

# dem Himmel nahe



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



# INFORMATION – KOMMUNIKATION – TRANSPARENZ – TEILHABE

## ... für unsere Mitglieder

Die 22. Ausgabe unseres Mitgliedermagazins erscheint am Beginn des neuen Jahres 2025, in dem hoffentlich nun endlich der Umbau des Planetariumsgebäudes beginnen wird. Bei Redaktionsschluss sind uns als Verein weiterhin keine Details über den Ablauf der Baumaßnahme bekannt. Müssen wir uns bei den anstehenden Haushaltskürzungen im Land Berlin Sorgen machen?? Laut Stiftung angeblich nicht. Wir hoffen, dass das stimmt.

Sicher ist nur, dass sich unser Bewegungsspielraum am Insulaner in den nächsten Jahren weiterhin auf die Sternwarte beschränkt. Sehr dankbar sind wir dem Bezirksamt, dass wir die Zusage haben, solange es nötig ist, die „Mittwochsvorträge“ im Rathaus Schöneberg abhalten zu können! Dort wird auch unsere nächste Mitgliederversammlung stattfinden (Einladung siehe Seite 20).

Die Vereinsadresse bleibt aber am Insulaner erhalten! Damit eine sichere Zustellung der Post auch in Bauzeiten am Insulaner gegeben ist, beachten Sie bitte unsere Postfachadresse:

**Verein Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.**  
Postfach 330 141, 14171 Berlin

Da wir nicht wissen, wie sich unsere Erreichbarkeit über die alte Telefonverbindung in der nächsten Zeit gestalten wird, haben wir einen eigenen Anschluss für die Sternwarte eingerichtet: 0162 277 99 61

Allerdings sind wir dort selten erreichbar, vorwiegend am Montagabend ab ca. 18 Uhr. Daher empfehlen wir dringend, unsere neue E-mail-Adresse für Ihre Kontaktaufnahme zu benutzen: **vorstand@wfs.berlin**  
Wir versprechen so bald als möglich zu reagieren.

Wir versuchen alles, um den gewohnten Service für unsere Mitglieder auch zu Bauzeiten aufrecht zu erhalten.

Sollten Sie uns Ihre Emailadresse noch nicht mitgeteilt haben bzw. eine neue Emailadresse haben, teilen Sie sie uns bitte mit. Dann können wir Sie jederzeit mit Rundschreiben und anderen Nachrichten erreichen. Sie können dann wesentlich einfacher über unser Vereinsleben unterrichtet werden.

Bleiben Sie uns gewogen und nutzen Sie die angebotenen Veranstaltungen in der Sternwarte auf dem Insulaner, der Archenhold-Sternwarte und dem Zeiss-Großplanetarium im Rahmen Ihrer Mitgliedschaft.

Und noch eine Bitte: falls Sie uns noch eine Extraspende zukommen lassen wollen, jetzt ist sie so willkommen wie nie. Die Ausgaben für die Auslagerungen und Umzüge haben unsere Vereinskasse stark belastet!  
**Im Voraus Herzlichen Dank für Ihre Großzügigkeit!**

Bleiben Sie zuversichtlich, der Verein hat in 70 Jahren schon manche Durststrecke überstanden!

Ihr Vorstand

## INHALT

Harro Zimmer zum 90.	Dr. Karl-Friedrich Hoffmann	3
WISSENSCHAFT live		4
Die Entstehung des „Kleinen Universums“	Philipp Dufft	5
Die Chemie des Lebens	Dr. Monika Staesche	6
Podcasts der Stiftung Planetarium Berlin	Dr. Monika Staesche	7
Johann Jakob Balmer	Dr. Markus Bautsch	8
Unsere kosmische Adresse – TEIL 2	Dr. Friedhelm Pedde	12
25 Jahre fehlende Satellitengalaxien	Dr. Marcel S. Pawlowski	16
60 Jahre „Gemini“	Uwe Marth	18
INTERNES   STERNWARTE   IMPRESSUM		20
Die neue Hilde-Archenhold-Brücke	Dr. Friedhelm Pedde	22
Jahrestage	Dr. Friedhelm Pedde	23
Albert Einstein 1879 - 1955	Gerold Faß	24
Dr. Wolfgang Hasse – Bildung an der WFS		25
Impressionen aus der neu renovierten Sternwarte	Gerold Faß	26
Unsere Sonne – Fotoausstellung		28
Sonne, Mond und Planeten	Uwe Marth	30
Die älteste erhaltene astronomische Fotografie	Dr. Markus Bautsch	32
Weißer Zwerge bei Sirius und Prokyon	Gerold Faß	34

# Harro Zimmer

## Herzlichen Glückwunsch zur Vollendung des 90. Lebensjahres

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

Die Sitzplätze im Planetarium am Insulaner waren immer gut gefüllt, oft sogar „überbucht“, wenn Harro Zimmer ans Rednerpult trat und über die neuen Ereignisse in der Weltraumfahrt berichtete, in seiner unverwechselbaren Art, gut verständlich, mit vielen Hintergrundinformationen und mit Anschauungsmaterial reichlich versehen, aus ersten verlässlichen Quellen hochaktuell. Seit der Eröffnung der Sternwarte im Jahr 1963 sind fast 200 Vorträge von ihm belegt (ein unangefochtener Rekord!), aber auch schon davor in der Papestraße war er als Vortragender aktiv.

Auch die ausgezeichneten Beobachtungen auf der Sternwarte im Rahmen der Aktion „Moonwatch“ für die Kontrolle der Satellitenorbits der NASA und der Empfang und die Auswertung der Funksignale der Satelliten (auch der sowjetischen!) in den ersten Jahren der Raumfahrt gehören zu seinen besonderen Leistungen.

In der Mitgliederdatei hat er jetzt schon lange die kleinste aktive Mitgliedsnummer, denn er gehört zu den Gründungsmitgliedern im Jahr 1953. Harro Zimmer hat den guten Ruf der Wilhelm-Foerster-Sternwarte in Berlin und weit darüber hinaus maßgeblich mitgeprägt.

Am 12. Februar kann er seinen 90. Geburtstag feiern, leider nicht wie gewünscht im Planetarium, das nun schon seit eineinhalb Jahren geschlossen ist.

**Der Verein gratuliert seinem Ehrenmitglied auf das Herzlichste!**

Um der Bedeutung von Harro Zimmer auch in Zukunft einen sichtbaren Ausdruck zu verleihen, hat der Vorstand beschlossen, jedes Jahr im Frühjahr im Rahmen der Veranstaltungen

**WISSENSCHAFT  
live**

- Mittwochsvorträge - einen Vortrag unter dem Titel „Harro Zimmer Space Lecture“ anzubieten und jeweils eine vortragende Persönlichkeit einzuladen, die die Tradition fortsetzt, über aktuelle Entwicklungen in der Weltraumfahrt zu berichten. Dieser Vortrag soll jeweils auch besonders beworben werden!

Die erste „Harro Zimmer Space Lecture“ wird schon am 5. März 2025 im Rathaus Schöneberg stattfinden.



*Das Reporterteam Ruprecht Kurzrock, Horst Eifler und Harro Zimmer bei einer Sendung über die Weltraum-Mission Apollo 16 im Rias Berlin 1972. © Deutschlandradio / Fred Noack*



*Harro Zimmer 2015 beim Jubiläum „50 Jahre Planetarium“*

Jeweils um 20.00 Uhr  
– am **MITTWOCH** –  
– im **Rathaus Schöneberg**

## Februar 2025

### 5. Februar

Dr. Gösta Hoffmann – Deutsche UNESCO-Kommission e.V., Bonn und RWTH Aachen  
**UNESCO Global Geoparks: Modellregionen nachhaltiger Entwicklung**

### 12. Februar

Fabian Burt – Offenbach und Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften  
**Immanuel Kants Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels**

### 19. Februar

Dr. Klaus Reinsch – Universität Göttingen  
**Die Zwergplaneten im Sonnensystem**

### 26. Februar

Dr. Peter Köhler – AWI Bremerhaven  
**Eiszeiten in der jüngeren Vergangenheit: Welche Rolle spielte die Sonne im Vergleich zu anderen Prozessen?**

## März 2025

### 5. März

Harro Zimmer Space Lecture

Eugen Reichl – Riedering  
**Roter Mond – Chinas Aufstieg zur Weltraum-Supermacht**

### 12. März

Prof. Dr. Detlef Koschny  
– Technische Universität München  
**„Gute Asteroiden  
– Schlechte Asteroiden?“**

### 19. März

Prof. Dr. Günther Hasinger  
– Deutsches Zentrum für Astrophysik Görlitz  
**Schwarze Löcher und  
Dunkle Materie**

Im Anschluss an jeden Mittwochsvortrag  
beantwortet der\*die Referent\*in Fragen  
zum vorgetragenen Thema.

### 26. März

Dr. Monika Staesche  
– WFS und Stiftung Planetarium Berlin  
**Neues aus Astronomie  
und Raumfahrt**

## April 2025

### 2. April | 19.00 Uhr

Mitgliederversammlung WFS – keine Gäste

### 9. April

Dr. Bernd Dörband und Henriette Müller – Aalen  
**Wer zum Teufel ist Ernst Abbe?**

### 16. April

PD Dr. Cornelia Jäger  
– Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg  
und Institut für Festkörperphysik, FSU Jena  
**Peptide und andere biologische  
Moleküle im interstellaren Eis**

### 23. April

Dr. Axel Kleidon – MPI für Biogeochemie, Jena  
**Entropie und Leben  
– eine planetare Perspektive**

### 30. April

Prof. Dr. Stephan Paul  
– Technische Universität München  
**Die Quantenwelt**

## Mai 2025

### 7. Mai

Dr. Marcel Pawlowski  
– Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP)  
**Zwerggalaxien und Dunkle Materie  
– Treffen unsere kosmologischen  
Vorhersagen zu?**

Für die späteren Termine im Mai standen  
die Themen bei Drucklegung noch nicht fest.

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

# Die Entstehung des „Kleinen Universums“

## oder: Das Kleine im Großen finden

Philipp Dufft – WFS Berlin

Wie so oft bei der Entstehung eines Films, spielt der Zufall eine große Rolle. Auf manche Ideen, Themen und Überlegungen stößt man erst, wenn man es am wenigsten erwartet.

Genauso war es auch hier. Im Jahr 2022 wurde uns im Rahmen des Mitgliederabends im Planetarium am Insulaner Amena Karimyan vorgestellt. Sie flüchtete im August 2021, nach der erneuten Machtübernahme der Taliban, aus ihrer Heimat Afghanistan in eine ungewisse Zukunft. Im Gepäck nicht viel mehr als Hoffnung, Träume und eine große Portion Zuversicht, dass sich die Dinge zum Besseren wenden würden. Als sie nach ihrer Flucht-Odyssee (*von der wir mehr im Mitgliederheft Nr. 17 erfahren haben*) endlich in Deutschland ankam, suchte sie schnell Kontakt zu unserem Verein. Nicht viel später stand sie nun vor uns im Planetariumssaal und wir erfuhren von ihrer Geschichte.

### Achtung und bitte ...

Nach diesem Zufall ließ der nächste nicht lange auf sich warten. Denn die Idee, Amenas Geschichte zu erzählen, hatte auch Filmemacherin und Grimme-Preisträgerin Nele Dehnenkamp gepackt. Der nächste Zufall ergab, dass der Verein den Kontakt zwischen Nele und uns aufbaute und wir nach nicht allzu langer Zeit beschloßen, gemeinsam diesen Film produzieren zu wollen. Jetzt musste man nur noch einen Sender und Filmförderungen von der Idee überzeugen.

Entgegen allen Erwartungen ging dies schneller als gedacht und die erste Klappe fiel bereits im März 2023 in Baden-Württemberg. Drehorte waren der Feldberg im Schwarzwald, die Studienberatung der Uni Tübingen sowie die Sternwarte in Tübingen.

Weiter ging es wenige Wochen später in Berlin bei einer Demo gegen die Geschlechter-Apartheid in Afghanistan. Zurück in Amenas Wahlheimat filmten wir sie während ihres Sprachkurses, ehe es auf die Cannstatter Wasen ging, um auch mal die Seele baumeln zu lassen. Die letzte Klappe fiel dann Mitte Mai in Stuttgart, nachdem wir Amena in der Raumfahrt-Ausstellung Morgenröthe-Rautenkranz und zu einem Vortrag im Planetarium Stuttgart begleiteten.

Ziel von Nele Dehnenkamps Film war es, mit Amena eine positive Migrationsgeschichte zu erzählen. Als Gegenentwurf zu all den negativen Schlagzeilen. Der Film will zeigen, dass es auch anders geht. Dass sich jemand ein Leben in Deutschland aufbauen kann, mit allen Höhen und Tiefen, die dieser Weg bereithält. Zugleich aber mit der schönen Erkenntnis, dass der Traum vom All so manchen Rückschlag mit einem Lächeln wegwischt.

„Kleines Universum“ – der FILM –  
am 3. Februar 2025 auf 3sat



Ein großes Highlight für Amena war sicher die Produktion des Filmplakates. Dafür konnten wir Amena, mit freundlicher Unterstützung des Vereins, im Weltraumanzug, der bisher in der Vitrine im Planetarium stand, ablichten und so ihren hoffnungsvollen Blick in die Sterne einfangen.

### Die Reise geht weiter

Nach Abschluss der Dreharbeiten ging es in die Postproduktion. Dort wurden Filmschnitt, die Farben im Bild, die Musik und die Töne veredelt.

Das Ergebnis heißt „Kleines Universum“ und wird am 3. Februar 2025 auf 3sat erstausgestrahlt. Umso mehr freuen wir uns, Ihnen den Film am 29. Januar 2025 im Rahmen einer exklusiven „Vereins-Preview“ im Rathaus Schöneberg vorab zeigen zu können.

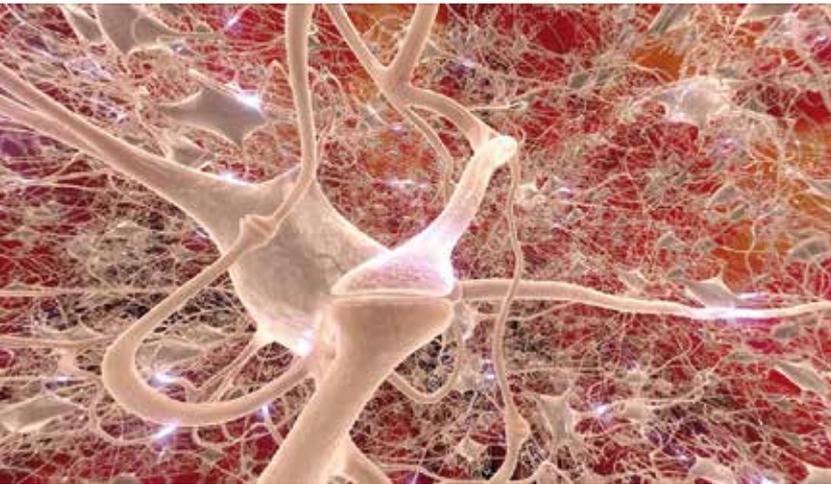


# Die Chemie des Lebens

## Wissenschaftstheater in der Stiftung Planetarium Berlin

Dr. Monika Staesche – Stellvertretender Vorstand Stiftung Planetarium Berlin, Direktorin am Standort Insulaner

In seiner mehr als 100jährigen Geschichte hat sich das Planetarium als Ort der Wissenschaftskommunikation mit vielen verschiedenen Themen beschäftigt – allerdings waren und sind diese meist in irgendeiner Weise mit dem Weltraum verbunden. Das Planetarium bleibt, auch in den Köpfen vieler Besuchender, nach wie vor ein „Sternentheater“. Es gibt immer wieder Versuche, dies aufzubrechen und den Themenkreis zu erweitern – und ganz im Sinne der Gründer der Berliner Gesellschaft „Urania“, in deren Tradition sich auch die Stiftung Planetarium Berlin sieht, das Planetarium als „Wissenschaftstheater“ zu präsentieren. Dies bietet sich umso mehr an, da aufgrund der Fulldome-Technik seit etlichen Jahren die Kuppel mit ihrem immersiven Effekt dazu genutzt werden kann, auch andere wissenschaftliche Daten außerhalb der Astronomie zu visualisieren.



Mit „Die Chemie des Lebens: Das Unsichtbare in uns“ gibt es seit dem 1. Februar 2024 eine weitere Veranstaltung aus dem Bereich Wissenschaftstheater im Zeiss-Großplanetarium der Stiftung Planetarium Berlin.



Dabei besteht das Programm, wie in den meisten Fällen, aus einem Videoteil und einem Live-Teil mit zusätzlichen Erläuterungen / Vertiefungen.

Der Videoteil stammt von der Produktionsfirma Visualization Center C aus Norrköping in Schweden, die deutsche Fassung wurde von der Stiftung Planetarium Berlin produziert. Der Live-Teil mit seinen Visualisierungen ist wiederum in Kooperation mit dem Planetarium Hamburg entstanden.

Das Programm beginnt mit dem Live-Teil und damit mit einer Darstellung der Vielfalt des Lebens auf unserem Planeten und dessen dennoch gemeinsame Grundlage: die Atome des Periodensystems der Elemente. Wir lernen, woher diese Elemente, abgesehen von einigen wenigen, eigentlich stammen: aus der im Inneren von Sternen stattfindenden Verschmelzung kleinerer Atomkerne zu größeren. Anschließend erfahren wir, auf welche Weise diese Atome zu den Bausteinen des Lebens auf unserer Erde werden konnten, und begeben uns dann mit dem Beginn des Videoteils zunächst in eine idyllische Parklandschaft. Anhand der verschiedenen Lebensformen darin machen wir uns mit den Dimensionen des unsichtbaren Allerkleinsten vertraut. Unsere Reise in diese unsichtbare Welt nimmt ihren Ausgang mit einem kuppelfüllenden, fast schwindelerregenden Flug in das Blatt eines Apfelbaums, hinein ins Immer-Winzigere.

