

dem Himmel nahe

Mitteilungen | Informationen | Programm

*Komet Bennet am 3.4.1970, 4.30 Uhr über der Wilhelm-Foerster-Sternwarte auf dem Insulaner.
Foto Bernhard Wedel.*



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

Liebe Mitglieder

die Rückseite dieser 24. Ausgabe zeigt das Zeiss-Planetarium am Insulaner, das seit Juli von einem Bauzaun umgeben ist. Dieses Foto soll nicht traurig stimmen, sondern hoffnungsvoll. Es steht für den Baubeginn, für den Start in eine gute Zukunft an diesem wunderbaren Ort. Dass der Umbau in einer möglichst kurzen Zeit von ca. 2-3 Jahren wie geplant umgesetzt wird, dafür steht die Berliner Immobilien Management GmbH (BIM) in bewährter Zusammenarbeit mit der Stiftung Planetarium Berlin, dem Betreiber des Planetariums. Wir planen in Gedanken schon hoffnungsvoll den Wiedereinzug...

Der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. wird, solange gebaut wird, die traditionellen Mittwochvorträge „WISSENSCHAFT live“ im Rathaus Schöneberg veranstalten. Wir haben die Zusage, dass der Bezirk Tempelhof-Schöneberg uns auch in den kommenden Jahren diese Möglichkeit bieten wird, bis das Planetarium wieder geöffnet ist. Unsere Veranstaltungen im Rathaus erfahren eine unerwartet gute Resonanz. Das spricht für unser Konzept. Im nächsten Jahr besteht diese Vortragsreihe, die auf Alexander von Humboldt zurückgeht, 70 Jahre. Damit ist sie, nach unabhängigen Recherchen, die einzige populärwissenschaftliche Vortragsreihe hier in Berlin, die ohne Unterbrechung (von einer üblichen „Sommerpause“ abgesehen) so lange existiert. Wir möchten aus diesem Anlass im Herbst nächsten Jahres besondere Vorträge bieten. Auch in diesem Jahr bieten wir ein breites Spektrum von Vorträgen an (siehe Seiten 4 und 5).

Siehe auch unter www.wfs.berlin/wissenschaft-live/

Die öffentlichen „Himmelsvorführungen“, der Blick in den Himmel über Berlin mit dem großen 12-Zoll (320 mm) Bamberg-Refraktor der Wilhelm-Foerster-Sternwarte, besuchen zur Zeit jeden Freitagabend und jeden Samstagabend etwa 50 bis 70 Personen. Die Vorführungen werden immer von erfahrenen Mitgliedern unseres Vereins, die im Dienste der Stiftung Planetarium Berlin stehen, durchgeführt. Zur Erinnerung: für Mitglieder des Vereins Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. ist der Besuch der Sternwarte kostenfrei, siehe

www.planetarium.berlin/wilhelm-foerster-sternwarte

Das nach langer Zeit wieder auf der Sternwarte stattfindende „Astronomische Praktikum“ beginnt im Oktober (siehe Seite 25) und ist ein Angebot ausschließlich für Mitglieder unseres Vereins. Die von uns das ganze Jahr über angebotenen Kurse ASTROPRACTIS und WELTALL-FORSCHER-CLUB erfreuen sich zunehmender Beliebtheit ebenso wie die Arbeitsgruppen ASTRONOMIEGESCHICHTE und BERLINER MONDBEOBACHTER, die konstant viele Teilnehmer haben. Diese Kurse und Arbeitsgruppen sind eine ganz wichtige Stütze unseres Vereins für Mitglieder mit besonderen Interessen.

Auch wenn es noch ein paar Monate bis dahin Zeit ist: wir wünschen allen ein besinnliches Jahresende und freuen uns, wenn Sie hoffnungsvoll und zuversichtlich in das Neue Jahr starten können.

Ihr Vorstand

Zwischen Zukunft und Vergangenheit	Gerold Faß	3
WISSENSCHAFT live		4
Das Zeiss-Planetarium im Jahr 1965 und 2025	Gerold Faß	6
Ein außergewöhnliches Leben – Bruno H. Bürgel	Dr. Karl-Friedrich Hoffmann	8
TEIL 1 Nachbau eines tychonischen Sextanten	Dr. Felix Lühning	12
Entropie und Leben	Dr. PD Axel Kleidon	16
Voyager 2 besucht Uranus	Uwe Marth	20
Mercury 13	Dr. Friedhelm Pedde	22
INTERNES PRAKTIKA/KURSE IMPRESSUM		24
BÜCHERECKE	Prof. Dr. Markus Bautsch	26
JAHRESTAGE	Dr. Friedhelm Pedde	27
Astronomische Spurensuche	Dr. Friedhelm Pedde	28
BILDUNG Planeten in Bewegung	Michael Blaßmann	32
Sonne, Mond und Planeten	Uwe Marth	36
AKTUELLES von der Erde und aus dem Weltall		38

Zwischen Zukunft und Vergangenheit

– nach einem Beitrag von **Horst-Burkhard Brenske** im Tagesspiegel, Dezember 1965

Gerold Faß – WFS Berlin

In den Hauptstädten der Erde, die den winzigen Erdball umsäumen, der uns die Welt bedeutet, wird zu verschiedenen Stunden der Eintritt des neuen Jahres gefeiert. Tag für Tag rückt von Osten her kommend die Sonne empor. Und mit ihr ziehen die Zeit und die Stunden herauf. In den Städten östlich von uns erscheint die Sonne früher und auch die Stunden, die ihr vorausgehen oder folgen, treten dort früher ein als in Berlin. Alle Uhren östlich von uns gehen vor und alle im Westen gehen nach. Aus der Sicht der Astronomen kann aber das neue Jahr nur in einer ganz bestimmten Minute beginnen, nämlich dann, wenn der Erdball einen Jahresumlauf um die Sonne beendet hat und an den vollenetzten alten Jahreskreis nun einen neuen anzuschließen beginnt. Die Linie, die Ende und Start für ein neues Jahr bedeutet, können wir Menschen willkürlich legen, denn der Nullpunkt, von dem wir den Anfang des Jahres messen wollen, ist unserem Belieben überlassen. Nur wenn wir die Start- und Ziellinie über die Karussellbahn der Erde um den Sonnenball gelegt haben, muß sie für alle künftigen Zählungen der Jahresanfänge an der einmal gewählten Stelle verbleiben.

Friedrich Wilhelm Bessel, der Direktor der Sternwarte in Königsberg, hat um die Mitte des 19. Jahrhunderts jene Linie, deren Überschreiten durch die Erde Anfang und Ende eines Jahres bedeutet, von der Sonne aus so über die Erdbahn gezogen, daß sie etwa in Richtung auf den hellen Stern Sirius links unter dem Gürtel des Orion verläuft. Diese Besselsche Ziellinie haben im Laufe der Zeit alle Astronomen der Welt als verbindliches Maß für den Beginn eines neuen Jahres übernommen. Der Übertritt über die Jahresschwelle vollzieht sich am Ende eines Jahres niemals zur selben Stunde.

Die genaue Vorhersage astronomischer Ereignisse ist und bleibt erstaunlich auch für diejenigen, die sie errechnen. Nicht nur wissen wir heute schon, wann präzise auf die Minute die Erde wieder über die Jahresschwelle gehen wird, sondern uns ist ebenso bekannt, wann und von wo aus Sonnen- und Mondfinsternisse sichtbar sein werden. Jetzt schon wissen wir, wann welche Planeten im nächsten Herbst gut sichtbar sein werden. Diese Prognosen zukünftigen Geschehens im Sternenraum sind den Astronomen möglich, weil die Körper im All sich gleichmäßig und ohne plötzlich eingreifende Störungen in ihren Bahnen bewegen. Der große französische Astronom und Mathematiker Pierre Simon Marquis de Laplace hat deshalb gemeint, daß ein Weltgeist, der die Bewegung sämtlicher Körper in der Welt, der Sonnen, Planeten, Monde, Moleküle und Atome in diesem Augenblick überschaut, aus dieser Bewegung den Stand aller Körper auch in der nächsten und der folgenden Sekunde



*H.-B. Brenske (links) mit H. Mühle (rechts)
in der alten Bibliothek des Planetariums*

errechnen und den sich ständig ändernden Zustand der Welt in Vergangenheit und Zukunft vorhersagen könne. Für ihn, den Weltgeist, so sagt Laplace, „würde es keine Unsicherheit geben, Zukunft sowohl wie Vergangenheit wären seinen Augen offenbar“. Wenn aber die Zukunft vor den Augen des Laplaceschen Weltgeistes offen zutage liegt, dann muß sie schon von Anbeginn der Zeiten an beschlossen und bestimmt worden sein. Jedes Lächeln, das unser Mund ausstrahlt, jede Träne, die wir im neuen Jahr weinen werden, ist uns vorherbestimmt seitdem die Zeit zu fließen begann.

Im Bereich der Moleküle und Atome scheint die Zukunft nur statistisch und nicht für das einzelne Individuum vorherberechenbar zu sein. In einer beliebigen Menge Radium zerfällt die Hälfte aller Atome in 1580 Jahren. Welches der Radium-Atome zur Hälfte der überlebenden Atome zählt und welches in diesem Zeitraum der 1580 Jahre zerfällt, läßt sich auf keine Weise bestimmen.

Die alten Erforscher des Mikrokosmos, Einstein und Planck, glaubten an eine streng determinierte Welt. Sie meinten, dass nur unsere unzulänglichen Apparaturen das dem einzelnen Atom beschiedene Schicksal nicht erkennen lassen. Bohr, Heisenberg und die ihnen folgenden jüngeren Forscher glauben jedoch, das prinzipiell das Schicksal eines Atoms nicht zu erkennen und nicht faßbar sei. Nur in der Masse sind statistische Erhebungen über zukünftiges Geschehen möglich und sinnvoll. Nicht das Individuum, die Masse ist bedeutsam.

Die Sternweisen im alten babylonischen Reich waren der Grundmeinung, dass die Zeit und das Schicksal unserer Welt gleich einem gewaltigen Strom aus den Sternräumen sich über uns ergießt. Diese Meinung kann so falsch nicht sein. Denn der Tanz der Erde um die Sonne im Sternenraum ist es allein, der uns das Maß der Zeit und den Wechsel von Frühling, Sommer, Herbst und Winter gibt.

**In Erinnerung an Horst-Burkhard Brenske
(16. Februar 1919 – 14. Oktober 1995)**

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

Oktober 2025

1. Oktober

PD Dr. Ekkehard Peik

– Physikalisch-Technische Bundesanstalt,
Fachbereich Zeit und Frequenz, Braunschweig

Zeitmessung mit Atomuhren:

Auf 18 Stellen genau!

1967 ging die Zeitmessung von astronomischen Observatorien auf Laboratorien mit Atomuhren über. Heute sind optische Atomuhren in ihrer Frequenz auf 18 Stellen genau reproduzierbar. Heute forscht man an einer „Kernuhr“, bei der nicht mehr eine Resonanzfrequenz in der Elektronenhülle, sondern im Atomkern den Takt vorgibt. Die Genauigkeit der Atomuhren erlaubt Experimente zu grundlegenden Fragen der Physik, wie z.B. ob die Naturkonstanten wirklich konstant sind.

8. Oktober

Dr. Rolf Schlichenmaier

– Institut für Sonnenphysik (KIS), Freiburg

Die explosiven Magnetfelder der Sonne

Im Inneren der Sonne entstehen Magnetfelder. Diese durchdringen die äußeren Atmosphärenschichten und führen zu einer engen magnetischen Kopplung zwischen Photosphäre, Chromosphäre und Korona. In diesen Regionen kann sich magnetische Energie anstauen und schließlich in Form spektakulärer Explosionen – wie Sonneneruptionen und koronalen Massenauswürfen – entladen. Der Vortrag erläutert deren Einfluss auf das sogenannte Weltraumwetter und zeigt auf, wie diese Prozesse auch das Leben auf der Erde beeinflussen können.

15. Oktober – noch offen

22. Oktober

Dipl.-Biologe Fabian Ritter – Berlin

Wir Wale – Die Welt der Meeressäuger durch ihre Augen. Wie sie leben, lieben, lernen.

Als Säugetiere, die ihr gesamtes Leben im Meer verbringen, sind Wale und Delfine uns ähnlicher, als vielen bewusst ist. Es wird aufgezeigt, wie Wale und Delfine ihre Mitwelt wahrnehmen, welche Bedeutung Licht und Schall haben, wie sie kommunizieren, spielen, lieben, Sex haben, Freude und Trauer zeigen, wie sie in Gemeinschaften Wissen weitergeben und Kultur entwickeln. Auch wie sie auf uns Menschen reagieren.

29. Oktober

Dr. Iva Vilovic

– Leibniz-Institut für Astrophysik, Potsdam

Sternenlicht als Schlüssel

zur Bewohnbarkeit ferner Welten

Für die Suche nach Leben sind sogenannte „superhabitable“ Planeten um langlebige K-Zwerg-Sterne besonders interessant. Laborversuche unter simuliertem K-Zwerg-Licht belegen, dass manche Organismen unter diesen Bedingungen eine höhere Photosyntheseleistung erzielen als unter Sonnenlicht. Atmosphärenmodelle und Simulationen mit aktuellen Teleskopen zeigen zudem, dass Planeten an optimalen Positionen innerhalb der habitablen Zone solcher Sterne nicht nur lebensfreundlicher, sondern auch leichter nachweisbar wären. Entscheidend ist, wie sich Atmosphären über Milliarden Jahre entwickeln. Dabei spielt das energiereiche Licht der Sterne eine zentrale Rolle.

November 2025

5. November

Prof. Dr. Christian Hübscher

– Institut für Geophysik, Universität Hamburg

Von der Plattengrenze zur Eruption:

Ursachen und Folgen geologischer Extremereignisse

Die grundlegenden Prozesse der Plattentektonik bestimmen die Bewegungen der Erdkruste und damit auch die Entstehung von Erdbeben und Vulkanismus. Spannungen an den Plattengrenzen entladen sich in Form von Erdbeben und mobilisieren dadurch Magma. Dies führt zu Vulkanausbrüchen, Hangrutschungen, Tsunamis, Bodenhebungen etc. Die aktuelle seismische Aktivität Anfang 2025 im Raum Santorini liefert möglicherweise Hinweise auf magmatische Bewegungen im Untergrund, die Gefahren und Risiken für die Region birgt.

12. November

Dr. Rita Strauß – Berlin

Hethitische Highlights

Die Hethiter waren fast vollständig aus dem Gedächtnis der Menschheit verschwunden, obwohl sich ihr Reich in der 2. Hälfte des 2. Jt. v. Chr. von Zentralanatolien bis nach Nordsyrien und Obermesopotamien erstreckte. Licht in das Dunkel brachten vor gut 100 Jahren die Tontafeln, die man in der hethitischen Hauptstadt Hattuscha zutage förderte: Annalen mehrerer Könige, Staatsverträge mit den Herrschern verschiedener Nachbarländer, Wirtschaftstexte, Dienstvorschriften für das Palast- und Tempelpersonal, Briefe, literarische und mythologische Texte, Omina und Orakel, Anweisungen für die großen Festrituale, ein umfangreiches Corpus an Reinigungs- und Heilungsritualen und vieles mehr.

19. November

Prof. Dr. Tilman Spohn

– Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt, Berlin

Bodenkunde auf dem Mars:

Der Mars-Maulwurf

Im Rahmen der NASA-Mission InSight wurde Anfang 2019 das erste geophysikalische Observatorium auf einem anderen Planeten installiert. Mithilfe eines Seismometers konnte der innere Aufbau des Mars erforscht werden. Daneben sollte eine kleine Rammsonde mit dem Spitznamen „Mars-Maulwurf“ 3 bis 5 Meter in den Boden eindringen und den Wärmestrom aus dem Inneren des Planeten messen. Dieses Vorhaben scheiterte jedoch, da der Marsboden unerwartet kohäsiv war und somit die nötige Reibung fehlte, um den Rückschlag der Rammsonde aufzufangen. Dennoch konnten wichtige thermische und mechanische Bodeneigenschaften gemessen werden.

26. November

Prof. Dr. Michael Becken

– Institut für Geophysik, Universität Münster

Geologische Erkundung aus der Luft

Rohstoffe, Wärme, Grundwasser, Speicher, Endlager: zur Lösung zentraler gesellschaftlicher und ökonomischer Zukunftsfragen sind detaillierte Kenntnisse zum geologischen Aufbau des Untergrundes notwendig. Mit Hilfe modernster Technologien und computergestützter Auswertungsverfahren ist es nun möglich, die physikalischen Eigenschaften von Gesteinen wie die elektrische Leitfähigkeit bis in 1000 m Tiefe aus Befliegungsmessungen abzuschätzen und daraus Aussagen über Wassergehalte oder Erzvorkommen abzuleiten.

Dezember 2025

3. Dezember

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

Neues aus Astronomie und Raumfahrt

10. Dezember

Prof. Dr. Martin Claußen – Max-Planck-Institut für Meteorologie und Universität Hamburg

Die Grüne Sahara

Proxydaten, Theorie und Klimamodellierung deuten darauf hin, dass sich seit circa 11 Millionen Jahren die Sahara mit Ausnahme der Hochphase der Eiszeiten etwa alle 20.000 Jahre für einige tausend Jahre ergrünte, das letzte Mal vor circa 11.000 bis 5.000 Jahren. Offenbar hat sich die Vegetation wesentlich rascher ausgebreitet und zurückgezogen als die allmählichen

Schwankungen des Klimaantriebs vermuten lassen. Erste Vorhersagen eines „Kollapses der grünen Sahara“ vor circa 5000 Jahren haben sich in dieser plakativen Form nicht bestätigt. Die Sahara ist geografisch sehr heterogen. Rasche Änderungen im Laufe von Jahrhunderten haben vermutlich im Wesentlichen in der westlichen Sahara stattgefunden.

17. Dezember

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

Weihnachtsmythen

und der Weg der Naturerkenntnis

Das Weihnachtsthema „Stern der Weisen“ ist in „WISSENSCHAFT live“ seit 1965 mit den Demonstrationsmöglichkeiten des Planetariumsgerätes auch immer eine eindrucksvolle Reise in die astronomische Vergangenheit. Zwar sind die astronomischen Gegebenheiten zur Zeitenwende auch mit dem Computer optisch zu simulieren, aber der Reiz der Immersion fehlt durch die einfache Projektion und damit ein wichtiger Teil des emotionalen Erlebnisses. Die Grundfrage, ob sich (Natur-)Wissenschaft und Glaubensüberzeugungen ausschließen, ist immer die heimliche Überschrift des Weihnachtsthemas, die nun einmal ganz anders – aber durchaus weihnachtlich – angegangen wird.

Januar 2026

7. Januar

Livia Cordis – WFS Berlin

Das neue Jahr am Sternenhimmel

14. Januar – noch offen

21. Januar – noch offen

28. Januar

Prof. Dr. Martin Meschede – Institut für Geographie und Geologie, Universität Greifswald

Der Ursprung der Erde und die Bedeutung der Vulkane für die Erdentstehung

Für manche Termine standen die Themen
bei Drucklegung noch nicht fest.

Bitte informieren Sie sich auch
auf unseren Internetseiten unter:
www.wfs.berlin/wissenschaft-live/

Das Zeiss-Planetarium im Jahr 1965

Gerold Faß – WFS Berlin



Wer im Juli 1965 am Ende des Munsterdamms auf die gegenüberliegende Straßenseite blickte, sah dort das neue Zeiss-Planetarium am Insulaner. Ein leicht höher gelegener, langgestreckter Gebäudekomplex, der sich an den Trümmerberg Insulaner anschmiegt. Links ist die große Planetariumskuppel zu sehen, davor der Eingangsbereich mit dem damals noch unverglasten Foyer und rechts schließt sich ein fast 40 Meter langes, zum Teil verklöntes Verwaltungsgebäude mit Büros und Lehrräumen an (*Abb. oben*). Hier hatte auch die, schon damals umfangreiche Bibliothek der Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V., ihr Zuhause.

Der Neubau „Zeiss-Planetarium am Insulaner“ im Juli 1965 – Architekt BDA Carl Bassen

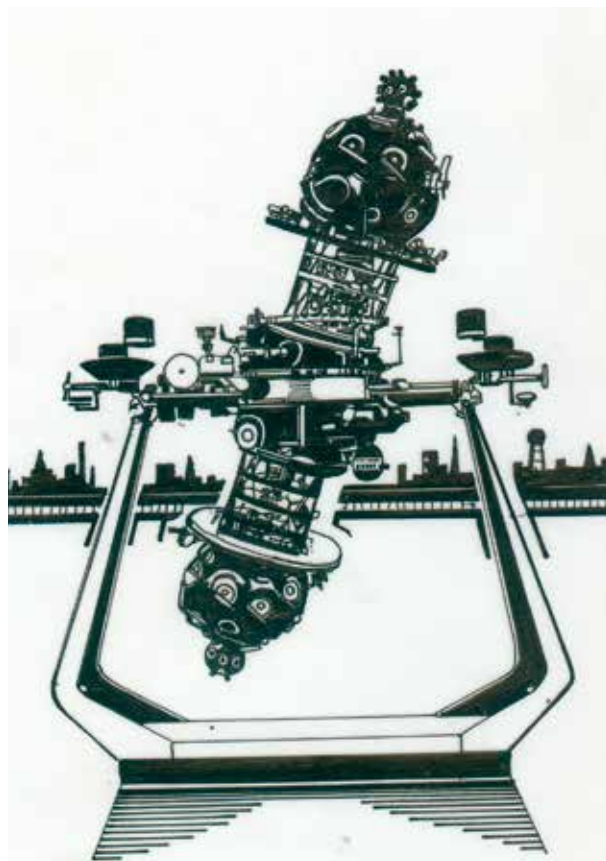
Die Stirnwand in der Eingangshalle wurde von einer Weltzeituhr (Entwurf Prof. Kirchberger) geprägt. Der anschließende Ausstellungsraum war durch eine Glaswand mit Sternbildfiguren, von demselben Künstler, getrennt.



Die Weltzeituhr und Sternbildfiguren im Foyer

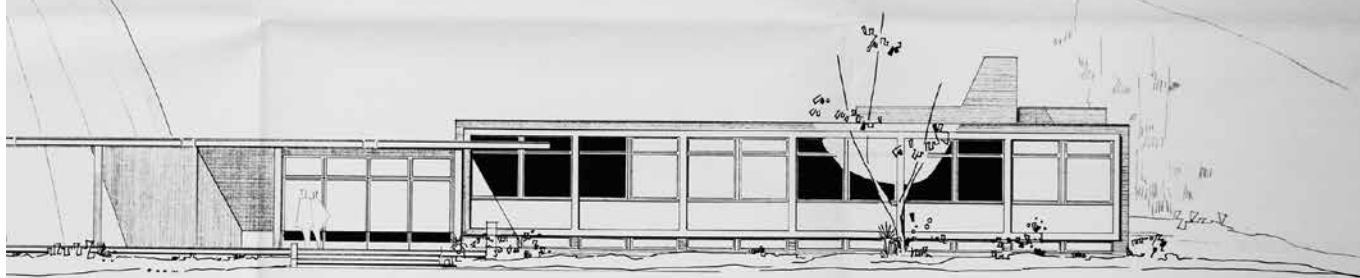
„Die Himmelsmaschine“

– der Sternprojektor von Carl Zeiss im Zentrum der Planetariumskuppel ist 1965 das Herz des neuen Planetariums. Fast 60 Jahre verzauberte dieser Projektor im Planetariumsdom alle Besucher*innen mit einem projizierten, wundervollen Sternenhimmel.



