

Liebe Leserin, lieber Leser,

vor 90 Jahren wurde Pluto am Lowell Observatorium (Arizona) aufgefunden. Zu Ehren des Entdeckers, des Bauernsohns Clyde William Tombaugh (1906–1997) aus Illinois, wurde ein Landstrich auf dem Pluto, das sog. „Herz“, Tombaugh Regio getauft. Die Herabstufung des Pluto zu einem Zwergplaneten (Nr. 134340) im Jahre 2006 mitzuerleben, blieb Tombaugh erspart.

Vor 80 Jahren erblickte in Vilnius (heute Litauen) der polnische Astronom Bohdan Paczyński (1940–2007) das Licht der Welt. Paczyński gilt als Vater der Gravitationslinsen-Astronomie. Sein Interesse galt darüber hinaus der Sternentwicklung, den Akkretionsscheiben und den mysteriösen Gammastrahlungsausbrüchen. Er vermutete frühzeitig, dass die meisten γ -ray bursts (GRB) aus extragalaktischen Fernen stammen. (1967 hatte man noch die Sowjets in Verdacht. Den US-amerikanischen Vela-Satelliten, die die Einhaltung des Moskauer Teststoppabkommens von 1963 überwachten, waren die γ -Blitze nicht entgangen.)

Vor 30 Jahren, am Valentinstag 1990, entstand das Familienportrait unseres Sonnensystems, geschossen von Voyager 1. Die Raumsonde befand sich bereits jenseits der Neptunbahn. Auf Anregung des charismatischen Carl Sagan (1934–1996) wurden die Kameras ein letztes Mal aktiviert. Die Fotoserie zeigt bis auf Merkur und Mars alle Planeten. Die Erde, der *blue pale dot*, geht fast unter in einem Strahl von der Optik gestreuten Sonnenlichts. Die Verlorenheit unseres Heimatplaneten ist ausdrucksvoller nie offenbart worden.

Last not least ist eines 350. Geburtstags zu gedenken. Am 25. Februar 1670 kam bei Leipzig Maria Margaretha Kirch, geborene Winkelmann, zur Welt. Die Pfarrerstochter musste sich als Vollwaise vermutlich als Dienstbotin bei dem Bauernastronomen Christoph Arnold (1650–1695) – dem „Ackerbauer und Sternschauer“ und Entdecker des Halley’schen Kometen von 1682¹ – in Sommerfeld verdingen. Dort lernte sie nicht nur alles über Astronomie und

¹Auch das von Edmond Halley (1656–1742) vorhergesagte Wiederauftauchen des Kometen im Jahre 1758 wurde von einem Bauernastronomen als erstem bemerkt: von Johann Georg Palitzsch (1723–1788) aus Dresden.

Meteorologie, sondern auch ihren späteren Ehemann kennen: Gottfried Kirch (1639–1710) aus Guben war in zweiter Ehe mit Maria Margaretha verheiratet. Der hatte sich bereits als Kometenentdecker (1680), Veränderlichenforscher und Sonnenfleckenzähler einen Namen gemacht. In Berlin, Gottfried Kirch war im Mai 1700 zum Direktor der gerade gegründeten Akademie Sternwarte auf dem königlichen Pferdestall berufen worden, erwarb sich die „Kirchinn“ Verdienste um den „verbesserten Kalender“ und als Kometenbeobachterin. Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) hielt sie für eine der „gelehrtesten Frauen“ überhaupt. Nach dem Tode ihres Mannes arbeitete sie als Gehilfin ihres Sohnes Christfried Kirch (1694–1740). Die Dienstwohnung ihres verstorbenen Mannes durfte sie weiterhin nutzen. Sie starb 1720 in Berlin. Um den Kalender kümmerte sich dann ihre Tochter Christine Kirch (1697–1782).

Im alten Rom endete das Jahr mit dem Februar, dem Monat der Sühne und der spirituellen Reinigung. Ein fröhliches Faschingstreiben wünscht

Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Februar

Merkur geht auf Distanz zur Sonne – bis 18° ! Diese, seine diesmalige größte östliche Elongation erreicht er am 10. Februar. Die Tage davor und danach sollte er am Abendhorizont sichtbar sein.

Abendstern bleibt natürlich Venus. Sie erreicht ihren Maximalabstand zur Sonne erst am 24. März. Bis Ende April nimmt sie an Helligkeit zu.