Die aufwendigen Visualisierungen lassen alles wie eine fremdartige Welt wirken – dennoch sind die hochkomplexen Prozesse, die wir auf diesem Weg kennenlernen, unabdingbar für das Leben auf unserem Planeten und finden in vielen Fällen auch in uns Menschen statt. Wenn wir am Ende aus der Hand einer joggenden jungen Frau auftauchen und nach einem Ausflug in das Nervensystem eines menschlichen Gehirns den Weg zurück in unsere „normale“ Welt gefunden haben, haben wir eine Ahnung bekommen, dass sich in jedem Lebewesen eine unsichtbare Welt verbirgt – und dass sie im wahrsten Sinne des Wortes „all-täglich“ ist.

©Bilder Chemie des Lebens:  
Norrköping Visualization Center C.

Alle Termine (inklusive eines Trailers auch auf <https://youtu.be/7AD1bDt3CZc>) findet man auf <https://www.planetarium.berlin/chemie-des-lebens>

# Podcasts der Stiftung Planetarium Berlin

Von „Abgespaced“ über „Cosmorama“ bis zu „Einschlafen mit Weltall“

Podcasts, also abonmierbare Audioformate, sind mittlerweile aus der öffentlichen Medienlandschaft nicht mehr wegzudenken und haben schon seit vielen Jahren auch ihren Platz in der Wissenschaftskommunikation. Im Jahr 2024 hörten 45 % aller Deutschen zumindest hin und wieder Podcasts, 2016 waren es erst 16 % gewesen (Umfrage <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/876487/umfrage/nutzung-von-podcasts-in-deutschland>).

Auch die Stiftung Planetarium Berlin nutzt dieses Format seit 2021, in Kooperation mit verschiedenen Medienpartnern. Hier können die Podcasts gefunden werden: <https://www.planetarium.berlin/podcasts>



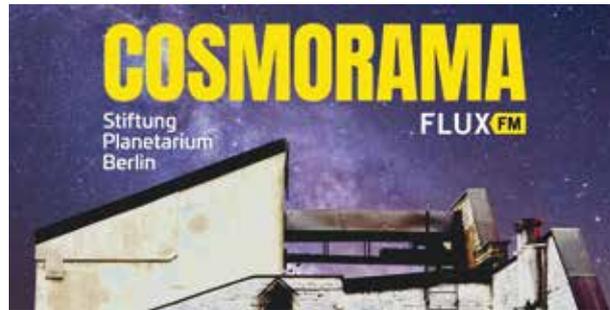
©SPB

## Abgespaced

Für Kinder (und natürlich auch Erwachsene) gibt es das Format „Abgespaced“ in Kooperation mit Radio Teddy. Mittlerweile wird gerade die zweite Staffel veröffentlicht.

Während in Staffel 1 das Podcast-Team rund um Moderatorin Kristin Linde und studiodrei in alphabetischer Reihenfolge von einem Buchstaben zum nächsten reiste und gemeinsam alle Themen von A wie Astronaut\*in bis Z wie Zwergplanet beleuchtete, geht es in der zweiten Staffel auf Zeitreise in die Vergangenheit und Zukunft: die Zuhörenden lernen in jeder Folge die Wissenschaftler\*innen kennen, die die großen Rätsel des Weltalls gelüftet haben oder noch lüften möchten. Immer mit dabei sind von Anfang an viele neugierige Kinderreporter\*innen, die die spannendsten Antworten rund um das Universum sammeln.

2022 war „Abgespaced“ als einziges Kinderformat für den Grimme Online Award 2022 in der Kategorie „Wissen und Bildung“ und für den Publikumspreis nominiert und erhielt im gleichen Jahr auch den Pädagogischen Medienpreis.



©FluxFM

## Cosmorama

### – Per Funkwellen durch die Galaxis

Eigentlich ein monatliches Radioformat in Kooperation mit 100,6 FluxFM, gibt es seit kurzer Zeit „Cosmorama“ in Zusammenarbeit mit Schönlein Media jetzt auch in gekürzter Fassung als Podcast. Jeden letzten Montag des Monats führt Tim Florian Horn, Vorstand der Stiftung Planetarium Berlin, alternierend mit den Moderierenden Katia Berg und Sascha Schlegel durch den Kosmos. Das Format, dessen erste Folge mit dem Thema „Mond“ am 26. September 2022 lief, ist eher für erwachsene Zuhörende gedacht – neben einem speziellen Thema werden auch der aktuelle Nachthimmel und Neuigkeiten aus Astronomie und Raumfahrt aufgegriffen.

2023 wurde „Cosmorama“ als eins von drei herausragenden Informationsformaten für den Deutschen Radiopreis nominiert.

## Einschlafen mit Weltall

Das Format „Einschlafen mit Weltall“ in Zusammenarbeit mit Schönlein Media ist der jüngste Podcast – und richtet sich mit einem leichten Augenzwinkern (nicht nur) an Erwachsene, die unter Schlaflosigkeit leiden. Die erste Folge erschien am 06. November 2023. Auch hier wird gerade die zweite Staffel veröffentlicht. Die Themen reichen vom „Dunklen Universum“ bis zur „Harmonie des Kosmos“, die Stimme in den Podcasts gehört Dr. Monika Staesche, stellv. Vorstand der Stiftung Planetarium Berlin.

„Einschlafen mit Weltall“ ist Teil der „Einschlafen mit ...“-Reihe von Schönlein Media, die mit mehr als 25 Millionen Streams die erfolgreichsten Podcasts zum Einschlafen im deutschsprachigen Raum produzieren. Ihre Podcasts wurden u.a. ausgezeichnet als „Bester neuer Podcast 2022“ bei Apple Podcasts oder als „Newcomer-Podcast des Jahres 2022“ bei Amazon Music.



©Amadeus E. Fronk

# Johann Jakob Balmer

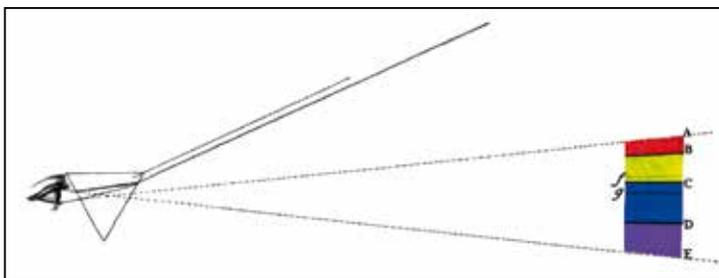
## und das Geheimnis der Wasserstofflinien

Dr. Markus Bautsch – WFS Berlin

Farbspektren vom Sonnenlicht konnten die Menschen beispielsweise in Regenbögen oder Zirkumzenitalbögen schon immer bewundern. Bis ins 19. Jahrhundert hinein blieb ihnen allerdings noch verborgen, dass diese Spektren nicht lückenlos sind, sondern durch sehr schmale dunkle Streifen unterbrochen werden.

### Entdeckung von Spektrallinien

Der englische Astronom Francis Wollaston (1737–1815) verfasste einen Sternen- und Nebelkatalog, der auch von seinem Freund William Herschel (1738–1822) verwendet wurde. Sein Sohn, der englische Arzt, Physiker und Chemiker William Hyde Wollaston (1766–1828), betrachtete 1802 aus einer Entfernung von gut drei Metern einen 1,3 Millimeter breiten mit Sonnenlicht beleuchteten Spalt durch ein Dreiecksprisma aus Flintglas. Hierbei bemerkte er drei deutliche dunkle Streifen zwischen den Farben Rot, Gelbgrün, Blau und Violett, die er für Trennlinien zwischen diesen vier, von ihm als natürlich gemutmaßten Farben hielt.



Nachkolorierte Originalskizze von 1802 zur Beobachtung von Spektrallinien im Sonnenlicht durch Wollaston mit einem Dreiecksprisma.

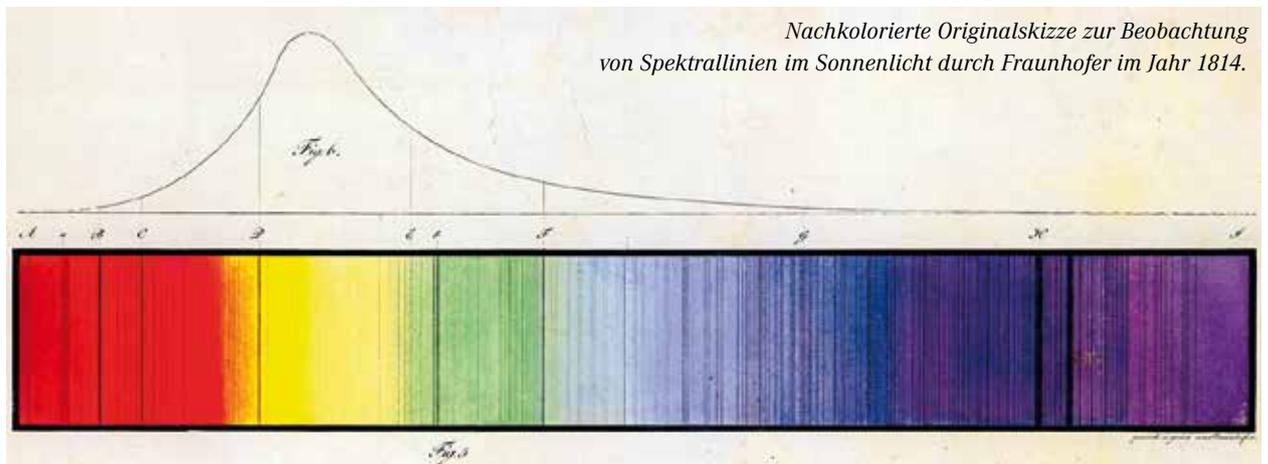
1814 entdeckte der deutsche Optiker Joseph von Fraunhofer (1787–1826) durch seine sorgfältigen spektroskopischen Beobachtungen mit einem Dreiecksprisma

hunderte von solchen dunklen Linien im Sonnenspektrum, die noch heute ihm zu Ehren Fraunhofer-Linien genannt werden (*Abb. unten*). Nur drei Jahre später stellte er in der Abhandlung „Bestimmung des Brechungs- und Farbenzerstreuungsvermögens verschiedener Glasarten in Bezug auf die Vervollkommnung achromatischer Fernrohre“ die von ihm gesammelten Erkenntnisse aus seinen spektroskopischen Messungen zusammen, mit deren Hilfe er die optische Qualität der von ihm gebauten Teleskope deutlich verbessern konnte.

In den darauffolgenden Jahrzehnten passierte auf dem Gebiet der Spektroskopie nicht allzu viel. 1857 gelang es dem Glasbläser Heinrich Geißler (1814–1879), Metalldrähte luftdicht abgeschlossen in Glasröhren einzuschmelzen. In solchen Geißler-Röhren konnten nun definierte Entladungen mit verschiedenen Gasen im Labor erzeugt und spektroskopisch untersucht werden. Kurze Zeit später entdeckten Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) und Robert Wilhelm Bunsen (1811–1899) in Gasflammen, dass die Fraunhofer-Linien durch chemische Elemente verursacht werden. Damit war der Ursprung der zahlreichen Spektrallinien gefunden, und immer mehr dieser Linien konnten bestimmten chemischen Elementen eindeutig zugeordnet werden.

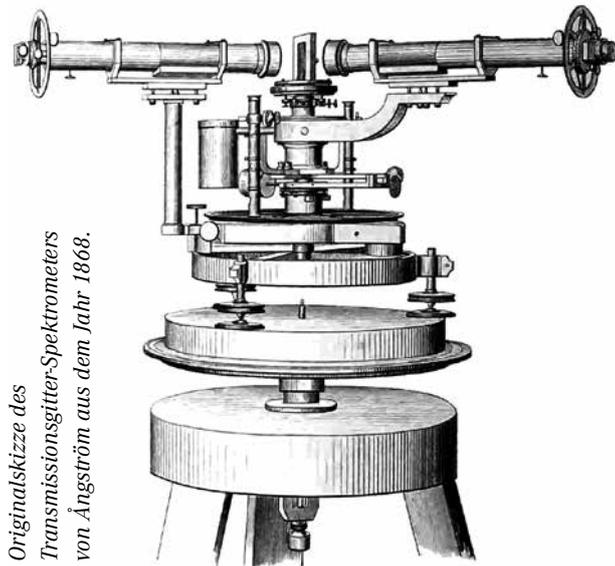
### Vermessung von Spektrallinien

Der schwedische Mitbegründer der Astrospektroskopie sowie Astronom und Physiker Anders Jonas Ångström (1814–1874) verfügte über ein mit einem Transmissionsgitter ausgestattetes und gegenüber dem Gerät von Fraunhofer erheblich verbessertes Spektroskop (*Abb. Seite 9 oben*). Damit war es ihm 1862 möglich, die Wellenlängen der vier inzwischen bekannten Wasserstofflinien sehr präzise zu bestimmen und auf ein Ångström (= 0,1 Nanometer) genau anzugeben.



Nachkolorierte Originalskizze zur Beobachtung von Spektrallinien im Sonnenlicht durch Fraunhofer im Jahr 1814.

Die Eheleute Johann Jakob und Christine Pauline Balmer mit vieren ihrer sechs Kinder in den 1870er Jahren.



Originalskizze des Transmissionsgitter-Spektrometers von Angström aus dem Jahr 1868.

Die Messtechnik hatte sich inzwischen so weit entwickelt, dass diese vier Wasserstofflinien auch im Licht von Sternen nachgewiesen werden konnten. Der italienische Jesuit und Astronom Angelo Secchi (1818–1878) konnte 1867 anhand von weiteren Spektrallinien bereits drei Spektralklassen festlegen, in die er die ungefähr 500 von ihm untersuchten Fixsterne einteilen konnte.

Die fünfte Wasserstofflinie im Violetten (Fraunhofer H-Linie) konnte 1879 vom britischen Astronomen und Physiker William Huggins (1824–1910) dank der von ihm verwendeten Quarz- und Spiegeloptiken im Sternenspektrum der hellen und heißen Sterne Sirius und Wega nachgewiesen werden. Sie konnte damals allerdings noch nicht von der unmittelbar benachbarten und gut nachgewiesenen Calciumlinie unterschieden werden und wurde deswegen zunächst noch gar nicht mit Wasserstoff in Verbindung gebracht.

Das änderte sich unmittelbar danach mit den Experimenten des deutschen Photochemikers Hermann Wilhelm Vogel (1834–1898). Dieser fand 1879 in den Aufnahmen einer mit Wasserstoff gefüllten Geißler-Röhre neben den vier bekannten Spektrallinien des Wasserstoffs sowohl die fünfte Wasserstofflinie im Violetten als auch noch vier weitere Spektrallinien, die im Ultravioletten liegen.

## Johann Jakob Balmer

Der Schweizer Mathematiker und Physiker Johann Jakob Balmer (*Abb. rechts oben*) wurde am 1. Mai 1825 in der Nähe von Basel geboren, wo er am 12. März 1898 auch verstarb. Er war sehr vielseitig begabt und interessierte sich besonders für geometrische Proportionen und Zahlenverhältnisse.

1884 konnte er zeigen, dass sich die Wellenlängen  $\lambda_n$  der neun mittlerweile bekannten Wasserstofflinien mit Hilfe einer von ihm ermittelten Grundzahl des Wasserstoffs  $a$  von 364,56 Nanometern „überraschend genau durch kleine [ganze] Zahlen  $[n]$  ausdrücken lassen“:

$$\lambda_n = a \cdot \frac{n^2}{n^2 - 4} \text{ mit } 3 \leq n \leq 11$$

Ihm zu Ehren wird diese Reihe von Wasserstofflinien die Balmer-Serie genannt. Eine physikalische Erklärung für diese Wellenlängenverhältnisse mit den Quadraten von ganzen Zahlen blieb ihm jedoch wie allen seinen Zeitgenossen verborgen und vollkommen rätselhaft.

Dies änderte sich auch nicht, als Ende 1888 der schwedische Physiker Johannes Rydberg (1854–1919) die verallgemeinerte Rydberg-Formel mit zwei ganzzahligen Koeffizienten  $m$  und  $n$  vorstellte, mit der noch weitere Spektrallinien identifiziert werden konnten. Die mit Balmers Grundzahl des Wasserstoffs  $a$  verknüpfte Rydberg-Konstante  $R$  in der Rydberg-Formel gilt mit ihren 14 gesicherten Dezimalstellen heute als die am genauesten bestimmte Naturkonstante überhaupt:

$$R = \frac{4}{a} = 10\,973\,731,568\,160 \frac{1}{m}$$

Eine weitere sehr bedeutende Entdeckung machte Heinrich Hertz (1857–1894) in diesem Jahr. Er ermittelte die Geschwindigkeit von elektromagnetischen Wellen und stellte fest, dass sich diese mit exakt derselben Geschwindigkeit ausbreiten wie Lichtstrahlen, also mit Lichtgeschwindigkeit  $c$ . Damit wurde klar, dass es sich auch bei Licht mit der Wellenlänge  $\lambda$  um elektromagnetische Strahlung mit einer sehr hohen Schwingungsfrequenz  $f$  handelt:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

# Johann Jakob Balmer

## und das Geheimnis der Wasserstofflinien

Nach diesen Entdeckungen lernte der deutsche Mathematiker und Komponist Hans Zincken genannt Sommer (1837–1922) den damals noch jungen, aber bereits bekannten Komponisten Richard Strauss (1864–1949) in Weimar kennen. Sommer hatte sich als Wissenschaftler intensiv mit Spektroskopie und Optik auseinandergesetzt. Er war über die Balmer-Serie sicherlich informiert und hat mit Strauss offensichtlich über derartige Zahlenreihen gesprochen. Die Verhältnisse der akustischen Frequenzen der fünf Tonhöhen der Eingangsmotive der beiden damals entstandenen Sinfonischen Dichtungen von Strauss sind gewiss nicht zufällig gewählt worden. Das Motiv von „Till Eulenspiegels lustige Streiche“ (Ende 1893 bis 1895) entspricht genau den Verhältnissen der Balmer-Serie, und das Motiv von „Also sprach Zarathustra“ (1896) entspricht den Zahlenverhältnissen der schon seit der Antike bekannten physikalischen Obertonreihe. Richard Strauss hat davon ausgehend zwei geniale und weltbekannte Kompositionen geschaffen.

### Des Rätsels Lösung

In den folgenden Jahrzehnten gab es so viele entscheidende physikalische Entdeckungen wie niemals zuvor oder danach. Im Folgenden sind einige mit Bezug zu der Erklärung von Spektrallinien wichtige Meilensteine aufgeführt.

