten Jupiter lernen sie Monde mit den schönen Namen Io, Europa, Ganymed und Kallisto kennen. Bei der Annäherung an Saturn tauchen wir zwischen seinen Gesteinsringen durch, das erscheint sehr gefährlich.

Die Rückkehr zur Erde erleben sie dann in vielen eindrucksvollen Bildern die Einzigartigkeit unseres Heimatplaneten und vor allem, dass es nur dort Leben in unserem Planetensystem gibt. Auch lernen sie den Einfluss der Schwerkraft kennen und erfahren von der Bedeutung unseres Mondes. Sie erleben dabei auch eine Landung auf dem Mond. Mit der Simulation unseres rotierenden Planetensystems am künstlichen Himmel wird eines der wichtigsten Gesetze erkennbar: Je näher ein Planet der Sonne steht, desto schneller bewegt er sich auf seiner Bahn.“

Oft befindet sich Uwe Marth nach einer Vorführung mitten im Planetarium, umgeben von einem Pulk interessierter und neugieriger Kinder, in einem lebhaften Dialog und beantwortet Fragen wie: Wie entstehen die Jahreszeiten?

**Warum fällt der Mond nicht auf die Erde? Warum gibt es nicht jeden Monat eine Sonnenfinsternis? Was sind denn das für Löcher auf dem Mond? Wieviele Sterne gibt es?**

So dauert eine Vorführung von Uwe nicht 45 Minuten, sondern in der Regel über 60 Minuten. Und das ist sehr gut so.

*Uwe Marth mit seiner „Himmelsmaschine“,  
dem Planetariumsprojektor.*



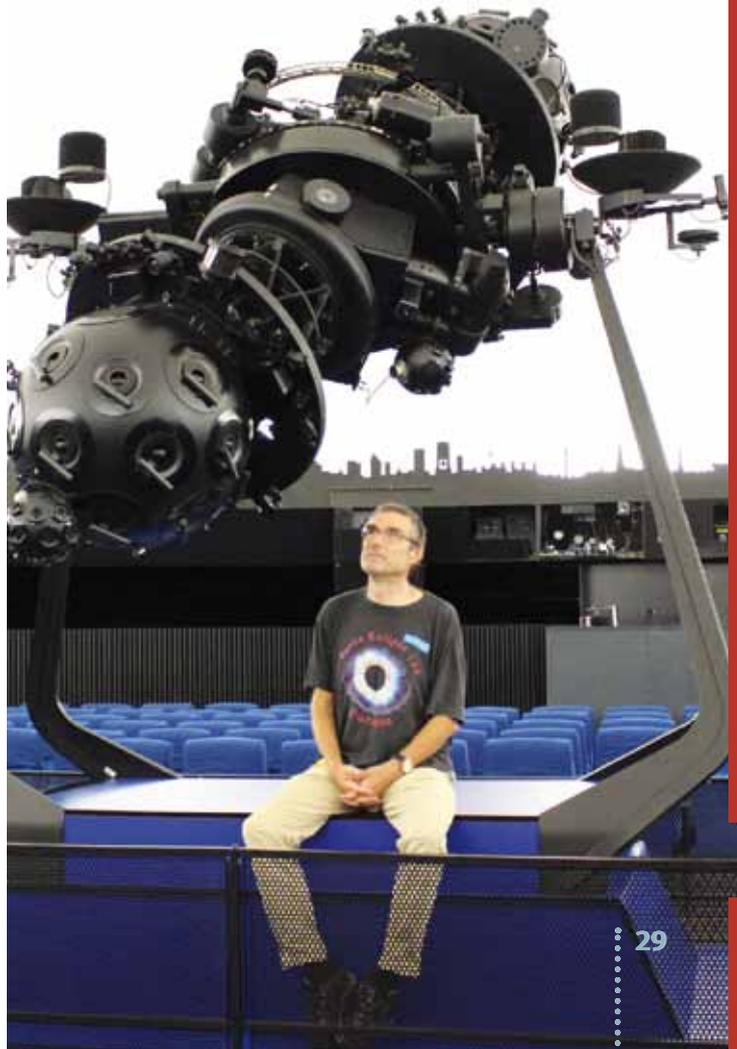
Seit über 27 Jahren erklärt Uwe Marth jeden Montag im Planetarium den Berliner Schüler\*innen den Sternenhimmel, das Sonnensystem mit dem Sonnenlauf und den Bewegungen der Erde und seines Mondes.