Zeiss-Sternprojektor Modell V

Das Zeiss-Planetarium im Jahr 2025



Die Bibliothek der Zukunft nach einem Entwurf von BDA Carl Bassen – Straßenansicht 1963.

Wer jetzt vor dem Planetarium steht, dessen Blick wird zunächst eingefangen von einem Bauzaun, der das Gebäude dahinter nur erahnen lässt. Und doch ist dieser Bauzaun ein Symbol für einen Neubeginn. Start für ein neues Zeiss-Planetarium, dessen Ansicht zur Straße wieder den klassischen Anblick von 1965, ohne einen verglasten Eingangsbereich, bekommt. Die Gebäude werden denkmalgerecht saniert. Die denkmalgeschützte Weltzeituhr bleibt in einem großzügigen Foyer für alle Besucher gut sichtbar erhalten. Die Sternbildfiguren werden in Zukunft einen Teil des Foyers abtrennen, in dem ein Café entsteht und an dem, im alten Bürotrakt, eine neu konzipierte Bibliothek wieder ihr Zuhause haben wird.

Der alte Sternprojektor von 1965 wird ersetzt durch einen modernen leistungsfähigen neuen Projektor. Die Himmelsmaschine, der alte Projektor, wird dann bei der Neueröffnung des Zeiss-Planetariums an einem besonderen Platz im Gebäude zu bewundern sein.

Nach einem Konzept der Stiftung Planetarium Berlin (SPB) und des Berliner Schulsenats wird das Zeiss-Planetarium am Insulaner in den nächsten Jahren zu einem Bildungszentrum der Naturwissenschaften erweitert und neu gebaut.

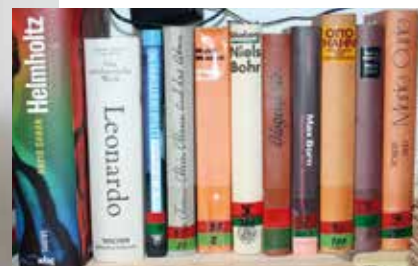
Für den Bau verantwortlich ist das Berliner Immobilien Management (BIM) im Auftrag des Berliner Schulsenats. Der unteren Denkmalschutzbehörde in Schöneberg ist der weitere Erhalt des „Denkmal Zeiss-Planetarium am Insulaner“ zu verdanken.

Verantwortlicher Betreiber dieses neu entstehenden Bildungszentrums ist die Stiftung Planetarium Berlin.

Die neue (alte) Bibliothek

wird modern, mit dem Ambiente einer klassischen Bibliothek. Sie soll ein Ort für die Bildung, für Berliner Schüler*innen, für Mitglieder des Vereins Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. ebenso wie für die Beschäftigten der Stiftung Planetarium Berlin werden. Ein Ort, an dem Vergangenheit und Zukunft vereint erscheinen. Hier werden nicht nur die kulturellen Schätze der

Wilhelm-Foerster-Sternwarte e.V. aus den letzten vier Jahrhunderten zugänglich gemacht, hier können auch die neuesten Forschungsergebnisse in den Naturwissenschaften erörtert werden und über Entwicklungen in der Raumfahrt diskutiert werden. Ein Ort der Begegnung, barrierefrei und erstmals für Rollstühle geeignet. Die Bibliothek der Zukunft, in der historisches Schriftgut bewahrt wird und Altes mit Neuem präsentiert wird. Ein Ort für die Kultur und für die Schulbildung in den Naturwissenschaften – speziell der Astronomie.



Ein kleiner Teil des mehr als 2000 Bände umfassenden historischen Schriftgutes in den Naturwissenschaften – ein nationales Kulturgut besonderer Bedeutung.

*Marsglobus von CAMILLE FLAMMARION
Paris 1890*



Ein außergewöhnliches Leben

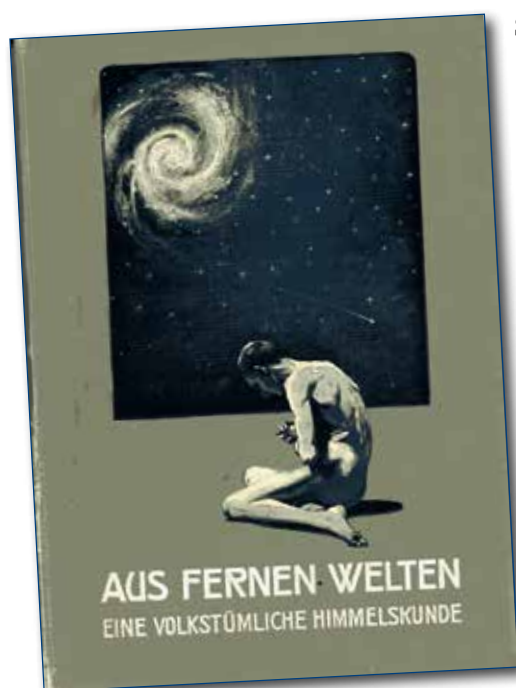
Zum 150. Geburtstag von Bruno H(ans) Bürgel (1875-1948)

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

Ein Lob des Buches! Im Regal kehren uns Bücher aber immer den Rücken zu und werben durch die Aufmachung des jeweiligen Titels, zuzugreifen und zu lesen.

Seit 1910 steht in den Regalen ein Buch mit dem Titel „Aus fernen Welten“ – schon ist die Neugier geweckt: was erwartet den Leser? Eine Reisebeschreibung, ein Abenteuerbuch, eine Science-Fiction Story? Erst das vollständige Titelblatt gibt Auskunft:

„Eine volkstümliche Himmelskunde“



Schon beim Lesen der ersten Seiten fällt auf, dass der Autor Bruno H. Bürgel einen anderen Weg findet, astronomisches Wissen mitzuteilen als vergleichbare Bücher dieser Zeit.

Titelblatt B. Bürgel: Aus fernen Welten (1910). Aquarell Bruno Bürgel

Keine „Koordinatensysteme“, keine mathematische Gleichung, keine Sammlung von astronomischen Fakten bremsen den anfänglichen Lesefluss. Bürgel wählt das Medium der Erzählung und entführt den Leser zunächst in die Abenddämmerung an einen Strand, beschreibt den Sonnenuntergang und das erste Aufleuchten der Sterne und erinnert den Leser an mögliche eigene Erlebnisse. Er fängt die Aufmerksamkeit für das Wissen über die Astronomie damit geschickt ein. Quasi im Nebensatz werden astronomische Zusammenhänge erzählt, die mit ihren außergewöhnlichen Fakten und Daten erst recht Verwunderung und Staunen hervorrufen. Diese Arbeitsweise zieht sich durch das ganze Buch und gibt die Begeisterung des Autors für die Wissenschaft unmittelbar an den Leser weiter.

Dabei werden auch Beispiele und Erklärungen aus anderen Wissensgebieten eingefügt. So beginnt das Kapitel über den Mars mit einem Versuch, „Leben“ zu erklären mit den kleinsten mikroskopischen Dimensionen

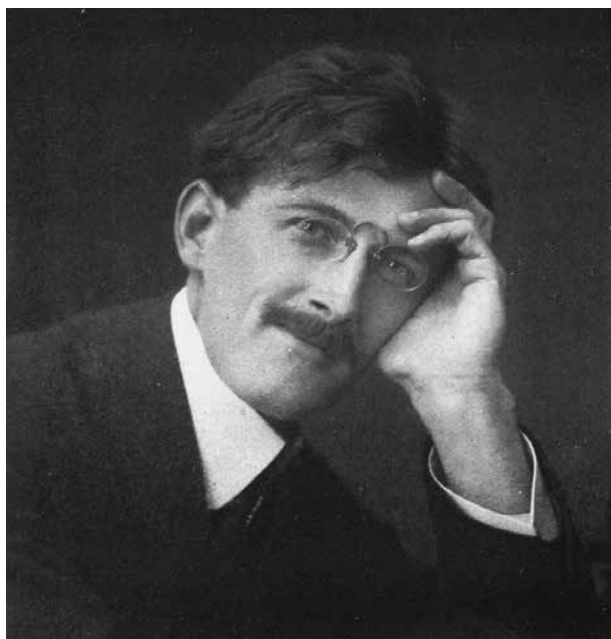


Aquarelle Bruno Bürgel (Aus fernen Welten, 1910: – Eine Sonnenfinsternis auf dem Monde. – Der Planet Saturn von einem seiner Monde aus gesehen.

von Lebewesen im Wassertropfen, um sich eine Wasserwelt auf dem Mars plausibel vorzustellen, denn Schiaparelli hatte gerade die sogenannten „Canali“ auf dem Mars „entdeckt“ und manche hielten das für Bauwerke marsianischer Bewohner. Dies alles wird aber mit der notwendigen Vorsicht und mit den vielen Fragezeichen präsentiert, den verantwortungsvollen Berichterstattung kennzeichnet.

Physikalische Phänomene, wie die Spektroskopie und die Photographie als „Helfer“ für die astronomische Forschung, werden anschaulich erklärt mit Photographien und Skizzen, die Bürgel z.T. selbst herstellte. Zur Veranschaulichung besonderer Situationen, wie die Vorstellung einer Sonnenfinsternis auf dem Mond oder den Saturn-Untergang auf einem seiner Monde, griff Bürgel auch zur Staffelei und malte eindrucksvolle Aquarelle. Die Ausstattung des Buches mit so vielen Abbildungen ist in der Tat bemerkenswert, wenn man das Erscheinungsjahr berücksichtigt.

Geradezu revolutionär ist ein eigenes Kapitel über „Frauen als Astronomen“, eine Würdigung der Leistung der damals bekannten Frauen, die astronomische



Bruno H. Bürgel, Foto 1912
(wikipedia gemeinfrei)

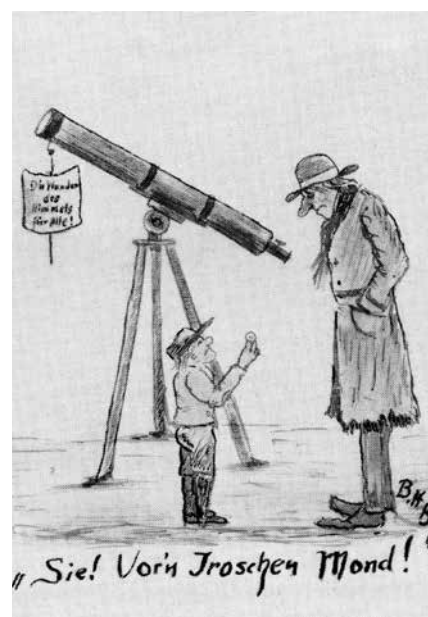
Kenntnisse erweitert hatten; noch Jahrzehnte später wurde die Leistung von Frauen oft kleingeredet oder gar unterdrückt! Auch ganz praktische Kapitel finden sich in diesem Buch, z. B. „Wie man sich am Sternhimmel zurechtfindet“ oder die Erklärung der Entstehung der Jahreszeiten. Die Beschreibung von Sonnen- und Mondfinsternissen wird ergänzt durch kulturhistorische Ausführungen in ihrer Bedeutung für die Menschen in der Vergangenheit. Auch eine kritische Stellungnahme zur Bedeutung der Astrologie in Vergangenheit und Gegenwart rundet die Weltsicht des Autors ab. Insgesamt präsentiert sich das Buch auch heute noch als eine imposante Darstellung der (damals bekannten) Kenntnisse über das Weltall, untermauert mit einer philosophisch-menschlichen Grundhaltung: der Mensch als „Wahrheitssucher“ mit der Erkenntnis seiner eigenen Grenzen. Es überschreitet damit die Kategorie eines reinen Sachbuchs.

Schwierige Jugendjahre

Der Lebensweg von Bruno H. Bürgel ist außergewöhnlich und der Start ins Leben konnte nicht schwieriger sein. Unehelich geboren am 14.11.1875 von der Näherin Luise Emilie Sommer in der Lottumstraße in Prenzlauer Berg, war er bald Waise, da seine kränkliche Mutter schon 1884 starb. Sein Vater, der bekannte Altphilologe und Archäologe Adolf Trendelenburg (1844-1941, zeitweise Mitarbeiter von Heinrich Schliemann bei den Ausgrabungen in Mykene), bekannte sich niemals zu seinem Sohn! Eine Jugend im Waisenhaus blieb ihm aber erspart. Das verdankt er dem kinderlosen Schuhmacher-Ehepaar Bürgel, einfache, aber liebevolle Menschen, die den Jungen schon der kränklichen Mutter regelmäßig abnahmen und den Waisen schließlich adoptierten und ihm ihren Namen gaben. 1886 zogen Bürgels nach Weissensee in ein Haus, genannt „Graues Elend“, damals „weit“ außerhalb der Stadt Berlin. Diese

ländliche Umgebung mit ihrer Natur hat Bürgels Jugend geprägt. Auch die für einen Handwerker unübliche Leidenschaft des Adoptivvaters, Bücher zu lesen oder sich vom Sohn vorlesen zu lassen, sollten ihre besondere Wirkung entfalten. Zunächst begann Bruno Bürgel bei seinem Adoptivvater eine Schuhmacherlehre, ließ sich dann aber doch als Steindrucker ausbilden und wurde schließlich Fabrikarbeiter. Im Zuge der wirtschaftlichen Rezession in den 1890er Jahren verlor er 1895 seinen Arbeitsplatz und stand zunächst vor dem Nichts – außer bei Gelegenheitsarbeiten fand er keine Anstellung.

In dieser Situation zahlte sich aus, dass Bürgel sich schon lange in der Freizeit intensiv mit Astronomie beschäftigte. Auslöser war die Totale Sonnenfinsternis am 19.8.1887, die Bürgel in Weissensee beobachten konnte. Der glückliche Umstand wollte es, dass im „Grauen Elend“ damals ein Mann wohnte, der dem Jungen das Himmelsereignis erklären konnte. Man nannte ihn den „Fransen-Professor“ wegen seiner schäbigen Kleidung. Er war Lehrer an einer Marineschule gewesen und damit prädestiniert, die Vorgänge am Himmel sachgerecht zu beschreiben. Spätestens seit diesem Erlebnis war



in Bürgel der Wunsch übermächtig, „die Sterne zu studieren“! Ein weiterer Umstand kam zum Tragen, dass Bürgel bei einem Buchhändler ein preiswertes Buch fand (ein Göschen-Bändchen für 20 Pfennig – die buchhändlerische Tat für das einfache Volk) mit dem Titel: „Auf der Sternwarte – wie der Astronom zu den Resultaten seiner Forschung gelangt“ von Max Wilhelm Meyer, dem Direktor der Urania-Sternwarte in der Invalidenstrasse. Das Bändchen verschlang er und erwarb von seinem geringen Lohn als Fabrikarbeiter weitere Literatur, um mehr von den Sternen zu erfahren. Dafür ging er zur Arbeit kilometerweit zu Fuß, um das Fahrgeld zu sparen. Nach Feierabend erarbeitete er sich so selbstständig ein recht umfangreiches naturwissenschaftliches Wissen – eine in ihrer Konsequenz und Ausdauer einmalige physische und psychische Leistung.

Selbstkarikatur (Aus fernen Welten,
Neuaufgabe E. Krug, 1975)



*Bürgel in der Urania vor dem 4-Zöller
(Aus fernen Welten, Neuauflage E. Krug, 1975)*

Vom Arbeiter zum Astronomen

In der hoffnungslosen Situation der Arbeitslosigkeit fasste Bürgel einen mutigen Entschluss: Er schrieb einen Brief an Dr. Meyer von der Urania-Sternwarte, schilderte seine Situation und seine Liebe zur Astronomie, beschrieb seine bescheidenen Beobachtungen und bat um eine Anstellung an der Sternwarte. Auch wenn er es nicht unbedingt erwartet hatte, lud ihn Dr. Meyer doch ein sich vorzustellen und seine Arbeiten zu präsentieren. Diese Begegnung war offenbar so erfolgreich, dass Bürgel 1896 als „Gehilfe“ an der Urania angestellt wurde und die Genehmigung erhielt, „nach Dienstende den Astronomen am Fernrohr zu helfen“ und die Bibliothek zu benutzen.

Bürgel war den Sternen nun ganz nahe – sein Traum ging in Erfüllung. Bei seiner Tätigkeit in der Urania erregte der freundliche und aufgeweckte junge Mann bald das Interesse sowohl der Leitung als auch der damaligen Medien. Seine Fähigkeiten Wissen anschaulich weiterzugeben gaben ihm Gelegenheit, erste Beiträge zu astronomischen Themen in Zeitschriften zu veröffentlichen. Wilhelm Foerster erkannte die Fähigkeiten des jungen Bürgel und ermöglichte ihm, in den Jahren 1903 und 1904 Vorlesungen an der Berliner Universität zu besuchen und seine Kenntnisse zu vervollkommen.

Bürgel selbst erkannte seine Möglichkeiten, dem einfachen Volk, dem er angehörte, Wissenschaft verständlich zu erklären und Bildung zu vermitteln und sah darin seine Lebensaufgabe. 1899 wurde er freiberuflicher Schriftsteller, verfasste viele Beiträge für Zeitungen und Zeitschriften, hielt Vorträge und wurde selbst Redakteur und Mitarbeiter in Verlagen. Er erweiterte seinen Arbeitsbereich auch auf andere Naturwissenschaften. Die erste Krönung dieser Tätigkeiten wurde sein Buch „Aus fernen Welten“. Bürgel wurde bekannt, ja berühmt und kam in Kontakt mit führenden Wissenschaftlern seiner Zeit. Selbst der bekannte Biologe

Ernst Heckel war von dem Buch so angetan, dass er es in einem Brief als „die beste volkstümliche Himmelskunde“ bezeichnete und sich bei Bürgel „für genußreiche Belehrung“ bedankte (6.10.1916).

Bürgel selbst verleugnete nie seine einfache Herkunft und den mühevollen Weg, den er gehen musste. 1919 verfasste er mit dem kleinen Buch „Vom Arbeiter zum Astronomen“ seine Lebenserinnerungen an diese schwierige Zeit und verstand sie als Mutmacher und Beispiel für den Leser, auch aus einfachen Verhältnissen sich mit Arbeit und Hartnäckigkeit Bildung zu erarbeiten, um zu besseren Lebensbedingungen aufsteigen zu können.

Der vielseitige Schriftsteller

Die Veröffentlichungen von Bruno H. Bürgel gehen in die Tausende; darunter die vielen „Eintagsfliegen“, astronomische und gegenwartsbezogene Plaudereien und sachbezogene Aufsätze in Zeitungen und Zeitschriften, die den Autor einer weiten Öffentlichkeit bekannt machten und auch in Übersetzungen in ausländischen Presseorganen erschienen. Darunter z.B. am 21.11.1926 in der Berliner Morgenpost der Beitrag „Die Himmelspforte“ zur Eröffnung des Berliner Planetariums am Zoo mit einer ausführlichen Beschreibung der neuen Einrichtung. Auch im neuen Rundfunk war Bürgel mit etlichen Beiträgen zu hören.

Insgesamt hat Bürgel 21 Bücher veröffentlicht, viele davon in Neuauflagen, die deutsche Gesamtauflage beträgt rund 5 Mio. Exemplare, die Übersetzungen in mindestens neun Sprachen nicht mitgezählt. Das erste Buch Bürgels „Aus fernen Welten“ wurde sein größter Erfolg, übersetzt in viele Sprachen! Noch 1975, zum 100. Geburtstag, veröffentlichte der Bertelsmann-Verlag eine von Erich Krug aktualisierte Neuauflage. Hier sollen einige Titel besonders erwähnt werden. Darunter auch Romane: die „Gespenster“ (1921), eine Abrechnung mit dem Spiritismus, „Der Stern von Afrika“ (1921), eine fiktive Reise zum Mond im Jahr 3000(!), und 1936 der biographische Roman „Sterne über den Gassen“. Der Jugend widmete er die beiden Bücher mit den „Seltsamen Geschichten des Doktor Ulebuhle“ (1920 und 1928), viel gelesene Geschichten in Märchenform über tägliche Dinge, Entdeckungen und Fantastisches mit tiefsinnigem Ausgang. Auch sein letztes Buch „Die Fackelträger“ (1947) widmete er der jungen Generation vom Aufstieg und Fortschritt der Menschheit für ein fried- und kulturvolles Miteinander. Der humorvolle, aber tiefsinnige Philosoph Bürgel kommt in seinen Büchern „Menschen untereinander“ (1922), „Im Garten

Ein außergewöhnliches Leben

Zum 150. Geburtstag von Bruno H(ans) Bürgel (1875-1948)

Dr. Karl-Friedrich Hoffmann – WFS Berlin

SPECIAL

Gottes“ (1924), „Die kleinen Freuden“ (1934) und „Vom täglichen Ärger“ (1941) voll zur Geltung – es sind teils besinnliche Plaudereien, teils „Lesebücher für Zornige, Eilige, Huschelpeter und lachende Philosophen“. Der erfolgreiche Verkauf seiner Bücher machte ihn wohlhabend, so baute er 1927 in Babelsberg unterhalb der Sternwarte ein Haus mit einem großen Balkon, auf dem er ein beachtliches Fernrohr aufstellen konnte. Er beobachtete gern, experimentierte viel und machte manchen Versuch, den er in der Literatur fand, selbst, um seine Erfahrungen zu festigen.

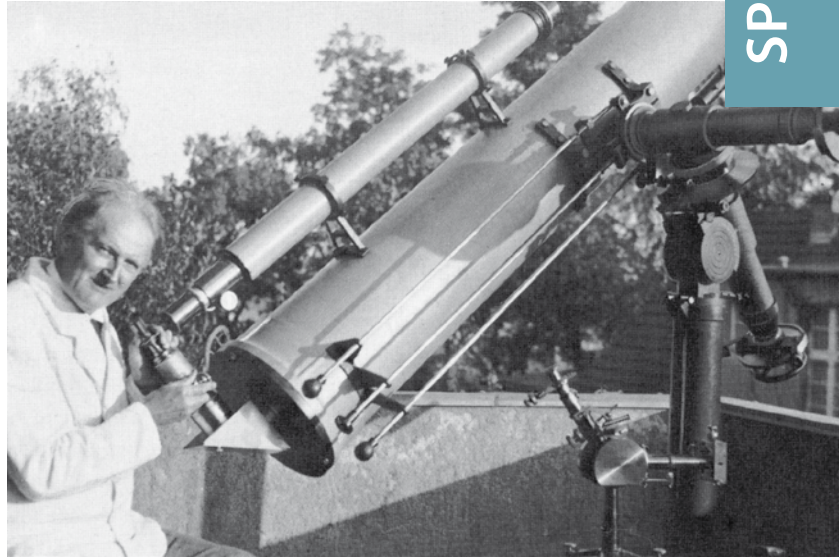
Nach dem Ende der Katastrophe des Zweiten Weltkrieges, dem „Zusammenbruch“, stellte sich Bürgel 1945 mit 70 Jahren dem Kulturbund in Potsdam aktiv zur Verfügung mit dem Anspruch: „Einst waren die Sterne Wegweiser auf den Meeren, lasst sie uns heute als leuchtende Symbole einer größeren, höheren Weltanschauung betrachten.“ Eine Berufung auf eine Professur an der Humboldt-Universität lehnte er ab – er blieb im Herzen der „Arbeiterastronom“.

Bürgel starb am 8. Juli 1948 in seinem Haus und wurde am 12. Juli auf dem Friedhof in der Goethestrasse in Babelsberg beerdigt.