Ein Neffe des Astronomen Wilhelm Foerster (1832–1921) war der Physiker Friedrich Paschen (1865–1947). Dieser beobachtete nicht nur die Lichtemission von thermischen Strahlern in guter Übereinstimmung mit dem empirisch gefundenen Wienschen Strahlungsgesetz des Physikers Wilhelm Wien (1864–1928), sondern er fand 1908 auch eine weitere Serie von Wasserstofflinien, die im Infraroten liegt und ihm zu Ehren die Paschen-Serie genannt wird. Bereits zwei Jahre zuvor hatte der US-amerikanische Physiker Theodore Lyman (1874–1954) eine Wasserstoffserie im Ultraviolett entdeckt. Diese Lyman-Serie wird noch heute bei der Entfernungsbestimmung von sehr weit entfernten astronomischen Objekten verwendet (*siehe Seite 11*).

Der theoretische Physiker Max Planck (1858–1947) fand 1900 ebenfalls nur empirisch das mit klassischer Physik nicht erklärbare Plancksche Strahlungsgesetz, das die Lichtemission von thermischen Strahlern noch genauer beschreibt als das Wiensche Strahlungsgesetz. Zur Vereinfachung der Formulierung führte er die „Hilfsgröße“  $h$  ein, die für ihn zunächst keine physikalische Bedeutung hatte und erst später das Plancksche Wirkungsquantum genannt wurde.

Auf experimenteller Seite wurde es durch Versuche von Heinrich Hertz (1857–1894), Wilhelm Hallwachs (1859–1922) und Philipp Lenard (1862–1947) immer offensichtlicher, dass die Lichtwellenlänge einen Einfluss auf das Eintreten oder Ausbleiben bestimmter elektrischer Vorgänge hat. Diesen Photoeffekt konnte 1905 kein geringerer als Albert Einstein (1879–1955) unter Verwendung der Planckschen Hilfsgröße  $h$  auf gleichermaßen geniale wie verblüffend einfache Weise mit der Teilchennatur des Lichts erklären. Die Energie  $E$  eines Lichtteilchens (Photon) ist demnach proportional zu dessen Frequenz  $f$  beziehungsweise umgekehrt proportional zu dessen Wellenlänge  $\lambda$ :

$$E = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Nur bei hinreichend kleinen Wellenlängen ist die Energie der Photonen groß genug, um photoelektrische Effekte zu verursachen.

Auch der dänische Physiker Niels Bohr (1885–1962) hatte sich mit der mysteriösen Planckschen Hilfsgröße  $h$  beschäftigt und setzte sie in einen Zusammenhang mit den möglichen Bahndrehimpulsen der Elektronen in Atomen. 1913 postulierte er mit Hilfe seines Bohrschen Atommodells Quantensprünge zwischen den diskreten Energieniveaus  $E_n$  der Elektronen in der Atomhülle. Die Differenz dieser Energieniveaus entspricht dabei exakt der Energie der von den Atomen absorbierten oder emittierten Photonen.

Robert Andrews Millikan (1886–1953) konnte 1916 mit überzeugender Präzision experimentell nachweisen, dass die Konstanten  $h$  aus dem Planckschen Strahlungsgesetz und aus der Einsteinschen Formel tatsächlich identisch sind.

Für die oben genannten Entdeckungen gingen die Physik-Nobelpreise des Jahres 1911 an Wilhelm Wien, des Jahres 1918 an Max Planck, des Jahres 1921 an Albert Einstein, des Jahres 1922 an Niels Bohr und des Jahres 1923 an Robert Andrews Millikan.

1926 gelang es dem österreichischen Physiker Erwin Schrödinger (1887–1961) viele Rätsel inklusive dem der Balmer-Serie zu lösen, wofür er 1933 ebenfalls mit dem Physik-Nobelpreis geehrt wurde. In der Schrödinger-Gleichung wird ein quantenmechanischer Operator auf die Wellenfunktion eines Teilchens angewendet, um die Ausbreitung von Materiewellen zu beschreiben. Wendet man die Schrödingergleichung auf das negativ geladene Elektron in der Hülle des Wasserstoffatoms an, ergeben sich exakt die diskreten und mit den

# Johann Jakob Balmer und das Geheimnis der Wasserstofflinien

Dr. Markus Bautsch – WFS Berlin

Quadraten der ganzen Zahlen  $n$  beschreibbaren Energieniveaus  $E_n$ , aus denen sich die Balmer-Serie und alle anderen Wasserstoff-Serien berechnen lassen. Neben der Lichtgeschwindigkeit  $c$  und dem Planckschen Wirkungsquantum  $h$  taucht als Proportionalitätskonstante für die Berechnung dieser Energieniveaus nur die Rydberg-Konstante  $R$  auf:

$$E_n = -\frac{h \cdot c \cdot R}{n^2}$$

## Wasserstofflinien in der Astronomie

Die Beobachtung und die Vermessung von Wasserstofflinien haben in der Astronomie nach wie vor eine große Bedeutung. Sie können praktisch bei fast allen emittierenden Objekten wie Sternen, Galaxien, interstellaren Wolken oder planetarischen Nebeln nachgewiesen werden.

Unsere Sonne wird häufig mit H-alpha-Teleskopen im engen roten Spektralbereich der ersten Wasserstofflinie der Balmer-Serie  $H_\alpha$  (656,28 Nanometer) beobachtet. Dadurch lassen sich Sonnenflecken oder die Chromosphäre der Sonne sehr gut und differenziert erkennen.

Das Licht von Objekten, die sich mit großer Geschwindigkeit von uns wegbewegen oder sich in sehr starken Gravitationsfeldern befinden, erfährt entsprechend den Einsteinschen Relativitätstheorien eine Rotverschiebung  $z$ . Diese ist über die Differenz der beobachteten Wellenlänge  $\lambda$  zur erwarteten Wellenlänge  $\lambda_0$  definiert:

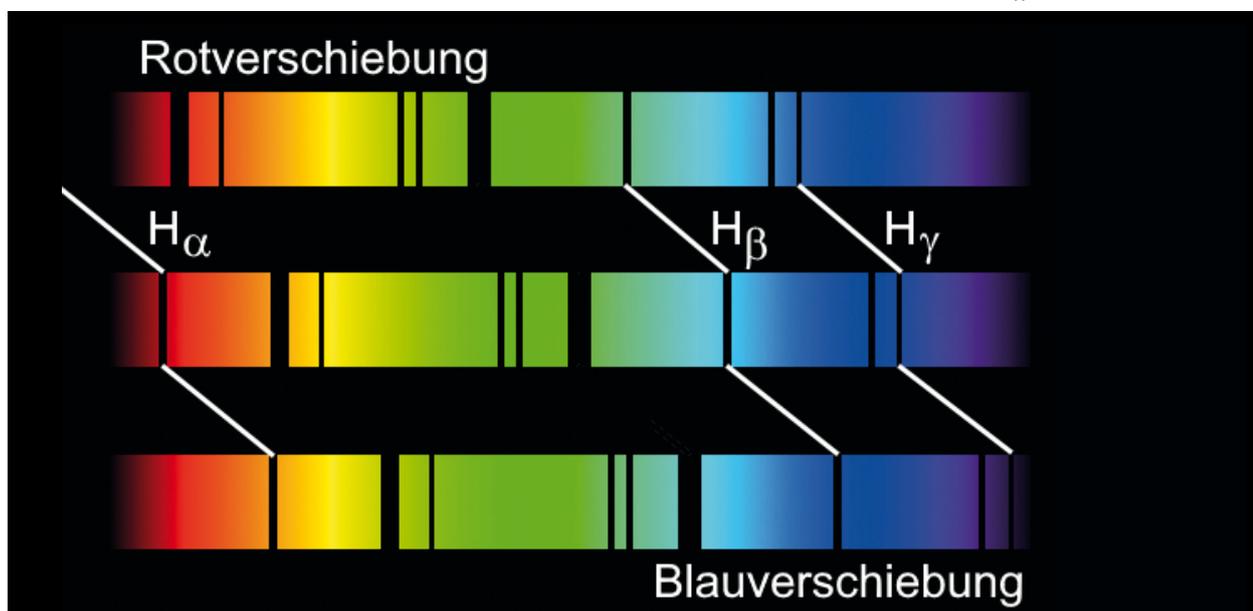
$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$$

Sind beide Wellenlängen identisch, ergibt sich eine Rotverschiebung von  $z=0$ . Falls sich leuchtende Objekte auf uns zu bewegen, erfahren die Wellenlängen des emittierten Lichts eine Blauverschiebung (Abb. unten) und der Wert von  $z$  wird negativ.

Für die zu erwarteten Wellenlängen werden häufig die sehr gut bekannten Wellenlängen der Spektrallinien des Wasserstoffs verwendet, und im sichtbaren Bereich sind dies die Wellenlängen aus der Balmer-Serie. Bei sehr starker Rotverschiebung wird häufig die erste Lyman-Linie (Lyman  $\alpha$ ) mit der Wellenlänge von 121,5 Nanometern im fernen Ultraviolett (UV-C) untersucht, die bei uns in manchen Fällen im sichtbaren Spektralbereich und in Extremfällen sogar im Infraroten ankommt.

Bei Doppelsternsystemen oder beispielsweise auch in den rotierenden Akkretionsscheiben von Neutronensternen und Schwarzen Löchern lassen sich innerhalb eines Systems verschiedene Rotverschiebungen beobachten. Wenn wir von der Seite auf die Umlaufbahnen schauen, bewegen sich manche Objekte schneller von uns weg als andere. Aus den ermittelten Differenzen lassen sich dann die Umlaufgeschwindigkeiten der emittierenden Objekte bestimmen.

Rot- und Blauverschiebung  
bei den ersten drei Wasserstofflinien der Balmer-Serie.



# Unsere kosmische Adresse

– Von der Lokalen Gruppe bis zu den größten Strukturen des Universums

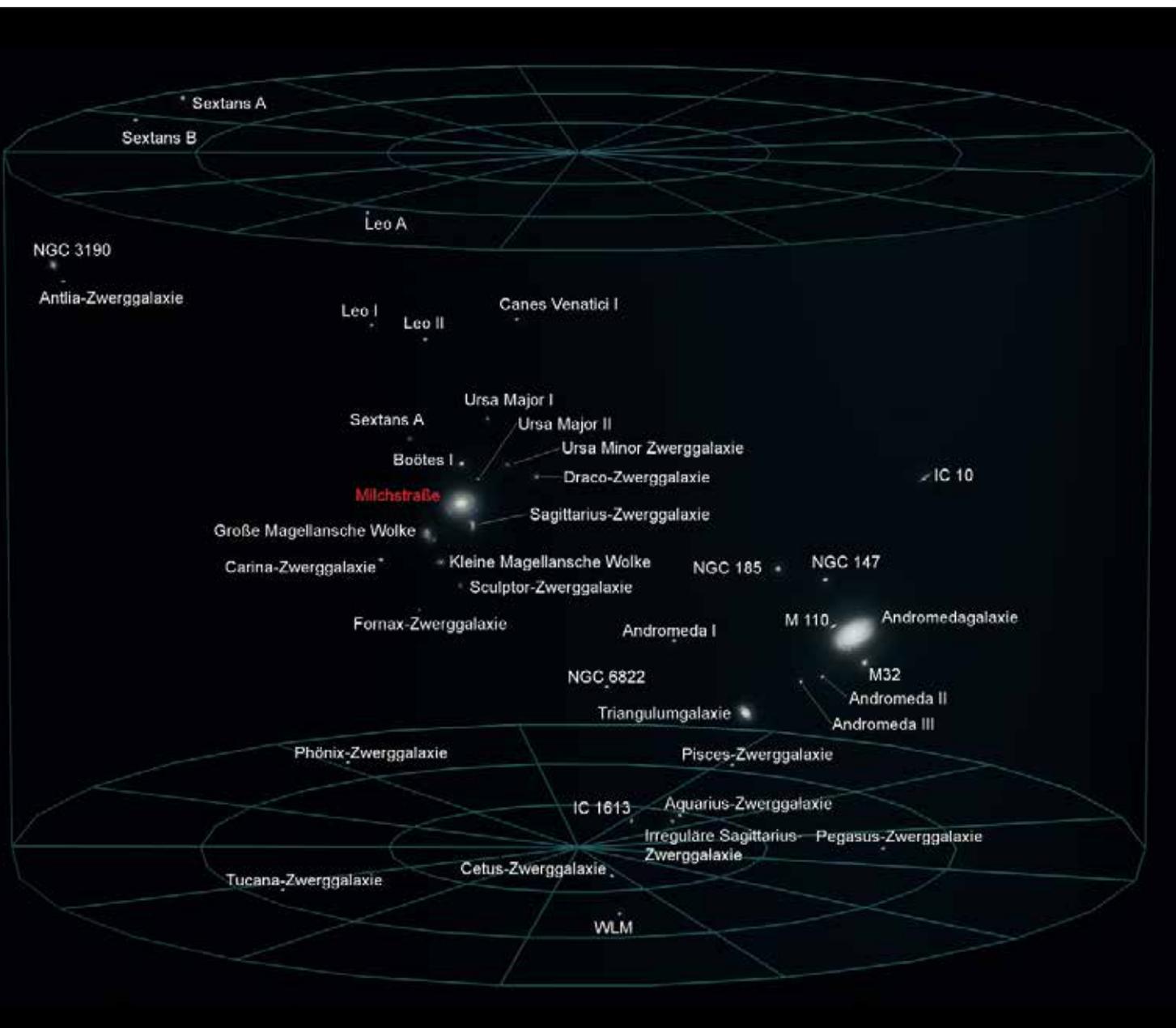
Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

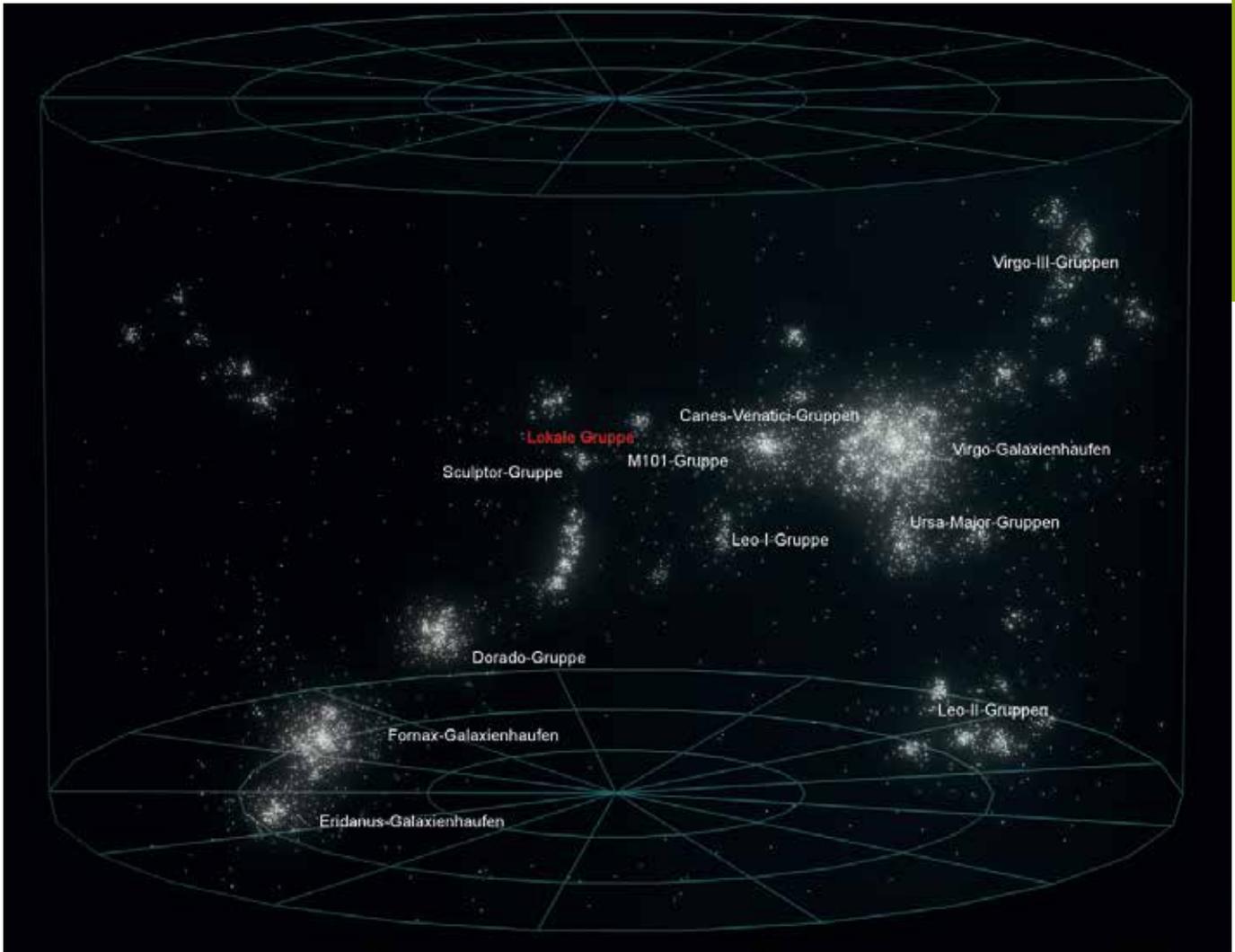
## Die Lokale Gruppe

Im zweiten Teil dieser Serie verlassen wir unsere Heimatgalaxie, die Milchstraße, und stoßen in weitaus gewaltigere Dimensionen vor. Die Milchstraße ist von Zwerggalaxien umgeben, die wie Satelliten um sie kreisen. Elf konnten bisher nachgewiesen werden. Am bekanntesten sind die Große und die Kleine Magellansche Wolke. Dieses System wiederum ist Teil der sogenannten „Lokalen Gruppe“ (Abb. unten), einer gravitativ aneinander gebundenen Ansammlung zweier großer Galaxien, nämlich unserer Milchstraße und der Andromeda-Galaxie (M31), dem viel kleineren Dreiecksnebel

(M33) und etwa 115 Zwerggalaxien. Etwa 95% der Gesamtmasse befinden sich in der Milchstraße und der Andromeda-Galaxie. Letztere ist das am weitesten entfernte Objekt, dass mit dem bloßen Auge erblickt werden kann; die Entfernung beträgt ca. 2,5 Millionen Lichtjahre. Die Lokale Gruppe hat einen Durchmesser von etwa 5 bis 8 Millionen Lichtjahren und gehört in die Kategorie der Galaxienhaufen.