Am Morgenhimmel tummeln sich Mars, Jupiter und Saturn. Letzterer taucht allerdings erst am Monatsende aus dem Lichtkreis der Sonne auf.

Der Februar-Vollmond am 9. Februar steht wieder einmal besonders groß am Himmel. Das ist kein Wunder. $1\frac{1}{2}$ Tage nach dem Vollmondtermin durchläuft der Mond just das Perigäum seiner Bahn, den erdnächsten Punkt.

Der Februar ist diesmal einen Tag länger. Beraten von dem Alexandrinischen Gelehrten Sosigenes hatte es Gaius Julius Cäsar (100–44 v. Chr.) im Jahre 46 v. Chr. aufgegeben, Sonnen- und Mondlauf irgendwie, d. h. *par ordre du mufti*, in Einklang bringen zu wollen und die bekannte Schaltregel verfügt, wonach aller vier Jahre ein Schalttag einzufügen sei. Dazu wurde der Tag

Sechs² vor den sog. Kalenden³ des März erkoren. Er wurde schlicht gedoppelt. Das war der (nach heutiger Zählung) 24. Februar. Dass man zugunsten des August dem Februar einen Tag stahl, um den Ehrenmonat des Kaisers Augustus nicht schlechter zu stellen als den Juli, den Geburtsmonat des Julius Gaius Cäsar, sei ein mittelalterliches Gerücht, hört man. Wie dem auch sei, der Julianische Kalender tat 1 1/2 Jahrtausende seinen Dienst. 1582 wurde er im katholischen Raum durch den Gregorianischen Kalender ersetzt. Brandenburg⁴ schloss sich 1700 der Kalenderreform an. Profiteur des Kalenderwesens war, zumindest in Brandenburg-Preußen, die Gelehrtenzunft. Die Akademie und die Familie Kirsch in der Dorothenstraße lebten vom Kalenderverkauf, wobei ein Kalender damals mehr enthielt als das bloße Kalendarium – Kalendergeschichten und Moralisches.

Dem Kosmos-Boten ist im Zusammenhang mit der Verdopplung des 24. Februar aufgefallen, dass der Gedenktag des Apostels Matthias⁵ hierzulande auf den 24. Februar fällt – es sei denn in einem Schaltjahr wie diesem. Da ist es der 25. Februar!

Kalte Welten: Pluto und Charon

1846 war an der Berliner Sternwarte Neptun entdeckt worden. Der Planet hatte sich durch seine Masse verraten. Des Neptun Schwere stört Uranus. Dieser bewegte sich nicht so, wie man es von ihm (ohne Neptun) erwartete. Die Himmelsmechaniker Urbain Leverrier (1811–1877) und John Couch Adams (1819–1892) machten sich daran, aus der gemessenen Abweichung der Uranusposition von 133 Bogensekunden (1/27 Grad) auf den Ort des Störenfrieds zu schließen, was auch gelang. Neptun war „mit der Spitze der Feder“, sprich am Schreibtisch, entdeckt worden.

Andere, insbesondere die US-Amerikaner Percival Lowell (1855–1916) und William Pickering (1858–1938), versuchten, dieses Erfolgsrezept zu wiederholen. Doch Neptun hatte sich noch kaum am Firmament weiterbewegt, also suchte man nach einer unerklärten Restabweichung in der Uranusbahn. Doch

²Ein Schaltjahr hieß deshalb Doppel-Sechs-Jahr.

³Der Monatsanfang fiel im Mondkalender noch mit dem Neumond zusammen. Er war der Tag, wo Verbindlichkeiten zu begleichen waren und Zinsen fällig wurden.

⁴Das Herzogtum Preußen bereits 1612.

⁵Der Jesujünger bekam die vakante Stelle des Judas zugesprochen, auf dass die Zwölfzahl wieder erfüllt würde. Paulus blieb außen vor.

diese erwies sich als zu klein, als dass sich daraus Schlüsse auf den Planeten „X“ ziehen ließen. Es blieb bei vagen Vorstellungen, wo „X“ zu finden sei. Das aber reichte, 1916 eine systematische fotografische Suche zu initiieren.