Der Nachruhm

Nach Bruno H. Bürgel sind Schulen benannt worden (z.B. in Berlin-Lichtenrade), verschiedene Volkssternwarten wie die in Berlin-Spandau auf dem Hahneberg tragen seinen Namen und auch eine Straße in Berlin-Niederschöneweide heißt „Bruno-Bürgel-Weg“ (siehe dazu auch Seite 28 „Astronomische Spurensuche“). Ähnliches findet sich auch in anderen Städten. Das Urania-Planetarium in Potsdam bewahrt seinen Nachlass an Büchern, Schriften und Einrichtungsgegenständen in der Bürgel-Gedenkstätte. Der Asteroid (10100) Bürgel trägt seinen Namen. Die ehrenvollste Erinnerung hat die Astronomische Gesellschaft (AG) eingerichtet: Sie verleiht seit 1983 den „Bruno-H.-Bürgel-Preis“ für hervorragende populäre Darstellungen neuerer astronomischer Erkenntnisse.

Die Veröffentlichungen Bürgels – vor allem sein Erstling „Aus fernen Welten“ – haben seit den 1920er Jahren viele junge Menschen motiviert, Astronomen zu werden oder sich mindestens einer amateurastronomischen Vereinigung anzuschließen, Fernrohre selbst zu bauen und damit zu beobachten. Erst die Raumfahrt in den 1960er Jahren hat einen ähnlichen Popularitätsschub für die Astronomie hervorgebracht. Als es nun preiswerte und leistungsfähige Teleskope zu kaufen



gab, wurde das Taschengeld in ein Teleskop investiert – und viele haben sich ernsthaft mit den ständig wachsenden Kenntnissen der Astronomie beschäftigt. Der Betrieb der Volkssternwarten in Deutschland lebt bis heute von solchen Menschen.

Bürgel – heute?

Die Sprache Bürgels transportiert bis heute den Enthusiasmus und die Bewunderung für die Sternenwelt, das Wissen aber hat sich seit Bürgels Tod unvorstellbar erweitert. Aus den schon schwer vorstellbaren Dimensionen der räumlichen Verteilung der Sterne ist heute die gedanklich kaum begreifbare zeitliche und räumliche Anordnung von Galaxienhaufen geworden, der menschliche Erkenntnisgewinn hat sich um Zehnerpotenzen weiter vergrößert. Was würde wohl Bürgel heute formulieren, wenn er all die neuen astronomischen Erkenntnisse einordnen müsste? Seine philosophischen Einschübe, mit denen er Achtung und Demut des Menschen vor der Unendlichkeit und den Gesetzen des Alls beschwor, sind heute erst recht bedenkenswert. So behalten die letzten Sätze aus seinen „Fernen Welten“ – finde ich – ihre Gültigkeit, gerade wegen und trotz der unheimlichen Erweiterung unseres Wissens:

„Der Zweck der Welt und der unseres eigenen kleinen Seins liegt verborgen, aber wer wäre nicht so vermessen nicht doch anzuerkennen, daß ihr ein tiefer, ein erhabener Sinn innewohnen muß, dieser Unendlichkeit in Raum und Zeit, die voller Glanz, Zauber, Unbegreiflichkeit und Beglückung ist, auch wenn wir weder ihren Anfang noch ihr Ende überschauen können noch den Plan, der ihr zugrunde liegt!“

Bürgel auf seinem Balkon
(Aus fernen Welten, Neuauflage E. Krug, 1975)

Nachbau eines tychonischen Sextanten

Dr. Felix Lühning

Der dänische Astronom Tycho Brahe (1546 – 1601) zählt zu den bekanntesten Figuren in der Geschichte der Astronomie. Nachdem sich die Astronomen des Mittelalters hauptsächlich damit zufriedengegeben hatten, den Himmelsstand nach den antiken Rechenanweisungen vorauszubestimmen und diesen – wenn überhaupt – nur stichprobenartig Beobachtungen zu prüfen, führte er die noch heute gültigen wissenschaftlichen Methoden in die Astronomie ein: Langzeit-Messreihen, systematische Datensammlung, fest angestellte Beobachterstäbe, Genauigkeitssteigerung der Messungen so weit als möglich, kritische Auswertung der Messdaten und Bildung internationaler Netzwerke zum Datenaustausch. Menge und Genauigkeit seiner astrometrischen Arbeiten führten maßgeblich zur Findung der Planetengesetze und zur Durchsetzung des heliozentrischen Systems.

Der Verfasser dieser Zeilen hat sich seit geraumer Zeit besonders mit der technischen Seite der Braheschen Erfindungen auseinandergesetzt. 2017 fertigte er in seiner Werkstatt – basierend auf den Beschreibungen und Abbildungen des „Meisters“ selber – einen möglichst authentischen Nachbau des sogenannten Tychonischen Sextanten an (Abb. unten), der anschließend in der musealen Sammlung der Archenhold-Sternwarte aufgestellt wurde; nicht zuletzt auch, um bei Sonderveranstaltungen im Gebrauch vorgeführt zu werden.

Das „Musterblatt“: Darstellung des tychonischen Sextanten in der *Astronomiae Instauratae Mechanica* von 1598.



Das Vorbild

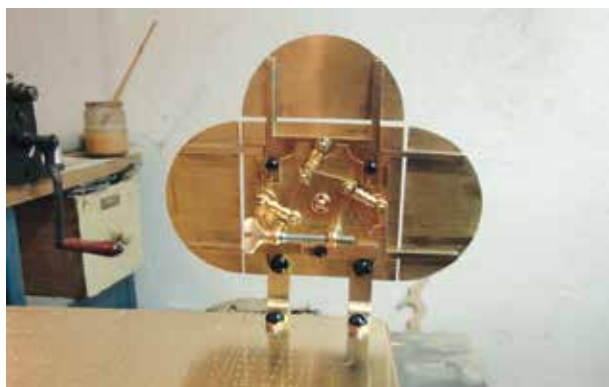
Der Sextans astronomicus trigonicus pro distantis rimandis – der dreieckige astronomische Sextant zur Messung von (Stern-)Abständen war eine eigene Entwicklung Brahes und das wohl innovativste und am häufigsten eingesetzte Instrument seiner Sternwarte, das zudem – leicht modifiziert – auch in mehreren Exemplaren dort vorhanden war (Abb. oben). Der Sextant diente zur Messung der Winkelabstände zweier beliebiger Sterne bzw. Stern – Mond oder Stern – Planet. Er liefert somit nur Relativ- und keine Absolutmessungen, besaß dafür aber unschlagbare Vorteile: die Messungen konnten sehr rasch gewonnen, beliebig oft wiederholt und Wolkenlücken genutzt werden, und man war (anders als bei Meridian- oder Azimutalbeobachtungen) unabhängig von den Launen der Beobachtungsuhrn. Johannes Hevelius, der letzte Astronom, der Sextanten Brahescher Bauart intensiv benutzte, rühmte sich, in einer besonders guten Nacht innerhalb von neun Stunden mehr als 70 Abstandsmessungen erhalten zu haben, was etwas weniger als acht Minuten pro Messung ausmachte.¹

Zu den Messungen war freilich ein eingespieltes Team nötig: ein Beobachter peilte durch ein mit verstellbaren Schlitzblenden versehenes festes Visier am linken Ende des Gradbogens über den Mittelzylinder an der Spitze des Sextanten den einen Stern an, der zweite Beobachter peilte zur selben Zeit auf gleiche Weise



Grundprinzip der Braheschen Schlitzvisiere; anstelle des beschriebenen Zylinders befindet sich hier jedoch eine quadratische Blende. *Astronomiae Instauratae Mechanica* 1598.

Der Sextant „im Außeneinsatz“ vor Brahes Sternwarte „Stjerneborg“ (unten rechts). Man beachte die Sitzkisten und die Blendlaterne. *Astronomiae Instauratae Mechanica* 1598.



Rekonstruktion des Verstellmechanismus
der Blenden beim Nachbau.

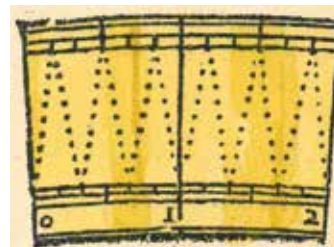
mit einem gleichartigen Visier, das auf dem beweglichen Arm, der sogenannten Alhidade saß, den zweiten Stern an (Abb. Seite 12 rechts unten). Die Peilung geschah jeweils durch den linken Schlitz an der linken Zylinderkante, durch den oberen Schlitz an der oberen Zylinderkante und durch den rechten Schlitz an der rechten Zylinderkante. Durchmesser und Höhe der Zylinder entsprachen genau den Seitenlängen der quadratischen Blende, was eine parallele Ausrichtung der Visierlinien garantierte. Zusätzlich ließ sich am linken Schenkel des Sextanten ein weiteres Peilzylinder aufstecken, zu dem ein drittes Schlitzvisier gehörte, das am Gradbogen so aufmontiert wurde, dass die Visierlinie parallel zur Mittelachse des Sextanten verlief. Diese Einrichtung diente zur Messung enger Distanzen von weniger als 10° , bei denen die Köpfe der Beobachter sonst zusammengestoßen wären. Von dem gefundenen Winkel mussten nur stets 30° abgezogen werden. Im normalen Gebrauch waren Hilfszylinder und -visier demontiert.

Die Sechsschlitze zwischen Blende und Flügeln ließen sich – je nach Sternhelligkeit – mit Hilfe einer einzigen Schraube gleichzeitig um denselben Betrag erweitern oder verengen, wobei der Verstellmechanismus auf der Vorderseite (d. h. der dem Auge abgewandten Seite) des Visiers saß (Abb. oben)². Das verstellbare Schlitzvisier zählte – neben der gleich zu beschreibenden Teilung der Gradskala – zu den wichtigsten Innovationen Brahes, die ihm einen deutlichen Vorsprung zu seinen „Konkurrenten“ sicherten.

Die Alhidade trug an ihrem hinteren Ende eine breite, geschwungene, an der Außenkante des Gradbogens anliegende Stahlfeder, deren Reibung einerseits genügte, die Alhidade in jeder Instrumentenlage festzuhalten, andererseits aber auch noch eine feinfühligere Verschiebung zuließ. Die Beschläge auf der Alhidade waren in feiner Messingschnittarbeit ausgeführt. Der Winkelabstand beider Sterne konnte an der Ablesekante in einer rechteckigen Öffnung der Alhidade unmittelbar auf dem Gradbogen abgelesen werden.

Auf dem Gradbogen war jeder Einzelgrad markiert und oben und unten durch je ein konzentrisches Würfelband weiter in sechs Schritte (d. h. jeweils 10 Bogenminuten) unterteilt. Die Feinteilung in einzelne Bogenminuten erfolgte durch die sogenannte Transversalteilung. Hierzu verband eine auf- und absteigende

Zickzacklinie die $10'$ -Markierungen des oberen und unteren Würfelbandes. Diese sogenannten Transversalen waren durch 10 konzentrische Kreisbögen gleichmäßig unterteilt. Jeder Schnittpunkt einer Transversalen mit den konzentrischen Kreisbögen war punktmarkiert und ergab die einzelne Bogenminute (Abb. rechts). Da Brahe zufolge auch Viertelbogenminuten (= 15 Bogensekunden oder $1/240^\circ$ bzw. $1/120$ des Vollmonddurchmessers!) ablesbar gewesen sein sollen, müssen zwischen den punktmarkierten Bogenminuten jeweils drei weitere Kreisbögen vorhanden gewesen sein. Diese Genauigkeit war für die damalige Zeit beispiellos und ausschlaggebend für die spätere Findung der Planetengesetze durch Brahes Schüler Johannes Kepler. Als Maß für die Höhe bzw. Breite des Gradbogens gibt Brahe $1/48$ des Bogenradius an.



Der Sextant ruhte auf einer voluminösen, mit Kupferblech bekleideten Kugel (Durchmesser 60 cm)³, die als Gelenk diente, auf dem sich das Instrument in beliebige Ebenen schwenken ließ. Die Kugel wälzte sich in einem schmiedeeisernen, korbähnlichen Gebilde. Neun starke, rosettenförmige und durch Schrauben nachspannbare Stahlfedern sicherten eine spielfreie Drehung. Die Verbindung zwischen Kugelgelenk und Sextant bestand aus einem kräftigen Vierkantzapfen, der aus dem Pol der Kugel ragte und auf den der Sextant mit einer passenden Bohrung aufgesteckt wurde.

Der „Korb“ bzw. das ganze Kugelgelenk saß auf einem schmiedeeisernen Vierkantrohr, das wiederum in einem schweren, hölzernen Fußgestell steckte und sich dort – wie die Beobachtung es erforderte – ein- oder ausschieben ließ. Das Stativ war reich mit Rollwerksornamentik und profilierte Zierleisten geschmückt und zudem manieristisch-buntfarbig gefasst. Zur genauen Konstruktion des Ausschubmechanismus liefert uns Brahe keine Angaben. Angesichts des Gewichts des Instrumentes darf man sich hier eine Konstruktion ähnlich einer Daumenkraft bzw. Wagenwinde vorstellen.

Ebenfalls keine Angaben finden wir zu einer etwaigen Arretierung der Alhidade, zur Befestigung namentlich der Zusatzvisiere, zur Beschaffenheit der Holzverbindungen, zur Befestigung des Messing-Gradbogens auf dem Holzkorpus des Instrumentes, zum Innenleben des Kugelgelenks u. a. m., so dass wir hier auf Vermutungen bzw. auf das angewiesen sind, was zeitgenössische Handwerkstechnik bei vergleichbaren Konstruktionen zu leisten imstande war.

Das Prinzip der Transversalteilung:
Astronomiae Instauratae Mechanica 1598.

Der Nachbau

Die originalen Beobachtungsgeräte Brahes sind verschollen. Das Replikat konnte nur aufgrund der Beschreibungen und Abbildungen, die Brahe hinterließ, gebaut werden. Die Absicht eines möglichst authentischen Nachbaus ließ sich freilich nur bedingt erfüllen. Zunächst einmal bleiben (zeittypisch!) sämtliche Maßangaben Brahes vage und beschränken sich auf Formulierungen wie: „... ist über einen Zoll dick“ oder „... misst etwas mehr als eine Elle“: Brahe schrieb sein Werk für Astronomen, nicht für Architekten, und millimetergenaue Maßangaben waren für die damaligen Menschen, die viel mehr als heute ein ‚vernickeltes Augenmaß‘ einzusetzen wussten, ohnehin nicht von Belang. Zudem konnte Brahe bei ihnen die Kenntnis üblicher Technikdetails, die uns heute fehlen, stillschweigend voraussetzen.

Dann aber haben sich viele bautechnische Faktoren so gravierend verändert, dass die Erlangung eines historisch wahren Zustandes einen Arbeits-, Kosten- und/oder Forschungsaufwand bedeutet haben würde, der im Rahmen dieses Projektes nicht zu verwirklichen war (allein die Tatsache, dass Brahe sämtliche Metallteile seiner Geräte zum Schutz vor Oxydation feuervergolten ließ, bewirkte hier eine breite Kompromissbereitschaft). Die größte Veränderung ist die völlige Wertumkehrung von Energie und Arbeitskraft – letztere stand früher reichlich und billig zur Verfügung, während Energie bzw. Kraftmaschinen sehr aufwendig beschafft werden mussten. Heute ist (Hand)arbeitskraft kaum zu bezahlen, während Energie in Form von elektrischem Strom billig überall zu haben ist. Weitere Einschränkungen betreffen die Werkstoffqualität: während sich Brahes Handwerker an einem reichen Fundus feinjähriger, astreiner und jahrelang an der Luft getrockneter Hölzer bedienen konnten, steht uns heute (fast) nur schnellwüchsige, ofengetrocknete Plantagenware zur Verfügung. Umgekehrt verhält es sich mit Metallwerkstoffen, die heute laborgeprüft, nach DIN-Normen zertifiziert, reichlich und in einer Qualität zu kaufen sind, von der Brahe nur träumen konnte. Ebenso sind die heute üblichen Kaltleime wesentlich stärker und einfacher zu verarbeiten, als die Knochen- und Fischleime jener Zeit.

Das Holz war natürlich keine fertige Hobelware vom Baumarkt, sondern sorgfältig ausgewählte Kiefern- und Eichenplanken vom Holzhandel. Einzig beim groben Auftrennen kam noch die kraftsparende Kreissäge zum Einsatz. Die weitere Bearbeitung der Hölzer aber – das Schruppen, Auf-Maß-Hobeln und Schlichten, das

Einstoßen von Nuten, Falzen und Profilen, das Einstemmen von Zapflöchern, Zuschneiden der Zapfen, Bohren, Ablängen und Ausschneiden selbst geschweiften Umrissen, Schnitzarbeiten usw. geschah ausschließlich von Hand. Sandpapier zum Feinschliff kam nicht zur Verwendung, da dieses im 16. Jh. noch unbekannt war. Mit einem (scharfen!) Hobel erzielt man ohnehin die glattesten Oberflächen, die zudem gegen Wasser unempfindlicher sind, als geschliffene Hölzer.

Auch die Metallbearbeitung war etwas bequemer als vor 400 Jahren: die nötigen Messing- und Stahlbleche mussten nicht mehr am Schmiedefeuer gehämmert, gegläht und anschließend mit Feile und Schleifklotz auf Maß gebracht werden, sondern kamen fertig poliert aus dem Metallhandel. Die Kupferkugel für das Kugelenk wurde nicht aus dem Blech geschlagen, sondern von einer Hamburger Metalldruckerei geliefert. Schrauben und Muttern erhielten metrische Normgewinde. Und nicht zuletzt verfügte die beim Nachbau benutzte Drehbank (wenngleich schon etwas älteren Baujahrs) über einen Elektro-Antrieb und einen Kreuzsupport, womit – im Gegensatz zu den Drechselbänken des 16. Jahrhunderts mit frei geführtem Drehstuhl – von vornherein Gewähr auf Maßhaltigkeit bestand. Alle weiteren Feinarbeiten – Bohren, Sägen, Feilen, Schleifen, Gravieren – erfolgten aber auch hier ausschließlich von Hand. Der reichlich geflossene Schweiß erklärt die dauerhafte Qualität von Gebrauchsgegenständen der vorindustriellen Zeit zur Genüge: Es war viel effizienter, material- und kräftesparender, es von vornherein richtig zu machen, als Pfusch zu liefern – denn den musste man hinterher doch noch einmal (mit eigener körperlicher Arbeit) neu anfertigen.

Die Abmessungen des Nachbaus orientieren sich am altdänischen Fuß, der umgerechnet 263,3 mm maß. Brahe gibt den Radius des Gradbogens mit 4 Ellen an, was damit 1,58 m entspricht. Der Korpus des Geräts bestand aus Holz, nur der Gradbogen, die Visiere und die Beschlagteile waren aus Messing. Brahe bevorzugte als Baumaterial Walnuss- oder Fichtenholz⁵, welches letzteres sehr leicht und biegesteif war. Das Holz wurde durch Ölfarbe und Leinöl imprägniert. Die Holzverbindungen waren „*affabre [...] compofita & conglutinata*“⁶, d. h. handwerksmäßig zusammengefügt und verleimt. Eine genauere Analyse der Abbildung des Instrumentes ließ stark vermuten, dass die verwendeten Hölzer keinen quadratischen, sondern einen rechteckigen Querschnitt besaßen und hochkant gestellt waren – was der Stabilität des Sextanten nur entgegenkommen konnte. Nicht umsonst hat Brahe immer wieder betont,

Nachbau eines tychonischen Sextanten

Dr. Felix Lühning

wie wichtig eine vollkommen ebene Oberfläche der Instrumente für die Messungen sei.

Das Grundgerüst des Sextanten bestand aus zwei seitlichen Schenkeln und einem Mittelholm, zwischen denen sich zahlreiche Verstrebungen spannten. Auffällig ist ein zentraler, kreisförmig ausgeführter Knotenpunkt im geometrischen Mittelpunkt des Sextanten, von dem aus radiale Streben ausliefen. Knapp unterhalb dieses geometrischen Zentrums fällt ein Querholz mit einer Vierkantbohrung auf – hier befand sich der konstruktive Schwerpunkt des Sextanten, und dies war auch die Stelle, an der er auf einen Vierkantzapfen gesteckt wurde, der aus dem Kugelgelenk ragte. Da hier alle Kräfte bei der Verstellung des Geräts angriffen, dürfte es sehr kräftig ausgeführt gewesen sein.

Als ersten Bauschritt fertigte ich für den Sextanten auf einem Schnürboden einen 1:1-Aufriss an, nach dem die Hölzer zurechtgelegt und angerissen wurden (*Abb. unten*). Von größter Wichtigkeit war die Festlegung des Drehpunktes der Alhidade, der nicht nur Sitz des Zylindervisiers sein sollte, sondern von dem aus auch die Radien der Holzsegmente für den Gradbogen – und später auch der Messing-Gradbogen selbst – angerissen wurden. Nach dem Anreißen begann die Ausarbeitung der Holzverbindungen. Diese erforderten besonders in den Knotenpunkten, an denen sich bisweilen drei Hölzer trafen, einige Tüftelei. Der Sextant glich am Ende einem Holzpuzzle, dessen Teile in genauer Reihenfolge zusammengesteckt werden mussten. Während die Verblattungen so stramm wie möglich (d. h. ohne Fuge) ausgeführt wurden, musste man in den Zapflöchern etwas Luft lassen, da die mit Leim eingepinselten Zapfen aufquollen und die Passung viel zu stramm wurde. Die Verbindungen wurden durch übergelegte



Der Schnürboden mit dem unentbehrlichen Stangenzirkel.



Schraubzwingen mit sanfter Gewalt herangeholt; die Löcher für die Holznägel waren „auf Zug“ abgebohrt, so dass der eingeschlagene Holznagel die Verbindungen völlig dicht zog (*Abb. oben*).

VERWEISE

¹ Hevelius 1673, S. 280

² Brahe 1598 S. 83.

³ [...] habens in diametro paulo plus duobus pedibus. (Brahe 1598 ebd.)

⁴ Als Quelle diente hier hauptsächlich Brahe 1598, S. 40f u. S. 83.

⁵ Conducunt autem huc ex omnibus lignis præcipue ex arbore iuglandum, & ejus specie abietis, quam Germani Feuchtenholtz vocant, si viciosa non sint & diu exficcata. (Brahe 1598 S. 33; Beschreibung der Äquatorealarmillar-sphäre) Feuchtenholtz = Fichtenholz.

⁶ Brahe 1598 S. 40.

LITERATUR

Brahe 1598: Tycho Brahe; *Astronomiæ Instauratæ Mechanica*, Wandsbek 1598

Christensen/Beckett 1921: Charles Christensen, Francis Beckett; *Uraniborg og Stjærneborg*, Kopenhagen/Oxford 1921

Christianson 2000: John Robert Christianson, *On Tycho's Island – Tycho Brahe and His Assistants*, Cambridge 2000

Hevelius 1673: Johannes Hevelius, *Machinae Coelestis pars prior*, Danzig 1673

Repsold 1908: Johann Adolf Repsold, *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge – von Purbach – Reichenbach 1430 – 1830. Bd. I*, Leipzig 1908

Der verleimte Rohbau des Sextanten.