Seit 1997 moderiert er Jahr für Jahr das „Hörspielkino unter dem Sternenhimmel“. Uwe: „Das mache ich besonders gerne.“

Sein Wahlspruch bei allen Veranstaltungen: „Wir sind für das Publikum da und nicht das Publikum für uns.“

Uwe ist mit inzwischen 15 beobachteten totalen Sonnenfinsternissen auf der ganzen Welt der „Spezialist für Sonnenfinsternisse“. Und: Uwe ist der „Imker vom Insulaner“, er betreut die Bienenstöcke im Innenhof des Planetariums.

Uwe berät den Vorstand des Vereins der Wilhelm-Foerster-Sternwarte und schreibt regelmäßig die Kolumne „Sonne Mond und Planeten“ in dieser Zeitschrift.



# 60 Jahre Wilhelm-Foerster-Sternwarte auf dem Insulaner – am 30. Januar 2023

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin



Rund 15 Jahre nach dem Beginn in dem Ruinenkeller eines ehemaligen Offizierscasinos in der Papestraße nahe dem S-Bahnhof (heute Südkreuz) unter für eine

Volks-Sternwarte sehr unzulänglichen Bedingungen zogen die „Kellerkinder“ mit dem Bamberg-Refraktor auf den Berg, den Insulaner, mit (damals) freiem Blick über die Stadt und den ganzen Himmel und ließen die störenden Straßenlaternen und die Bahnbeleuchtung unter sich und hinter sich! Welch ein Fortschritt!

## Und welch ein bemerkenswerter Start!

Es geschah am 29. Januar 1963, einen Tag vor der Öffnung der Sternwarte auf dem Insulaner für die Öffentlichkeit. In dem 70 Personen fassenden voll besetzten neuen Hörsaal versammelten sich die geladenen Gäste zur feierlichen Schlüsselübergabe an den Verein, neben den Vertretern des Vereins unter anderen vor allem Gäste vom Bezirk Schöneberg, der Volksbildungsverwaltung des Senats, der Stiftung Berliner Zahlenlotto, der Baufirmen und der Architekt.

Nach der Begrüßung durch den ersten Vorsitzenden des Vereins, Horst-Burkhard Brenske, war ein offizielles „Grußwort“ des Senators für Volksbildung, Professor Joachim Tiburtius, angekündigt. Bei Insidern waren die Grußworte von Tiburtius gefürchtet – wegen ihrer unendlichen Länge und ihren ausschweifenden Bezügen. Es ging ein Bonmot um: Was ist „ein Tiburts“?

Lösung: das ist so viel wie ein Mensch nur reden kann.

Als Professor Tiburtius sich nun erhob, um sein Grußwort zu sprechen, krochen die „Eingeweihten“ sichtlich in ihren Klappstühlen zusammen in der ergebenen, geduldigen Erwartung von ein oder zwei „Tiburts“.

Die große, imposante Gestalt des inzwischen 74-jährigen Hochschullehrers und Volksbildungssenators füllte optisch das Rednerpult voll aus, als er ohne Einleitung anhub, mit ruhiger, aber ausdrucksreicher Stimme die zweite Strophe des Neujahrsgedichts von Eduard Möricke zu zitieren. Sprach es, setzte sich wieder ohne weiteren Kommentar und ließ eine irritierte, verwunderte bzw. erstaunte Versammlung (je nach Gemütslage) zurück.

Über eine Beifallsbezeugung wird an dieser Stelle nicht berichtet!



Die neue Sternwarte im Januar 1963 kurz vor der Eröffnung.  
Leichter Schnee und Dauerfrost.

Als ich 1986 den Vorsitz in dem Verein übernommen habe, hat mir Horst-Burkhard Brenske diese Anekdote farbenreich in allen Details erzählt, denn als junges studentisches Mitglied im Verein war ich 1963 selbstverständlich nicht unter den geladenen Gästen, habe diesen „Eklat“ leider nicht selbst erlebt.