Zur Lokalen Gruppe gehören Milchstraße, Andromeda-Galaxie und etwa 90 Zwerggalaxien, siehe: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Position\\_der\\_Erde\\_im\\_Universum\\_4x2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Position_der_Erde_im_Universum_4x2.png)





## Der Virgo-Superhaufen

Aber auch die Lokale Gruppe ist nur ein kleiner Fleck im Universum, denn sie ist nur ein recht unbedeutender Galaxienhaufen am Rande einer wesentlich größeren Struktur, dem „Virgo-Superhaufen“ bzw. dem „Lokalen Superhaufen“ (Abb. oben), währenddessen sich auf der entgegengesetzten Seite eine riesige Leere auftut, „Lokaler Void“ genannt. Der Virgo-Superhaufen ist eine Ansammlung von mindestens 100 bis 200 Galaxienhaufen mit ca. 10000 Galaxien bzw. einer Billion Sonnenmassen. Er hat einen Durchmesser von 150 bis 200 Millionen Lichtjahren. Sein Zentrum ist der sogenannte „Virgo-Haufen“ mit 2000 Galaxien. In dessen Zentrum wiederum liegt die 53 Millionen Lichtjahre von uns entfernte elliptische Galaxie M87, deren zentrales Schwarzes Loch 2019 fotografiert werden konnte (siehe Mitgliederheft Nr. 17, S. 16-18).

## Laniakea oder Shapley Supercluster?

Wer gedacht hat, dass es nicht noch eine Nummer größer ginge, hat sich getäuscht. Denn der Virgo-Superhaufen ist seinerseits Teil von „Laniakea“ (Abb. Seite 14), einem Groß-Supergalaxienhaufen (Supercluster), der etwa 100.000 große und 1 Million kleine Galaxien umfasst

und einen Durchmesser von 520 Millionen Lichtjahren hat. Und Laniakea wiederum ist nur eine von tausenden vergleichbaren Großstrukturen im All! Die Supercluster wie Laniakea sind spinnennetzartig miteinander verbunden und dazwischen erstrecken sich riesige leere Blasen, die sogenannten „Voids“, mit einem Durchmesser von hunderten von Millionen Lichtjahren. Wie erwähnt, befindet sich unsere Lokale Gruppe am Rande einer solchen leeren Blase. Die neuerdings errechneten Bewegungsmuster der Supercluster deuten darauf hin, dass sich alles auf diese spinnennetzartigen Strukturen zu und von den Voids in einer Weise wegbewegt, dass die Bewegungsbilder an zweipolige Magnetfelder erinnern. So wird Laniakea offenbar von einem etwa 700 Millionen Lichtjahre entfernten Void, der „Dipole Repeller“ genannt wird, förmlich weggedrückt und bewegt sich in Richtung des fast ebenso weit entfernten Shapley-Superclusters (Abb. Seite 15). Allerneueste Untersuchungen lassen Zweifel aufkommen, ob es nicht Laniakea, sondern der gigantische Shapley-Supercluster ist, zu dem unsere Lokale Gruppe und der Virgo-Superhaufen gehören, und der noch deutlich größer ist als Laniakea. Und vielleicht ist sogar Laniakea Teil dieser Megastruktur, wie ein Team um Aurélien Valade vom Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam neuerdings vermutet.

Der Virgo-Superhaufen beinhaltet neben der Lokalen Gruppe auch über 100 andere Galaxienhaufen, siehe: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Position\\_der\\_Erde\\_im\\_Universum\\_4x2.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Position_der_Erde_im_Universum_4x2.png)

zur Abbildung unten:

Supercluster wie Laniakea gehören zu den größten bisher bekannten Struktureinheiten des Universums, siehe: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/07-Laniakea\\_%28LofE07240%29.png/2560px-07-Laniakea\\_%28LofE07240%29.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/81/07-Laniakea_%28LofE07240%29.png/2560px-07-Laniakea_%28LofE07240%29.png)

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

## Die größte Struktur des Universums

Wegen der großen blasenartigen Leerräume und den dazwischen liegenden filamentartigen Supergalaxienhaufen erinnert die allergrößte uns heute bekannte Struktur des Universums an Schaum oder einen Schwamm (Abb. Seite 15). Durch immer größere und bessere Teleskope messen wir elektromagnetische Wellen, die kurz nach dem Urknall entstanden sind und mehr als 13 Milliarden Jahre unterwegs waren. Jedoch haben sich die Objekte, deren Licht wir nach diesem langen Zeitraum empfangen, inzwischen weiter von uns weg bewegt, da sich ja bekanntlich das gesamte Weltraum seit dem Urknall immer weiter ausdehnt. Das Licht, das wir heute beispielsweise von der frühen Galaxie G<sub>n</sub>-z11 empfangen, wurde vor 13,4 Milliarden Jahren ausgesandt, aber diese Galaxie ist heute 32 Milliarden

Lichtjahre von uns entfernt. Es wird angenommen, dass das Universum inzwischen auf eine Größe von etwa 93 Milliarden Lichtjahre im Durchmesser angewachsen ist. Die Zahl der Galaxien im Kosmos wurde nach Auswertungen des Hubble-Weltraumteleskops auf über eine Billion beziffert. Allerneueste Schätzungen kommen hingegen bereits auf 20 Billionen Galaxien! Alle hier genannten Zahlen und Dimensionen sind für uns Menschen nicht fassbar. Wir sind weit davon entfernt, das Universum „verstanden“ zu haben. Was uns bleibt, ist die Ehrfurcht vor den ungeheuren Dimensionen und der Großartigkeit des Weltalls.

Erst seit hundert Jahren wissen wir, dass wir nicht im Zentrum der Milchstraße sind, sondern dass wir vielmehr in überhaupt keinem Zentrum sind. Aber wir haben unseren bescheidenen Platz gefunden und sind Teil des Ganzen mit einer „kosmischen Adresse“.





# 25 Jahre fehlende Satellitengalaxien

Dr. Marcel S. Pawlowski – Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam (AIP)

Zählen, so sollte man meinen, können wir Astronomen, begegnen uns doch sowohl kleine als auch riesige Zahlen. Die Erde wird von einem einzigen Mond umkreist, während Jupiter 90 Monde besitzt. Die Sonne wird von acht Planeten begleitet, ist aber einer von etwa 100 Milliarden Sternen der Milchstraße.

Die Milchstraße selbst ist von kleineren Satellitengalaxien umgeben. Die größten dieser sind die Große und Kleine Magellansche Wolke, die vom Südhimmel aus mit bloßem Auge sichtbar sind. Doch erst 1937 entdeckte Harlow Shapley mit der Sculptor-Zwerggalaxie eine weitere Satellitengalaxie. Ihre diffuse Erscheinung ließ sie und ähnliche Satellitengalaxien lange unerkannt, doch bessere Beobachtungsmethoden sorgten dafür, dass bis zur Jahrtausendwende elf Satellitengalaxien bekannt waren.

## Wie viele Satellitengalaxien werden erwartet?

Um diese Zahl einzuordnen, sind Vorhersagen aus Modellen nötig. Das Standardmodell der Kosmologie beschreibt die Entwicklung des Universums und die Entstehung von Strukturen. Es zeigt, dass die sichtbare Materie, aus der Sterne und Planeten bestehen, nur einen Bruchteil der Gesamtmasse im Universum ausmacht. Der Großteil existiert in Form von Dunkler Materie, einer unsichtbaren, nur gravitativ wirkenden Materieform.

Dunkle Materie wird als neues Elementarteilchen angenommen, das bislang nicht direkt nachgewiesen werden konnte. Ihre Existenz ergibt sich aus indirekten Beobachtungen, etwa der Rotationsgeschwindigkeit von Spiralgalaxien, die so hoch ist, dass sie neben den sichtbaren Sternen zusätzliche Masse erfordert.

Da das Universum sechsmal mehr Dunkle Materie als sichtbare Materie enthält, bestimmt erstere maßgeblich die Entwicklung kosmischer Strukturen. Simulationen zeigen, wie sich eine anfänglich gleichmäßige Masseverteilung unter Gravitationskräften entwickelt. Dichtere Regionen ziehen mehr Materie an und bilden Halos aus Dunkler Materie, in denen sichtbare Galaxien entstehen. Kleinere Halos, sogenannte Subhalos, könnten Satellitengalaxien beherbergen, die sich um größere Galaxien wie die Milchstraße gruppieren.

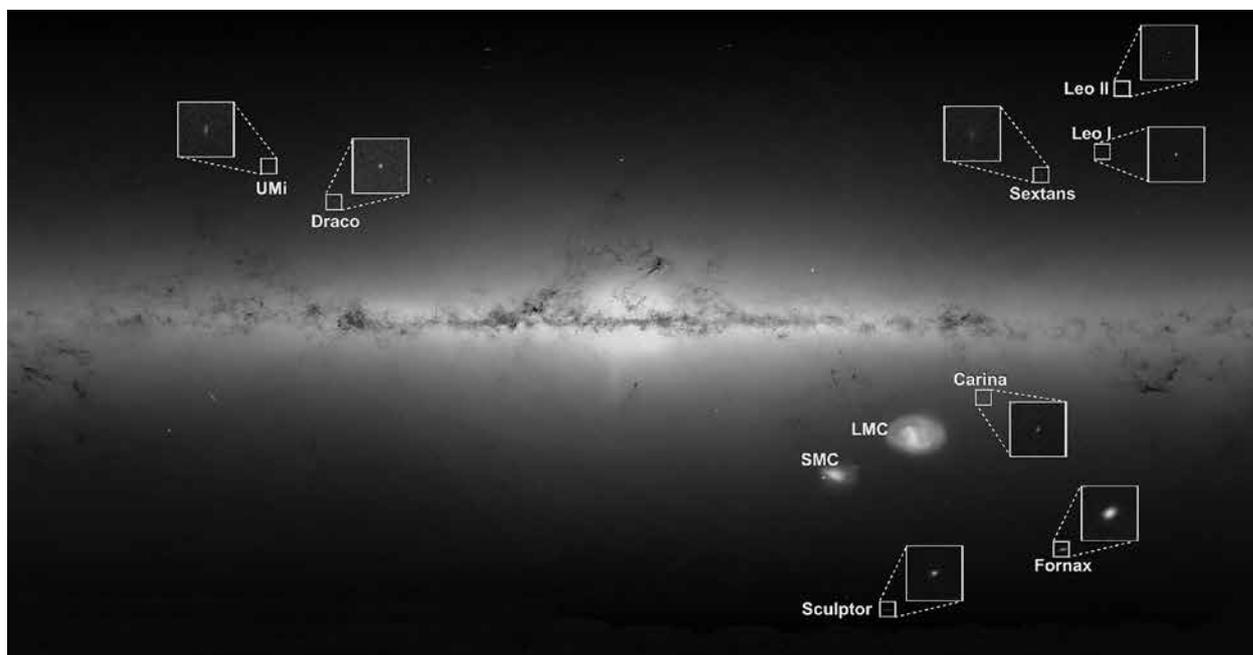
Im Jahr 1999 hatten kosmologische Simulationen genügend Fortschritte gemacht, um die Zahl der erwarteten Subhalos um die Milchstraße vorherzusagen. Zwei Studien kamen unabhängig voneinander zu dem Ergebnis: Es sollten hunderte bis tausende Satellitengalaxien existieren [1, 2].

## Das „Problem der fehlenden Satellitengalaxien“

Doch zu diesem Zeitpunkt waren nur elf Satellitengalaxien bekannt – ein eklatanter Widerspruch, der als das „Problem der fehlenden Satellitengalaxien“ bekannt wurde und das kosmologische Standardmodell infrage stellte. Doch zeigten sich schnell zwei Lösungsansätze: Entweder gibt es noch viele unentdeckte Satellitengalaxien, oder die Simulationen machten falsche Vorhersagen und die tatsächlich zu erwartende Anzahl an Satellitengalaxien ist geringer.

In den letzten 25 Jahren wurden bei beiden Ansätzen bedeutende Fortschritte erzielt. Technologische Entwicklungen, insbesondere CCD-Kameras und leistungsfähigere Computer, ermöglichten systematische Himmelsdurchmusterungen. Diese verbesserten Beobachtungstechniken führten zur Entdeckung sehr

Die Milchstraße und einige ihrer hellsten Zwerggalaxien. Quelle: ESA/Gaia/DPAC



*Subhalos aus Dunkler Materie,  
wie sie um eine Galaxie ähnlich der Milchstraße  
in einer kosmologischen Simulation erwartet werden.  
Quelle: via lactea project / J. Diemand et al. (2008)*

lichtschwacher Zwerggalaxien, die nur wenige hundert Sterne enthalten können. Die Zahl der bekannten Satellitengalaxien der Milchstraße stieg dadurch bis heute auf etwa 60.

Gleichzeitig wurden die Modelle verfeinert: Frühe Simulationen berücksichtigten nur Dunkle Materie, da die Berechnung der der Physik sichtbaren Materie damals zu komplex war. Diese Simulationen bildeten also strenggenommen nur die ohnehin unsichtbare Dunkle Materie ab. Die Berechnung der Entstehung sichtbarer Galaxien erfordert Simulationen, die Gasdynamik, Abkühlung, Sternentstehung und die Rückkopplung von Sternen berücksichtigen. Da diese Prozesse auf unterschiedlichsten Größenskalen wirken – von Milliarden Lichtjahren bis zu wenigen Lichtjahren – müssen Simulationen hierfür vereinfachte Modelle nutzen, deren Parameter an Beobachtungen angepasst werden.

Moderne Simulationen zeigen, dass die kleinsten Halos keine Sterne bilden können, weil ihr Gas nicht abkühlt. Auch können Sternwinde und Supernovae Gas erhitzen und die weitere Sternentstehung unterdrücken. Die vielen ursprünglich vorhergesagten Subhalos sind demnach zwar vorhanden, enthalten aber keine Sterne und somit keine sichtbaren Galaxien, was das Problem der fehlenden Satellitengalaxien teilweise löste.

## Ein neues Problem?

Genügen die Fortschritte, um die beobachtete und die erwartete Zahl an Satellitengalaxien in Einklang zu bringen? Für die Milchstraße scheint das Problem gelöst. Mit angepassten Simulationsparametern liegt die erwartete Zahl sichtbarer Satellitengalaxien nun im Bereich der Beobachtungen.

Doch die Milchstraße könnte eine Ausnahme sein. Um universelle Modelle zu testen, ist es notwendig, andere Galaxien zu untersuchen. Neuere Beobachtungen zeigen jedoch überraschende Abweichungen: So fanden wir um die Galaxie M83 mehr Satellitengalaxien, als Modellrechnungen und Simulationen vorhersagen [3]. Doch als einzelnes Objekt ist auch diese Galaxie möglicherweise speziell. Besser ist es daher, eine größere Stichprobe zu untersuchen. Hierfür betrachteten wir 48 isolierte elliptische Galaxien. Die Beobachtungen des CanadaFrance-Hawaii-Teleskops zeigten, dass diese Galaxien im Durchschnitt von zehn Zwerggalaxien umgeben sind – deutlich mehr als die drei, die moderne Simulationen vorhersagen, wenn wir in ihnen dieselben Beobachtungsbedingungen wie Auswahl an Muttergalaxien, abgedecktes Beobachtungsfeld, und Sensitivität in der Entdeckbarkeit der Galaxien nachstellen [4].



Selbst die Milchstraße bleibt nicht ohne neue Herausforderungen. Eine Studie aus dem Jahr 2024 entdeckte mit dem Subaru-Teleskop mehr Satellitengalaxien in einer kleinen Region, als Modelle erwarten ließen [5]. Diese Abweichung könnte mit der besonderen Verteilung der Satelliten zusammenhängen, die sich entlang einer abgeflachten Ebene bewegen. Dieses Phänomen, bekannt als „Satellitenscheibe“, bleibt schwer erklärbar und stellt eine weitere Herausforderung für das Standardmodell dar (*mehr zu solchen möglichen Problemen des kosmologischen Modells in meinem Buch – siehe Kasten unten*). Es unterstreicht die Notwendigkeit, Simulationen und Modelle zu verfeinern, um die Vielfalt der Beobachtungen besser zu erfassen.

25 Jahre nach der Identifizierung des Problems der fehlenden Satellitengalaxien zeigt sich ein gemischtes Bild: Während das Problem für die Milchstraße als gelöst gilt, führen neue Daten anderer Galaxien zu neuen Herausforderungen. Sind wir bei der Anpassung unserer Simulations-Modelle zu weit gegangen? Das mögliche „Problem der überzähligen Satellitengalaxien“ deutet jedenfalls darauf hin, dass die Modelle noch nicht alle relevanten Prozesse vollständig abbilden.

### Marcel S. Pawlowski

Von tanzenden Galaxien, Dunkler Materie  
und anderen kosmischen Rätseln

FinanzBuch Verlag, München 2024, ISBN 97-8-395972-788-4

#### LITERATUR

- [1] Klypin et al. (1999): *The Astrophysical Journal*, 522, 82.
- [2] Moore et al. (1999): *The Astrophysical Journal*, 524, L19.
- [3] Müller et al. (2024): *Astronomy and Astrophysics*, 684, L6.
- [4] Kanehisa et al. (2024): *Astronomy and Astrophysics*, 686, A280.
- [5] Homma et al. (2024): *Publications of the Astronomical Society of Japan*, 76, 4.

# 60 Jahre „Gemini“

## – der große Zwischenschritt zum Mond

Uwe Marth – WFS Berlin

### Sputnik-Schock

Am 4. Oktober 1957 brachte die Sowjetunion mit Hilfe einer modifizierten Militärrakete den ersten von Menschen gebauten Satelliten, Sputnik – Begleiter genannt, in eine Erdumlaufbahn. Die Schockwirkung war, besonders in den sich selbst als fortschrittlicher und in der Technik führenden USA groß. Um den offensichtlichen Vorteil der Sowjetunion auf- und überholen zu können, wurde zur Koordinierung aller nun beschleunigt zu verfolgenden Weltraumaktivitäten die zivile US-Bundesbehörde National Aeronautics and Space Administration (NASA) gegründet. Dieser Rückblick ist für alle folgenden Schritte, die letztendlich zu den erfolgreichen Mondlandungen zwischen 1969 und 1972 führten, äußerst wichtig. Mit der Gründung der NASA wurden nun nämlich alle Weltraumaktivitäten, die bis dahin der Luftwaffe als militärische Aufgabe unterstanden, zu einer koordinierenden, zivilen Stelle verlagert.