Entropie und Leben

– eine planetare Perspektive

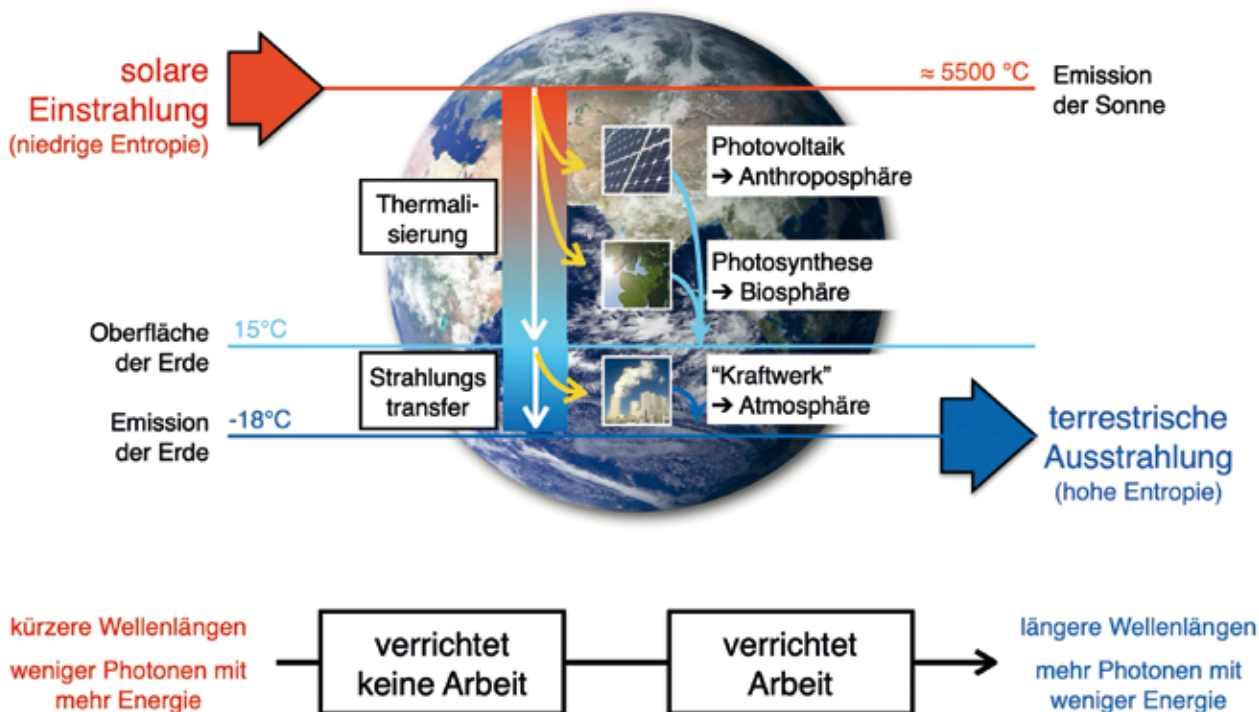
Dr. PD Axel Kleidon – Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena

Was können wir aus der Entropie über das Leben auf der Erde lernen? Dazu sehen wir uns erst den Entropiebegriff näher an, da er sich über die Jahrzehnte entwickelt hat, wir sehen uns an, warum er für das Erdsystem so relevant ist, und betten dann das Leben als thermodynamischen Erdsystemprozess in diese Sichtweise ein.

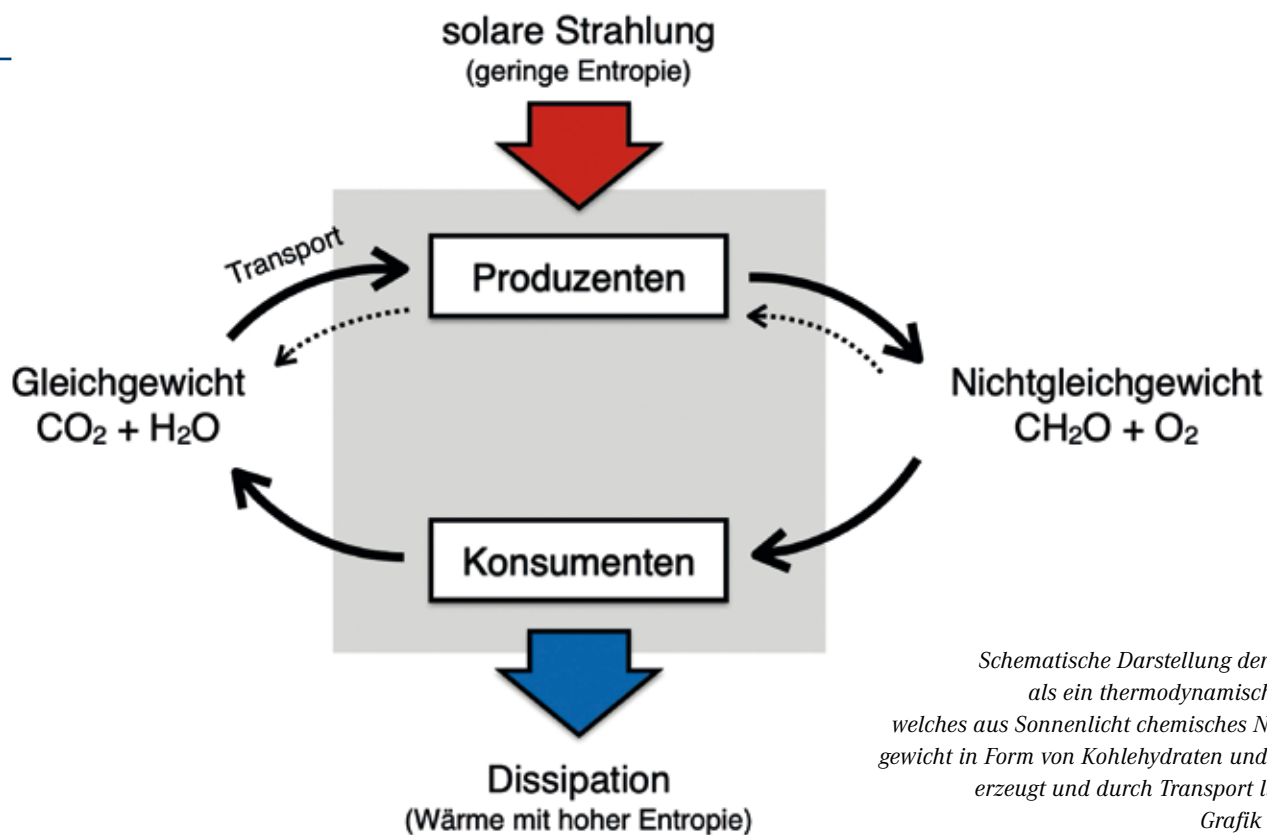
Entropie – damit verbinden wir ja typischerweise den Begriff, den Clausius Mitte des 19. Jahrhunderts eingeführt hat, zu einer Zeit, in der Dampfmaschinen entwickelt wurden und die Industrialisierung ermöglichten. Das Konzept entwickelte sich aber weiter. Durch die kinetische Gastheorie von Boltzmann erhielt Entropie eine statistische Basis, Planck nutzte diese Basis zur Herleitung der Strahlungsgesetze. So wurde Entropie aus etwas Empirischem zu einem Kernkonzept der Quantenphysik. Energie ist gequantelt und verteilt über Strahlungsmoden, Elektronen und Bewegungszustände von Molekülen. Folglich gibt es mindestens drei Formen der Entropie, verbunden mit der Verteilung von Energiequanten auf Photonen, Elektronen und Molekülen.

Die wahrscheinlichste Verteilung, also maximale Entropie, wird genommen, um die Eigenschaften von der atomaren Ebene in die klassische Physik zu übersetzen.

Die drei Formen der Entropie werden benötigt, um die Energieumwandlungen der Erde zu verstehen (Kleidon 2012, 2016, 2023a). Die Sonne strahlt Energie bei sehr hoher Temperatur ins All. Wenn diese Strahlung auf die Erde trifft, hat sie somit sehr geringe Entropie – die Energie ist verteilt über vergleichsweise wenige energetische Photonen mit kurzer Wellenlänge. Die Prozesse des Erdsystems wandeln diese Energie um, ebenso die Form der Entropie, bei Absorption, Emission, Auftrieb, Reibung, Phasenübergängen, bei geochemischen Reaktionen und all den anderen Prozessen des Erdsystems. Wenn die Energie letztendlich wieder ins Weltall abgestrahlt wird, ist sie über wesentlich mehr, schwachenergetische Photonen verteilt. So nimmt die Entropie während dieser Umformungen zu – der zweite Hauptsatz der Thermodynamik wird befolgt. Aber das ist ja eigentlich nicht überraschend.



Die Dynamik des Erdsystems wird durch die unterschiedlichen Entropien von einfallender Solarstrahlung und ausgehender Abstrahlung angetrieben. Aus diesem Entropieunterschied kann die Atmosphäre über „Kraftwerke“, die Biosphäre über Photosynthese, und die Menschheit über Photovoltaik Leistung gewinnen.
Nach Kleidon (2012, 2016, 2023a).



Wo die Entropie dann relevant wird, ist, wenn wir näher betrachten, wie sie eigentlich erhöht wird. Dabei gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Prozessen: die einen, die Entropie direkt erhöhen und Unterschiede abbauen, so wie Strahlungstransport, Diffusion, oder Mischung, und die anderen, die erst Arbeit verrichten, nutzbare Energie erzeugen, und erst dann Entropie erzeugen, wenn diese Energie verbraucht, also dissipiert wird und wieder die Form von Wärme annimmt. Im letzteren Fall nimmt Energie also einen Umweg, verursacht Dynamik und formt die interessanten Aspekte des Erdsystems. Und hierbei setzt Entropie die Grenze, wieviel nutzbare Energie maximal erzeugt werden kann – so wie in einem Kraftwerk, welches aus der Verbrennungswärme (also Energie mit niedriger Entropie) nutzbare Energie in Form von Strom generiert. Auf der Erde gibt es letztendlich drei Prozesse, die aus Sonnenlicht Arbeit gewinnen (Abb. Seite 16): das Klimasystem, was aus Wärme Bewegung erzeugt, die am Ende durch Reibung wieder dissipiert wird, die Photosynthese, die Ladungstrennung nutzt, um chemische Energie zu bilden und das Leben am Laufen hält, und die Photovoltaik, die direkt Strom generiert, der durch menschliche Gesellschaften verbraucht wird.

Wie passt nun das Leben in dieses Bild? Leben braucht Nahrung, also nutzbare Energie in chemischer Form, um damit metabolische Aktivität aufrecht zu erhalten. Die Summe allen Lebens, also die Biosphäre, formt ein dissipatives System (Abb. oben). Befeuert wird sie durch die Produzenten, die über Photosynthese aus Sonnenlicht nutzbare chemische Energie erzeugen, und die Konsumenten, die diese Energie als Nahrung aufnehmen und mit ihren Metabolismen wieder in Wärme umwandeln und Entropie erzeugen. Mit der Thermodynamik können wir damit also die Aktivität der Biosphäre eindeutig messen, durch ihre Leistung und Dissipation, so wie auch andere Erdsystemprozesse.

Was beschränkt nun die Aktivität der Biosphäre? Auf den ersten Blick denkt man vielleicht an die Anwendung von etwas wie dem Carnot'schen Wirkungsgrad auf die Photosynthese – dort zeigt sich aber, dass beobachtete Raten von Photosynthese deutlich unter dem Maximum liegen, was die Thermodynamik erlauben würde. Bei genauerem Blick zeigt sich, dass die eigentliche Limitierung in dem Stoffaustausch mit der Umgebung liegt (Kleidon 2021). Pflanzen auf Land müssen für die Photosynthese Kohlendioxid (CO_2) aus der Luft aufnehmen, dabei verdunsten sie viel Wasser. Das Verhältnis zwischen CO_2 -Aufnahme und Wasserabgabe ist dabei relativ fest, es variiert nur schwach zwischen

verschiedenen Ökosystemen und Klimaten. Die Verdunstung in die Atmosphäre wiederum ist über die Thermodynamik klar begrenzt - über die Rate, mit der Wasserdampf in die Atmosphäre eingebracht wird. So zeigt sich, dass die Aktivität der Biosphäre (zumindest der über Land) durchaus durch die Thermodynamik begrenzt ist, allerdings indirekt, indem der Gasaustausch zwischen den Kronendächern und der bodennahen Atmosphäre begrenzt ist, und die sehr geringe Effizienz erklären kann. Und durch diese Begrenzung wird die Aktivität der Biosphäre letztendlich durch die physikalischen Gegebenheiten vorhersagbar.

Nun ist es aber nicht so, dass die Biosphäre diesen thermodynamischen Grenzen hilflos ausgeliefert ist. Effekte der Biosphäre können die Umwelt so verändern, dass sie solche Grenzen verschiebt. Ein passendes Beispiel dafür ist der Einfluss der Wurzeln auf Vegetation. Die Tiefe der Wurzelzone bestimmt, wieviel Bodenwasser für Verdunstung erreicht werden kann. Damit kann eine bewachsene Fläche mehr verdunsten als eine kahle Oberfläche. Mit mehr Verdunstung betreibt Vegetation mehr Gasaustausch und kann folglich produktiver sein. Dies ist also ein Effekt, der die Grenzen hinsichtlich Wasserverfügbarkeit zum Positiven verschiebt - die Biosphäre leistet und dissipiert dadurch mehr.

Wenn wir jetzt auf die planetare Skala gehen und uns die Erdgeschichte ansehen, dann hat Leben die Zusammensetzung der Atmosphäre gewaltig verändert. Rekonstruktionen zeigen, dass der allgemeine Trend dergestalt ist, dass die Konzentration von Treibhausgasen wie Kohlendioxid und Methan deutlich reduziert wurde, und durch den Aufbau von Biomasse und Ablagerung von organischem Material der Sauerstoffgehalt zugenommen hat. Thermodynamisch gesehen bedeutet dies, dass das Leben ein gewaltiges, planetares Nichtgleichgewicht in Form von reduziertem Kohlenstoff und atmosphärischem Sauerstoff aufgebaut hat, und dies hat die Strahlungsbedingungen für Energieumwandlungen massiv verändert.

Diese gewaltige Veränderung wirkt wiederum auf die Energieumwandlungen zurück (Abb. Seite 19). Nun können wir uns natürlich fragen, ob diese Rückwirkungen letztendlich die Leistungsfähigkeit der Biosphäre auf langer Zeitskala erhöht, oder sogar maximiert haben, so wie es die Wurzeln von Vegetation bewerkstelligen, oder die Bewegung in der Atmosphäre (Kleidon 2023b). Die resultierende Funktion des Erdsystems wäre dann recht ähnlich zu dem postulierten Verhalten der Gaia-Hypothese von James Lovelock: dass die Biosphäre ihre Umweltbedingungen optimiert, um maximal zu leisten.



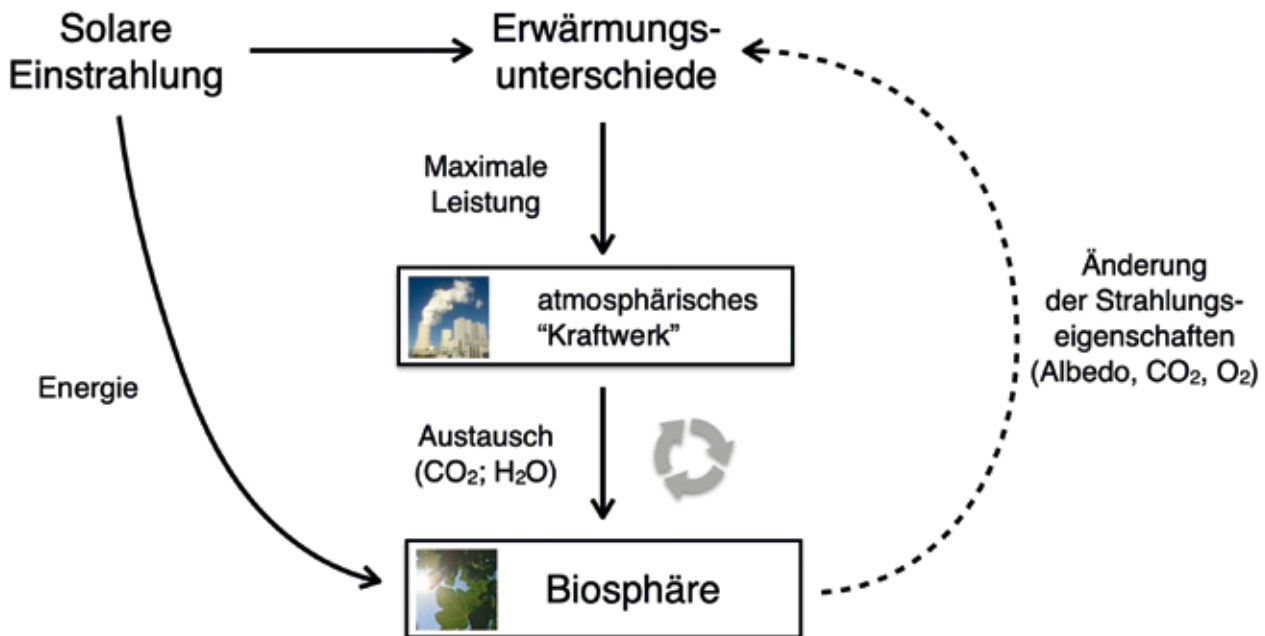
Umbrische Landschaft im Frühling. Durch die Sonne wird die Oberfläche erwärmt, Luft steigt auf. Dadurch werden CO_2 und Wasser zwischen Oberfläche und Atmosphäre ausgetauscht, was die Produktivität der Biosphäre begrenzt.

Foto: Axel Kleidon

Entropie und Leben

– eine planetare Perspektive

Dr. PD Axel Kleidon – Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Jena



Durch die Änderung von Strahlungseigenschaften kann die Biosphäre ihre eigene Leistung maximieren, und dadurch im Laufe der Erdgeschichte das planetare Nichtgleichgewicht aus organischem Kohlenstoff und atmosphärischen Sauerstoff aufbauen.
Aus Kleidon (2023b).

Zum Abschluss noch kurz zur Rolle der Menschheit: Sie lebt ja davon, das planetare Nichtgleichgewicht abzubauen, indem sie Fossiles verbrennt, das atmosphärische Treibhaus wieder verstärkt, und die Arbeit der Biosphäre rückgängig macht. Die Lösung dazu liegt auf der Hand. Aufhören mit der Verbrennung, und Energie selbst über Photovoltaik erzeugen, um damit das Nichtgleichgewicht von menschlichen Gesellschaften zu erhalten. Dabei kommt der dritte Prozess ins Spiel, der aus Sonnenlicht Arbeit verrichten kann: Photovoltaik. Sie ist heute schon wesentlich effizienter als Photosynthese, und so kann die Erde mehr Leistung aus der einfallenden Solarstrahlung erzeugen. Damit wäre die Menschheit dann eine Fortsetzung von Prozessen, die die Leistung des Planeten erhöhen kann.

Vorträge des Autors über Thermodynamik, Leben und das Erdsystem gibt es auch als Videos auf Youtube als Playlist „Kraftwerk Erde“ auf <https://www.youtube.com/@videowissen> oder über seinen Gruppenblog auf <https://www.earthsystem.org>.

LITERATUR

Kleidon (2012) Was leistet die Erde? Thermodynamik des Erdsystems. *Physik in unserer Zeit* 43(3), 136-144 (<https://doi.org/10.1002/piuz.201201294>)

Kleidon (2016) *Thermodynamic Foundations of the Earth System*. Cambridge University Press (<https://doi.org/10.1017/CBO9781139342742>)

Kleidon (2021) Was begrenzt das Leben? Thermodynamik und Photosynthese im Erdsystem. *Physik in unserer Zeit* 52(5), 230-235 (<https://doi.org/10.1002/piuz.202101614>)

Kleidon (2023a) Working at the limit: a review of thermodynamics and optimality of the Earth System. *Earth System Dynamics* 14(4), 861-896 (<https://doi.org/10.5194/esd-14-861-2023>)

Kleidon (2023b) Understanding the Earth as a Whole System: From the Gaia Hypothesis to Thermodynamic Optimality and Human Societies. in „Kosmos. Vom Umgang mit der Welt zwischen Ausdruck und Ordnung“, König und Schlaudt (eds.). Heidelberg Univ. Press (<https://doi.org/10.17885/heiup.857.c15266>)

Vor 40 Jahren – Voyager 2 besucht Uranus

Uwe Marth – WFS Berlin



Voyager 2, Fotomontage

Am 24. Januar 1986 bekam der Planet Uranus zum bisher ersten und einzigen Mal „Besuch“ von einer irdischen Raumsonde. Nach einer physikalisch/mathematischen Glanzleistung durch die Anwendung und praktischen Umsetzung der Gravitationsgesetze, erreichte die Raumsonde Voyager 2, nach den Vorbeiflügen an Jupiter und Saturn, ihr drittes Ziel im Planetensystem, den Planeten Uranus (Abb. oben).

Die Idee zu dieser „Grand Tour“, bei der durch günstige Positionen im Sonnensystem mehrere Planeten auf einer „Reise“ besucht werden könnten, stammte schon aus der Mitte der 1960iger Jahre. Weil es möglich ist, durch gravitative Effekte beim gezielten Vorbeiflug an Himmelskörpern Geschwindigkeit und Bahnveränderungen zu erreichen, sogenanntes „Swing-by“ oder „Vorbeischwungmanöver“, werden Reisen schneller und kostensparender durchführbar.

Wenn man sich heute vorstellt, dass damals in der Realität gerade Flüge zum Mond beherrschbar wurden, Venus und Mars, übrigens mit vielen Fehlschlägen, als nächste Nachbarn der Erde erst in den 1970iger Jahren erfolgreich besucht wurden, grenzt es an ein technisches Wunder, dass beide Voyager-Sonden in dieser Zeit geplant, dann ab 1975 in knapp zwei Jahren gebaut wurden und 1977 gestartet werden konnten. Es gab, wie die Zahl 2 belegt, zwei Voyager Sonden, mit unterschiedlichen Flugbahnen, zunächst zu den gleichen Zielen Jupiter und Saturn. Gestartet wurde zuerst Voyager 2 am 20. August 1977, 16 Tage vor Voyager 1, die aber den Jupiter auf Grund höherer Anfangsgeschwindigkeit vor Voyager 2 erreichte.

Die Faktenlage zu den vier Gasriesen war am Anfang der 1970iger Jahre recht gering. Deshalb waren die Missionsziele recht allgemein gefasst. Man beschränkte

sich auf Forschungsziele zur Atmosphäre (Zusammensetzung, Temperatur, Zirkulation) der vier Gasriesen, die Suche nach neuen Monden und deren Morphologie, die Suche nach Magnetfeldern und die Vermessung von Masse, Größe, Form der Planeten, Monden und Ringen. Bis heute ist auch immer noch die Messung zu Verteilung und Dichte geladener Teilchen und Plasma möglich, sogar in nunmehr 25 Milliarden Kilometer Entfernung im Bereich der Heliohülle, wo sich Heliosphäre und interstellares Medium mischen. Erst auf Grund der Voyager-Daten konnten die späteren Raumsonden Galileo und Juno für Jupiter sowie Cassini für Saturn mit zahlreichen speziellen Geräten ausgestattet werden und überaus erfolgreich arbeiten.

