

Es gibt Dinge zwischen Himmel und Erde, Horatio, von denen sich eure Schulweisheit nichts träumen läßt.

William Shakespeare

Liebe Leserin, lieber Leser,

am 29. Oktober jährt sich der 150. Geburtstag eines Berliner Astronomen. Carl Gustav Witt (1866–1946) war von Beruf Reichstagsstenograf, was ihn aber nicht hinderte, an der Urania-Sternwarte in der Invalidenstraße auf fotografischem Wege zwei Planetoiden aufzufinden. Den ersten, Nr. 422, nannte er nach seiner Heimatstadt *Berolina* (1896), den zweiten *Eros* (1898). Nr. 433 machte seinen Entdecker berühmt: Eros war nicht nur der erste männliche Planetoid, er war auch der erste, der noch innerhalb des Planetoiden-Hauptgürtels seine Bahn zieht. Er kommt der Erde bis auf 0,15 AE nahe, was man zur Opposition 1930/31 ausnutzte, den „Maßstab“ des Sonnensystems, die Astronomische Einheit (AE), in gängigen Einheiten (Meter, Meilen) auszudrücken. Im Prinzip musste man dazu lediglich ein einziges Mal des Eros Entfernung von der Erde trigonometrisch messen. (Ist ein Abstand im Sonnensystem in Metern gemessen, sind alle Abstände bekannt, insbesondere der zwischen Sonne und Erde, die AE.) Darüber hinaus konnte aus der Störung der Eros-Bahn die Masse des Mondes genauer bestimmt werden, weil für den Himmelsmechaniker nicht der Mittelpunkt der Erde maßgebend ist, sondern der Schwerpunkt des „Doppel-Planeten“ Erde-Mond. An der Eros-Kampagne waren 24 Sternwarten aus 14 Ländern beteiligt. Zehn Jahre nach der Erosopposition war das Sonnensystem mehr als ein Promille größer als zuvor angenommen. Man schoss damit übers Ziel hinaus. Ein halbes Promille wurde später zurückgenommen.

Im Jahr 2000 wurde Eros von der NASA-Sonde NEAR Shoemaker monatelang aus einer Umlaufbahn heraus observiert. Die Sonde setzte 2001 sogar auf dem Planetoiden auf. Dass Eros von langgestreckter Gestalt sein müsse – was 1930/31 die Positionsbestimmungen beeinträchtigt haben soll –, hatte man längst aus dem Lichtwechsel des Planetoiden geschlossen gehabt.

Gustav Witt bekam seinen „eigenen“ Planetoiden. Nr. 2732, 1926 von Max Wolf in Heidelberg entdeckt, wurde nach dem Berliner Urania-Astronomen benannt.

Vor neun Jahren, am 27. September 2007, machte sich die NASA-Sonde Dawn auf den Weg zu 4 Vesta und 1 Ceres, via Mars übrigens, um durch ein Swing-by an Fahrt zuzulegen.

Ein Stück Raumfahrtgeschichte endete am 30. September. Rosetta hauchte ihr Leben auf 67P/Churyumov-Gerasimenko aus. Wenige Wochen zuvor konnte auf dem Kometen der Landeapparat Philae aufgefunden werden.

Geht alles gut, erreicht die ESA/Roscosmos-Sonde ExoMars am 19. Oktober ihr Ziel und setzt Schiaparelli, einen Landeapparat, auf der Marsoberfläche ab. Der Orbiter soll in der dünnen Atmosphäre nach Spuren von Methan suchen. CH₄ gilt als Bio-Marker. Als Relaisstation hält er die Kommunikation zwischen Lander und Erde aufrecht. In ein paar Jahren folgt ein Rover.

Genießen Sie die Spätsommernächte mit Milchstraße im Zenit!

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Oktober

In den ersten Tagen des Oktober ist Merkur vor Sonnenaufgang im Osten sichtbar. In den Morgenstunden des 11. marschieren er am Jupiter vorbei, der gerade seine Konjunktion hinter sich hat.

Venus ist Abendstern. Sie gewinnt an Sichtbarkeit. Mars geht nach 22 Uhr MESZ unten. Jupiter taucht in der Morgendämmerung im Osten auf. Saturn verschwindet am Abendhimmel von der Bildfläche.

Neumond ereignet sich zweimal: am 1. und am 30. Oktober. Wenige Tage nach Vollmond durchwandert am 18./19. Oktober der abnehmende Mond die Hyaden.