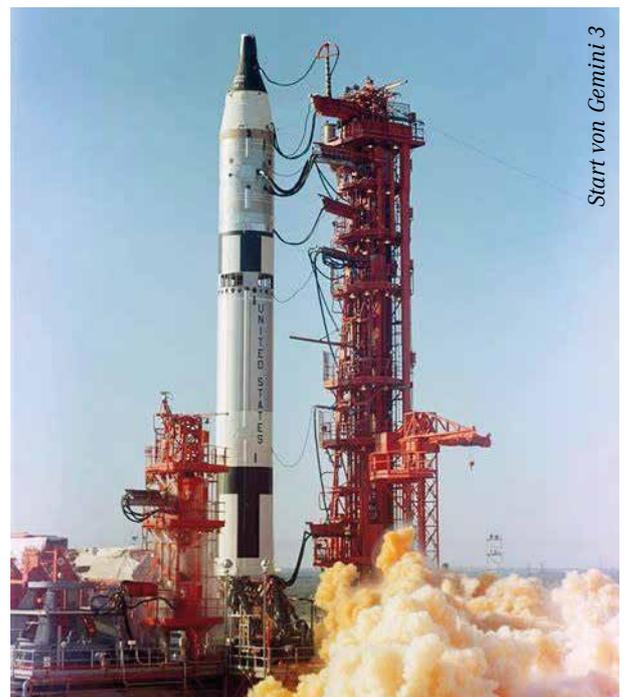
### Die Aufholjagd

Unter dem Zeitdruck war es unabdinglich, dass bis zur Fertigstellung der „Mondrakete“ Saturn 5 alle bis dahin geplanten Raumflüge nur mit Raketen durchgeführt werden konnten, die eigentlich für das Militär entwickelt worden waren und jetzt für die Raumflüge modifiziert werden mussten (Redstone, Atlas und Titan II).

Zu Beginn der 1960er Jahre lag das amerikanische Weltraumprogramm frustrierend weit hinter den sowjetischen Aktivitäten zurück. Man hatte mit der Redstone-Rakete noch nicht einmal ein Gerät, um Astronauten in Umlaufbahnen um die Erde zu schicken. Zwei ballistische Kurztrips von 15 Minuten gab es im Mai und Juli für die USA nach der ersten Erdumrundung der Sowjetunion April 1961 durch Juri Gagarin. Und als German Titow (26 Jahre alt, bis heute der jüngste Raumfahrer, der die Erde umkreist hat) mit Wostok 2 im August 1961 17-mal die Erde umkreist hatte, war der Frust groß. Erst mit Hilfe einer Atlas-Rakete gelang der US-Technik im Februar 1962 durch John Glenn in der Mercurykapsel „Friendship“ eine dreifache Erdumkreisung. Das war der Moment, den Kennedy in Aufsehen erregenden Reden nutzte, um ein unfassbar ehrgeiziges Raumfahrtprogramm mit dem Ziel der Mondlandung vor dem Ende des Jahrzehnts zu verkünden. Bereits 1963 waren die technischen Möglichkeiten des Mercury-Systems mit Flügen verschiedener Dauer ins All ausgereizt. Die Sowjetunion war zu diesem Zeitpunkt immer noch viel weiter. Parallelstarts und Annäherungsflüge mit zwei Wostok-Kapseln waren erfolgreich durchgeführt worden. Im Herbst 1964 war mit dem ersten Drei-Personen-Flug durch Wozod 1

in einer modifizierten Wostok-Kapsel wieder ein Erstflug gelungen. Und nur fünf Tage vor dem ersten bemannten Gemini-Flug am 23. März 1965 gelang am 18. März 1965 noch eine weitere Sensation, als beim Flug von Wozod 2 mit Alexei Leonow der erste Mensch in den freien Weltraum ausstieg. Dann aber verlor das sowjetische Raumfahrtprogramm komplett an Schwung. Wie man erst Jahrzehnte später erfuhr, war der geniale Konstrukteur Sergei Koroljow im Januar 1966 verstorben. Im nachfolgenden, heute gut dokumentierten Kompetenz-Wirrwarr ging der stringente Weg verloren. Gleichwohl schienen die Vereinigten Staaten sich immer noch in einem vermeintlichen Wettlauf mit der Sowjetunion zu befinden. Trotz aller Hektik ging man sehr planvoll vor. Die Zeit war nicht ungenutzt geblieben, denn nach verschiedenen Überlegungen war als machbare Variante das Apollo-System – dreistufige Rakete, zwei separate Raumschiffe – geboren worden. Für die Entwicklungen dieses Systems benötigte man aber mindestens drei, eher vier Jahre.

So wurde ein „Zwischensystem“ entwickelt, um alle notwendigen Techniken für dieses zwar geniale, aber komplizierte Apollo-System zu erproben. Dazu gehörten: selbständige Manöver im Weltraum absolvieren, Kopplungen und Trennungen von Raumschiffen proben, Umstiege im freien Weltraum durchführen und weltraum- und mondaugliche Anzüge entwickeln. All dies war weder vorhanden noch getestet worden. Es musste ein Erprobungssystem her, um Apollo ab 1967 gut vorbereitet starten zu können.



Start von Gemini 3



Virgil Grissom und John Young

Training im Wasserbecken mit John Young



erfolgreich geübt. Ende 1966 war eigentlich klar, dass die Sowjetunion komplett ins Hintertreffen geraten war.

## Das Gemini-Projekt

Bewilligt wurde schon am 7. Dezember 1961 das Gemini-Programm, das vielleicht beeindruckendste Weltraumprogramm der NASA. Nach verschiedenen Überlegungen, u. a. Modifizierung des Mercury-Systems, wurde das Gemini-Raumschiff für zwei Personen komplett neu konstruiert. „Zwilling“, dieser Name stand für das Duo, welches diese Flüge durchführen sollte. Alle für den Wiedereintritt nicht benötigten Teile des Raumschiffes, die Versorgungseinheit und die Manöviereinheit wurden separat gekoppelt, so dass sie nacheinander abgesprengt werden konnten und nur die eigentliche Kapsel mit Bremsfallschirmen zur Erde zurückkehrte. Das Raumschiff war mit einem Kopplungsadapter versehen, die beiden Luken über den Sitzen waren separat zu öffnen, da ja Kopplungen geübt und Ausstiege im Weltall geprobt werden sollten. Und eng war es, denn das Raumschiff war nur 5,8 Meter lang und drei Meter breit. Unfassbar und für die Psyche wohl unglaublich fordernd, dass die beiden Astronauten von Gemini 7 es 14 Tage in dieser Sardinenbüchse aushielten.

In heute für uns extrem kurzer Zeit, von 1964 bis 1966, fanden insgesamt zwölf Gemini-Flüge statt, alle mit Titan II-Raketen und ohne jeden Ausfall. Gemini 1 im April 1964 war ein unbemannter Test von Rakete und Raumschiff auf Belastungen mit drei genau vermessenen, insgesamt 64 Orbits bis zum Verglühen der Kapsel in der Atmosphäre. Gemini 2, ebenfalls noch unbemannt, es kam erst im Januar 1965 zum Start. Hier wurde der sichere Wiedereintritt in die Erdatmosphäre durchgeführt. Danach folgten in nur 20 Monaten zehn Raumflüge mit Astronauten vom 23. März 1965 bis zum 14. November 1966. Ohne tödliche Unfälle, mit allerdings zahlreichen, teilweise dramatischen Momenten, wurden alle Techniken zur Beherrschung der Mondflüge

## Gemini 3 – endlich Astronauten im All

Der Flug von Gemini 3 am 23. März 1965, vor genau 60 Jahren, war dem Test der Kapsel gewidmet. Zum ersten Menschen mit zwei Raumflügen wurde der „Mercuryveteran“ Virgil „Gus“ Grissom als Kommandant. Sein Partner und Co-Pilot wurde John Young aus der zweiten ausgewählten Astronautengruppe der NASA (*zu ihm siehe Mitgliederzeitschrift Nr. 13, 2022*). Die Nennung eines Namens für Gemini-Raumschiffe blieb auf den Namen „Molly Brown“ für Gemini 3 durch V. Grissom beschränkt. Erst ab Apollo 9 wurde dieser Brauch wiederbelebt. Zum Fotografieren hatten die Astronauten in der Flugzeit von 4 Stunden, 52 Minuten und 31 Sekunden kaum Zeit. Auch drei wissenschaftliche Experimente konnten aus Zeitmangel nicht zufriedenstellend durchgeführt werden. Dazu nahm in der kurzen Zeit die Technik alle Aufmerksamkeit in Anspruch. Genervt war die Bodenkontrolle nur von den Krümeln, die ein von Young für Grissom an Bord geschmuggeltes Sandwich im Raumschiff verteilt hatte. Das Raumschiff war perfekt zu manövrieren. Die größte Entfernung (Apogäum) von der Erde betrug 224,2 km, die geringste Höhe (Perigäum) 161,2 km. Am Ende des Fluges wurde die Flugbahn in eine annähernde Kreisbahn abgesenkt, um einen besseren Eintrittspunkt in die Atmosphäre zu erreichen. Durch die falsche Berechnung des Luftwiderstandes landete die Kapsel jedoch 84 Kilometer entfernt vom Flugzeugträger „Intrepid“. Aber Astronauten und Kapsel wurden sicher geborgen.

Die Bewährungsprobe war bestanden, dem Flug von Gemini 4 im Juni 1965, mit einem geplanten spektakulären Akt, stand nichts mehr im Wege. Dazu mehr im übernächsten Mitgliederheft.



Nach der Wasserung wird das Raumschiff „Molly Brown“ geborgen.

# Informationen für unsere Mitglieder

An alle Mitglieder

**Einladung zur ordentlichen Mitgliederversammlung  
am Mittwoch, 2. April 2025, um 19:00 Uhr  
im Rathaus Schöneberg, John-F. Kennedy Platz**

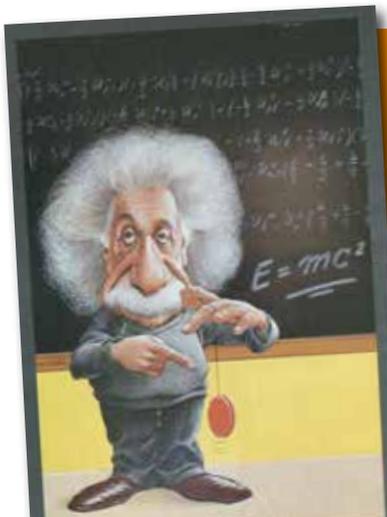
**Tagesordnung:**

- TOP 1 Bericht des Vorstandes
- TOP 2 Aussprache
- TOP 3 Bericht der Kassenprüfer
- TOP 4 Entlastung des Vorstandes
- TOP 5 Wahl der Kassenprüfer für 2025
- TOP 6 Verschiedenes

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

**Berlin-Schöneberg, 29. Dezember 2024**

- Gez.: Dr. Karl-Friedrich Hoffmann (1. Vorsitzender)
- Dr. Friedhelm Pedde (2. Vorsitzender)
- Livia Cordis (Schatzmeisterin)
- Gerold Faß (Schriftführer)
- Dieter Maiwald (stellvertretender Schriftführer)



## ÖFFNUNGSZEITEN BIBLIOTHEK

Die Bibliothek in der Sternwarte hat jeden Mittwoch  
von 16:00 Uhr bis 19:00 Uhr geöffnet.

### „EINSTEIN-AUSSTELLUNG“

Von März bis Juni wird in einer  
kleinen „EINSTEIN-AUSSTELLUNG“  
unsere gesamte Literatur über Albert Einstein präsentiert.

Die Besucher können alle Neuzugänge des Jahres 2024 lesen.

- 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 Rathaus Schöneberg 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: 80,- EUR normal; 40,- EUR ermäßigt (ab 2024)
- Bankverbindung Berliner Volksbank  
IBAN DE17 1009 0000 2807 6560 00

TIPPS \* TERMINE



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

Arbeitsgruppen



In der AG ASTRO-PRAXIS werden den Teilnehmern die Vorbereitung eigener Beobachtungen, die Aufstellung und Bedienung von Teleskopen und das Einstellen von Himmelsobjekten nahegebracht. Sowohl klassisch, ohne Elektronik und Computer, als auch mit GOTO-Teleskopen und Internet.

Dazu gibt es ein Skript „Teleskopführerschein“ und Übungsblätter. Das Wissen wird dann später in Projekten vertieft. Auch auf die Astrofotografie wird eingegangen. In den letzten Jahren gab es viele Innovationen in der Amateur-Astronomie. Dieses Hobby ist heute auch sehr computerlastig geworden. Auf der einen Seite wird uns die Arbeit erleichtert und auf der anderen Seite wird der Einsteiger bzw. der Wiedereinsteiger überfordert. Das breite Spektrum heutiger Tätigkeiten soll aufgezeigt werden.

Ziel der AG ist es, die praktische Astronomie im Verein zu verbreiten, ein Team aufzubauen und ein Ansprechpartner in Sachen praktischer Astronomie zu sein.

Die neue AG Astro-Praxis trifft sich am 1. und 3. Montag des Monats um 19.00 Uhr auf der Sternwarte und wird geleitet von Dieter Maiwald und Matthias Kiehl. Teilnehmen kann jedes interessierte Vereinsmitglied.

Anmeldung: kiehl@wfs.berlin, vorstand@wfs.berlin

Die AG ASTRONOMIEGESCHICHTE (AGAG) trifft sich jeden ersten Dienstag im Monat um 18.30 Uhr im Hörsaal der Sternwarte. Vorträge und Tagesausflüge zu relevanten Orten sind im Programm.

Ansprechpartner: Tobias Günther und Philipp Dufft  
agagberlin@gmail.com

Die BERLINER MONDBEOBACHTER treffen sich regelmäßig online zu virtuellen Sitzungen via Skype und stellen diese Treffen dann als „Mondprotokolle“ ins Netz.

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

Kurse

Der WELTALL-FORSCHER-CLUB bietet ab Herbst neue Kurse an – für Kinder von 10 bis 13 Jahren und für Jugendliche ab 14 Jahren. Themenschwerpunkte sind Experimente in der Physik und Astronomie.

Anmeldung unter [www.planetarium.berlin](http://www.planetarium.berlin)



UNSERE NEUE POSTADRESSE Verein Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.  
Postfach 330 141, 14171 Berlin  
vorstand@wfs.berlin, www.wfs.berlin

- 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),  
Livia Cordis (Schatzmeisterin), Gerold Faß (Schriftführer), Dieter Maiwald (stellvertretender Schriftführer)
- Beirat** Prof. Dr.-Ing. Felix Gross, Siglinde Hacke, Uwe Marth, Dr. Markus Bautsch
- Redaktion** Gerold Faß | **Co-Redaktion** Dr. Friedhelm Pedde
- Lektorin** Ingrid Vötter (außer Seiten 30, 31)
- 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

Auflage | Druck 1.000 Exemplare | 3x im Jahr | ROCO Druck GmbH, Wolfenbüttel

ISSN 2940-9330

# Die neue Hilde-Archenhold-Brücke

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

Am 18. November 2024 wurde im Bezirk Treptow-Köpenick eine Brücke für Fußgänger und Radfahrer eingeweiht, die über das Adlergestell und die parallel verlaufenden Gleisanlagen führt und ein bis dahin schier unüberwindliches Hindernis zwischen den Ortsteilen Johannisthal und Adlershof überwindet. Es handelt sich um eine wetterfeste Aluminiumbrücke – die erste in Berlin. Es ist Oliver Igel, dem Bezirksbürgermeister von Treptow-Köpenick, persönlich zu verdanken, dass diese Brücke nach Hilde Archenhold benannt worden ist.

Hilde Archenhold (1900-1944) war die Tochter von Friedrich Simon Archenhold und seiner Frau Alice, den Gründern der Treptower Sternwarte. Wegen ihrer ursprünglich jüdischen Herkunft wurde die Familie Archenhold 1936 von den Nationalsozialisten aus der Sternwarte, die auch ihr Wohnsitz war, vertrieben. Alice Archenhold und ihre Tochter Hilde wurden 1942 nach Theresienstadt deportiert, wo beide Frauen umkamen; Alice starb bereits am 9. Februar 1943, Tochter Hilde im März 1944 (siehe dazu *Mitgliederzeitung Nr. 10, 9-11*). Für Friedrich Simon, Alice und Hilde sowie für die beiden Söhne Günter und Horst („Fred“), die nach England ins Exil entkommen konnten, wurden am 13. Oktober 2023 vor dem Eingang der Archenhold-Sternwarte Stolpersteine verlegt (siehe dazu *Mitgliederzeitung Nr. 19, 3-5*).

Am Tage der Brückeneinweihung erschien trotz eines unangenehm kalten Windes eine große Zahl von Besuchern, die teilweise von weit her angereist waren. Alison Archenhold, die Nichte von Hilde Archenhold, sowie einige jüngere Familienmitglieder waren zur Eröffnungsfeierlichkeit erschienen, ebenso viele Schülerinnen und Schüler mit ihren Lehrerinnen des Archenhold-Gymnasiums.



Nach kurzen Reden von Senator Christian Gaebler, der Senatorin Ute Bonde und dem Bezirksbürgermeister Oliver Igel wurde, zusammen mit Alison Archenhold, das übliche Absperrband durchgeschnitten (*Abb. unten*), das Namensschild der Brücke enthüllt und damit die Brücke eröffnet. Die Schüler des Archenhold-Gymnasiums trugen durch Musik und kurze Reden – wie schon vor einem Jahr zur Stolpersteinverlegung – aktiv zum Gedenken an Hilde Archenhold bei (*Abb. unten links*).