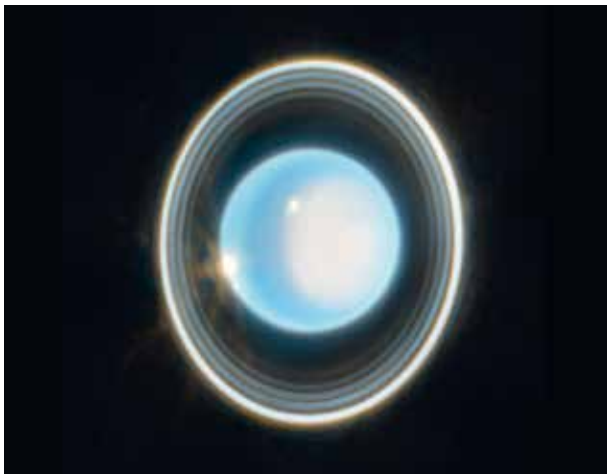
Kaum noch bekannt ist, dass die Lebensdauer beider Sonden ursprünglich mit vier Jahren berechnet war. In der Literatur wird immer von der Grand Tour zu den vier Gasriesen geschrieben. Aber wirklich in Angriff genommen wurde die Reise von Saturn zum Uranus erst ab Frühjahr 1981. Ab diesem Zeitpunkt war klar, dass Voyager 2 durch immer wieder durchgeführte Tests so funktionstüchtig war, dass eine Verdoppelung der Reisedauer, mit Ergebnissen von Uranus nach einer Reisedauer von 8½ Jahre möglich sein könnten. Aber das verbleibende halbe Jahr der Flugdauer zum Saturn mit Begegnung am 26. August 1981 musste nun genutzt werden, um die Sonde komplett neu zu konfigurieren. „Die Sonde, die Uranus erreichen soll, wird nicht dieselbe sein, welche die Erde verlassen hat“ notierte die NASA – auch um die 30 Millionen Dollar jährliche Mehrkosten für den Betrieb zu rechtfertigen. Hier ganz kurz die drei Hauptbereiche der Anpassung: Die Übertragung von Daten musste erheblich reduziert und verlangsamt werden, zusätzliche Empfangsantennen mussten deshalb auf der Erde eingerichtet werden und ein ganz genaues Energiemanagement zur Schonung der schon geschwächten Radionuklidbatterie geplant werden. Dazu kam die geringe Lichtintensität bei Uranus. Dies erfordert eigentlich lange Belichtungszeiten. Wurde aber das Magnetband zur Aufzeichnung der Bilddaten gestartet, gab dies der Sonde immer einen Ruck, der zu verschmierten Aufnahmen geführt hätte. Mit 5 Millisekunden (ms) Schubdüseninsatz hätte man dies ausgleichen können – aber diese waren für 10 ms ausgelegt. Viele Tests an Voyager 1 und auf der Erde ergaben ein OK für die 5 ms! Am 18. Januar 1986 hatten die gesendeten Bilder plötzlich helle und dunkle Streifen. Die Analyse ergab eine defekte Speicherzelle. Diese konnte vier Tage vor der Begegnung mit Uranus durch eine überspielte Software ausgeschaltet werden und die Bilder waren wieder einwandfrei.

*Uranus.
Foto: Voyager 2*



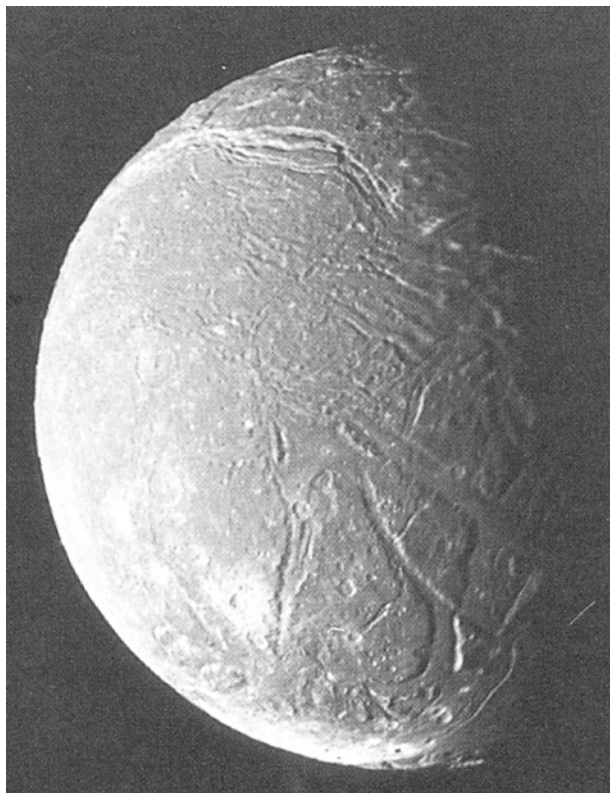
Am 4. November 1985 hatten die Beobachtungen von Uranus begonnen (Abb. rechts).

Schon vor der Passage am 24. Januar 1986 in 81500 Kilometern Entfernung hatte Voyager 2 neben den schon lange bekannten fünf Monden (2 Monde Abb. rechts unten) zehn weitere kleine Monde entdeckt. Ein elfter Mond, Perdita genannt, wurde auf den Aufnahmen erst 1999 gefunden und 2003 mit Hubble-Daten endgültig bestätigt. Voyager 2 entdeckte zusätzlich neben den neun schon bekannten Ringen zwei weitere. Da die Rotationsachse von Uranus fast auf seiner Bahnebene um die Sonne liegt, rollt er, wenn die Achse Richtung Sonne zeigt, auf seiner Bahn voran. Das war beim Vorbeiflug von Voyager der Fall, da die Sonde auf die beleuchtete Südhalbkugel traf. Wie durch die Kreise auf einer aufrechtstehenden Zielscheibe flog Voyager 2 durch das Uranussystem hindurch (Abb. unten und rechts oben). Nur dem Mond Miranda kam die Sonde deshalb mit 29000 Kilometer recht nahe (Abb. rechts unten). Ein anderer Kurs war nicht möglich, da man sich auch hier entschieden hatte, nun doch noch weitere 3½ Jahre für den Weiterflug zum Neptun zu riskieren. Voyager 2 beendete die Untersuchungen zu Uranus am 25. Februar 1986.



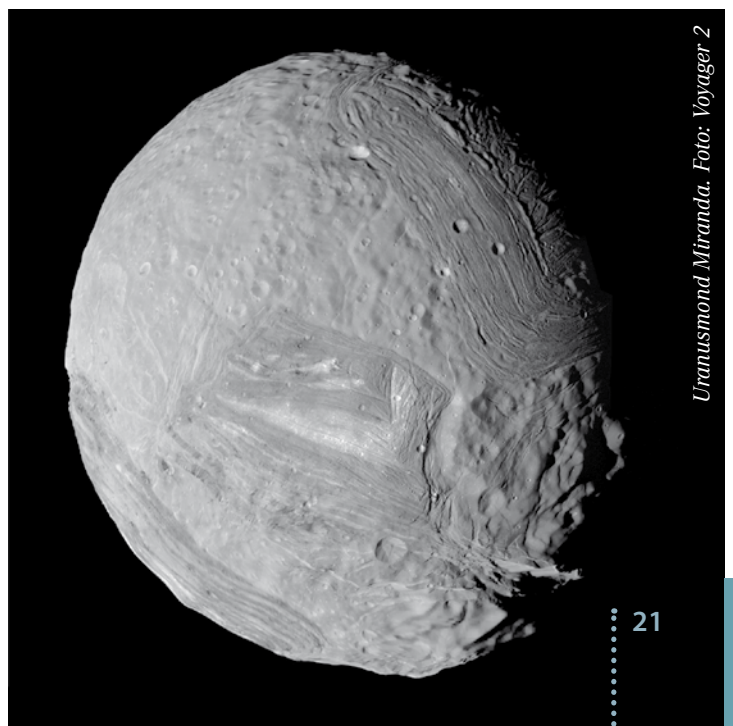
*Uranus und seine Ringe.
Foto: James Webb Telescope*

Die Veröffentlichung der eigentlich sensationellen Daten von Uranus ging in den Tagen danach fast unter. Denn am 28. Januar 1986 zerbarst vor den Augen der geschockten Welt das Space Shuttle Challenger und es gab die bis dahin größte Katastrophe der Raumfahrt, als alle sieben Astronautinnen und Astronauten starben.



Uranusmond Ariel. Foto: Voyager 2

Uranusringe in Falschfarben. Foto: Voyager 2



Uranusmond Miranda. Foto: Voyager 2

„Mercury 13“

Die verhinderten Astronautinnen

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

Die erste Frau im Weltraum war die sowjetische Kosmonautin Walentina Tereschkova (geb. 1937), die vom 16. bis 19.6.1963 in einer Wostok 6-Kapsel die Erde 48mal umrundete. Es erforderte genau 20 Jahre, bis auch die USA eine Frau in den Weltraum brachten, und zwar Sally Ride (1951-2012), die vom 18. bis 24.6.1983 an Bord der Raumfähre Challenger war. Warum dauerte dies so lange, wo die USA doch immer mit den Sowjets gleichziehen bzw. sie überbieten wollten? Dabei hatte es durchaus frühe Ansätze gegeben. Die Rede ist von 13 verhinderten Astronautinnen, den sogenannten „Mercury 13“. Doch ganz von vorn:

Das Mercury-Programm wurde im Oktober 1958 beschlossen mit dem Ziel, eine bemannte Raumkapsel in den Erdorbit zu bringen – dabei war „bemannt“ wortwörtlich zu verstehen. Nach intensiven Tests standen bereits im April 1959 sieben Männer fest, genannt „Mercury 7“. Wenngleich ihnen der sowjetische Kosmonaut Juri Gagarin am 12.4.1961 als erster Mensch im Weltall zuvorkam, flogen dann später doch sechs der sieben ausgesuchten Astronauten mit einer Mercury-Kapsel ins All – alle erfahrene Test- und Kampfpiloten der amerikanischen Armee. Einer von ihnen, Alan B. Shepard, betrat 1971 während der Apollo 14-Mission sogar den Mond.



Die zahllosen medizinischen und psychologischen Tests der Vorbereitungsphase wurden u.a. unter der Leitung des Arztes William Randy Lovelace II (1907-1965) (*Abb. links*) in dessen Privatklinik absolviert. Lovelace kam zu der Überzeugung, dass auch Frauen in der Lage seien, diese Tests zu bestehen und daher für Weltraumaufenthalte ebenso geeignet wären wie Männer. Da

sie im Durchschnitt etwas kleiner und leichter sind, wären sie sogar ganz besonders geeignet. Lovelace hatte schon 1940 Jacqueline Cochran kennengelernt, eine Pilotin, die bereits mehrere Flugrekorde aufgestellt hatte und im Zweiten Weltkrieg als Pilotin der US-Armee im zivilen Bereich eingesetzt war (*Abb. rechts oben*). Unter ihrem Einfluss rief er 1960 ein Testprogramm ins Leben, das dem Programm für Männer in jedweder Hinsicht gleichkam. 25 Frauen wurden in die Klinik von William Lovelace zu den Tests eingeladen, von denen

Jaqueline Cochran,

siehe: <https://www.britannica.com/biography/Jacqueline-Cochran>



Jerry Cobb,

siehe: <https://www.space.com/jerrie-cobb-died-mercury-13-women-in-space.html>

am Ende 13 erfolgreich waren. Während dieser Zeit lernten sich die Frauen nicht kennen. Sie hatten die Tests genau so gut, teilweise sogar besser bestanden als die Männer. Eine der Allerbesten war Jerrie Cobb (1931-2019). Gleichwohl waren die Tests kein offizielles NASA-Programm. Natürlich hatten alle Teilnehmerinnen gehofft, in das Astronautenprogramm aufgenommen zu werden und später selbst in den Weltraum zu starten. Doch leider war das zu dieser Zeit in Amerika nicht erwünscht. Die Frauen von „Mercury 13“ erhielten am 12.9.1961 ein Telegramm, in denen ihnen das Ende des Testprogramms mitgeteilt wurde. Die NASA verweigerte die Bereitstellung ihrer Geräte.

Am 17.7.1962 kam es dann sogar zu einer Anhörung vor dem Repräsentantenhaus, wo Jerrie Cobb zu Wort kam, die immerhin über 10.000 Flugstunden als Pilotin aufweisen konnte (*Abb. oben und Seite 23 zweimal*) und ausdrücklich darauf hinwies, dass die USA jetzt die Chance hätten, eine Frau ins All zu senden, bevor das die sowjetische Konkurrenz machen würde. Die NASA mauerte und wurde dabei von Astronauten unterstützt, u.a. von John Glenn, der im Januar 1962 als erster Amerikaner die Erde in seiner Kapsel umrundet hatte und

William Randolph Lovelace II.,
siehe: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a9/Lt_Col_William_Randolph_Lovelace_II_170609-F-XE708-001.jpg



Jerry Cobb,
siehe: https://www.esa.int/About_Us/50_years_of_ESA/50_years_of_humans_in_space/Mercury_13



Sieben Mitglieder der Mercury 13:
Gene Nora Jessen, Wally Funk, Jerrie Cobb, Jerri Truhill, Sarah Ratley,
Myrtle Cagle und Bernice Steadman. Cape Canaveral, 1995.
Foto: NASA, Wikipedia, gemeinfrei

ein nationaler Held war. Glenn meinte: „Männer ziehen in den Krieg und fliegen Flugzeuge“, an anderer Stelle: „Die Tatsache, dass es keine Frauen in diesem Bereich gibt, beruht auf der Tatsache unserer Gesellschaftsordnung“. Zum Hauptargument der NASA wurde nun, dass alle Astronauten eine Lizenz als Kampfpiloten und entsprechende Erfahrungen vorweisen müssten. Da dies Frauen verwehrt war, kamen sie für das Astronautenprogramm nicht in Frage. Die Assistentin von US-Vizepräsident Lyndon B. Johnson bereitete einen Brief an James Webb vor, den Leiter der NASA, in dem es um die Unterstützung der Möglichkeit ging, dass Frauen als Astronautinnen eingesetzt werden könnten. Anstatt ihn zu unterschreiben, schrieb Johnson darauf: „Let's stop it now“. Der Brief wurde nicht versendet und verschwand in den Archiven. Damit war für die nächsten 20 Jahre das Thema „Amerikanische Frauen im Weltraum“ vom Tisch.

Später haben sich die Mitglieder der Gruppe kennengelernt und waren immer in Kontakt (Abb. rechts oben). Nur eine Frau der Gruppe „Mercury 13“ ist später ins All geflogen: Es war Wally Funk (geb. 1939) (Abb. rechts), die im Alter von 82 Jahren am 20.7.2021 auf Einladung von Jeff Bezos als Weltraumtouristin beim ersten Flug der New Shepard an Bord war und seither als „die älteste Frau im Weltraum“ gilt.

Inzwischen sind 75 Frauen im Weltraum gewesen, darunter 49 Amerikanerinnen und auch als erste Deutsche Rabea Rogge vom 1. bis 5.4.2025 während der SpaceX-Fram2-Mission. Die Gesellschaftsordnung ist deshalb weder in den USA noch bei uns zusammengebrochen!



Wally Funk,
siehe: <https://www.texasmonthly.com/news-politics/wally-funk-couldnt-go-to-space/>

LITERATUR

Stephanie Nolen: *Promised the moon: the untold story of the first women in the space race* (2002)

Martha Ackmann: *The Mercury 13: the untold story of thirteen American women and the dream of space flight* (2003)

Margaret A. Weitekamp: *Right stuff, wrong sex: America's first women in space program* (2004)

Maiken Nielsen: *Space Girls* (2019) [Roman in dt. Sprache]
https://de.wikipedia.org/wiki/Mercury_13

Informationen für unsere Mitglieder

KURSE _ ARBEITSGRUPPEN – exklusiv für Mitglieder – auf der Sternwarte

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.

Die AG ASTRO-PRAXIS trifft sich am 1. und 3. Montag des Monats um 19.00 Uhr auf der Sternwarte.

● kiehl@wfs.berlin

Orion-Nebel M42;
Foto: Matthias Kiehl mit dem Bamberg-Refraktor.



Der WELTALL-FORSCHER-CLUB bietet ab Herbst 2025 neue Kurse an – für Kinder von 10 bis 13 Jahren und für Jugendliche ab 14 Jahren. Themenschwerpunkte sind Experimente in der Physik und Astronomie.

Interessierte können aus den Angeboten auswählen:

● Finde hier den passenden Kurs:
www.planetarium.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.

● agagberlin@gmail.com

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

● mondbeobachter@wfs.berlin
● www.facebook.com/mondbeobachter.berlin
● www.wfs.berlin/sternwarte/berliner-mondbeobachter/



*Konstellation aus Mond, Venus und Jupiter Richtung NO
am 20. August 2025 um 3.55 Uhr
Foto: Cordula Bachmann*

■ 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



PRAKTIKA – exklusiv für Mitglieder – auf der Sternwarte

Termine und Themen können kurzfristig
– wetterbedingt – getauscht werden.

Donnerstag 9. Oktober – 18.00 Uhr

- Einführung, Kursthemen und Termine
- Kennenlernen der großen und kleinen Teleskope der Sternwarte
- Himmelsbeobachtung mit Feldstechern und kleinen Refraktoren

Samstag 11. Oktober – 14.00 Uhr

(oder besonderer Termin nach Wahl)

- Beobachtung der Sonne (Abb. rechts)
- Aufbau eines Protuberanzenfernrohres

Dienstag 14. Oktober – 18.00 Uhr

- Theorie im Hörsaal: Himmelskoordinaten, Ortszeit, Sternzeit, Keplersche Gesetze.

Dienstag 21. Oktober – 18.00 Uhr

- Instrumentenkunde:
Refraktoren und Spiegelteleskope
– Auswahl geeigneter Okulare

Donnerstag 23. Oktober – 18.00 Uhr

- Wer sieht den Mond? (Neumond am 21. Oktober)
Benutzung kleiner Teleskope
für die Mondbeobachtung

Dienstag 28. Oktober – 18.00 Uhr

- Theorie im Hörsaal und Beobachtungen
mit dem großen Bambergrefraktor

Donnerstag 6. November 18.00 Uhr

- Selbständige Beobachtung:
Saturn am Abendhimmel

Dienstag 11. November – 18.00 Uhr

(oder an einem Samstagnachmittag)

- Abschluss des Praktikums
mit freier Themenwahl und Diskussion

Astronomisches Praktikum

– ab 13 Jahre –

● Anmeldug erforderlich: vorstand@wfs.berlin

Auf der Wilhelm-Foerster-Sternwarte lernen die Teilnehmer*innen mit den verschiedenen Teleskopen und Zusatzinstrumenten des Vereins umzugehen. Ziel ist dabei die selbständige Beobachtung. Im Hörsaal werden die dafür notwendigen theoretischen Grundlagen, wie das Koordinatensystem am Himmel oder die objektbezogene Bestimmung eines Stundenwinkels, vermittelt. Für die Sonnenbeobachtung werden gesonderte Tagetermine am Wochenende vereinbart.



Sonne im H-alpha-Licht



Sonne mit Sonnenflecken

Teilnehmer*innen,
die alle Termine wahrgenommen haben,
können einen Teleskopführerschein für
kleine und mittelgroße Instrumente bekommen.

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, Prof. Dr. Markus Bautsch

Redaktion Gerold Faß | **Co-Redaktion** Dr. Friedhelm Pedde

Lektorin Ingrid Vötter

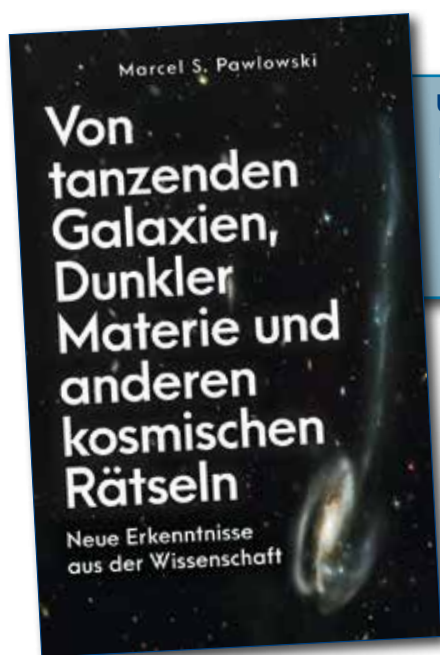
Fotos Verein, ESA, NASA, WIKIPEDIA, privat

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

Gestaltung | Satz Anja Fass, farb.raum-Design, Braunschweig _ www.anja-fass.de

Auflage | Druck 900 Exemplare | 3x im Jahr | ROCO Druck GmbH, Wolfenbüttel

ISSN 2940-9330



ÜBER DIE SPANNENDEN GEHEIMNISSE EINES KOSMISCHEN REIGENS

SACHBUCH

Marcel S. Pawlowski: Von tanzenden Galaxien, Dunkler Materie und anderen kosmischen Rätseln. Neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft. Finanzbuchverlag (FBV), 1. Auflage, München 2024, ISBN 97-8-395972-788-4

sich bei dem gut 300-seitigen Buch um ein populärwissenschaftliches Werk, das auch aktuelle Forschungsergebnisse präsentiert.

Für Laien gibt es zahlreiche Einführungen in grundlegende, für die Astrophysik wichtige Themen. Diese werden erfreulicherweise oft in ihrem wissenschaftsgeschichtlichen Kontext dargestellt, wie zum Beispiel die Spektroskopie, der für die Rotverschiebung verantwortliche Dopplereffekt, die Eigenbewegung von Himmelskörpern, die kosmische Hintergrundstrahlung oder Computersimulationen. Dabei werden viele interessante Himmelsobjekte, aber auch bedeutende Astronomen und Astrophysiker erwähnt. Ausgerechnet der Stern 61 Cygni im Sternbild Schwan wird bei der Erläuterung der wichtigen astronomischen Parallaxemessungen nicht genannt, obwohl es sich bei dessen Entfernungsbestimmung im Jahr 1838 um einen historischen Durchbruch durch Friedrich Wilhelm Bessel handelte. Abgesehen davon finden sich aber auch für gestandene Astronomen und Astronomen viele interessante Details und Hinweise, die das Wissen auffrischen, erweitern und aktualisieren.

Mit zunehmender Lesedauer werden die Themen immer spezieller und dementsprechend komplizierter. Die vier Teile „Das Problem der fehlenden Zwerggalaxien“, „Ist die Dunkle Materie falsch verteilt?“, „Überraschende Regularität in der Rotation von Galaxien“ und „Das Problem der Satellitengalaxienebenen“ und deren jeweils drei Kapitel sind inhaltlich jedoch gut aufeinander abgestimmt und logisch aufgebaut. Am Ende des Buches befindet sich zum gezielten Nachlesen ein Glossar mit 24 astrophysikalischen Einträgen.

Der Text ist flüssig geschrieben und oft kurzweilig und unterhaltsam gestaltet. Immer wieder werden mithilfe einer hypothetischen Astronautin Analogien gezogen,

die mal mehr und mal weniger anschaulich geraten sind. Sporadisch tauchen einige mathematische Formeln auf, die im Gegensatz zum Text offenbar nicht lektoriert wurden. Sie enthalten inhaltliche und gestalterische Fehler sowie kurioserweise Vergleichsoperatoren an Funktionsargumenten. Ob diese Formeln Laien das Verständnis der Inhalte erleichtern oder Experten einen Erkenntnisgewinn bringen, sei dahingestellt. Stattdessen wären zu den vorhandenen gut ein Dutzend schwarzweißen Abbildungen weitere erläuternde Skizzen und Diagramme sowie astronomische Aufnahmen vielleicht ganz hilfreich gewesen, um zum Beispiel die rein verbal beschriebene Gezeitenwirkung zu visualisieren. Viele der gut 100 Fußnoten sind sehr interessant und lesenswert. Leider befinden sie sich gesammelt am Ende des Buches, so dass während der Lektüre jedes Mal umständlich dort nachgeschlagen werden muss.