Dabei ging ein Zwergplanet ins Netz. Am 18. Februar 1930 sah Clyde Tombaugh ein bewegliches Objekt 15. Größe. War es der Gesuchte? Er erblickte ihn nicht durchs Fernrohr, vielmehr beim Fotoplattenvergleich mit einem Zeiss'schen Blinkkomparator. Auf Archivaufnahmen konnte man dessen Bahn schließlich bis ins Jahr 1909 zurückverfolgen. Percival Lowell hätte ihn zu Lebzeiten haben können! Doch dieser Planet, auf Vorschlag einer englischen Elfjährigen mit humanistischer Schulbildung Pluto genannt, erwies sich viel zu klein, als dass er die vermeintlichen Störungen von Uranus- und Neptunbahn hätte bewirken können. Wie wir heute wissen, bringt er nur 1/500 Erdmasse auf die Waage. Inzwischen wurde durch Observation aus der Nähe Neptun ein wenig leichter, und es gibt keinen himmelsmechanischen Grund mehr, nach einem Störenfried jenseits des Neptun Ausschau zu halten, was nicht heißt, dass es dort nichts weiter zu entdecken gäbe.

Zunächst war Pluto nur für den Himmelsmechaniker von Interesse. Die Frequenz, mit der er seine elliptische Bahn um die Sonne durchläuft, ist in Resonanz mit der Umlauffrequenz des Neptun: Auf drei Umläufe des Neptun entfallen zwei des Pluto. Anders ausgedrückt: Drei Neptunjahre dauern zwei Plutojahre. Diese Harmonie⁶ hat ihr Gutes: Auf diese Weise können sich beide geschickt aus dem Weg gehen. Sie kommen einander nie nahe. Auch andere Transneptunier haben sich in diese himmelsmechanische Nische geflüchtet. Man nennt sie Plutinos. Pluto ist der größte unter ihnen.

Mit dem zweitgrößten Plutino ging Pluto die Ehe ein: Sein Hauptmond, Charon geheißen, nach dem mythischen Fährmann⁷, der die Toten gegen einen Obolus in Plutos Schattenreich übersetzt, ist mehr als ein Mond, er ist ein Ebenbürtiger. Das Gespann Pluto-Charon ist ein echter Doppel-(Zwerg)Planet. Charon war 1978 fotografisch entdeckt worden. Aufnahmen des Pluto ließen eine periodisch auftretende Ausbuchtung des fotografischen Schwärzungsscheibchens erkennen, und zwar mit der Rotationsperiode des Zwergplaneten von 6,4 Tagen. Getrennt sah erst das Hubble-Weltraumteleskop das Pluto-Charon-System. Inzwischen weiß man von vier weiteren Plutomonden mit solch anheimelnden Namen wie Styx, Nix, Kerberos und Hydra.

Nahrung für die Einbildungskraft schien Planet Pluto kaum zu bieten. Was

⁶Das Verhältnis der Umlauffrequenzen entspricht musikalisch einer Quinte!

⁷Charon hat eine Nebenrolle in Woody Allens „Scoop“.

war schon zu erwarten von einem Zwerg dort draußen in den eisigen Gefilden des Kuiper-Gürtels? Nun, *New Horizons*' Stippvisite belehrte uns eines besseren. Am 14. Juli 2015 tat sich eine eigenständige Welt vor unseren Augen auf, mit abwechslungsreichen Landschaften. Pluto ist nicht kälteerstarrt! Er offenbart eine „geologisch“ junge Oberfläche! Kräfte sind am Wirken. Es gibt neuschneebedeckte Weiten aus gefrorenem Stickstoff ohne einen einzigen Einschlagkrater und Hochgebirge aus Wassereis. Ihn hüllt eine dünne relativ warme (CH₄-Treibhauseffekt!) Atmosphäre ein, die für Wind und Wetter sorgt. Was für uns auf der Erde das Wasser, ist auf dem Pluto offenbar der Stickstoff (N₂), ein Gas, das bei gemessenen -235°C im Phasengleichgewicht mit festem Stickstoff steht. Daneben spielen gefrorenes Kohlenmonoxid (CO) und Methan (CH₄) eine Rolle. Das UV der fernen Sonne und die kosmische Strahlung vermag aus diesen Substanzen sogar ein rotbräunliches makromolekulares Zeug zu brauen, das ins Reich der organischen Chemie gehört, sog. Tholine.