Brenske fügte dann sinngemäß für mich hinzu: „Was er uns damit sagen wollte, weiß ich bis heute nicht! Wahrscheinlich hat er uns „das alles“ einfach nicht zgetraut...!“

„Das alles“: das war die Planung einer „richtigen“ Sternwarte auf dem Insulaner durch den mit Brenske befreundeten Architekten Carl Bassen, der einen vollständigen Entwurf erarbeitete ohne die Gewissheit zu haben, dafür jemals eine Mark Honorar zu bekommen, das war die intensive Werbung und Überzeugungsarbeit von Brenske beim Bezirk Schöneberg und in der Senatsverwaltung für „sein“ Projekt, das war der Erfolg, beim Berliner Zahlenlotto eine Bewilligung über 580.000 DM für den Bau der Sternwarte zu erhalten UND dort zur Zeit der Eröffnung der Sternwarte mutig noch einen Antrag über knapp 3 Mio. DM für ein neues Berliner Planetarium zu stellen, für das Carl Bassen auch schon die Pläne parat hatte. Das war ganz schön viel für den kleinen Verein von Sternfreunden und der Herr Senator mit dem Riesenressort, der seit 1951 in Berlin zuständig war für alles „von Furtwängler bis Fußball“, wie er selbst seinen Aufgabenbereich einmal karikierte, war offensichtlich von dieser Erfolgsgeschichte etwas irritiert.

Vielleicht hat ihn aber auch die Begegnung mit den Dimensionen des Kosmos, die in diesem Haus nun der Öffentlichkeit präsentiert werden, im letzten Jahr seiner Amtszeit einfach demütig gemacht. Wer weiß?!

Eduard Möricke  
1804 – 1875

In ihm sei's begonnen  
Der Monde und Sonnen  
An blauen Gezelten  
Des Himmels bewegt!  
Du, Vater, du rate!  
Lenke du und wende!  
Herr, dir in die Hände  
Sei Anfang und Ende,  
Sei alles gelegt!

## 60 Jahre Wilhelm-Foerster-Sternwarte auf dem Insulaner – am 30. Januar 2023

Die neue Sternwarte, damals weithin sichtbar auf der Spitze des Insulaner, wurde von den (West-)Berlinern schnell angenommen. Schon im ersten Betriebsjahr verdoppelte sich die Besucherzahl auf fast 30.000, auch dank der agilen Tätigkeit des neuen Wissenschaftlichen Leiters Adolph Kunert. Oft war der kleine Hörsaal bei Vorträgen hoffnungslos überfüllt. Auch die Schulklassen kamen nun wesentlich häufiger zu den Vormittagsveranstaltungen, als in die Papestrasse.

Damit war der Bedarf an größeren Räumen dringend und die Genehmigung zum Bau des Planetariums mit einer 20 Meter-Kuppel und 300 Besucherplätzen wurde schnell erteilt. Noch im Jahr 1963 war die Grundsteinlegung und am 16.6.1965 wurde das neue Berliner Planetarium am Insulaner eingeweiht, das auch gedanklich das im Krieg zerstörte erste Berliner Planetarium ersetzen sollte. Damit war ein – bis heute – einmaliges astronomisches Volksbildungszentrum mit Großplanetarium und großer Volkssternwarte in fußläufiger Entfernung geschaffen; es wurde durchschnittlich von über 150000 Besuchern jährlich über Jahrzehnte frequentiert.

Besondere Schwerpunkte für die Sternwarte wurden immer wieder bemerkenswerte astronomische Ereignisse, wie Mond- und Sonnenfinsternisse, wo z.T. mehr als 1000 Besucher auf den Insulaner kamen, um das Phänomen „hautnah“ zu erleben oder sich in den 60er Jahren über die neuen Spektakel der Weltraumfahrt kundig zu machen. Besondere Akzente setzte der Technische Leiter, Bernhard Wedel, mit seinen in der eigenen Werkstatt hergestellten neuen Teleskopen, darunter ein 75 cm-Spiegelteleskop, ganz aus Aluminium und als zerlegbares Reiseinstrument konzipiert, für das eigens eine neue Kuppel auf dem Insulaner gebaut wurde. Konsequenter fand das Instrument auch seinen ersten Einsatz bei der Sonnenfinsternisexpedition im Juni 1973 nach Mauretanien, und wurde dann am 9. November 1973 in Anwesenheit von Bundespräsident Heinemann auf dem Insulaner eingeweiht. Solche Attraktionen beförderten den langfristigen Nachhall bei der Berliner Bevölkerung.