Es wird im Rahmen der Darstellungen nur eine Auswahl der Herausforderungen geschildert, denen sich das Standardmodell der Kosmologie zusammen mit seiner Dunklen Materie und seiner Dunklen Energie zu stellen hat. Es hätte dem Buch eventuell gutgetan, noch ein klein wenig über den Tellerrand zu schauen. So wäre es beispielsweise schön gewesen, wenn der Hypothese der Modifizierten Newtonschen Dynamik (MOND) noch weitere aktuell diskutierte Erklärungsmöglichkeiten anbei gestellt worden wären, wie zum Beispiel die Berücksichtigung der verzögerten Wirkung von Gravitationspotentialen bei den sich ändernden Masseverteilungen in Galaxien. Auch das vielversprechende Weltraumteleskop Euclid der Europäischen Weltraumorganisation ESA sowie das Vera C. Rubin Observatorium in Chile hätten hier vielleicht schon einmal erwähnt und beschrieben werden können, da diese vermutlich bald einige Beobachtungslücken schließen können.

Die im November 2024 erschienene, gebundene erste Auflage ist für einen Kaufpreis von 20 Euro erhältlich. Da sich der Stand der Forschung permanent weiterentwickelt, sind dem Buch noch viele verbesserte und aktualisierte Auflagen zu wünschen.

Jahrestage – kurz erwähnt

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

VOR
1500
JAHREN

Im 5. und 6. Jahrhundert sind die weitaus meisten Schriften der Antike verloren gegangen. Die wenigen überlieferten Kenntnisse verdanken wir einer Handvoll Gelehrter. Dazu gehören die Römer Anicius Manlius Severinus Boethius (480-525/526) und sein Schwiegervater Quintus Aurelius Memmius Symmachus (?-525/526). Symmachus beschreibt in seiner „Römischen Geschichte“ den damals einsetzenden Klimawandel, der vom römischen Klimaoptimum in die „Spätantike Kleine Eiszeit“ führte. Sein Schwiegersohn Boethius versuchte, sämtliche Texte von Platon und Aristoteles aus dem Griechischen ins Lateinische zu übersetzen, außerdem beschäftigte er sich mit dem Almagest des Ptolemäus sowie mit den Schriften von Euklid und Archimedes. Beide Gelehrte bekleideten unter dem Ostgotenkönig Theoderich (451-526) sehr hohe Staatsämter, wurden aber Opfer einer politischen Intrige und 525/526 hingerichtet.



*Boethius und Symmachus.
Handschrift 9. Jahrhundert,
Staatsbibliothek Bamberg
(wikipedia gemeinfrei)*

VOR
50
JAHREN

Am 22. und 25.10.1975 setzten die Landesonden der beiden sowjetischen Raumsonden Venera 9 und 10 auf der Oberfläche der Venus im östlichen Teil der Region „Beta Regio“ und 2200 km entfernt voneinander auf. Sie lieferten 53 bzw. 65 Minuten lang die ersten Schwarzweißfotografien von einer flachen Steinwüste, bevor sie bei einem Luftdruck von 90 Bar und 485°Celsius kollabierten.



*Das erste Schwarzweißfoto von der Oberfläche der Venus 1975
durch die Raumsonde Venera 9, (Foto: NPO Lawotschkin)*

VOR
40
JAHREN

Am 28.1.1986 startete die amerikanische Weltraumfähre Challenger zu ihrem zehnten Flug ins All. An Bord waren sieben Astronauten: fünf Männer und zwei Frauen. 73 Sekunden nach dem Start und in 15 km Höhe explodierte das Space Shuttle und die Besatzung kam ums Leben. Diese Katastrophe war weltweit von einem millionenfachen Publikum live verfolgt worden. Nachdem die Ursache, fehlerhafte Dichtungsringe im rechten Booster, ermittelt war, wurde das Space Shuttle-Programm für zwei Jahre gestoppt und sowohl technisch als auch beim Kontrollmanagement neu konzipiert, denn die Ingenieure der Booster-Raketen hatten eindringlich vor dem Start gewarnt.

VOR
30
JAHREN

Am 6.10.1995 gaben die Genfer Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz auf einer Konferenz in Florenz bekannt, dass sie einen Planeten in einem anderen Sonnensystem nachgewiesen hätten. Dieser Planet kreist um den 50 Lichtjahre entfernten, sonnenähnlichen Stern Helvetios (51 Pegasi) und erhielt die Namen 51 Pegasi b bzw. „Dimidium“ (lateinisch: die Hälfte), da seine Masse etwa die Hälfte der Jupitermasse beträgt. Bereits 1992 waren drei Exoplaneten gefunden worden, die um einen Pulsar kreisen, aber Dimidium ist der erste entdeckte Planet, der sich um einen Hauptreihenstern bewegt und der erste, der in die Kategorie „Hot Jupiter“ eingeordnet wurde, da er sich in einer sehr nahen Umlaufbahn seines Heimatsterns befindet und seine Oberflächentemperatur knapp 1000°Celsius beträgt. Für ihre Entdeckung erhielten die beiden Astronomen 2019 den Nobelpreis für Physik.

VOR
30
JAHREN

Am 2.12.1995 startete der überaus erfolgreiche europäische Satellit SOHO (Solar and Heliospheric Observatory). SOHO befindet sich in der Nähe des Lagrange-Punktes L1 und hat in 30 Jahren – während mehr als zwei Sonnenzyklen – zahlreiche Sonnenbeobachtungen machen können, u.a. zum Sonnenwind und im Ultraviolettbereich. Ende 2025 soll SOHO seine Arbeit einstellen, die dann von dem Satelliten Adytia-L1 übernommen werden wird.

Astronomische Spurensuche

Straßennamen in Berlin

Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

In den Mitgliederheften Nr. 16 und 17 hatte die astronomische Spurensuche in Berlin begonnen. Dort waren die noch vorhandenen Gräber von berühmten Astronomen das Thema. Diesmal geht es um Straßennamen in Berlin.

Berlin hat mehr als 14000 Straßen und Plätze. Dabei tragen einige wenige die Namen von Astronomen bzw. der Astronomie nahestehenden Menschen sowie von Himmelsobjekten. Eine Durchmusterung der Berliner Straßennamen ergab zwei Dutzend Straßen, die nach berühmten Astronomen benannt sind, wobei die eine Hälfte von ihnen zumindest eine Zeit lang in Berlin lebte und forschte, während die andere Hälfte außerhalb Berlins gewirkt hat. Des Weiteren gibt es etwas mehr als zwei Dutzend Straßennamen, die die Namen von Planeten und anderen Himmelskörpern tragen. Diese Straßen sollen im Folgenden vorgestellt werden, wobei dieser Artikel keineswegs Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, aber vielleicht manche Leser einlädt, solche Orte in Berlin einmal aufzusuchen.

Nach Astronomen benannte Straßen

Ganz sicher ist Nikolaus Kopernikus (1473-1543) einer der berühmtesten Astronomen der Welt (s. *Mitgliederheft Nr. 16*, 6-9). Und so sind nach ihm gleich zweimal Straßen in Berlin benannt worden. Die eine Kopernikusstraße befindet sich in Steglitz-Zehlendorf südwestlich der Drakestraße, die andere Kopernikusstraße im Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg; sie liegt nördlich vom S-Bahnhof Warschauer Straße. Beide Straßen erhielten ihren Namen schon recht früh, nämlich 1903 bzw. 1902. Während dies die ganze Ausbeute in Zehlendorf ist, hat Friedrichshain-Kreuzberg noch ein wenig mehr zu bieten, nämlich Straßen mit den Namen von Johann Franz Encke (1791-1865) (s. *Mitgliederheft Nr. 16*, 20), dem ehemaligen Direktor der Berliner Sternwarte, und Franz Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) (s. *Mitgliederheft Nr. 20*, 10-13), dem ersten Leiter der Königsberger Sternwarte. Die Enckestraße, die Besselstraße und der Besselpark sind unmittelbar benachbart und befinden sich südöstlich vom Checkpoint Charlie. Die Besselstraße hat bereits 1844 ihren Namen erhalten, die Enckestraße 1927. In Friedrichshain wurde 2007 ein Platz nach Caroline Herschel (1750-1848) (s. *Mitgliederheft Nr. 17*, 11-12) benannt, die zusammen mit ihrem Bruder William Herschel den Uranus entdeckte. Der Caroline-Herschel-Platz liegt nördlich vom Ostkreuz.

Bereits im Jahre 1910 erhielt im Wedding eine Straße ihren Namen nach dem Schweizer Mathematiker und Astronomen Leonhard Euler (1707-1783), der in Berlin

und St. Petersburg tätig war. Die Eulerstraße befindet sich nordöstlich der S-Bahnstation Gesundbrunnen und grenzt an den Euler-Spielplatz. Für Leonhard Euler ist außerdem an seinem früheren Wohnort im Bezirk Mitte, Behrensstraße 21, seit 1907 eine Gedenktafel angebracht.

Im dem Wedding benachbarten Pankow wird Albert Einstein (1879-1955) seit 1964 mit einer Straßenbenennung geehrt. Die Einsteinstraße befindet sich südöstlich des S-Bahnhofs Greifswalder Straße am Einsteinpark.

Charlottenburg ehrt viele Astronomen

Wegen der Ausnahmestellung Einsteins, der mit seiner Allgemeinen und seiner Speziellen Relativitätstheorie die Astronomie revolutioniert hat, wundert es nicht, dass es auch in Charlottenburg eine weitere nach ihm benannte Straße gibt, und zwar an der Südseite des Landwehrkanals: Das frühere Charlottenburger Ufer wurde 1955 in Einsteinufer umbenannt. Darüber hinaus finden sich in Berlin neun Orte mit Gedenktafeln für Albert Einstein, der bis zu seiner Emigration 1933 in die USA in Berlin und Potsdam lebte. Biegen wir nun vom Einsteinufer in die Abbestraße ein. Die vormalige Werner-Siemens-Straße war 1950 in Abbestraße umbenannt worden. Ernst Carl Abbe (1840-1905) war der Direktor der Sternwarte in Jena und forschte an der Verbesserung optischer Instrumente.

Johannes Carion (1499-1537) (s. *Mitgliederheft Nr. 19*, 18-19) war Astronom und Hofastrologe des Brandenburgischen Kurfürsten Joachim I. Nach ihm wurde 1932 der Carionweg benannt, der sich nördlich der S-Bahnstation Hohenzollerndamm befindet. Wilhelm Foerster (1832-1921) war von 1865 bis 1903 der Direktor der Berliner Sternwarte in Kreuzberg (s. *Mitgliederheft Nr. 10*, 3-5 sowie *Nr. 15*, 18), wo er auch seine Privatwohnung hatte. Nach Eintritt in den Ruhestand wohnte er von 1904 bis 1911, wenige Schritte vom Theodor-Heuss-Platz entfernt, in der Ahornallee 32, wo eine Gedenktafel an ihn erinnert.

Knapp fünf Kilometer weiter nördlich erreichen wir einen Charlottenburger Kiez, in welchem neun Straßen die Namen von Astronomen tragen. Er liegt an der S-Bahnstation Jungfernheide südlich der S-Bahntrasse. Etwa parallel zu dieser verläuft die Olbersstraße, benannt nach Heinrich Wilhelm Matthias Olbers (1758-1840), einem Arzt und Astronomen aus Bremen, der die Asteroiden Pallas und Vesta entdeckt hat. Etwas südlich davon liegt die Fabriciusstraße, die nach dem ostfriesischen Astronomen Johann Fabricius (1587-1616) (s. *Mitgliederheft Nr. 11*, 17-19) benannt wurde, der als Entdecker der Sonnenflecken und der Sonnenrotation gilt. Südlich

von der Fabriciusstraße liegt die Brahestraße. Der dänische Astronom Tycho Brahe (1546-1601) (*s. Mitgliederheft Nr. 12, 8-9*) wirkte zunächst auf der Insel Ven, später in Prag, wo er – noch ohne Teleskop – die seinerzeit genauesten Positionen der Himmelskörper bestimmte, aber ohne der kopernikanischen, heliozentrischen Lehre verbunden zu sein. Die Olbersstraße und die Brahestraße werden u.a. berührt von der Keplerstraße und der Herschelstraße. Johannes Kepler (1571-1630) (*s. Mitgliederheft Nr. 12, 10-11*) war zunächst der Assistent von Tycho Brahe und modifizierte nach dessen Tod das kopernikanische Weltbild insofern, als dass er die Planetenbahnen für nicht kreisförmig, sondern für elliptisch erklärte. Wilhelm bzw. William Herschel (1738-1822) (*s. Mitgliederheft 14, 4-7*) baute als Königlicher Hofastronom in England eine Reihe von riesigen Teleskopen und erlangte weltweite Berühmtheit, als er zusammen mit seiner Schwester Caroline den Planeten Uranus entdeckte (*s. Mitgliederheft Nr. 21, 28-29*). Nördlich von der Olbersstraße zweigen vier kleinere Straßen ab mit den Namen Gallesteig, Struvesteig, Lambertstraße und Scheinerweg. Johann Gottfried Galle (1812-1910) und sein Assistent Heinrich Louis d'Arrest arbeiteten an der Berliner Sternwarte in Kreuzberg und waren 1846 die ersten Menschen, die den Planeten Neptun optisch nachwiesen. Dies geschah aufgrund von Berechnungen und einer Anfrage des französischen Kollegen Urbain Le Verrier, der als Entdecker Neptuns gilt. Galle ging später nach Breslau, wo er 1856 als Professor an der Universität arbeitete. Karl Hermann von Struve (1854-1920), zunächst Leiter der Königsberger Sternwarte, war von 1904 bis 1919 der Direktor der Berliner Sternwarte, die während seiner Amtszeit nach Babelsberg umzog. Johann Heinrich Lambert (1728-1777) war ein Mathematiker, Physiker und Astronom aus dem Elsass, der in Berlin zusammen mit Bode das Berliner Astronomische Jahrbuch herausbrachte. Der Jesuit Christoph Scheiner (1573-1650) hatte eine Professur in Ingolstadt inne und beobachtete dort systematisch Sonnenflecken, weshalb er später, als er in Rom lebte, mit Galileo Galilei in Konkurrenz und Konflikt geriet. Scheiner hat das heliozentrische Weltbild nicht angenommen. – Das hier besprochene Charlottenburger Viertel ist erst im Laufe mehrerer Jahrzehnte zu seinen astronomischen Straßennamen gekommen, hauptsächlich zu Beginn des 20. Jahrhunderts und in den 1930er Jahren. Die bereits bestehenden Straßen waren bis dahin lediglich nummeriert.

Astronomische Spuren in Treptow

Um eine Straße des Widersachers von Christoph Scheiner, Galileo Galilei (1564-1642), zu finden, muss man sich in den Bezirk Treptow-Köpenick begeben. Dort findet man die Galileistraße etwa 1 km südlich der Archenhold-Sternwarte. Der in Florenz wirkende Galilei war Mathematiker, Physiker und Astronom und entdeckte mit Hilfe eines Teleskops die später nach ihm benannten vier Jupitermonde, Schattenwürfe in den Mondkratern und Sonnenflecken, woraus er auf die Richtigkeit des heliozentrischen Weltbildes schloss. Unweit der Galileistraße befindet sich die Orionstraße, auf die weiter unten eingegangen werden soll.

Unterbrechen wir unseren Aufenthalt in Treptow für einen kurzen Abstecher nach Lichtenberg, wo es eine Archenholdstraße nach dem Gründer der Treptower Sternwarte, Friedrich Simon Archenhold (1861-1939) gibt (*s. Mitgliederhefte Nr. 10, 9 sowie Nr. 16, 20-21*). Archenhold hat sich durch den Bau der Sternwarte mit dem größten Linsenfernrohr der Welt unermessliche Verdienste für die Vermittlung von astronomischem Wissen der Berliner Bevölkerung erworben. Aufgrund seiner jüdischen Herkunft wurden er und seine Familie in der Zeit des Nationalsozialismus aus der Sternwarte geworfen, teilweise ins Exil getrieben und teilweise ermordet, wie weiter unten noch ausgeführt werden soll. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde 1951 die Walderseestraße in Archenholdstraße umbenannt. Sie liegt südöstlich vom S-Bahnhof Lichtenberg.

Kehren wir zurück in den Bezirk Treptow-Köpenick, bleiben aber bei der Familie Archenhold. Archenholds Tochter Hilde (1900-1944) wurde zusammen mit ihrer Mutter Alice 1942 nach Theresienstadt deportiert, wo sie 1944 umkam. Ihr zu Ehren wurde am 18. November 2024 in der nordöstlichen Verlängerung der Igo-Etrich-Straße eine Brücke für Fußgänger und Radfahrer über Gleisanlagen und Straße am Adlergestell eingeweiht: die Hilde-Archenhold-Brücke. In Niederschöneweide wurde die damalige Ostendstraße bereits 2010 nach ihrer Mutter in Alice-Archenhold-Weg umbenannt. Alice Archenhold (1874-1943) hatte stets die Arbeit ihres Mannes tatkräftig unterstützt und selbst astronomische Führungen in der Sternwarte vorgenommen. Sie starb bereits 1943 in Theresienstadt. Da ihre beiden Söhne Günter und Horst 1939 nach England fliehen mussten, sind mit Unterstützung des Vereins der Wilhelm-Foerster-Sternwarte im Oktober 2023 Stolpersteine für diese fünf Mitglieder der Familie Archenhold vor dem Haupteingang der Archenhold-Sternwarte verlegt worden (*s. Mitgliederheft Nr. 19, 3-5*).



In der unmittelbaren Nachbarschaft des Alice-Archenhold-Weges befindet sich der Bruno-Bürgel-Weg. Bruno Bürgel (1875-1948) (Abb. oben, siehe auch in diesem Heft Seiten 8 bis 11) gehört derselben Generation wie Alice Archenhold an und hat sich ebenfalls sehr große Verdienste als Vermittler von Astronomie in Berlin erworben: Er schrieb zahlreiche populärwissenschaftliche Bücher und hielt ungezählte Vorträge vor breitem Publikum über den Weltraum. Im Dritten Reich wurden einige Schriften von ihm verboten. Der Bruno-Bürgel-Weg erhielt am selben Tag seinen Namen wie die Archenholdstraße: am 31.5.1951. In der Beerenstraße 39 in Zehlendorf hängt eine Gedenktafel für Bruno Bürgel, der dort von 1907 bis 1919 gelebt hat.

Am 26.8.1998 erhielten in Treptow-Köpenick zwei weitere, nahe beieinander gelegene Straßen die Namen von wichtigen Astronomen: die Schwarzschildstraße und die Newtonstraße. Karl Schwarzschild (1873-1916) war zunächst der Direktor der Sternwarte Göttingen und von 1909 bis zu seinem frühen Tode der Direktor des Observatoriums in Potsdam. Er forschte über Schwarze Löcher und nach ihm ist der Schwarzschild-Radius benannt. Der englische Astronom und Physiker Isaac Newton (1643-1727) gilt als einer der größten Naturwissenschaftler überhaupt; er arbeitete an der Universität in Cambridge. Newton beschäftigte sich u.a. mit der Gravitation und Bewegungsgesetzen und bestätigte die Arbeiten von Kopernikus, Kepler und Galilei zum heliozentrischen Weltbild.

Eine gewisse Sonderstellung in unserer Beschreibung nimmt eine 5,4 km lange Hauptverkehrsstraße im Bezirk Marzahn ein, die am 22.9.1978 Allee der Kosmonauten getauft wurde, und zwar zu Ehren des ersten deutschen Kosmonauten Sigmund Jähn und seines sowjetischen Kollegen Waleri Bykowski, die kurz zuvor, vom 26.8. bis 3.9.1978, zusammen zur sowjetischen Raumstation Saljut 6 geflogen waren. Dies ist offenbar die einzige Straße in Berlin, deren Name Raumfahrern huldigt.

Sternenstraßen in Berlin

Wer gedacht hat, dass damit die astronomischen Straßenbenennungen in Treptow-Köpenick erschöpft seien, hat sich getäuscht. Im Ortsteil Altglienicke wurde am 28.7.1989 eine Hochhaus-Plattenbausiedlung ähnlich der Allee der Kosmonauten eingeweiht, deren Straßen Namen aus der Astronomie tragen, und zwar eine Venusstraße, sinnigerweise einen Saturnring, sowie eine Uranusstraße, außerdem ein Pegasusseck und eine Siriusstraße (Abb. unten). Im Kosmosviertel wurde im Juni 2024 zur Verschönerung ein Kunstwerk mit dem Namen „Kosmo eine Skulptur“ aufgestellt, die eine Landung Außerirdischer assoziieren soll (Abb. Seite 31 oben).

Zwar gibt es im Bezirk Treptow-Köpenick an anderer Stelle im Ortsteil Bohnsdorf auch noch eine Merkurstraße und eine Neptunstraße, die bereits 1920 bzw. 1914 so benannt wurden, aber da scheint man an die Götter und nicht die Planeten gedacht zu haben. Schlussendlich gibt es – ganz passend sehr weit entfernt davon in Wilhelmshagen östlich des Müggelsees – auch noch einen Plutoweg. Auch hier ist die Identifizierung – Gott oder Kleinplanet – unklar. Bei der Treptower Wassermannstraße ist nicht das Sternbild, sondern der Name eines Mediziners gemeint.



Dr. Friedhelm Pedde – WFS Berlin

Als letzte Straße in Treptow muss der Orionweg genannt werden, der in der Nähe der besprochenen Galileistraße liegt. Dieser Weg erhielt seinen Namen 1960, nachdem er vorher nur Straße 252 hieß.

Die Neuköllner Sonnenallee und ihre Umgebung

Auch im benachbarten Bezirk Neukölln gibt es eine Reihe von Straßennamen mit astronomischem Bezug. Den Reigen eröffnet die knapp 5 km lange Sonnenallee, die bis 1920 Kaiser-Friedrich-Straße hieß. Im selben Jahr wurden in unmittelbarer Nähe der Sonnenallee vier Straßen nach Himmelskörpern benannt. Es gibt den Venusplatz, die Jupiterstraße, die Planetenstraße und auch hier eine Siriusstraße. Es folgten dort in den 1920ern vier weitere Straßenbenennungen, diesmal nach Sternbildern: die Widderstraße, die Einhornstraße, die Steinbockstraße und die Zwillingestraße. 1931 wurde die Wassermannstraße in Wegastraße umgetauft und schlussendlich folgte 1958 die Straße Krebsgang. Abgesehen von der Wassermannstraße trugen alle Straßen vorher nur Nummern.

Aber Neukölln hat noch etwas zu bieten: Im Britzer Garten, der im Rahmen der Bundesgartenschau 1985 angelegt wurde, befindet sich ein als Kosmologischer Park bezeichnetes Ensemble, zu dem der Kalenderplatz mit einer riesigen Sonnenuhr gehört. Hier beginnt ein 3,3 km langer Planetenweg in nordöstlicher Richtung auf dem Massiner Weg, der sich auch außerhalb des umzäunten Geländes bis zum Pluto fortsetzt. Die Planeten und die Entfernungen des Sonnensystems werden hier im Maßstab 1:10 Milliarden dargestellt (Abb. rechts unten).