Die Ceres, ehemals Planetoid Nr. 1, jetzt Zwergplanet Nr. 1, steht am 21. Oktober in Opposition zur Sonne. Wo? Im Sternbild Walfisch (Cetus), etwa zwischen Mira (o Ceti) und α Piscium. Ihre Helligkeit erreicht 7,4 Größenklassen.

Mit dem letzten Oktober-Sonntag endet die Sommerzeit (MESZ). Danach gilt hierzulande die MEZ.

Zwergplaneten: Ceres und Pluto

Mythologisch von jeher verbunden – Pluto ist der Schwiegersohn! – fanden sich nach hitziger Diskussion unter den Astronomen 2006 Ceres (röm. Demeter) und Pluto (auch Hades genannt) unter der Rubrik *Z w e r g p l a n e t* wieder. Für „1 Ceres“ war’s eine Aufwertung, für „134340 Pluto“ nicht – was insbesondere Amerikaner bedauern, war doch der vormals neunte Planet seit 1930 die einzige US-amerikanische Planetenentdeckung. Die Suche nach einem neunten Planeten steht damit erneut auf der Tagesordnung. Im Bewegungsverhalten von transneptunischem Kleinzeug glaubt man Muster zu erkennen, die himmelsmechanisch auf einen weiteren Großplaneten in vielleicht 5-fachem Plutoabstand hindeuten.

Die Ceres war 1801 die erste „Planetenentdeckung“ zwischen Mars und Jupiter. (Dass dort eine „Lücke“ klafft, hatte schon Kepler bemerkt.) Als kurz hintereinander weitere „Planeten“ folgten – Pallas (1802), Juno (1804), Vesta (1807) – kam man irgendwann überein, statt von Planeten von kleinen Planeten, Planetoiden, zu sprechen. Doch nur die Größte unter den Kleinen, Ceres, wurde 2006 in den Rang eines Zwergplaneten erhoben. Der Grund: Sie ist mit fast 1000 km von kugelförmiger Gestalt, was der Wirkung ihrer Schwerkraft zuzuschreiben ist. Anders als ihre zahlreichen Geschwister, mit Ausnahme der Vesta vielleicht, ist sie innerlich geschichtet (differenziert), besteht also aus einem von verunreinigtem Wasser-Eis umgebenen Gesteinskern, und ist nicht bloß eine Art fliegender „Geröllhalde“.

Die Ceres ist übrigens der einzige Zwergplanet bis zum Neptun. Der Vesta hat man diesen Rang aus ästhetischen Gründen – sie zeigt Dellen und Vorsprünge – und ihrer geringen Masse wegen nicht zusprechen wollen.

Pluto übertrifft Ceres massenmäßig um das 15-fache. Er gehört dem äußeren Kleinkörpergürtel an, dem sog. Kuiper-Gürtel. Himmelsmechanisch zählt er zu den Plutinos, einer Horde von „Kuiperianern“, die sich in einer 2:3-Bahn-Resonanz mit Neptun tummeln. Ein Plutino nimmt nach exakt zwei Umläufen wieder die gleiche Position relativ zum Neptun ein, der inzwischen drei Umläufe absolviert hat. Das ist eine gute Strategie, sich Neptun vom Leibe zu halten, und ein Garant für ein langes Planetoidenleben. Dass es Pluto, der größte unter den Plutinos, nicht vermochte, seine Bahn von Kleinzeug freizufegen, ist einer der Gründe, die zu seiner Degradierung geführt haben. Pluto hat fünf Monde. Der größte, Charon¹ (134340 Pluto I), ist halb so

¹Der Charon der Mythologie geleitet in einem Nachen die Toten über den Styx ins

groß wie Pluto selbst. Er übertrifft damit die Ceres! Auf das Pluto-Charon-Gespann trifft die Bezeichnung Doppel-(Zwerg)Planet in höherem Maße zu als auf das Erde-Mond-System. Anders als der Erdmond, der einst aus dem Erdmantel herausgeschlagen wurde, kann Charon nicht aus Plutomantelmaterial bestehen. Charons mittlere Dichte unterscheidet sich nur unwesentlich von der des Pluto. Verglichen mit der Ceres sind Pluto und selbst Charon ausgesprochen hell. Es ist gefrorenes Eis, das im Sonnenlicht glänzt.