Kehren wir noch einmal zum Anfang zurück. Der Auftritt des Senators hatte einen situativen Anstrich wie aus einem Grimmschen Märchen. Das „Königskind“ wird getauft und er erscheint wie eine Fee mit seinen Wünschen.

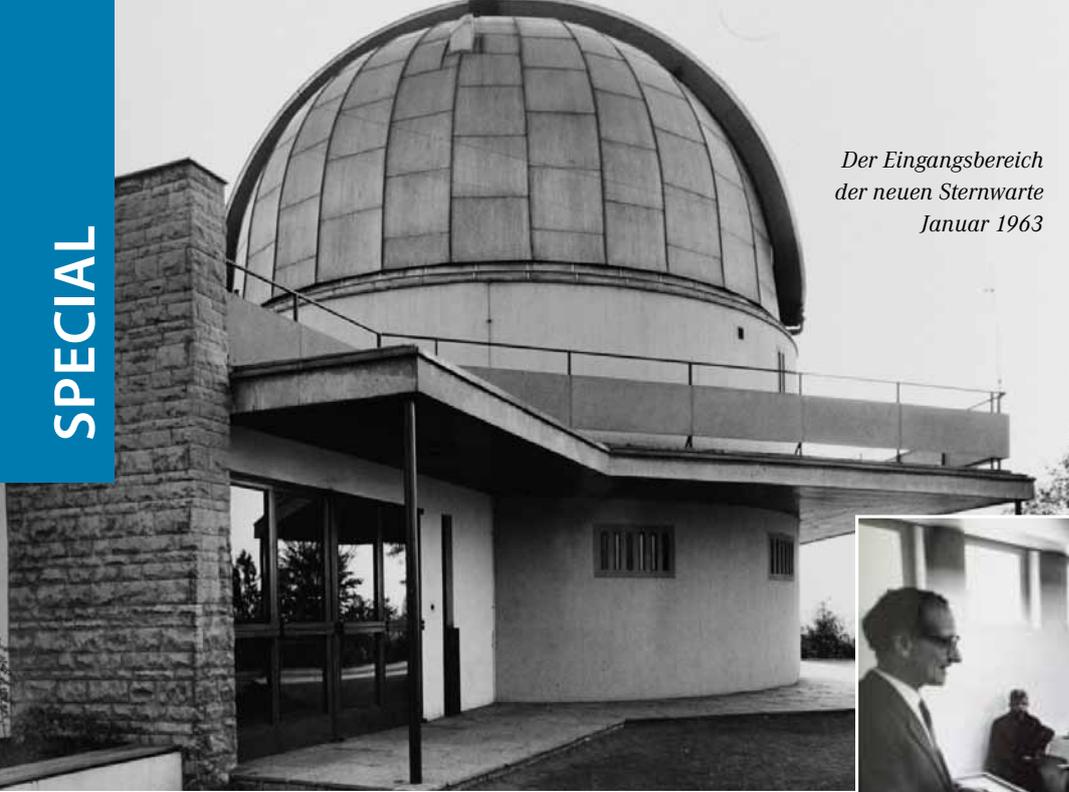
Wenn wir die 60 Jahre jetzt im Rückblick betrachten, war er eine gute Fee!

Wie oft haben Menschen im Verein, in der Leitung und bei den Partnern im Bezirk, dem Senat und den Berliner Universitäten gemeinsam mutig Neues ausprobiert, haben Wendungen und Lenkungen bei allen problematischen Situationen schlussendlich immer zum Erfolg und zu positiven Entwicklungen geführt, die auch bei der Überführung unter das Dach der Stiftung Planetarium Berlin 2016 eine positive Zukunft der astronomischen Einrichtungen am Insulaner ermöglicht haben. Der Verein, der alles „ins Rollen“ gebracht hat, ist weiter aktiv dabei.

So wollen wir der Sternwarte auf dem Insulaner weitere erfolgreiche Jahrzehnte wünschen, um alle Menschen, groß und klein, „life“ an die Wunder des Himmels heranzuführen und sie im Sinne Wilhelm Foersters an den Erkenntnissen der Wissenschaft aktuell und jederzeit zu beteiligen.