Die Planetensiedlung in Reinickendorf

1937 wurde westlich des Kurt-Schumacher-Platzes eine „Planetensiedlung“ gegründet und zunächst Straßen nach den Gesteinsplaneten benannt: Merkurstraße, Venusstraße und Marsstraße. Nach dem Kriege widmete man sich den Gasriesen und es entstanden zunächst die Jupiterstraße und der Uranusweg, abschließend 1958 gefolgt von der Saturnstraße, der Meteorstraße und der Nordlichtstraße. Weit davon entfernt im Weddinger Soldiner Kiez gibt es zwar eine Neptunstraße, die vorher Lettestraße hieß und bereits 1905 ihren neuen Namen erhielt, aber ebenso wie die Neptunstraße in Bohnsdorf scheint es sich um die Bezeichnung des römischen Meeresherrn zu handeln. Das ist umso beklagenswerter, als dass der Planet Neptun erstmalig in Berlin beobachtet wurde.



Erstaunlicherweise hat Berlin weder einen Mondweg noch eine Kometengasse, noch eine Milchstraße! Bedauerlich für die Berliner Astronomie ist auch, dass keine Straßen nach Johann Elert Bode, Johann Heinrich Mädler (s. *Mitgliederheft* Nr. 21, 6-9) und Erwin Finlay-Freundlich (s. *Mitgliederheft* Nr. 9, 10-11) benannt sind. Der Bezirk Tempelhof-Schöneberg, der Sitz unseres Vereins, kommt leider bisher ganz ohne Straßennamen mit astronomischem Bezug aus. Und was unseren Verein im Besonderen schmerzt: Es gibt bisher keine Wilhelm-Foerster-Straße! Nirgendwo.



QUELLEN

<https://berlingeschichte.de/strassen/indexsuche.htm>

<https://berlin.kauperts.de/Strassenverzeichnis/>

https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Astronomen_an_Berliner_Forschungseinrichtungen

Planeten in Bewegung

Michael Blaßmann – WFS Berlin

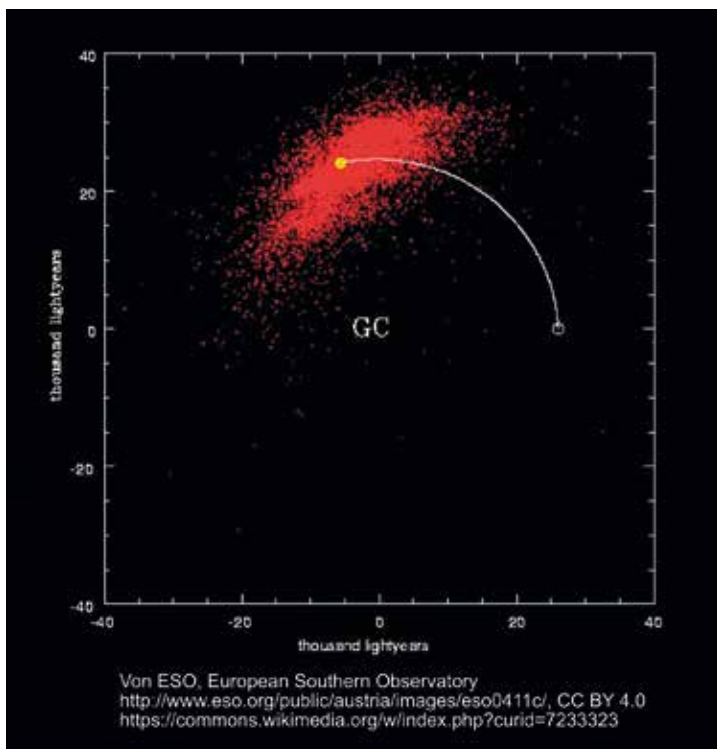
Alles ist in Bewegung und nichts bleibt stehen, original:

Alle Dinge sind im Fluss, im Werden, ihr Beharren ist nur Schein. Diese Aussage von Heraklit von Ephesos gilt besonders für das Weltall, den Kosmos (griechisch κόσμος *kósmos* ‚Ordnung‘, auch Weltordnung).



Wir wissen heute, dass sich die Erde und auch die anderen Planeten mit der Sonne mit ca. 300 Kilometern pro Sekunde um das Zentrum der Milchstraße bewegen. Dabei schwingen die Planeten auf Spiralbahnen um die Sonne.

Den Zeitraum eines Umlaufs bezeichnen wir als das Galaktische Jahr, das entspricht 225 Millionen Jahre.



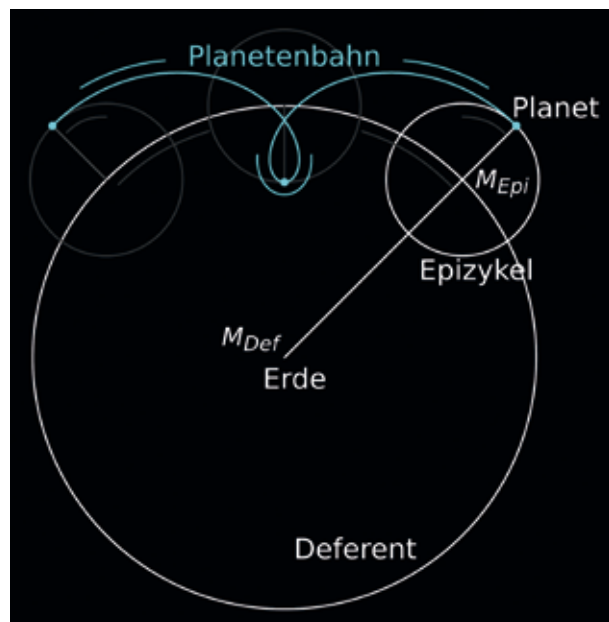
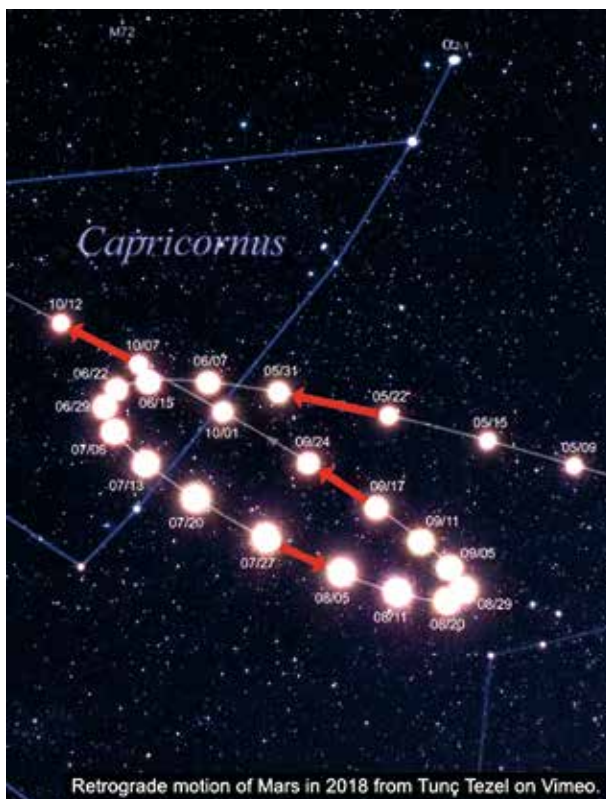
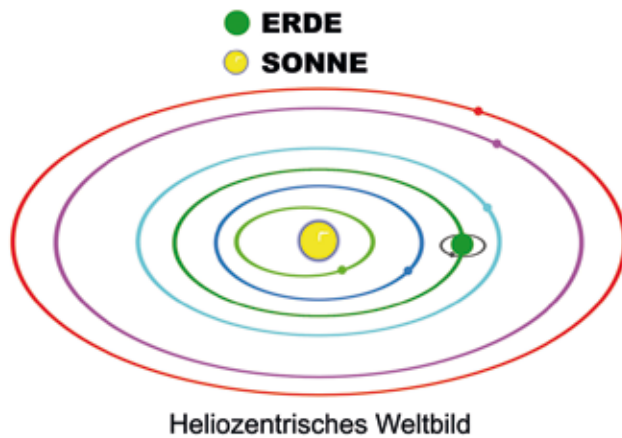
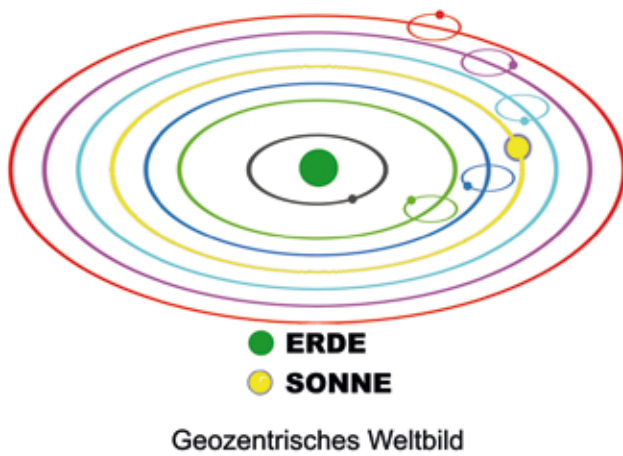
Die Sonne (gelb) umkreist mit vielen anderen Sternen (rot) das galaktische Zentrum (*Abb. unten links*).

Während des 4. GJ (Galaktisches Jahr) entstehen die Ozeane, während des 5. GJ bilden sich erste Lebensformen. Bis zum 10. GJ entwickeln sich zelluläre Strukturen ohne echten Zellkern wie Bakterien. 10. GJ: Kontinente entstehen. Während des 13. GJ entstehen Lebensformen mit echtem Zellkern und im 16. GJ bilden sich Vielzeller. Das 17,8. GJ kennzeichnet das erstmalige Vorkommen aller heutigen Tierstämme, während nach dem 19. GJ das Leben fast vollständig im Massensterben erlischt. Die Dinosaurier beherrschen kurz die Erde bis zum 19,6. GJ, als u.a. der Einschlag eines Asteroiden wiederum für das fast vollständige Aussterben aller Lebensformen sorgt. Von nun an beherrschen u.a. Säugetiere die Erde, was im Auftreten des *Homo sapiens* während des 19,999. GJ gipfelt. Im 20. Galaktischen Jahr nach der Geburt der Sonne entdecken und versuchen Menschen ihre Umwelt zu enträtseln.

Schon griechische Gelehrte vermuteten, dass sich Sterne bewegen, dies aber nicht beobachtet werden kann, da Sterne zu weit entfernt seien. Auch galt einigen die Sonne als Zentrum des Kosmos. Wie sollten aber die Vormenschen und die Menschen der Antike als auch des Mittelalters dies wissen? Es verfestigte sich lange Zeit die verständliche Meinung, dass die Erde im Zentrum des Kosmos steht, das geozentrische Weltbild (*Abb. Seite 33 links oben*). Menschen personifizierten Planeten als Götter, die sich durch die Tierkreissternbilder bewegen, wie auch Sonne und Mond.

Man beobachtete aber auch die Schleifenbewegung der äußeren Planeten, wenn sich die Erde Mars, Jupiter und Saturn am nächsten befand, der Oppositionszeit.

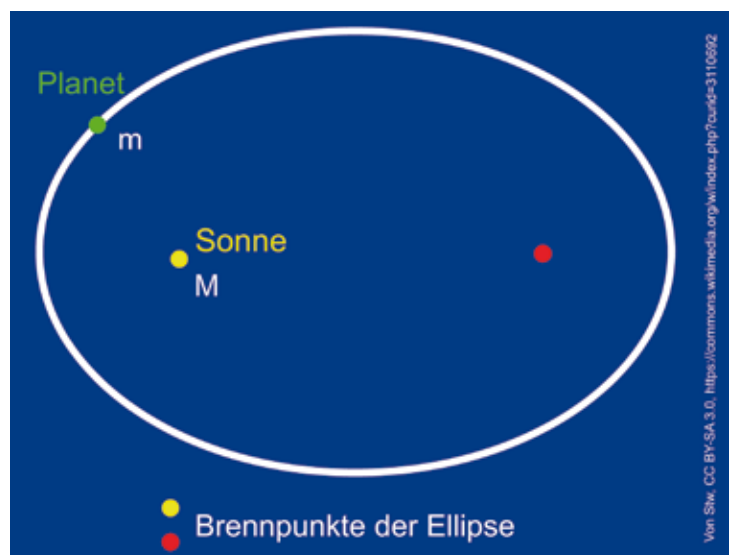
Dies vertrug sich nicht mit dem geozentrischen Weltbild. Hipparch und besonders Claudius Ptolemäus sorgten mit der Einführung von sogenannten Epizykeln dafür, die Schleifenbewegung mit dem geozentrischen Weltbild in Übereinstimmung zu bringen. Nun galt dieses Weltbild bis zur Neuzeit und der Aufklärung als das Maß der Dinge. Die Ideen des Aristarchos von Samos und Seleukos von Seleukia nahm Nikolaus Kopernikus auf und veröffentlicht 1543 seine Idee vom heliozentrischen Weltbild (*Abb. Seite 33 rechts oben*).



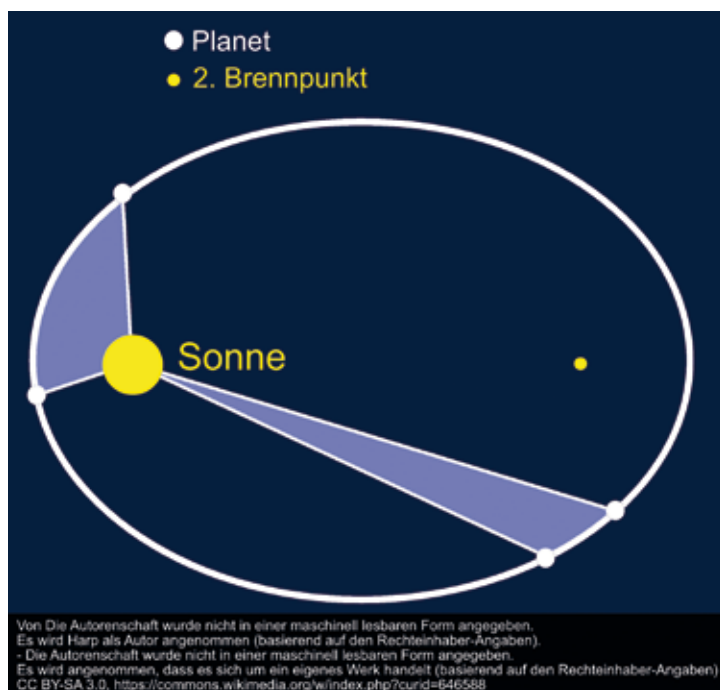
Die Erfindung des Fernrohres 1608 durch Jan Lipperhey gestattete Galileo Galilei ein eigenes Fernrohr zu fertigen, zu verfeinern und sogar zu verbessern. Seine nun möglichen astronomischen Beobachtungen waren bahnbrechend: Mond, Venusphasen, Sonnenflecken, Auflösung der Milchstraße in Sterne und die Beobachtung des Jupiter und die Entdeckung der nach ihm benannten 4 Galileischen Monde. Das Jupitersystem schien für Galilei ein Modell des Sonnensystems zu sein. Im 16. Jahrhundert machte sich der dänische Astronom Tycho Brahe einen Namen, indem er mit hochpräzisen Messinstrumenten, ohne Fernrohr, die Örter von Gestirnen bestimmte und katalogisierte. In der methodischen Arbeitsweise wies er der Wissenschaft den weiteren Weg naturwissenschaftlichen Arbeitens. Die Messergebnisse, festgehalten in Katalogen, waren sein Erbe, das er an seinen Schüler, Johannes Kepler, weitergab. Der konnte anhand der Aufzeichnungen bezüglich des Mars seine Gesetze der Planetenbewegung entwickeln:

Die Keplerschen Gesetze

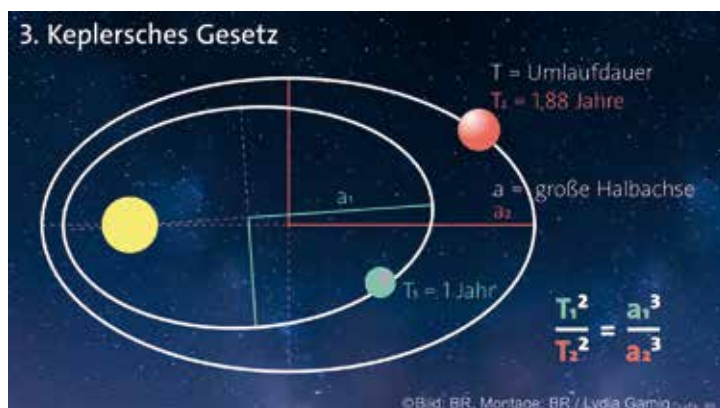
1. Keplersches Gesetz: Ein Planet läuft auf einer Ellipse, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht.



2. Keplersches Gesetz: Der Fahrstrahl des Planeten (Verbindungsline Planet-Sonne) überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. Daraus ergibt sich, dass der Planet in Sonnennähe schneller läuft.

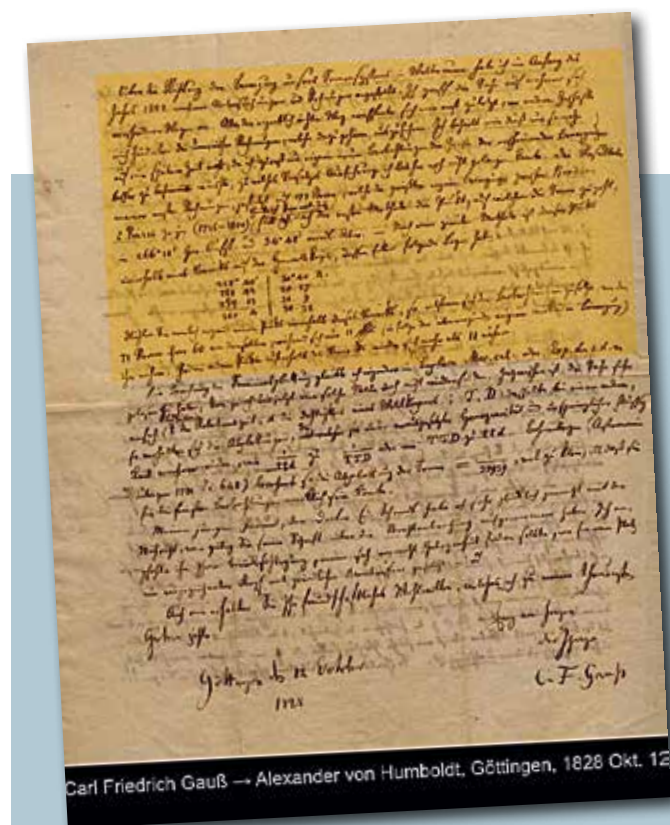


3. Keplersches Gesetz: Die Quadrate der Umlaufzeiten T_1 und T_2 zweier Planeten stehen im gleichen Verhältnis wie die Kuben (dritten Potenzen) ihrer großen Halbachsen a_1 und a_2 . Aus den bekannten Größen T_1 , T_2 und a_1 lässt sich die Entfernung Mars – Sonne errechnen.



Isaac Newtons Bewegungs- und Gravitationsgesetze, ergänzt durch die durch Kepler entwickelten Planetenbewegungsgesetze, prägen weitgehend unsere Vorstellungen über Bewegungen im Weltall.

Neben vielen neuen Beiträgen zur Optik, Elektrizität und Mathematik, arbeitete Carl Friedrich Gauß auch an der Lösung von unbekannten Teilen der Astronomie. Im Jahr 1801 entdeckte Giuseppe Piazzi den Kleinplaneten Ceres und verlor ihn wieder. Aus den drei Beobachtungen Piazzis errechnete Gauß die Bahnelemente der Ceresbahn. Astronomen konnten so Ceres 1801 bzw. 1802 wiederentdecken. 1809 fasste Gauß seine Erkenntnisse im Buch „Theoria motus corporum coelestium“ (Theorie der Bewegung der Himmelskörper) zusammen. Diese von Gauß entwickelte Methode wird noch heute in der Wissenschaft genutzt. Dass er sein Wissen nicht nur in Bezug auf Planeten nutzte, zeigt sich in Anmerkungen in einem Brief an Alexander von Humboldt aus dem Jahr 1828 (s.u.). Er berechnete mit Hilfe der Beobachtungsergebnisse der Bewegung von 71 Sternen, in welche Richtung die Sonne unterwegs ist. Das Resultat stimmt mit den Ergebnissen der modernen Astronomie erstaunlich genau überein. Wir wissen, dass die Sonne einem Punkt im Sternbild Herkules, fast Richtung Wega, zustrebt, mit den Planeten auf Spiralbahnen um das Zentrum unserer Galaxis kreisend.



Planeten in Bewegung

Über die Richtung der Bewegung unseres Sonnensystems^[10] im Weltraum habe ich im Anfang des Jahres 1822 mehrere Untersuchungen und Rechnungen angestellt. Ich griff die Sache auf mehreren sehr verschiedenen Wegen an. Aber der eigentlich ächte Weg eröffnete sich mir erst zuletzt, wo andere Geschäfte mich hinderten, die numerischen Rechnungen, welche dazu gehören, auszuführen. Ich behielt mir dies um so mehr auf eine spätere Zeit vor, da ich zuerst aus eigenen neuen Beobachtungen die Größe der anscheinenden Bewegungen besser zu bestimmen wünschte, zu welches Vorsatzes Ausführung ich bisher noch nicht gelangen konnte. Die Resultate meiner ersten Rechnungen, gestützt auf 71 Sterne, welche die größten eignen Bewegungen zwischen Bradley und Piazzi zeigen (1755-1800), theile ich hier mit. Ich fand nach der ersten Methode den Punkt, auf welchen die Sonne zugeht, in $266^{\circ} 18'$ gerader Aufsteigung und $34^{\circ} 48'$ nördlicher Abweichung^[11]. – Nach einer zweiten Methode ist dieser Punkt innerhalb eines Vierecks auf der Himmels-Kugel, dessen Ecken folgende Lagen haben:

258° 40'	30° 40'N
258 42	30 57
259 13	31 9
260 4	30 32

Wählen Sie nemlich irgend einen Punkt innerhalb dieses Vierecks, so entfernen sich den Beobachtungen zu folge von den 71 Sternen ihrer 60 von demselben, während sich nur 40 11 (in folge der überwiegenden eignen wirklichen Bewegung) ihm nähern. Jedem andern Punkte außerhalb des Vierecks würden sich m e h r als 11 nähern.

Eine Berechnung der Sonnenabplattung glaubte ich irgendwo in Laplace, *Mec. cel. oder Exp. du s. d. m.*, gelesen zu haben.^[12] kann jedoch bis jetzt eine solche Stelle noch nicht wiederfinden. Inzwischen ist die Sache sehr einfach. Bedeuten t die Rotationszeit, d die Dichtigkeit eines Weltkörpers; T , D dasselbe bei einem andern, so verhalten sich die Abplattungen, die sie unter vorausgesetzter Homogenität und ursprünglicher Flüssigkeit annehmen würden, wie $1/t$ zu $1/T$ oder wie T zu t . Bohnenberger (Astronomie, Tübingen 1811, S. 648) berechnet so die Abplattung der Sonne = 137939, viel zu klein, als daß sie für die feinsten Beobachtungen merklich sein könnte.^[13]

Meinen jungen Freund, den Doctor Ed. Schmidt habe ich sehr glücklich gemacht mit der Nachricht, wie gütig Sie seine Schrift über die Strahlenbrechung^[14] aufgenommen haben. Ich empfehle ihn Ihrer Berücksichtigung, wenn sich einmahl Gelegenheit finden sollte, wo für einen Platz ein ausgezeichnete Kopf mit gründlichen Kenntnissen gesucht wird. Auch mir erhalten Sie Ihr freundschaftliches Wohlwollen, welches ich zu meinen theuersten Gütern zähle.