Die Plutowelt ist starken saisonalen Temperaturschwankungen ausgesetzt. Zum einen durchläuft Pluto eine exzentrische Ellipsenbahn. So war er zwischen 1979 und 1999 der Sonne näher als Neptun, und es wurde gar befürchtet, dass seine dünne Atmosphäre vollständig ausfriert, bevor *New Horizons* ihn erreicht. Zum anderen sind, wie bei Uranus die Jahreszeiten extrem ausgeprägt. Das liegt an der Rotationsachse, die um 122,5° gegen die Bahnsenkrechte geneigt ist. (90° hieße, der Körper „rollte“, jedenfalls im Hochsommer, quasi auf seiner Bahn.) Das sorgt für einen enormen Tag-Nacht-Unterschied. Gas, das auf der Tagseite durch Sublimation freigesetzt wird, schlägt sich auf der Nachtseite nieder – oder verlässt gar Pluto und gefriert auf dem Charon. Man hätte durch den Triton, des Neptun größten Mond, vorgewarnt sein können. Voyager 2 sah beim Vorbeiflug im Sommer 1989 dort tätige Geysire, Ausgeburten des Kryovulkanismus. Sie spucken Kaltes aus, keine heiße flüssige Lava. Pluto gleicht in vielem dem größeren Bruder. Es wurde sogar vermutet, auch er sei einst ein Satellit des Neptun gewesen. Inzwischen geht man davon aus, dass er wie andere Planetesimale bei der Planetenmontage übriggeblieben ist. Material, das nicht in Planeten verbaut worden war, wurde bei der Auswärtswanderung der großen Planeten in den sog. Kuipergürtel verfrachtet.

Darunter, die Plutokruste, dürfte Wassereis sein. Noch tiefer, subkutan, wird ein Ozean vermutet, geheizt von Wärme aus dem radioaktiven Zerfall und – in chaotischeren Zeiten⁸ – durch die Gezeiten. Wassereis gibt's auch ober-

⁸Inzwischen wenden beide, Pluto wie Charon, einander stets die gleiche Seite zu und

flächlich. Da leichter als fester Stickstoff, treibt so ein Wassereisberg obenauf auf einem Stickstoffgletscher. Gebirge gibt's auch. Sie bestehen aus tragfähigem Wassereis und sind meilenhoch. Zwei Gebirgszüge tragen die Namen der beiden Erstbesteiger (1953) des Mt. Everest: Sir Edmund Hillary (1919–2008) und Tenzing Norgay (1914–1986).

Als ob es noch eines weiteren Aktivitätsbeweises bedurft hätte, lässt die Schneesenke *Sputnik Planitia* ein verräterisches Muster erkennen: Konvektionszellen, wie in einer köchelnden Suppe. Dem Wärmestrom aus dem Plutoinneren wird mechanische Energie entlockt! In der Kälte, ja wegen der Kälte arbeitet eine Wärmekraftmaschine! Das ist ganz im Sinne des Ingenieurs Sadi Carnot (1796–1832), wonach es bei einer Dampfmaschine allein auf den (relativen) Temperaturunterschied zwischen dem heißen und dem kalten Ende ankommt, nicht auf die Temperatur selbst!

Was uns der kleine Wicht lehrt? Auch nahe dem absoluten Nullpunkt geschieht etwas. (Tiefsttemperaturphysiker wissen das ohnehin!) Trübt etwa unser Temperaturbegriff aus dem Physikunterricht den Blick auf das kalte Universum? Bedenkt man, dass die herkömmliche Temperaturskala durch Übereinkommen zustande gekommen ist, sollte man dieser Frage nachgehen. Man hätte Temperatur auch anders definieren können! Wäre man beispielsweise Anders Celsius' (1701–1744) ursprünglichem Vorschlag gefolgt, gefröre Wasser bei 100° und siedete bei 0° ! Und wer sich jemals mit der Maxwell- oder Boltzmannverteilung herumgeschlagen hat, versteht die Astrophysiker, die statt der Kelvin-Temperatur lieber mit deren Kehrwert rechnen und dafür sogar ein eigenes Formelzeichen erfunden habe. Im Nachhinein betrachtet wäre die physikalisch „vernünftigste“ Größe, um eine thermodynamische Eigenschaft physikalischer Systeme namens Temperatur zahlenmäßig zu erfassen, der Kehrwert des Produkts aus Boltzmannkonstante und Kelvin-Temperatur (wenn man nicht gleich zu dimensionslosen Planck-Einheiten wechseln möchte). Für den Alltag wären solche Temperaturangaben allerdings völlig unhandlich. Unsere Vorstellung von der Welt tiefer Temperaturen aber sähe dann anders aus: Der absolute Nullpunkt, er läge in unerreichbarer Ferne – was ja auch zutrifft!

die Umlaufbahn ist eine Kreisbahn, ein Zustand, der sich durch Gezeitenreibung einstellt.