*Die Sternwarte auf dem Insulaner.  
Aquarell, Frahm 1964 (Eigentum WFS)*





*Der Eingangsbereich  
der neuen Sternwarte  
Januar 1963*

*Der neue Wissenschaftliche Leiter  
Studienrat Adolph Kunert bei einem  
astronomischen Vortrag im Hörsaal  
der Sternwarte Mai 1963*



*Am 12" Bamberg-Refraktor im Frühjahr 1963.  
Zu der Zeit noch mit einer Holzstuppe für die Beobachter*



*Eröffnung der neuen Sternwarte  
am 30. Januar 1963*



# Impressionen auf der Sternwarte – früher und heute

Ein Blick von der Plattform  
der jetzt 60 Jahre alten Sternwarte  
nach Norden zum Rathaus Schöneberg

Dem Himmel ein Stückchen näher:  
Die Treppe zur Wilhelm-Foerster-  
Sternwarte im Herbst 2020



Projektion der Sonne am Bamberg-Refraktor im Jahr 2005

# Sonne, Mond ...

von Oktober 2022 bis Januar 2023

Uwe Marth – WFS Berlin



## Sonnenlauf

Am 21. Dezember 2022, um 22.48 MEZ, erreicht die Sonne den südlichsten Punkt ihrer Jahresbahn, nach astronomischer Rechnung beginnt jetzt der Winter auf der Nordhalbkugel. Auf einer geografischen Breite von  $-23,5^\circ$  S steht die Sonne dann genau im Zenit. Dieser sog. Wendekreis des Steinbocks zieht sich durch den Norden Südafrikas, Australien und durch Zentralsüdamerika. Hier ist jetzt Sommer, bei uns beginnt der astronomische Winter.

Ein besonderes Highlight beschert uns Dienstag, der 25. Oktober. In ganz Deutschland sichtbar, mit einer durchaus attraktiven Bedeckung von guten 32% der Sonnenscheibe in Berlin, kommt es zu einer Partiiellen Sonnenfinsternis. Die Finsternis beginnt in Berlin um 11.10 Uhr, hat ihre maximale Phase um 12.14 Uhr und endet um 13.19 Uhr. Die Angaben sind in MESZ gegeben, denn bis zum 30. Oktober gilt die Mitteleuropäische Sommerzeit. Die Abweichungen in der Zeit zu anderen Orten in Mitteleuropa belaufen sich auf wenige Minuten, der Bedeckungsgrad nimmt allerdings von Südwest nach Nordost deutlich zu. Es sei auch hier wieder dringend davor gewarnt, die Finsternis mit ungeschützten Augen verfolgen zu wollen.

Sicher sind nur die Projektionsmethode, wenn man ein Fernrohr benutzt oder die Beobachtung mit einer Sonnenfinsternis-Schutzbrille. Wir laden schon jetzt zur Finsternisbeobachtung ein.

## Mond

Der Erdtrabant durchläuft auch in den kommenden vier Monaten vier Vollmonde (9. Oktober, 8. November, 8. Dezember und 7. Januar 2023) und genauso vier Neumonde (25. Oktober [Partielle Sonnenfinsternis, siehe oben], 23. November, 23. Dezember und 21. Januar 2023). Es finden sich in unserem Zeitraum noch zwei besondere Planetenbedeckungen. Im Abstand von drei Tagen bedeckt der zunehmende Mond zunächst am 5. Dezember zwischen 17.40 Uhr und 19.00 Uhr zum zweiten Mal in diesem Jahr, nach dem 14. September 2022, den Uranus. Diesmal verschwindet Uranus auf der unbeleuchteten Seite des Mondes. Mit dem Fernglas sicherlich ein schönes Schauspiel. Am 8. Dezember kommt es dann zur zweiten Planetenbedeckung. Genau am Tag seiner Opposition wird der Planet Mars vom Vollmond zwischen 6.05 Uhr bis 7.00 Uhr, über dem Westhorizont stehend, vor dem Mond- und Marsuntergang, bedeckt. Ein bemerkenswerter Morgen, wenn das Wetter mitspielt.