Ewig von Herzen

der Ihrige

C. F. Gauß

Göttingen, den 12. October 1828

Manuskript
Archiv: Berlin, Staatsbibliothek
Signatur: Ka. 12, Nr. 36
4 S.; deutsch

So schließt sich fast der Kreis – nur wir müssen heute auch die Erkenntnisse aus den Arbeiten und Ergebnissen der Arbeit Einsteins und vieler anderer berücksichtigen, denn es scheint so, als ob sich der Raum zwischen den Sternen bewegt ... und vielleicht werden die Menschen der Zukunft ein Schmunzeln über unsere Erkenntnisse nicht unterdrücken.

QUELLEN

Dirk Lorenzen: *Galaktische Jahre – Die Erde und 20 Runden auf der Milchstraße*. In: Deutschlandfunk-Sendung „Sternzeit“. 6. September 2023.

Niedersächsische Akademie der Wissenschaften zu Göttingen:

Carl Friedrich Gauß-Briefe

Carl Friedrich Gauß an Alexander von Humboldt, Göttingen, 1928

Manuskript

Archiv: Berlin, Staatsbibliothek

Signatur: Ka. 12, Nr. 36

4 S.; deutsch

LITERATUR

Wischnewski, Erik: *Astronomie in Theorie und Praxis, Kompendium und Nachschlagewerk*, Bd. 2, 12. überarbeitete und erweiterte Auflage in drei Bänden, 24568 Kaltenkirchen 2025

Lindner, Dr. Klaus, Schukowski, Prof. Manfred: *Lehrerband Astronomie*, 1. Auflage, Volk und Wissen Verlag GmbH, Berlin 1994

Schäfer, Hans: *Astronomische Probleme und ihre physikalischen Grundlagen*, 1. Auflage, Braunschweig, Vieweg 1978

Fürst, Dietmar: *Astronomie, Sekundarstufe II*, 2. Überarbeitete Auflage, Kap. 3,4, paetec Gesellschaft für Bildung und Technik mbH, Berlin 1997

Grataloup, Christian: *Die Geschichte der Erde – ein Atlas*, Verlag C.H.Beck oHG, München 2024

Sonne, Mond und Planeten

– von Oktober 2025 bis Januar 2026

Uwe Marth – WFS Berlin

Sonnenlauf

Exakt am 21. Dezember um 16.03 Uhr erreicht die Sonne den tiefsten Punkt ihrer Jahresbahn für die Nordhalbkugel der Erde. Die Erdachse ist nun $23,5^\circ$ von der Sonne weggekippt. Es ist der Tag der Winter-sonnenwende. Für die Astronomie ist es der Winter-anfang.

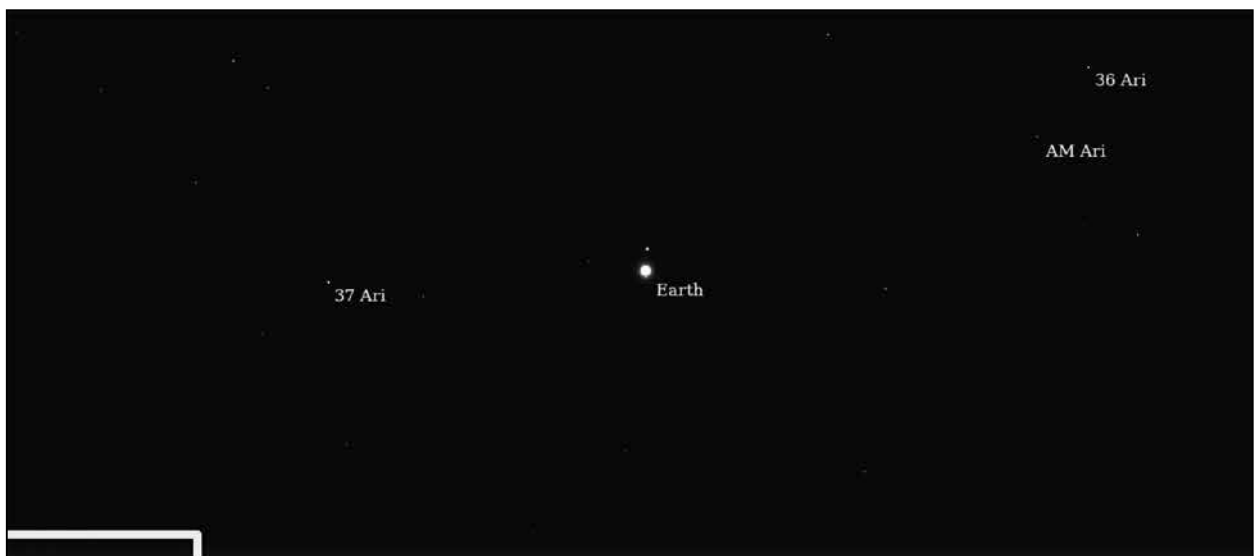
Nach diesen Fakten bietet es sich an, wieder einmal auf die Präzession, die Kreiselbewegung der Erdachse in 25600 Jahren um die Senkrechte in Bezug zur Sonne, hinzuweisen. Als die antiken Himmelsbeobachter vor ca. 2500 Jahren unsere Himmelseinteilung mit den zwölf Tierkreisbildern in einem Rund von 360° und exakt 12 Abschnitten von 30° einführten, mag schon dem einen oder anderen Beobachtenden aufgefallen sein, dass es Veränderungen bei der Stellung der Sternbilder im Lauf eines gedachten Anfanges gab. Aber um dies im Laufe schon von Jahrzehnten zu erkennen, hätte es sehr präziser Beobachtungen bedurft. Nach dieser nun aber Jahrtausende umfassenden Zeitverläufe stimmt die Position der Sonne in den Tierkreis-Sternbildern beim Jahreslauf durch die Ekliptik nicht mehr mit den markierten Tierkreiszeichen-Feldern überein. Der Frühlingspunkt lag damals im Widder, heute in den Fischen und er wandert jedes Jahr um $0,5'$ nach vorne, jetzt auf den Wassermann zu. Im Herbst und Winter ist dies besonders gut zu

verfolgen. Schon am 16. September hat die Sonne das Sternbild Jungfrau erreicht, am 31. Oktober erreicht sie die Waage und macht vom 23. bis 30. November eine Stippvisite im Skorpion. Die Sonne passiert das mythologisch spannende, aber im astrologischen Kosmos nicht vorkommende Sternbild des Schlangenträgers bis zum 18. Dezember und kommt dann erst zum Schützen.

Die Tierkreisfelder liegen aber traditionell unkorrigiert fest: 22. September Zeichen Waage, 23. Oktober Skorpion, 22. November Schütze und dann am 21. Dezember Steinbock. Je nach Datum kann man sich zum „gewaagten Skorpion“ oder „geschützten Schlangenträger“ ernennen, je nach Freude am astronomisch-astrologischem Wortspiel.

Mondlauf

Der Mond ist im „normalen“ Rhythmus unterwegs. Es gibt vier Vollmonde (7. Oktober, 5. November, 5. Dezember 2025 und 3. Januar 2026) sowie vier Neumonde (21. Oktober, 20. November, 20. Dezember 2025 und 18. Januar 2026). Am 4. Dezember ab 4.20 Uhr (MEZ) kann noch einmal der Beginn der Bedeckung von drei Plejaden (Elektra, Maia, Alkyone) beobachtet werden. Die Regulus-Bedeckung (Sternbild Leo) am 10. Dezember soll laut Jahrbuchangaben mit guten Ferngläsern ab 8.40 Uhr ebenfalls beobachtbar sein.



© NASA/JPL-CALTECH/ASU / NASA'S PSYCHE IMAGES EARTH AND MOON (AUSCHNITT)

Im Juli 2025 blickte die NASA-Asteroidensonde Psyche aus 290 Millionen Kilometern auf Erde und Mond (kleiner Punkt oberhalb der hellen Erde)....

MERKUR sollte in der Zeit der Morgensichtbarkeit zwischen dem 2. und 14. Dezember 2025, mit Glück vielleicht bis 17. Dezember gut auffindbar sein. Allerdings setzt die Höhe von maximal 8° über dem Ostsüdost-Horizont einen klaren Blick voraus. Die Helligkeit von Merkur liegt zu Beginn der Sichtbarkeit bei 0,0mag und steigt bis zum Ende der Sichtbarkeitszeit auf -0,5mag an. Ist er etwa 40 Minuten von 6.20 Uhr bis zur Dämmerung gegen 7.00 Uhr zu Beginn sichtbar, verschiebt sie sich etwa um den 17. Dezember auf 6.50 Uhr bis 7.20 Uhr.

VENUS ist komplett „auf dem absteigenden Ast“. Die Sichtbarkeit am Morgenhimmel nimmt immer mehr ab. Ab Mitte November dürfte sie mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar sein. Sie wandert nun hinter der Sonne auf die obere Konjunktion am 6. Januar 2026 zu.

MARS ist im vorgegebenen Zeitraum nicht zu beobachten: Drei Tage nach der Venus, am 9. Januar 2026, kommt er hinter der Sonne zur Konjunktion.

JUPITER wird zunehmend zum Dominator der Nacht. Im Oktober muss man bis zum Aufgang noch etwas Geduld aufbringen, aber nach dem 11. November, wenn seine Rückläufigkeit hin zur Oppositionsstellung am 10. Januar 2026 beginnt, ist er die ganze Nacht zu sehen. Seine Helligkeit ist mit -2,7mag immer wieder beeindruckend. In diesen Wochen vor und nach der Oppositionszeit ist ein Sternwartenbesuch sehr empfehlenswert. 635 Millionen Kilometer liegen zwischen Erde und Jupiter, dennoch können faszinierende Einzelheiten wie ausgeprägte Wolkenbänder auf der stark abgeplatteten Kugel erkannt werden. Aus den 146000 km Äquatordurchmesser und 120000 km Poldurchmesser werden im Fernrohr $46''5$ zu $43''5$ Bogensekunden. Auf gute Beobachtungen, die natürlich auch das Spiel der Monde miteinschließt!

SATURN ist im Wassermann nach seiner Opposition im September immer noch rückläufig unterwegs. Ab 30. November ist er wieder rechtläufig. Er ist nun mit immer kürzer werdender Beobachtungszeit nur noch am Abendhimmel sichtbar. Da seine Helligkeit auf Grund der immer noch extrem gering geöffneten Ringe ohnehin Ende des Jahres nur noch bei 1,0mag liegt, dürfte er im Januar erst recht kein lohnendes Ziel zur Beobachtung sein.

URANUS steht am 21. November 2025 im Sternbild Stier in Opposition zur Sonne und ist die ganze Nacht beobachtbar. Seine Helligkeit liegt dann bei 5,6mag. Er kann theoretisch mit bloßem Auge und extrem guten Bedingungen erkannt werden. Da er recht günstig etwa

3° südlich der Plejaden steht, sollte das grünliche winzige Scheibchen auch mit Ferngläsern auffindbar sein.

NEPTUN ist rückläufig in den Fischen unterwegs und ist immer in der Nähe zum Saturn zu suchen. Seine Helligkeit liegt bei 7,8mag. Das ist für Ferngläser, auch mit Stativ, sehr schwierig. Der Besuch der Sternwarte sei deshalb zur Beobachtung aller vier genannten Gasplaneten dringend empfohlen.

Kleinplaneten

Die Nummer 1, Ceres, ein echter Kleinplanet, kommt am 2. Oktober im Walfisch (Cetus) in Opposition zur Sonne. Die Helligkeit erreicht mit 7,6mag etwas mehr als die Helligkeit Neptuns. Für lichtstarke Ferngläser gerade erreichbar, ist es besser, auf der Sternwarte einen Blick auf Ceres zu werfen.

Anmerkung der Redaktion:

Zum Schluss noch eine kuriose Neuigkeit aus den USA: Der Bundesstaat Arizona hat dem Kleinplaneten Pluto am 29. März 2025 offiziell den Status eines „Staatsplaneten“ verliehen. Ab sofort gilt der Pluto somit als Symbol von Arizona. Der Hintergrund ist, dass er dort am 18.2.1930 von Clyde William Tombaugh entdeckt wurde. – Der Neptun wurde 1846 erstmals in Berlin beobachtet. Ziehen Sie daraus Ihre Schlüsse!

Sternschnuppen

Ihre Ströme haben die wunderbarsten Namen. Fast immer heißen sie nach dem Sternbild, aus dem sie scheinbar herauskommen. Ihren Ursprung haben sie meistens in den Staubeilchen von Kometen. Diese sammelt die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne und in „Fahrtrichtung vorwärts“, der Tagdrehung, eher in der zweiten Nachthälfte auf. Hier ein paar Möglichkeiten, ohne Sichtungsgewähr:

Giacobiniden, teilweise 400 in einer Nacht, langsame Objekte mit Geschwindigkeit von 20 bis 22 km/sek., um den 10. Oktober herum. Leoniden, 10-15 Meteore pro Stunde, superschnell, bis 70km/sek., um den 17. November herum. Geminiden, bis zu 150 pro Stunde, 35 km/sek., mittelschnell schon ab 21 Uhr sichtbar, um den 14. Dezember herum. Quadrantiden in der ersten Januarwoche, Maximum um den 3. Januar, aus Richtung Bootes kommend.

AKTUELLES von der Erde

Extreme Hitze durch den Klimawandel

Einer neuen Untersuchung zufolge, die das internationale Wissenschaftsnetzwerk World Weather Attribution (WWA) gemeinsam mit Climate Central und dem Klimazentrum des Roten Kreuzes und des Roten Halbmondes im Mai 2025 veröffentlicht hat, hat sich die Zahl der Tage mit extremer Hitze weltweit mindestens verdoppelt.

Die globalen Oberflächentemperaturen lagen demnach durchschnittlich 1,4 Grad Celsius höher als in der vorindustriellen Zeit. Der Klimawandel verursachte im Mai 2025 in Island und Grönland eine beispiellose Wärmeperiode mit Temperaturen, die etwa drei Grad Celsius höher lagen als sie ohne den Klimawandel gewesen wären. Die Analyse des WWA verdeutlicht, wie sehr sich die Erderwärmung bereits auf das tägliche Leben auswirkt. Hitzetage, die einst als Ausnahme galten, werden zur Normalität.

Foto: Alfred-Wegener-Institut/ OBOBS-Team PS124 - Mitte März 2021 - Polarstern



Nordsee und Ostsee werden zu warm

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie hat im Frühjahr außergewöhnlich hohe Wassertemperaturen in Nord- und Ostsee gemessen. Im März, April und Mai sei die Temperatur in der Nordsee auf durchschnittlich 8,7 Grad Celsius gestiegen. Damit erlebte die Nordsee das wärmste Frühjahr seit Beginn der Auswertungen im Jahr 1997. Die Ostsee erreichte im Frühjahr eine Durchschnittstemperatur von über 5 Grad Celsius, 1 Grad Celsius über dem langjährigen Mittelwert.

Die Gletscher von Spitzbergen nördlich von Norwegen haben im Sommer 2024 eine gigantische Menge Eis verloren: Forscher berechneten einen Verlust von 61,7 Gigatonnen (plus/minus 11,1 Gigatonnen mögliche Abweichung). Diese Schmelze „übertraf alle bisherigen Beobachtungen“, schreibt das Team um Thomas v. Schuler von der Universität Oslo in der Fachzeitschrift „Proceedings of the National Academy of Sciences“. Es sei ein Verlust von etwa einem Prozent der gesamten Eismasse Spitzbergens gewesen. Das hatte Auswirkungen auf den globalen Meeresspiegel: gut 0,16 Millimeter Anstieg gingen laut Analysen allein auf die Schmelze in Spitzbergen zurück.

Waldbrände in Spanien 18. August 2025

Die schwersten Waldbrände in Spanien seit mindestens zwei Jahrzehnten breiten sich immer mehr aus. Die Verteidigungsministerin Margarita Robbless verwies im Radiosender Cadena SER auf eine der längsten Hitzeperioden der vergangenen 50 Jahre, bei der die Temperaturen am Wochenende auf bis zu 45 Grad Celsius stiegen. In diesem Jahr sind in Spanien laut Europäischem Waldbrand-Informationssystem (EFFIS) bereits schätzungsweise 344.400 Hektar Wald, eine Fläche in der Größe Mallorcas, verbrannt. (dpa)

Der Nordpol wandert

Im Fachmagazin „Geophysical Research“ beschreibt die Geowissenschaftlerin Natasha Valencic von der Harvard University, wie sich die reale Lage der Pole durch den Bau von fast 7000 Stauseen zwischen 1835 und 2011 um insgesamt einen Meter und dreizehn Zentimeter verschoben hat. Weil die Talsperren in dieser Zeit große Mengen an Wasser erst einmal davon abhielten, ins Meer zu fließen, fiel zudem der Anstieg des globalen Meeresspiegels um knapp 22 Millimeter geringer aus, als er es ohne die Dämme gewesen wäre.

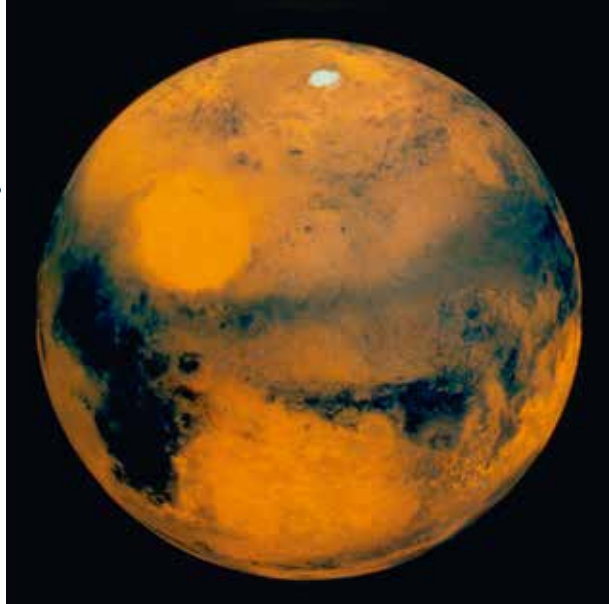
Die mit Abstand meisten Stauseen, mehr als 24200, gibt es heute in China. Dort liegt auch die Drei-Schluchten-Talsperre mit einem der größten Stauseen weltweit. Sein Fassungsvermögen ist 183-mal größer als das des größten deutschen Stausees, der Bleilochtalsperre in Thüringen.

Neues aus Forschung und Lehre

12. Juli 2025 - Universität Potsdam

Photovoltaik für eine Mondbasis

Ein Forschungsteam unter der Leitung von Felix Lang von der Universität Potsdam und Stefan Linke von der Technischen Universität Berlin kombinierten Regolith – ein auf dem Mond vorhandener Rohstoff – mit ultradünnem Perowskit, um effiziente Mond-Solarzellen herzustellen. Damit müssten bis zu 99% des Gewichts der Materialien, die zur Produktion von Solarzellen auf dem Mond erforderlich sind, nicht mehr dorthin transportiert werden. Die so hergestellten Solarzellen haben einen geschichteten Aufbau, bei der die Substrat- und Deckschicht aus Mondglas besteht. Diese Solarzellen benötigen nur 500 bis 800 Nanometer dünne Halbleiterschichten. Mit einem Kilogramm Perowskit-Rohmaterial von der Erde könnte man 400 Quadratmeter Solarzellen auf dem Mond herstellen. Diese Solarzellen, auf dem Mond ausgerollt oder gefaltet, könnten Energie aus Sonnenlicht für ganze Mondstädte erzeugen.



Wann siedeln Menschen auf dem Mars?

Elon Musk glaubt, dass die Zukunft der Menschheit auf dem Mars liegt. Er sieht ihn als Ersatzplaneten, sollte unserer Erde etwas zustoßen. Dazu sagt der Sternforscher Mark McCaughrean vom Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg in der Zeitschrift *Der Spiegel*, Ausgabe Nr. 30 vom 18.7.2025: „Völliger Unsinn! Die Bedingungen auf dem Mars sind tödlich: hohe Strahlenbelastung, eine sehr dünne Atmosphäre, wahrscheinlich ausgesprochen wenig Wasser. Selbst mit einem schrecklichen Klimawandel wird die Erde noch weitaus lebenswerter sein als der Mars.“ (Anmerkung der Redaktion: Der Planet Mars hat im Gegensatz zur Erde kein Leben schützendes Magnetfeld.)

Literatur: Mark McCaughrean:

„2111 Places in Space That You Must Not Miss“. Emons Verlag.

Objekt 3I/ATLAS

– Komet aus einem fremden Sternensystem

Am 1. Juli 2025 registrierte eines der Teleskope vom Teleskopsystem ATLAS in Chile in etwa 670 Millionen Kilometer Entfernung zur Sonne einen bislang unbekannten Himmelskörper. Der neu entdeckte eisreiche Komet ist mit einem Alter von über 7 Milliarden Jahren deutlich älter als unser Sonnensystem und muß demzufolge aus einem fremden Sternsystem stammen. Matthew Hopkins von der University, der das Objekt intensiv untersucht, bezeichnete den neuen Kometen auf dem National Astronomy Meeting der Royal Astronomical Society in Durham als möglicherweise bemerkenswertesten interstellaren Besucher bisher. Die Flugbahn von 3I/ATLAS deutet darauf hin, dass er nicht aus der üblichen galaktischen Ebene stammt, sondern aus der „Thick Disk“ der Milchstraße, einem Bereich, der vor allem aus alten Sternpopulationen besteht. In den kommenden Monaten wird der neue Komet der Sonne immer näher kommen und laut Berechnungen am 29. Oktober 2025 seinen sonnennächsten Punkt in etwa 206 Millionen Kilometern Entfernung zur Sonne erreichen. Astronomen gehen aber davon aus, dass sich 3I/ATLAS erst einige Wochen nach seinem sonnennächsten Punkt besonders gut beobachten lässt.

..... und aus dem Weltall

Der Riesenstern Beteigeuze im Sternbild Orion

Beteigeuze, ein Schulterstern im Sternbild Orion, und einer der hellsten Sterne am Nachthimmel, hat wahrscheinlich einen Begleiter. Forscher fanden Hinweise auf einen schwach leuchtenden Stern. Diese stünden in „hervorragender Übereinstimmung“ mit entsprechenden Vorhersagen, heißt es in einer Studie im Fachblatt „The Astrophysical Journal Letters“. „Wenn sich diese Entdeckung bestätigt, dann ist es in jedem Fall eine Sensation“, sagte Thomas Granzer vom Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam, der vergangenes Jahr selbst mit dem Hubble-Weltraumteleskop nach dem Sternbegleiter gesucht hatte. Beteigeuze zeigt Helligkeitsschwankungen, deren Ursachen bisher nicht eindeutig bestimmt werden konnten.



Die Aufnahmen des Begleitsterns wurden mit dem Gemini-North-Teleskop gemacht, auf das ein spezielles Instrument montiert wurde.

Einer Studie zufolge leuchtet der Sternbegleiter um sechs Größenordnungen schwächer als Beteigeuze und hat eine geschätzte Masse von etwa 1,6 Sonnenmassen.

..... der Erde verbunden

*Zeiss-Planetarium am Insulaner –
mit Bauzaun im Juli 2025.
Start für einen Neubeginn.*



www.wfs.berlin

ISSN 2940-9330