Möge der Name „Hilde-Archenhold-Brücke“ (*Abb. oben*) in Zukunft viele Menschen an die Schrecken und die Opfer des Nationalsozialismus erinnern. Die Berliner Bevölkerung hat sich in großer Zahl von Friedrich Simon und Alice Archenhold sowie Günter Archenhold als Nachfolger seines Vaters in der Sternwarte Treptow einige Jahrzehnte lang das Weltall erklären lassen. Ohne diese Familie wäre Berlin als astronomischer Standort heute sicherlich um einiges ärmer. Und die Treptower Sternwarte, die heute Archenhold-Sternwarte heißt, ist immer noch ein Besuchermagnet.



## Jahrestage – kurz erwähnt

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

VOR  
2300  
JAHREN

Im Jahre 276 v. Chr. wurde in der griechischen Stadt Kyrene im heutigen Libyen der griechische Universalgelehrte Eratosthenes geboren. Er leitete viele Jahrzehnte die berühmte Bibliothek von Alexandrien und beschäftigte sich in seinem Leben mit Geographie, Astronomie, Geschichte und vielen anderen Wissenschaften. Von seinem umfangreichen Werk sind nur wenige Schriften fragmentarisch erhalten geblieben. Eratosthenes hielt die Erde bereits für eine Kugel. Hervorzuheben ist in seinem Werk „Über die Vermessung der Erde“ seine Berechnung des Erdumfanges. Da am Tage der Sommersonnenwende im südägyptischen Syene (heute Assuan) am Mittag die Sonne senkrecht in einen Brunnen schien, sie jedoch im 5000 „Stadien“ entfernten nordägyptischen Alexandrien in einem Winkel von einem fünfzigsten Teil des Kreises stand, schlussfolgerte er, dass der Erdumfang  $50 \times 5000$  Stadien, also 250000 Stadien betragen müsse. Das Längenmaß „Stadion“ war regional unterschiedlich; es betrug nach Plinius dem Älteren vermutlich 157,5 m. Das ergäbe einen Erdumfang von 39375 km, was vom tatsächlichen Erdumfang von 40075 km nur um 700 km abweicht. In derselben Schrift äußerte Eratosthenes sich über die Polar- und Wendekreise, über die Ekliptik, die Größe von Sonne und Mond sowie Sonnen- und Mondfinsternisse. In seinem „Sternbuch“ katalogisierte er Fixsterne nach ihrer Helligkeit und beschrieb zahlreiche Mythen über die Himmelskörper. Sein Werk „Über den achtjährigen Zyklus“ behandelte das Problem von Sonnen- und Mondjahren und den Ungenauigkeiten in der Kalenderrechnung. Sein berühmtestes Werk in der Antike war die „Geographie“ (der Begriff geht sogar auf ihn zurück). Er verstand die Alte Welt als eine große Insel und dass man von der Iberischen Halbinsel aus, Richtung Westen segelnd, Indien erreichen könne – dies alles etwa 1700 Jahre vor Kolumbus! Eratosthenes starb 194 v. Chr. in Alexandrien.

VOR  
150  
JAHREN

Am 11.4.1875 starb der 1789 in Dessau geborene Botaniker und Amateur-Astronom Samuel Heinrich Schwabe. Nach einigen Jahren als Apotheker hatte er sich finanziell unabhängig gemacht und widmete sich ab etwa 1825 der Astronomie und insbesondere der Sonne, die er 32 Jahre lang fast täglich observierte und daher als Begründer der Sonnenbeobachtung betrachtet werden kann. 1838 war er auf die Sonnenflecken aufmerksam geworden und sagte nach fünf Jahren zunächst einen Zyklus von zehn Jahren voraus, der danach auf elf Jahre korrigiert wurde und seither nach ihm „Schwabe-Zyklus“ genannt wird. Er war seit 1868 Mitglied der britischen Royal Society, die nach seinem Tode viele seiner Beobachtungen publizierte.

VOR  
100  
JAHREN

Am 16.5.1925 wurde Nancy Grace Roman in Nashville, Tennessee geboren. Schon als Kind gründete sie einen Astronomie-Club. Entgegen allen Widerständen an ihrer Schule und später an der Universität wegen ihres Geschlechts studierte sie Astronomie in Chicago und erwarb 1949 ihren Doktorgrad. Von da an arbeitete sie zunächst am Yerkes Observatory bei Chicago und forschte über Zusammensetzungen der Sterne und ihre Verteilung in der Milchstraße. Zehn Jahre später wurde sie bei der NASA die erste Chef-Astronomin und beschäftigte sich mit einem Programm zur Entwicklung von Weltraumsatelliten. Sie ist für den Bau von 20 Satelliten mitverantwortlich, von denen ihr der „International Ultraviolet Explorer“, der von 1978-1996 in Betrieb war, der Wichtigste war. Mitte der 1960er Jahre gründete sie ein Komitee zur Entwicklung eines Weltraumteleskops und setzte nach langjährigem Einsatz durch, dass das weltberühmte „Hubble Space Telescope“ gebaut wurde. Daher trägt sie den inoffiziellen, liebevollen Ehrentitel „Mutter von Hubble“. Nancy Grace Roman starb im hohen Alter von 93 Jahren am 25.12.2018. Im Oktober 2027 wird die NASA ein Infrarotteleskop in eine Umlaufbahn bringen, das nach ihr „Nancy Roman Space Telescope“ benannt ist.



# Albert Einstein 1879 - 1955

Gerold Faß – WFS Berlin

Im „Wunderjahr“ 1905 begründete Albert Einstein in mehreren Arbeiten (die in den „Annalen der Physik“ erschienen sind) die Lichtquantentheorie – für die er 1922 den Nobelpreis erhielt –, die Spezielle Relativitätstheorie und bewies endgültig die Existenz der Atome. Aus der Relativitätstheorie folgte Einstein 1906 die berühmte Relation  $E = mc^2$ . (Foto bearbeitet)

$E = mc^2$  ist eine der Urformeln des Kosmos. Sie ist die Grundlage der Kernfusion in den Sternen, ohne die es keine Energie, kein Licht, keine **schweren Elemente, keine terrestrischen Planeten und auch kein menschliches Leben gäbe.**

Professor Dieter B. Herrmann schrieb anlässlich des EINSTEIN-JAHRES 2005:



Einstein-Erinnerungstafel von Hans Füssl (1979) am Eingang zum Großen Saal (Einstein-Saal) der Archenhold-Sternwarte. Foto: M. Dohrmann

Am 2. Juni 1915 sprach Einstein in der Treptower Sternwarte – heute Archenhold-Sternwarte – erstmals öffentlich über seine beiden Relativitätstheorien, der Speziellen Relativitätstheorie und der Allgemeinen Relativitätstheorie. Die „Vossische Zeitung“ schrieb dazu 1915: „Erstaunlich ist die Tatsache, dass Einstein – anders als viele seiner berühmten Kollegen – überhaupt bereit war, vor Laien über seine Forschungen zu sprechen.“

Albert Einsteins Überzeugung:

„Der Glaube an eine vom wahrnehmenden Subjekt unabhängige Außenwelt liegt aller Naturwissenschaft zugrunde.“

*Einstein, A.: Mein Weltbild. Frankfurt/M. und Berlin 1965*

Einstein war aber nicht nur der bahnbrechende Forscher, sondern auch ein großer praktischer Ethiker und Humanist. Er hinterließ uns, gerade aus seinen späteren Lebensjahren, besondere ethisch geprägte Lebensweisheiten wie:

*Albert Einstein*

„Die besten Dinge im Leben sind nicht die, die man für Geld bekommt.“

„Die Welt wird nicht bedroht von den Menschen, die böse sind, sondern von denen, die das Böse zulassen.“

■ Zur Erinnerung an Albert Einstein sind in diesem Jahr sämtliche in der Bibliothek der Wilhelm-Foerster-Sternwarte vorhandenen Publikationen über Einstein einzusehen. Hier eine kleine Auswahl:



Ausgabe 1920

# Dr. Wolfgang Hasse – Bildung an der WFS

Ehrenmitglied der Wilhelm-Foerster-Sternwarte

*Albert Einstein*

*„Fantasie ist wichtiger als Wissen,  
denn Wissen ist begrenzt.“*

*Der zweite Teil dieser Erkenntnis von Einstein „denn Wissen ist begrenzt“, wird leider in Zitaten oft fortgelassen.*

## Dr. Wolfgang Hasse

Als 13jähriger wurde Wolfgang Hasse bereits im Jahr 1969 Mitglied im Verein der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V.. Der Besuch der wissenschaftlichen Mittwochsvorträge im Planetarium und die Fernrohrbeobachtungen auf der Sternwarte begeisterten ihn so für die Astronomie, dass er später als Erwachsener Physik an der TU Berlin studierte. Wolfgang Hasse promovierte 1991 an der TU mit dem Thema „Geometrische Auswertungsmethoden für kosmologische Beobachtungen“.

Ab 1993 hielt Dr. Wolfgang Hasse am Institut für Theoretische Physik der Technischen Universität Berlin regelmäßig die Vorlesung „Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie“.

### Lieber Dr. Wolfgang Hasse,

so wie eine pikante Kartoffelsuppe erst mit einer kleinen Prise Salz unsere Gaumen verwöhnt, so regt dein feiner Humor in deinen Vorlesungen unser Hirn dazu an, die Relativitätstheorie ansatzweise zu verstehen. Du hast das Talent, schwierige physikalische Zusammenhänge für uns begreiflich zu machen.

Zum Glück hast du dieses Talent nicht nur in deinem zweiten Zuhause, der TU Berlin gezeigt, sondern über Jahrzehnte in der Bildungsarbeit im Zeiss-Planetarium und in der Sternwarte auf dem Insulaner.

Besonders hast du „Jugend forscht“-Arbeiten initiiert und betreut, die des öfteren hohe Preise im Berliner und im Bundeswettbewerb erzielten.

Damit SchülerInnen von Berliner Gymnasien Abiturarbeiten über die „Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit anhand der Verfinsterungen der Jupitermonde“ schreiben konnten, erhielten sie bei dir erst einmal einen kleinen Aufbaukurs in der gehobenen Mathematik. Die notwendigen Himmelsbeobachtungen für diese Arbeit zogen sich dann schon mal ein halbes Jahr hin. Damit SchülerInnen und StudentInnen der TU nach der fachkundigen Einweisung auch selbständig mit dem 6-Zoll-Doppelrefraktor den Himmel beobachten konnten, schriebst du eine Betriebsanleitung für dieses Teleskop.

Du hast viele StudentInnen bei Ihren Bachelor- und Masterarbeiten und auch bei Ihren Promotionen an der

TU unterstützt. Oft hast Du sie im Hörsaal der Sternwarte mit der höheren Mathematik vertraut gemacht. Unvergessen sind diese Privatvorlesungen am Donnerstagabend. Wir nannten diese „Billard um halb Zehn“. Ein Resultat daraus ist die Arbeit „Billard in nichtkausalen Kosmonen-Raumzeiten“ von David Klawonn und Martin Herfuth, in der sie die Phänomene der sogenannten „kosmischen Strings“ erforschten.

Zu deinen vielen wissenschaftlichen Fachbeiträgen fehlt mir der Überblick.

Als in einer Umbauphase des Planetariums keine Seminarräume für deine Lehrtätigkeiten zur Verfügung standen, hast du ein SchülerInnen-Seminar zum Thema „Physik der Sonne“ an die TU verlegt.

Das war gut so.

Lieber Wolfgang, ist Phantasie wirklich wichtiger als Wissen, gerade weil das Wissen begrenzt ist?

Oder ist es nicht auch so, dass ich angeregt durch meine Phantasie mehr wissen will, um zu erfahren, ob meine Vorstellungen überhaupt einen realen Sinn haben? Erkenntnisreich für mich zu diesem Thema war dein unvergessener Vortrag „Sind Zeitreisen möglich“ im Planetarium am Insulaner. Du hast schlüssig bewiesen, dass Zeitreisen nicht möglich sind. Das führte dazu, dass ich mehr wissen will, um auch weitere Phantasievorstellungen wissenschaftlich auf einen realen Bezug abzuklopfen.

Lieber Dr. Wolfgang Hasse, du hast das Bildungsangebot des Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. bis heute maßgeblich geprägt und mit deinem Engagement unseren Verein „reicher“ gemacht.

Lieber Dr. Wolfgang Hasse, nicht nur ich bin sehr stolz und glücklich darüber, dass du Ehrenmitglied in unserem Verein bist.

Gerold Faß



Sonnenteleskop mit dem Halle-Lyot-Filter,  
zusammen mit dem 6-Zoll-Doppelrefraktor

## Impressionen aus der neu renovierten Sternwarte

Vom Frühjahr bis zum Herbst 2024 wurde im Auftrag der BIM (Berliner Immobilien Management) in Zusammenarbeit mit der Denkmalschutzbehörde in Schöneberg die Sternwarte auf dem Insulaner von außen und von innen denkmalgerecht neu gestaltet.

Seitdem präsentiert sich das Foyer wieder in seiner ursprünglich zurückhaltenden Farbgebung von 1963.

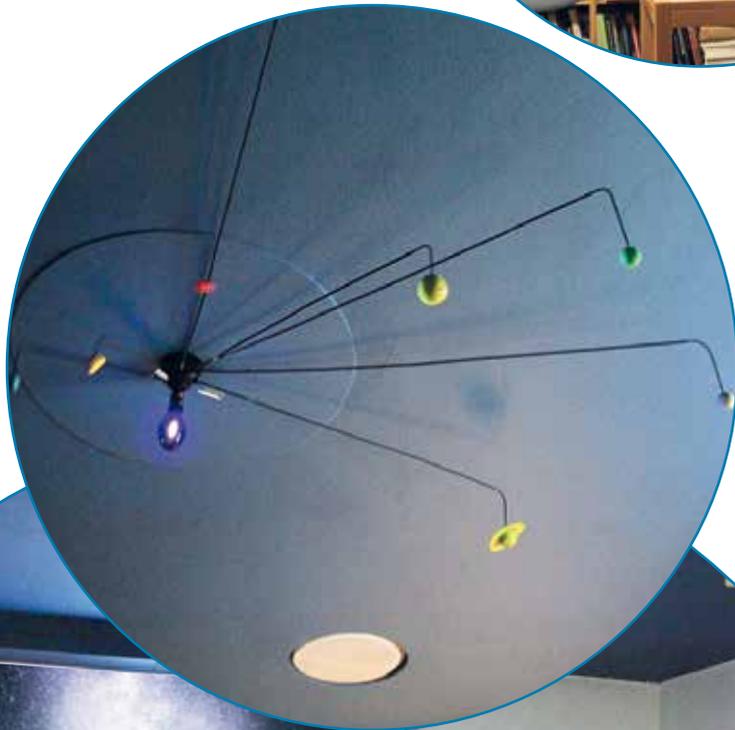
Alle Räume strahlen wieder in ihrer alten, leicht vornehm wirkenden Eleganz.



Gerold Faß – WFS Berlin

Hingucker sind das kleine Fenster des Kassenhäuschens und der Orionnebel an der Decke. Im Hörsaal kann das Deckenplanetarium bewundert werden.

Der kleine, mit einem Geländer versehene Aufgang zur Sternwartenkuppel ist einmalig schön gestaltet.



# Unsere Sonne

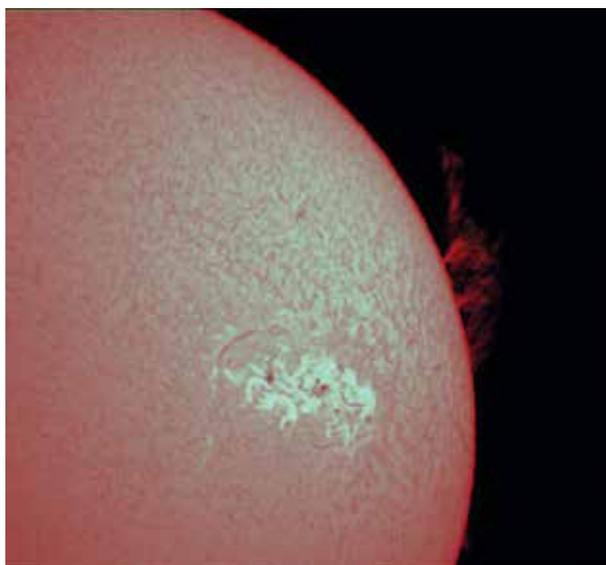
– Fotoausstellung

Das Jahr 2024 war ein Jahr mit erhöhter Sonnenaktivität, die sich durch vermehrte Sonnenflecken und Protuberanzen bemerkbar machte.

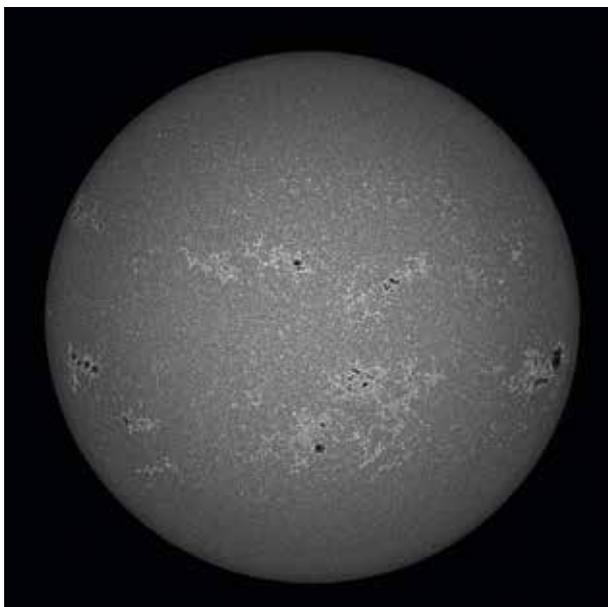
*Jörg-R. Kropp, 26.6.2024 in Berlin-Rudow  
APO mit 71mm Öffnung und 360mm Brennweite  
auf HEQ5 Montierung, aufgenommen fokal  
mit CMOS Kamera ASI183MM, Filter: Folienfilter ND3.9  
+ Calcium Linienfilter (5nm HWB bei 393nm)*



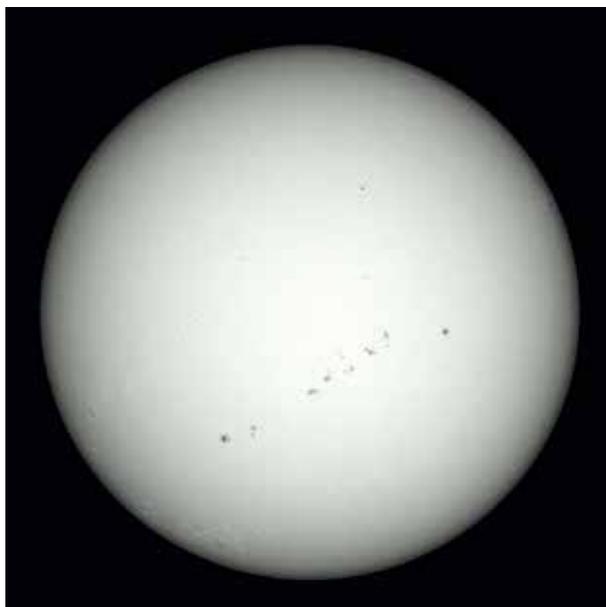
*Jürgen Amelang, am 20.7.2024, 12:01 Uhr in Zeuthen;  
Fernrohr Vixen 140/800, Baader Sonnenfolie, Kamera ASI  
1600MCpro, Montierung SXP 2, 66x0,3ms*



*Jörg-R. Kropp, 15.7.2024 in Berlin-Rudow,  
mit relativ breitbandigem Rotfilter (HWB 40nm)*



*Jürgen Amelang, am 20.7.2024, 12:01 Uhr in Zeuthen;  
Fernrohr Vixen 140/800, Baader Sonnenfolie,  
Kamera ASI 1600MCpro, Montierung SXP 2, 66x0,3ms*



Auf unsere Einladung hin haben einige Mitglieder selbst gemachte Sonnenfotos eingeschickt, von denen wir hier eine kleine Auswahl abbilden.