## Sternschnuppen

Sternschnuppen der bekannten Art sind die „Leoniden“ zwischen dem 13. und 30. November – in diesem Jahr eher mager in der Erwartung, die „Geminiden“ mit einem Maximum um den 13./14. Dezember und erwarteten 120, auch hellen Meteoren pro Stunde, sowie den „Quadrantiden“, auch Bootiden genannt, die vom 1. bis 10. Januar 2023 zu erwarten sind und um den

4. Januar herum ein Maximum von 100, manchmal bis zu 200 Sternschnuppen erwarten lassen. PROBLEM: Sternschnuppen im Maximum sind immer etwas für Frühaufsteher, da der Einfallswinkel und die Menge etwas mit der Richtung der Erde zu ihrer Drehung um die Sonne zu tun hat. Am Morgen „fangen“ wir durch die „Fahrt“ der Erde in ihre Bewegungsrichtung einfach mehr Sternschnuppen ein.



Ringförmige Sonnenfinsternis am 10. Juni 2021  
Fotos: Manfred Kadler

**MERKUR** bietet in unseren Breiten eine mögliche Sichtbarkeit am Morgenhimmel vom 4. bis 19. Oktober 2022 mit guter Sichtbarkeit zwischen dem 8. bis 16. Oktober. Die Höhe über dem Horizont bleibt allerdings mit maximal  $7^\circ$  recht bescheiden. Allerdings hilft die auch in der Dämmerung doch beachtliche Helligkeit von bis  $-0,9m$  zur Auffindung. Eine Abendsichtbarkeit Ende Dezember, etwa vom 20. bis 26. Dezember ist nur sehr eingeschränkt mit dem Fernglas möglich. Dies gilt auch für die Morgensichtbarkeit Ende Januar, die trotz großem Winkelabstand zur Sonne keine gute Beobachtung möglich macht.

**VENUS** beginnt erst Ende Dezember ihre Abendsichtbarkeitsperiode. Ihre große, strahlende Zeit kommt erst mit Beginn des Frühlings.

**MARS** wird in der Zeitperiode zum Helligkeitskonkurrenten von Jupiter, da er seiner Oppositionsstellung nun immer näherkommt und neben Jupiter im Dezember zum hellsten Objekt am Himmel wird. Hier die wichtigsten Daten. Am 30. Oktober beginnt der Mars seine scheinbar rückwärtige Bewegung zur Oppositionsschleife. Seine Helligkeit steigert sich deutlich, von  $-0,6m$  bis auf  $-2,0m$  zur Zeit der Opposition, die er am 8. Dezember erreicht. Im Januar nimmt dann die Helligkeit wieder deutlich ab, der Mars wird zum Planeten des Abendhimmels. Die ganze Zeit bewegt er sich durch das Sternbild Stier, zunächst rechtläufig, ab Ende Oktober rückläufig und dann Ende Januar wieder rechtläufig. Da das Sternbild Stier eine ganze Reihe markant heller Sterne und Sternhaufen enthält (Hyaden und Plejaden), sollte sich die doch recht zügige Bewegung des Mars

auch innerhalb weniger Tage gut feststellen lassen. Wie bereits oben erwähnt, bedeckt der Vollmond den Mars genau am Tage seiner Opposition in den Morgenstunden des 8. Dezember.