Wichtig zu wissen: Alle Zwergplaneten befanden sich zum Zeitpunkt ihrer Entstehung jenseits der sog. „Eislinie“. Diese trennt den inneren, „trockenen“ Teil des Sonnensystems ab von seinen äußeren wassereichen Gefilden. (Die Erde ist eben nicht der wassergesegnete *Pale Blue Dot* für den sie gemeinhin gehalten wird!) Kälte ist nicht gleichbedeutend mit Totenstarre! Es sei daran erinnert, dass man eine Wärmekraftmaschine auch „mit Kälte“ betreiben kann. Es kommt nur auf den Temperaturunterschied an. (Der „Wärmetod“ setzt erst ein, sind alle verwertbaren Unterschiede abgebaut.)

Sage keiner, Zwergplaneten seien öde und trist! Man sehe sie sich nur von nahem an! (Wodurch sie sich freilich der Zuständigkeit des Astronomen entziehen. Spezialisten nehmen sich ihrer an: Mineralogen, Geochemiker, Exobiologen.)

Beispiel Ceres. Schon im Anflug fielen Dawn grelle Punkte auf, die die empfindlichen Sensoren blendeten. Man war davon ausgegangen, dass Ceres überall dunkler noch als der Mond ist. Die hellsten Stellen, jene im Einschlagskrater Occator (Foto: NASA), scheinen auf so etwas wie freigelegte Bittersalzvorkommen hinzuweisen, Rückstände salzigen Wassereises, das längst sublimierte. An Läsionen, wo tiefere Schichten freigelegt werden, kommt es zu Wasserdampf-Ausgasungen. Man kennt das von den Geysiren auf Kometen und einigen Planetenmonden (Enceladus, Europa). Was uns das sagt? Ceres ist kein geologisch toter Eisblock unter einer Schutzschicht nachgedunkelten Materials, das bei der Sublimierung² von Oberflächeneis zurück blieb! Sie lässt, zumindest sporadisch, Anzeichen von Aktivität erkennen. Und Kryovulkanismus gibt es auch! Die höchste Erhebung der Ceres ist ein 4 km hoher Eisvulkan. Statt heißer Lava speit Ahuna Mons eiskalten Schlamm. Helle Salzablagerungen an den Hängen zeugen vermutlich von (k)alten „Lava“-strömen.

Totenreich. Woody Allen hat dies in „Scoop. Der Knüller“ (2006) filmisch verarbeitet.

²Für den unmittelbaren Übergang vom festen in den gasförmigen Aggregatzustand gibt es kein Wort im Deutschen.

Die mysteriösen hellen Stellen auf der Ceres haben die Einbildungskraft herausgefordert. Was NASA's New Horizons beim Vorbeiflug am Pluto erspähte, war – umwerfend. Was man sich zuvor so gedacht hatte, alles Makulatur! Erst das Extreme und Fremde hilft der Phantasie, der beschränkten, auf die Sprünge! Statt eines trostlosen Eiskloßes, auf dem lediglich der schwankende Abstand zur Sonne für ein wenig Abwechslung sorgt, bekamen die Forscher am 14. Juli 2015 einen Himmelskörper mit Kontrasten zu Gesicht, mit einer in jedem Sinne bunten Fülle von Landschaftsformen – und Anzeichen von Wandel. Wie beim Triton, dem größten der beiden Neptuntrabanten, dominiert oberflächlich Stickstoff (N_2). Dieser kommt als Gas (Atmosphäre), Flüssigkeit, sofern der Atmosphärendruck dies zulässt, und in fester Form vor, als leicht sublimierbarer Frost, der sich über alles legt. Zum Stickstoff gesellen sich Methan (CH_4) und Kohlenmonoxid (CO). Das Fundament, der Plutomantel, dürfte Wassereis (H_2O) sein. Denkbar auch, dass ein unterirdischer Ozean den Raum zwischen Gesteinskern und Eismantel ausfüllt.

Auf den Schnappschüssen erkennt man junge (kraterfreie) Ebenen, alte kilometerhohe Gebirge (aus gefrorenem Wasser), weiche Gletscher, gefrorene Stickstoffseen, „Erd“rutsche, Schneeverwehungen . . . , sogar Anzeichen von Eisvulkanismus. Dünen kündigen von Wind in der z. Z. dünnen Stickstoffatmosphäre. Der blaue Dunst über dem Pluto und die rötlich-braune Nordpolarkappe des Charon werden Tholinen zugeschrieben. Es handelt sich um diverse stickstoffhaltige Kohlenwasserstoffe, die photochemisch, mittels UV-Licht, oder durch Teilchenstrahlung aus Methan und Stickstoff synthetisiert werden. Diese „abiotische Schmiere“ ist der Stoff, von dem Exobiologen träumen! (Wie man liest, schlagen sich des Pluto Ausgasungen am kalten Nordpol seines nahen Begleiters nieder, wo sie photochemisch miteinander reagieren.)