Allen einen herzlichen Dank!

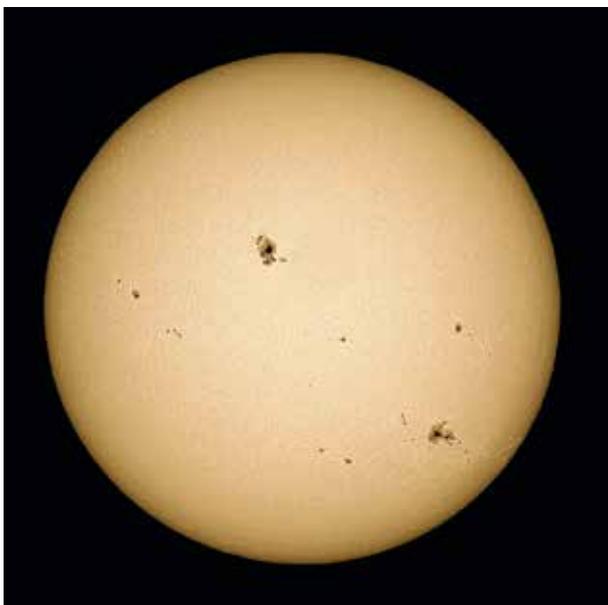
*Dr. Markus Bautsch am 29.7.2024 um 14:38 Uhr  
in Berlin-Lankwitz;  
Leica DG Vario-Elmar 100-400mm 4.0-6.3 asphärisch  
@ 400 mm / 7.1 mit Neutralsdichtefilter ND3;  
Panasonic Lumix DC-G9 II (Micro Four Thirds),  
Belichtung 1/32000 Sekunde, ISO 100,  
Farbtemperatur 5600 Kelvin, Belichtungswert 21,1 EV*



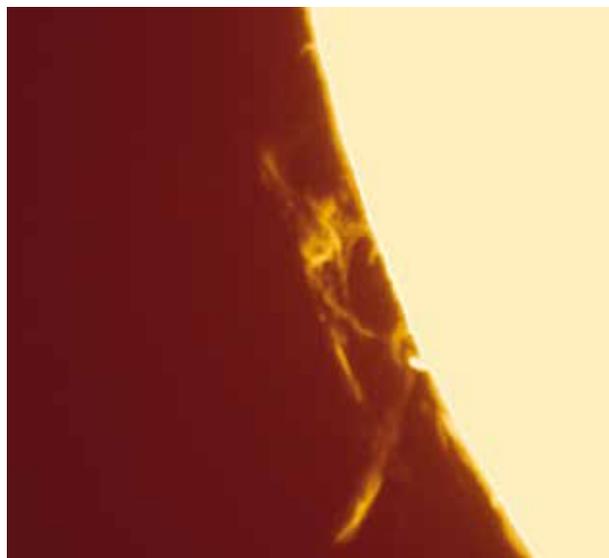
*Jürgen Stolze im September 2024 in Berlin-Zehlendorf,  
Lunt 60/500 und asi290*



*Mario Kacner am 13.8.2024 in Stahnsdorf;  
Kamera Panasonic Lumix G9M2, Objektiv Panasonic Leica  
DG Vario-Elmar 1:4,0 - 6,3, 100-400 mm plus Sonnenfilter  
(Glasfilter), F/11, 1/2.000 Sek., ISO 50*



*Jürgen Stolze am 5.12.2024 in Berlin-Zehlendorf,  
Lunt 60/500 B600*



# Sonne, Mond und Planeten

– von Februar bis Mai 2025

Uwe Marth – WFS Berlin

## Sonnenlauf

Der Frühling kommt näher, denn März, April und Mai, der Hauptteil unserer Mitteilungen, gehört meteorologisch ja bereits zum Frühling. Astronomisch begründet beginnt der Frühling in diesem Jahr ganz exakt aber erst am 20. März 2025, um 10.01 Uhr MEZ. Ab diesem Zeitpunkt, die Sonne steht dann senkrecht über dem Äquator, bleibt die Sonne länger über dem Horizont als unter ihm. Dies gilt für die Nordhalbkugel der Erde. Da die Erde aber auf der Bahn um die Sonne nicht stillsteht, gibt es genau genommen immer nur einen genau definierten Punkt auf der Erde, wo die Sonne an diesem Tag für eine Sekunde exakt im Zenit steht. Dieser Ort liegt in diesem Jahr im Indischen Ozean vor der Küste Ostafrikas. Am 29. März 2025 kommt es zu einer auch für uns sichtbaren Partiellen Sonnenfinsternis. Leider nimmt von Nord-West nach Süd-Ost über Europa der Bedeckungsgrad stark ab. Während Aachen 21,5 % Bedeckung erreicht, sind es in Berlin nur 15,4 %. Wer mehr will: Potsdam erreicht 15,6 % Bedeckung. Achtung, Potsdam beginnt mit der Verfinsternung eine Minute vor Berlin um 11.31 Uhr. Berlin endet dann eine Minute nach Potsdam um 13.08 Uhr. Die maximale Bedeckung ist um 12.20 Uhr in Berlin und eine Minute früher in Potsdam erreicht. Hoffen wir auf gute Sichtbarkeit. Am 30. März 2025 werden wieder die Uhren auf Mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) umgestellt. Dies hat keine astronomische Relevanz.

## Mondlauf

Im Zeitraum von Februar bis Mai 2025 kommt es zu vier Vollmonden. Sie sind am 12. Februar, 14. März, 13. April und 12. Mai. Dabei kommt es in diesem Jahr zu zwei erstaunlichen Ereignissen, die beide mit dem Datum des 1. Vollmondes im Frühling, am Sonntag dem 13. April, um exakt 2.55 Uhr (MESZ) zu tun haben.

Wäre 3 Stunden eher Vollmond, dann würde Ostern schon am 13. April gefeiert. Dieser späte Termin des Vollmondes führt außerdem dazu, dass sowohl nach dem gregorianischen, wie auch nach dem in den Ostkirchen geltenden julianischen Kalender Frühling ist. So feiern in 2025 alle christlichen Konfessionen am selben Tag Ostern, nämlich am 20. April 2025 (siehe auch WFS Mitglieder-Magazine 2 (2019) und 6 (2020)). Durch die Bahnlage des Mondes kommt es fast immer zu einer Kombination von einer Sonnenfinsternis mit einer davor oder danach liegenden Mondfinsternis. Die Mondbahnebene ist zur Sonnenbahnebene der Ekliptik um etwa 5 Grad geneigt. Zwei Mal im Laufe eines Monats schneidet der Mond an diesen sogenannten Knoten die Ekliptik. Wenn Sonne, Erde und Mond dann ungefähr in einer Linie stehen, kommt es zu Finsternissen.

So kommt es vor der SoFi am 29. März am 14. März sogar zu einer Totalen Mondfinsternis. Sie beginnt mit dem Eintritt in den Halbschatten um 4.56 Uhr. Ab 6.09 Uhr tritt der Mond in den Kernschatten ein. Um 7.26 Uhr beginnt die Totalität. Leider geht genau zu dieser Zeit der Mond unter. Das Ende der Totalität wäre nur in Island oder an der Westküste Portugals zu erleben. Die gesamte Finsternis ist nur in Amerika erlebbar.

Zur Vollständigkeit hier noch die Neumonde von Februar bis Mai 2025 ( 28. Februar, 29. März, 27. April und 27. Mai).

Und kein Aprilscherz: Drei Tage nach Neumond, am 1. April bedeckt der schmale Sichelmond mit seiner unbeleuchteten Seite ab 22.55 Uhr MESZ bis 00.20 Uhr (2. April) nacheinander die Plejaden Elektra, Merope, Alkyone und ihren „Vater“ Atlas. Der Mond geht aber in der Bedeckungszeit unter. Es folgen später im Laufe dieses Jahres noch weitere Bedeckungen der Plejaden.

**MERKUR** bietet die einzig richtig gute Abendsichtbarkeit im Jahr 2025 in unseren Breiten von Ende Februar bis etwa 12. März, mit den besten Chancen zwischen dem 1. und 10. März. Der östliche Winkelabstand (Elongation) ist mit  $18^{\circ}15'$  recht gering. So ist die Beobachtungszeit nicht sehr lang. Sie dauert von 18.40 bis 19.20 Uhr bei einer Helligkeit von  $-1,0$  mag, von 19.10 Uhr bis 19.40 Uhr. Am 10.03. bei nur noch  $0,0$  mag. Ein Fernglas zur Hilfe dürfte in jedem Fall gut sein. Der Sichelmond am 1. März, der genau zwischen Venus (oberhalb) und Merkur (unterhalb) steht, könnte

auch helfen. Da Venus rückläufig und Merkur noch rechtläufig in den Fischen unterwegs sind, kommen sich beide am 9. März so nahe, dass auch diese „Begegnung“ bei der Aufsuche helfen kann.

**VENUS** geht im Februar ihrem allerhöchsten Glanz,  $-4,9$  mag am 14. Februar, entgegen. Sie erreicht im Februar auch die nördlichste Deklination ihrer Bahn, bevor die Horizontnähe insgesamt wieder zunimmt. Anfang März wird Venus rückläufig und kommt „scheinbar“ auf die Sonne zu. Am 23. März kommt es

zur „unteren“ Konjunktion, die Venus befindet sich zwischen Erde (Abstand 42 Millionen Kilometer) und Sonne. Allerdings ist es diesmal ein extremes „Über der Sonne vorbeilaufen“. Der nördliche Abstand beträgt fast  $7^\circ$ . Deshalb kann man am 20. März, bei sehr guter Sicht, die Venus sogar als Abendstern nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang als Morgenstern entdecken. In den Wochen vorher lohnt ein Blick durch unsere Fernrohre auf die immer größer, aber schmaler werdende Sichelbeleuchtung der Venus. Ab Ende März beginnt dann die „Morgenstern“-periode der Venus. Alles läuft spiegelbildlich ab. 27. April, größter Glanz mit  $-4,8$  mag, danach immer frühere Morgenaufgänge bis 3.38 Uhr (MESZ) am 31. Mai. Dann Aufgang der Sonne aber auch schon 5.17 Uhr (MESZ), Dämmerungsbeginn 3.34 Uhr (MESZ).

**MARS** ist zunächst noch besonders auffällig, da er gerade seine Oppositionsstellung hinter sich hat (16. Januar). Ab März läuft er wieder rechtläufig durch Zwillinge und Krebs Richtung Löwe. Da er in dieser Periode insgesamt recht weit von der Erde entfernt war, nimmt seine Helligkeit leider in kürzerer Zeit von  $-1,1$  mag bis Ende Mai auf  $1,3$  mag ab. Er bleibt am Abendhimmel ein immer noch bemerkenswertes Objekt, auch wenn sein Planetenscheibchen im Fernrohr von Anfang Februar mit  $13''7$  Bogensekunden bis Ende Mai auf  $5''5$  Bogensekunden schrumpft.

**JUPITER** geht ab Anfang des Monats Februar wieder auf seinen rechtläufigen Weg durch das Sternbild Stier. Da er sich die beschriebenen vier Monate lang im Stier bewegt, ist klar, dass seine Sichtbarkeit am Abendhimmel kürzer und kürzer wird. Sie endet dann Mitte Mai mit dem Eintritt der Sonne in das Sternbild Stier.

**SATURN** ist aus einem besonderen Grund auffällig. Das ist indirekt gemeint, denn es liegt nicht an seiner spektakulären Sichtbarkeit. Saturn ist nur noch bis Mitte Februar und dann ab Mitte Mai wieder am Morgenhimmel zu entdecken. Dabei fällt er kaum auf, denn seine Ringe sind praktisch nicht sichtbar. Christian Huygens erkannte schon im 17. Jahrhundert, dass die Ringe um den Saturn raumfest bleiben. Dadurch verändert sich der Anblick des Saturns mit seinen Ringen von der Erde aus. Im Abstand von 13,75 bis 15,75 Jahren kreuzen wir die Ringbahnebene und die Ringe, die nur eine Dicke von maximal wenigen 100 Metern haben, werden aus einer Entfernung von 1200 Millionen bis 1600 Millionen Kilometern, je nach Position von Erde und Saturn, unsichtbar. Und jetzt ist es, nach 2009, wieder so weit. Kurz nach der Konjunktion des Saturn mit der Sonne am 12. März kreuzt die Erde am 23. März

## Sternschnuppen

Der einzige etwas sichere Meteorstrom sind die Lyriden mit einem Maximum um den 22. April herum. Etwa 20 helle, aber sehr schnelle Objekte sind, vorzugsweise nach Mitternacht, zu sehen. Die Teilchen entstammen dem langperiodischen Kometen C/1861 G1 Thatcher. (Umlaufzeit 415 Jahre). Sie scheinen aus der Richtung des Sternbilds Leier zu kommen, daher der Name. Nach Mitternacht steht die Leier hoch am Himmel.

die Ringbahnebene. Die Saturnringe sind in Kantelage unsichtbar. Aber die Ringe tauchen bis mindestens 6. Mai nicht wieder auf. Dies liegt nun an einem weiteren Phänomen. Die Erde schaut schon auf die unbeleuchtete Südseite der Ringe, die Sonne noch auf die Nordseite. Auf dem Saturn ist dann in Äquatornähe eine dunkle Linie zu sehen. Es ist der Schattenwurf der Ringe auf die Saturnoberfläche. Man spricht von der kronozentrischen Breite, welche in diesem Jahr von der Sonne, noch die nördliche Ringebene bescheinend, und der Erde, schon südliche dunkle Unterseite betrachtend, besteht.

**URANUS** wandert rechtläufig im Februar und März durch das Sternbild Widder und ist am Abendhimmel mit Fernglas oder Teleskop zu entdecken. Oberflächendetails sind von der Erde grundsätzlich nicht zu erkennen. Ab April ist er zur Zeit seiner Konjunktion mit der Sonne unsichtbar.

**NEPTUN** ist nicht beobachtbar. Eventuell kann er mit Hilfe der Venus und einem Teleskop am 4. Mai ca  $2^\circ$  südlich der Venus am Morgenhimmel gefunden werden.

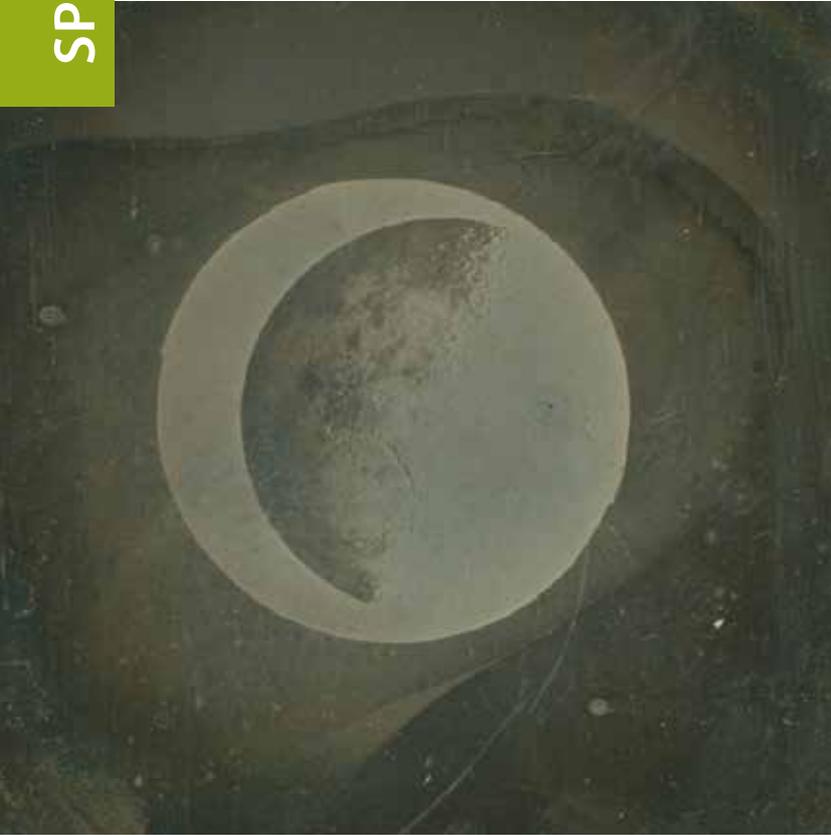
## Kleinplaneten

Planetoid Nr. 4 Vesta wird diesmal ein besonders lohnendes Objekt. Zunächst rechtläufig, dann ab 22. März rückläufig mit zunehmender Helligkeit von  $6,9$  mag bis zur Opposition am 2. Mai auf  $5,6$  mag durch die Waage wandernd, könnte er in klarer Nacht durchaus mit bloßem Auge entdeckt werden. Ein Fernglas wird Vesta in jedem Fall sichtbar machen.