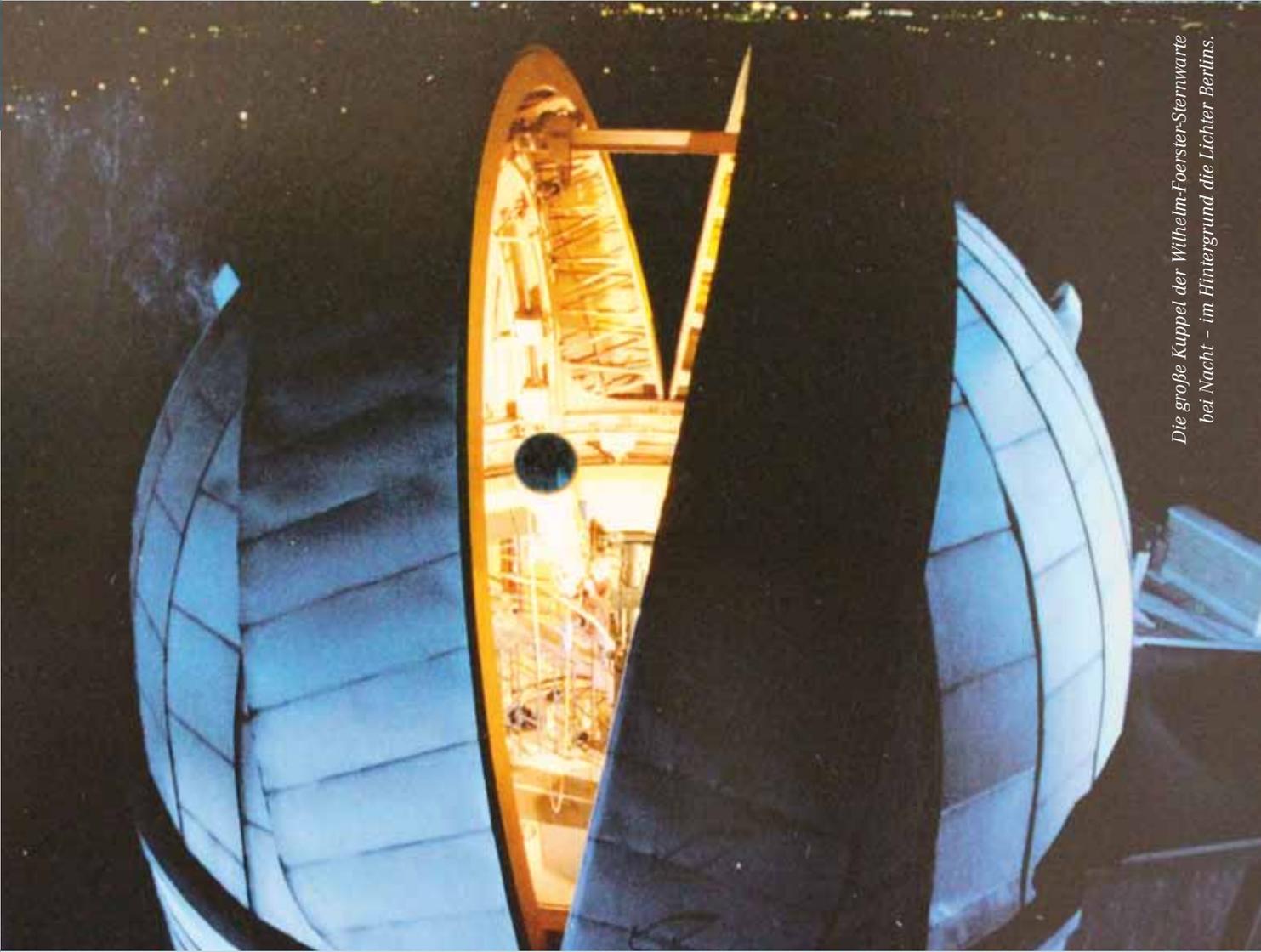
**JUPITER** bleibt, kurz nach seiner Oppositionsstellung Ende September, der strahlende Beherrscher der Nacht, später im Dezember und Januar immerhin des Abendhimmels. Auch wenn sich der Mars sehr „anstrengt“ – die immer noch deutlich überragende Helligkeit des Jupiters, von  $-2,8m$  auf langsam  $-2,1m$  absinkend, kann er nicht erreichen.

**SATURN** wird zunehmend Planet der ersten Nachthälfte, schließlich ist er bis Ende Januar nur noch kurz am Abendhimmel sichtbar. Schon am 16. Februar 2023 kommt er in Konjunktionsstellung mit der Sonne.

**URANUS** bleibt in dem aktuellen Zeitraum sehr interessant. Er erreicht seine Oppositionsstellung am 9. November 2022 im Sternbild Widder. In den Wochen vorher und nachher erreicht er eine Helligkeit von  $5,7m$ . Dies lässt es unter perfekten Bedingungen zu, ihn freizügig zu sehen. Noch besser kommt es aber am 5. Dezember, wenn er zum zweiten Mal in diesem Jahr vom nun zunehmenden Mond am frühen Abend (17.40 Uhr bis 19.00 Uhr) bedeckt wird. Da hängt dann alles an einem Fernglas und klarem Himmel!

**NEPTUN** wird ein Objekt des Abendhimmels. Eine Beobachtung ist am besten durch den Besuch der Sternwarten der Stiftung Planetarium Berlin möglich. Naheliegend für uns ist dabei immer der Besuch der Wilhelm-Foerster-Sternwarte.

# ..... der Erde verbunden



*Die große Kuppel der Wilhelm-Foerster-Sternwarte  
bei Nacht - im Hintergrund die Lichter Berlins.*