Dass bei 33–55 Grad über dem absoluten Nullpunkt noch etwas geschieht, hat sich unsere Schulweisheit nicht träumen lassen.

Fragte man den Kosmos-Boten, welches Pluto-Detail ihn elektrisiert hat: Es sind die polygonalen, kraterfreien Konvektionszellen (im NASA-Foto rechts) der „Sputnik-Ebene“. Hier köchelt eiskalter Stickstoffbrei³! Nach spätestens einer Million Jahren ist alles von unterst zu oberst gekehrt. Sputnik Planum ist die vielleicht jüngste Landschaft im Sonnensystem! Man muss kein Planetologe sein, um zu erahnen, dass hier, fern vom thermischen Gleichgewicht, gestaltende Kräfte am Werk sind, man nennt das *d i s s i p a t i v e* *S t r u k t u r b i l d u n g* – und das im Eiskeller des Sonnensystems!

³... mit Beimengungen von Kohlenmonoxid

Rayleigh-Bénard-Konvektion ist die Folge von Wärmestau. Die Wärme kann durch Wärmeleitung allein nicht schnell genug aus dem Himmelskörper heraus und in den Weltenraum abgestrahlt werden. Auf- und absteigende Stoffströme besorgen den Wärmetransport, wobei ganz nebenbei mechanische Arbeit⁴ verrichtet wird. Wir haben es mit einem *Nat u r p r i n z i p* zu tun: Ein Temperaturunterschied⁵ abbauender Vorgang, das spontane Loswerden der Wärme, treibt etwas Aufbauendes an, sofern nur der Vorgang des Abbauens überwiegt⁶. Das ist wie in einem Wärmekraftwerk. Die Hitze will raus, weil es draußen kälter ist, und auf dem Weg dorthin entsteht nützlicher Strom. Die von der „Wärmekraftmaschine“ Pluto bereit gestellte Exergie⁷ modelt den Zwergplaneten tektonisch um – sie sorgt für Action.

Bevor die Neuigkeiten vom Pluto eintrafen⁸, glaubte man, Pluto sei infolge seiner Kleinheit ausgekühlt und inaktiv. Woher die innere Hitze stammt, welche im Verein mit der äußeren Kälte den Pluto-Motor treibt und für Gestaltung sorgt, ist noch ein Rätsel. Aus den Anfangstagen des Pluto-Charon-Systems kann sie kaum überlebt haben. Drei Erklärungen drängen sich auf:

1. Die Wärmeproduktion durch Radioaktivität wurde unterschätzt⁹.
2. Denkbar wäre (latente) Kristallisationswärme. Doch dazu bedürfte es gefrierender unterirdischer Ozeane. In der Tat scheint sich zumindest Charon auszudehnen. Irgendetwas scheint ihn zu zerreißen. Gefrierendes Wasser?
3. Spielt es eine Rolle, dass Pluto nicht allein ist? Gezeitenheizung, wie sie für *a k t i v e* Monde (Io, Enceladus, Triton) diskutiert wird, hat es zumindest in der Vergangenheit gegeben. Jetzt ist diese Wärmequelle versiegt, weil beide, Pluto wie Charon, sich im Zustand gebundener Rotation befinden. Sie sehen nie die Rückseite des anderen. Ihre Tageslängen stimmen inzwischen mit der Umlaufzeit¹⁰ überein.

⁴Über einem Heizkörper setzt aufsteigende Warmluft Mobiles in Bewegung!

⁵Es muss nicht Temperatur sein, ein anderer Unterschied tut's auch.

⁶Die Entropie muss insgesamt zunehmen.

⁷Exergie ist entropiefreie Energie. Sie kann Arbeit verrichten.

⁸Der an Bord gespeicherte Datenschatz (2×8 GByte) tröpfelt mit 2–4 kbit/s quälend langsam nur ein, was Entfernung und Sendeleistung (2×12 W) geschuldet ist.

⁹Bei der Erde gibt es ein vergleichbares, wenn auch nicht so gravierendes Heizproblem!

¹⁰Ein Charonmonat dauert etwa eine Erdenwoche.