# Die älteste erhaltene astronomische Fotografie

Dr. Markus Bautsch – WFS Berlin



Dokumentarische Aufnahme der New York University von 1993 (Katalognummer 319990) von der durch die Smithsonian Institution restaurierten Daguerreotypie mit der Mondaufnahme von John William Draper von 1840.

Die älteste erhaltene astronomische Fotografie wurde mit Hilfe der Daguerreotypie hergestellt. Der Erfinder dieser Technik war der Franzose Louis Jacques Mandé Daguerre (1787–1851). Bei dem in den 1830er Jahren entwickelten Verfahren konnte bei einer optischen Abbildung mit einer Kamera oder einem Teleskop ein fotopositives Unikat des reellen Bildes im Auflicht gewonnen werden. Um die Oberfläche einer Metallplatte lichtempfindlich zu machen, wurde diese poliert, mit Salpetersäure gereinigt, erhitzt sowie anschließend versilbert und mit Iod bedampft. Bei einer selbst im Sonnenlicht mehrere Minuten dauernden Belichtung wurde das entstandene Silberiodid wieder zu metallischem Silber reduziert. Das verbliebene Silberiodid wurde anschließend mit Natriumhyposulfit und einer Kochsalzlösung entfernt. Danach wurde die Platte mit Quecksilber bedampft, das sich vorzugsweise an den belichteten Stellen niederschlug und dort anhaltend für einen weißlichen Schimmer sorgte, wohingegen die unbelichteten Stellen in der Regel einen dunklen grün-grauen Farbton behielten (siehe Abb. oben).

Louis Daguerre experimentierte mit zahlreichen Motiven, und auch der Mond war darunter. Allerdings war die Mondscheibe in seinen Aufnahmen nicht zu erkennen, und man ging deswegen zunächst davon aus, dass

mit Hilfe des Mondlichts gar keine solche Aufnahmen möglich wären. 1838 teilte Daguerre mit, dass er sein Verfahren als „Daguerreotypie“ bezeichnen würde.

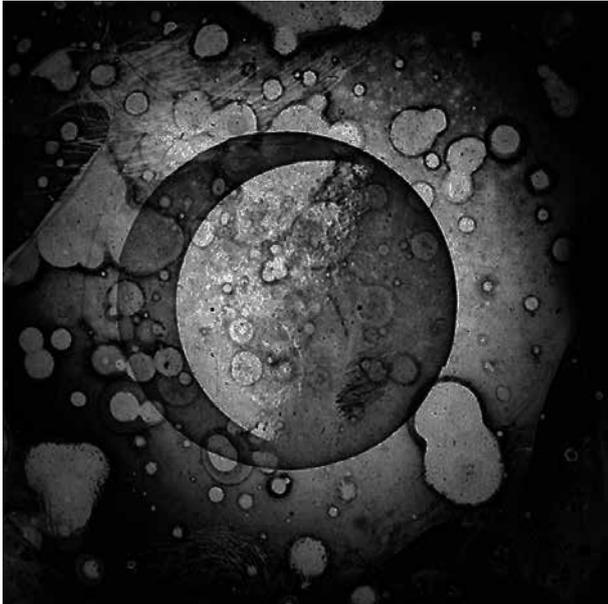
Die Technik wurde Anfang 1839 vom französischen Astronomen François Arago (1786–1853) in der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgestellt. Die Nachricht gelangte am 20. September 1839 mit dem Dampfschiff *British Queen* in die Vereinigten Staaten von Amerika, wo der Erfinder Samuel Morse (1791–1872) davon erfuhr und bereits am 28. September seine erste eigene Daguerreotypie präsentierte. Sie zeigte eine Kirche, die er in Manhattan von einem Fenster der New York University am Washington Square aus aufgenommen hatte. Noch bevor die Daguerreotypie in der Öffentlichkeit bekannt wurde, eignete sich auch sein Kollege John William Draper (1811–1882) diese Technik an. Seine erste Aufnahme machte Draper ebenfalls aus einem Fenster der New York University und vermutlich von derselben Kirche, der Church of the Messiah (nordwestliche Ecke von Prince und Mercer Street).

## Aufnahme des Mondes im Jahr 1840

Anders als Daguerre, der seine frisch präparierten Platten nach spätestens einer Stunde belichtete, bemerkte Draper, dass die Lichtempfindlichkeit der Silberiodidschicht sich deutlich erhöhte, wenn er diese vor der Verwendung einen Tag lang im Dunkeln aufbewahrte. Er unternahm im Winter 1839/1840 schließlich einige Versuche, den Mond zu fotografieren, die teilweise sogar überbelichtet waren. Der erste erfolgreiche Versuch gelang ihm am 25. März 1840, vor 185 Jahren, in den frühen Morgenstunden vom Dach der New York University. Für seine Aufnahme verwendete er einen Heliostaten mit Uhrwerk, um seinen Dreizöller der Bewegung des Mondes während der zwanzig Minuten dauernden Belichtung am Himmel nachführen zu können. Seine kreisförmige Aufnahme mit einem Durchmesser von einem Zoll wurde am 13. April 1840 im New York Lyceum of Natural History in Manhattan ausgestellt und erregte in der Öffentlichkeit einiges an Aufsehen. Wo sie danach verblieb, ist nicht bekannt. Glücklicherweise wurde sie jedoch nicht allzu lange im Lyceum aufbewahrt, da dieses 1866 einem Brand zum Opfer fiel.

## Wiederentdeckung der Aufnahme

Über einhundert Jahre nach ihrer Entstehung wurden 1960 einige der Daguerreotypien von Draper auf dem Dachboden der Gould Memorial Library auf dem University Heights Campus der New York University in der Bronx wiederentdeckt. Auch die Mondaufnahme war



darunter, und sie wurde 1962 von den Dokumentaren der Universität abfotografiert, bevor sie der Smithsonian Institution übergeben wurde. Sie war durch Wasser und Schimmel stark in Mitleidenschaft gezogen, und Details der Mondoberfläche waren kaum noch erkennbar (siehe Abb. oben).

1993 gab die Smithsonian Institution das professionell gereinigte und restaurierte Original an das Archiv der New York University zurück. Bei der Restauration musste die reflektierende Quecksilberschicht offenbar vollständig entfernt werden, so dass an den belichteten Stellen nunmehr nur noch die schwarze Silberschicht als Negativbild erkennbar ist (siehe Abb. Seite 32).

In den 1970er Jahren soll eine von Draper hergestellte Daguerreotypie des Mondes in einem Bücherantiquariat nahe der New York University aufgetaucht sein, die aber wahrscheinlich nichts mit der oben beschriebenen ältesten Aufnahme des Mondes zu tun hat.

## Digitale Bearbeitung

Um die Daguerreotypie von Draper mit einem entsprechenden Bild aus der Software Stellarium vergleichen zu können, wurde die Aufnahme der Smithsonian Institution von mir mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms digital verbessert. Hierzu wurden die folgenden acht Bearbeitungsschritte durchgeführt:

- Zentraler kreisförmiger Ausschnitt der Mondscheibe entsprechend dem Bildkreis des Teleskops
- Drehung um 180°, wegen der reellen optischen Abbildung des Teleskops
- Spiegelung um die vertikale Achse, wegen der Gewinnung von Daguerreotypen im Auflicht
- Farbneutrale Darstellung mit Grautönen
- Positivbild vom Negativbild durch Umkehr der Grautöne

*Dokumentarische Aufnahme der New York University vom 18. Januar 1962 von der wiedergefundenen Daguerreotypie mit der Mondaufnahme von John William Draper von 1840. Der äußere Kreis stammt von der Blende der optischen Abbildung, und innerhalb dieses Bildkreises ist der helle Halbmond zu erkennen.*

- Optimierung der Grautonwerte in Bezug auf den Kontrastverlauf
- Kompensation von geometrischen Abbildungsfehlern (Zentrierung, Verzeichnung)
- Schwärzende Retusche des Mondschattens und des Nachthimmels

## Vergleich der Aufnahme

Die folgenden beiden Abbildungen zeigen die von mir digital aufgearbeitete Aufnahme der Daguerreotypie (s. Abb. links unten) sowie eine von mir mit der Software Stellarium durchgeführte Simulation, die zeigt, wie die Mondscheibe am 25. März 1840 um 3:45 Uhr Eastern Standard Time (UTC-5) von New York aus ausgesehen hat (s. Abb. rechts unten). Die große Ähnlichkeit der beiden Darstellungen ist leicht zu erkennen. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass der Terminator zwischen der Tag- und Nachtseite des Mondes während der zwanzigminütigen Belichtungszeit auf der Mondscheibe gewandert ist, so dass er nicht unmittelbar mit der Momentaufnahme aus einer Simulation verglichen werden kann.

In der erstaunlich detaillierten Daguerreotypie von Draper erkennt man ohne Probleme oben das Mare Imbrium mit dem Mondkrater Plato an der oberen Kante und dem Krater Archimedes rechts der Mitte sowie den Krater Erastosthenes am unteren Rand des Meeres und darunter den großen Krater Copernicus. Rechts unterhalb kurz vor dem Terminator ist der Krater Ptolemaeus zu sehen. Darunter finden wir das Mare Nubium und links darunter wiederum das Mare Humorum.



Abb. links:  
Digital bearbeitetes Bild der Aufnahme der Daguerreotypie von Draper aus Abb. S. 32 (siehe Text).

Abb. rechts:  
Mit der Software Stellarium 24.1 erstellte Simulation der Mondscheibe für den Aufnahmezeitpunkt der Daguerreotypie von Draper.

# Weißer Zwerge bei Sirius und Prokyon

– nach Horst-Burkhard Brenske

Gerold Faß – WFS Berlin

## Sirius

Mächtig strahlt in den Vorfrühlingstagen der helle Sirius links unter den Füßen des Orion im Sternbild Großer Hund. Von allen auf der Nordhalbkugel der Erde sichtbaren Fixsternen ist er der hellste, weil er zugleich mit einer Distanz von 8,65 Lichtjahren die nächste aller hier sichtbaren Sonnen ist. Der große Königsberger Astronom Wilhelm Bessel, der unter anderem den Sirius als Richtschnur für die Jahresgrenze nahm, bei deren Überfahren durch die Erde das neue Jahr beginnt, erkannte in den Jahren 1834-1844 mit seinen Messinstrumenten, daß dieser Stern am Himmel winzige Taumbewegungen ausführt. Bessel vermutete, dass hier ein unsichtbarer Sternbegleiter den Sirius umkreise und ihn durch seine Anziehungskraft hin und her bewege. Auch die Umlaufzeit des unsichtbaren Begleiters gab Bessel an. Er berechnete sie zu 50 Jahren. Erst Alvan Graham Clark, Amerikas damals berühmtester Fernrohrkonstrukteur, sah 1862 ein schwachleuchtendes Objekt ganz nah bei Sirius. Clark hatte den von Bessel prophezeiten Siriusbegleiter gefunden. Das kleine Sternchen erhielt den Namen „Sirius-B“.

Sirius-B ist mit 8,6 scheinbarer Helligkeit ein Stern 9. Größe. In den Teleskopen der Wilhelm-Foerster-Sternwarte auf dem Insulaner wird Sirius-B gut sichtbar.

## Prokyon

Nach der Entdeckung des Sirius-Begleiters begannen die Astronomen auch bei dem hellen Prokyon im Sternbild Kleiner Hund über Sirius nach einem nahen Begleiter zu forschen. Und in der Tat sahen Otto Struve, der zweite verdienstvolle Direktor der Sternwarte Pulkwowo bei Petersburg zusammen mit seinen Assistenten Lindemann und Wagner am 19. Mai 1873 beim Stern Prokyon einen Begleitstern. Sie benutzten für ihre Beobachtungen das schöne Fernrohr ihrer Sternwarte mit dem von Fraunhofers Nachfolger Georg Merz geschaffenen Objektiv von 38 cm im Durchmesser. Bestätigt wurde ihre Entdeckung von Professor Schäberle erst im Jahre 1896 an der Licksternwarte in Kalifornien. Der Begleiter von Prokyon erhielt den Namen „Prokyon-B“.

Während Sirius-B ein Stern 9. Größe ist, ist Prokyon-B ein Sternchen 11. bis 13. Größe, der seinen Hauptstern in 40 Jahren einmal umkreist.

## Weißer Zwerge

Da Sirius mit 8,7 Lichtjahren Distanz und Prokyon mit 11 Lichtjahren Entfernung uns nahe Sonnen sind und deshalb hell an unserem Himmel strahlen, ist es

erstaunlich, dass die dicht bei ihnen stehenden Begleiter so lichtschwach erscheinen. Sie müssen offenbar viel kühler sein. Im Jahre 1915 erkannte jedoch Walter S. Adams am Mt. Wilson-Observatorium, dass die Begleiter von Sirius und Prokyon genau so heiß wie ihre Hauptsterne sind. Wenn die Begleiter aber dennoch nur so wenig Licht abstrahlten, musste ihre Oberfläche beinahe unvorstellbar klein sein. Die Rechnung ergab, dass Sirius-B und Prokyon-B im Durchmesser nur doppelt so groß wie unsere Erde sind, aber eine Masse haben, die bei Sirius-B der unserer Sonne gleich kommt und bei Prokyon-B nur um ein Drittel geringer ist.

Diese Begleiter stellen unglaubliche Massekonzentrationen dar. Eine Streichholzschachtel von Materie des Sirius-B wiegt 2,5 Tonnen und eine solche von Prokyon-B rund 2 Tonnen. Man gab diesen nicht an Masse aber an Durchmesser winzigen Sonnen den Namen „Weißer Zwerge“ (Abb. Seite 35).

Auch im Sternbild des Eridanus fand man beim Stern „40“ einen Weißen Zwerg, dessen Helligkeit der 9. Größe entspricht und der wegen seines großen Abstandes vom Hauptstern von fast anderthalb Bogenminuten sogar in kleineren Fernrohren gesichtet werden kann.

Der amerikanische Astronom Luyten fand einen Weißen Zwerg, von dem eine Streichholzschachtel voll Materie 18.000 Tonnen wiegt!

Forscher sprechen bei der in den Weißen Zwergen zusammengepressten Masse von „degenerierter Materie“.

## Eine unvorstellbare Materiedichte

Im Jahre 1968 entdeckte man in der Explosionswolke M1 am unteren Horn des Stiers ein rasend schnell rotierendes Gebilde, das alle 33 Millisekunden einen Radioimpuls und einen Lichtblitz aussendet. Es war ein Pulsar, der im Durchmesser nur halb so groß wie Berlin ist! Alle 33 Millisekunden dreht sich dieser Pulsar um sich selbst und schickt dabei wie ein Leuchtturmfeuer sein Licht ins All. Der Pulsar ist offenbar der Kern eines explodierten Sternes. Damit dieser Körper nicht auseinander fliegt, wird für sein Inneres eine Materiekompensation angenommen, bei der eine Streichholzschachtel voll Materie eine Million Tonnen wiegt. Die Materie dieses sterbenden Sternes hat sich zu einem Ball zusammengezogen, der nicht mehr aus verschiedenen Atomen und Elektronen besteht, sondern nur noch aus Neutronen, die dicht ohne Zwischenraum beieinander liegen. Ein an sich unvorstellbarer Zustand der Materie.



*Weißer Zwerge in Doppelsternsystemen*

Dazu schrieb Horst-Burkhard Bresske im März 1974 im Tagesspiegel: „Nach der Theorie der Sternentwicklung muß ein sterbender Stern sich immer weiter zusammenziehen, vielleicht bis auf die Größe eines Freiballons. In diesem Fall – sagt die Theorie – ist die von dem komprimierten Stern ausgehende Anziehungskraft, dessen Masse noch immer der von hunderttausend Erdkugeln gleicht, so stark, daß sogar das Licht durch seine Anziehungskraft zurückgehalten wird. Der Stern ist absolut unsichtbar. Er ist zu einem „Schwarzen Loch“ geworden, das alles anzieht, aber nichts herausläßt. Und was ist, so fragen wir neugierig, wenn der Stern sich weiter trotz seiner noch vorhandenen großen Masse bis auf die Größe eines Daumennagels zusammenzieht? Dann strahlt vermutlich nicht einmal mehr Anziehungskraft aus ihm heraus. Der Stern ist vollkommen verschwunden. Wir fragen: Wo ist er geblieben? Die Antwort kann nur sein: Er ist zurückgeflossen in den Raum, aus dem seine Materie kam. Was aber ist dann der Raum? Sicherlich ist er kein leeres Nichts. Er ist – wie der sowjetische Atomphysiker Sacharow einmal meinte – das unsichtbare Sammelbecken aller die Welt und die Materie schaffenden und bewegenden Energie. Und eine Lösung der Frage nach der Herkunft der Wasserstoff-Atome, aus denen sich die

Sterne formten, dämmert auf. Sie sind nichts anderes als veränderter Raum. Hier stößt die Theorie tief in das Ungewisse und weit in den Urgrund allen Seins hinein.“

Mit dem Hubble Space Telescope gelang es im Jahr 2005, Sirius B von dem sehr viel helleren, nur wenige Bogensekunden entfernt stehenden Hauptstern visuell zu trennen. Genaue Messungen ergaben:

- Sirius B hat einen Durchmesser von 12.000 Kilometern, weist aber ca. 0,978 Sonnenmassen auf.
- Sirius B ist 450 mal lichtschwächer als unsere Sonne.
- Bis heute wurde bei Sirius kein Planet entdeckt.
- Bis vor 10 Jahren konnte die Existenz von ca. 600 Weißen Zwerge nachgewiesen werden.

Heute sind dank der Raumsonde Gaia, die seitdem den sichtbaren Himmel vermisst, mehrere 100.000 Weiße Zwerge in unserer Milchstraße bekannt.

Mit der Raumsonde Gaia konnte erstmals ein eigenes Spektrum für den Weißen Zwerg Sirius B aufgezeichnet werden.

# ..... der Erde verbunden



Foto: ©Veronika Opitz:  
9. Oktober 2024, Polarlichter über Berlin, an der Havelchaussee im Grunewald, nördlicher Teil, Spandau



[www.wfs.berlin](http://www.wfs.berlin)

ISSN 2940-9330