

Liebe Leserin, lieber Leser,

Sie ahnen es schon? Monatsthema sind Halley und die Kometen. Edmond Halley wurde vor 350 Jahren, am 8. November 1656 nahe London geboren. 50 Jahre später, vor 300 Jahren also, stolperte er über die Tatsache, dass sich die Bahnen dreier Kometen, jener von 1531, 1607 und 1682, auffallend ähneln. Er zog daraus den Schluss, es handele sich um ein und denselben Kometen und sagte dessen Wiederkehr für Anfang 1759 voraus. Die Kometenerscheinung von 1682 hatte er selbst ausgiebig studiert, während eines Frankreichaufenthalts, nicht ahnend, dass dieser Komet einmal seinen Namen unsterblich machen würde. Aufgefunden wurde der angekündigte Himmelsbote am 2. Weihnachtstag des Jahres 1758, und zwar von einem sächsischen Bauern, der sich neben der Landwirtschaft (er soll die Kartoffel im Dresdner Raum eingeführt haben) u. a. für Astronomie und Blitzableiter interessierte: Johann Georg Palitzsch (1723–1788).

Die November-Sternschnuppen, die Leoniden, gehen auf einen Kometen zurück. 55P/Tempel-Tuttle ist in Auflösung begriffen. Seine Trümmer haben sich längs seiner Bahn verteilt, und jedes Mal im November rast die Erde da hindurch. (Die Trümmerwolke, die Halley hinterlässt, ist Ursprung der weniger bekannten Orioniden, deren Bahn die Erde im Oktober kreuzt, und der η Aquariden Anfang Mai.)

Am 5. November 1906, vor einhundert Jahren, hat der Farmerssohn und Kometenforscher Fred Lawrence Whipple in Red Oak, Iowa, das Licht der Welt erblickt. Der Havard-Professor starb vor zwei Jahren. Er hatte selbst sechs Kometen entdeckt und die Kometenforschung vor einem halben Jahrhundert durch seine Eiskonglomerat-Hypothese revolutioniert. Das Wort vom „dreckigen Schneeball“ machte die Runde. Tatsächlich enthalten Kometenkerne einen hohen Anteil an gefrorenen Gasen. Er hatte das Raumfahrtzeitalter kommen sehen. Seine Gruppe war im Oktober 1957 die einzige in den USA, die Sputnik 1 am Himmel verfolgen konnte. (Im Zweiten Weltkrieg hatte er den Einfall, durch Abwerfen von Stanniolpapierschnitzeln aus alliierten Bombern das gegnerische Radar zu verwirren. Wie sich herausstellte, hatten *alle* diese Idee gehabt, aber aus Furcht, der andere könne von diesem billigen

Täuschungsmanöver erfahren und profitieren, den Einsatz hinausgezögert. Nach dem Krieg gab's dafür einen Orden.)

Einen nicht zu nebeligen „Nebelmond“ wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im November

Komet SWAN hatte einen Helligkeitsausbruch und war zumindest mit bloßem Auge am Abendhimmel sichtbar. Ende Oktober ist er südlich an M13 vorbeigezogen. Mitte November wechselt er das Sternbild: vom Herkules in den Adler.

Dieser Komet kommt auf einer Hyperbel daher, direkt aus der Oortschen Kometenwolke, d. h. er entschwindet auf Nimmerwiedersehen. Sonnennähe war Ende September. Er ist frisch, das erste Mal hier, und gerade so richtig durchgewärmt. Das ist für Überraschungen gut, sprich plötzliche Helligkeitsausbrüche.

Was ansonsten der Himmel zu bieten hat?

Bruckstücke von 55P/Tempel-Tuttle kommen uns Mitte November in die Quere. Von uns aus gesehen, scheinen die *Leoniden* aus dem Löwen zu kommen. Daher der Name. Das traditionelle Häufigkeitsmaximum wird für den 17. November (17:45 MEZ) erwartet. Spannender ist die Morgenstunde (5:45 MEZ) des 19. November. Dann bohrt sich die Erde durch die Staubfahne des Kometen, freigesetzt bei seinem Sonnenvorübergang vor 74 Jahren. Der Komet selbst war damals unentdeckt geblieben.

Am 6. des Monats, gegen 18 Uhr, ist der Mond wieder einmal in den Plejaden. Am 8. November zieht Merkur vor der Sonnenscheibe vorbei, allerdings gegen 22 Uhr, wenn die Sonne den anderen scheint. Saturn steht immer früher auf, gegen Monatsende bereits gegen 22 Uhr.

Edmond Halley (1656–1742)

Halley war ein großer Mann – und er war reich, was ein Segen sein kann, ein wissenschaftshistorischer, wie sich erweisen sollte. Die Grabsteininschrift

bescheinigt ihm zu Recht, „unbezweifelbar der bedeutendste Astronom seiner Zeit“ gewesen zu sein. Seine Interessen jedoch, sie gingen weit über die Astronomie hinaus. Er konstruierte und benutzte u. a. die erste Taucherglocke mit Frischluftzufuhr, von ihm stammt die erste Weltwindkarte und die erste Weltkarte der magnetischen Missweisung. Er hatte sogar eine Idee, warum die Magnetpole wandern. Die magnetische Missweisung zur Bestimmung der geographischen Länge zu verwenden, erwies sich allerdings als Fehlschlag. Alles hatte irgendwie mit Seefahrt zu tun. Sogar ein kleines Kriegsschiff, eine Pinke namens „Paramore“ hatte er befehligt, auf Forschungsreisen. Dass er 1720 als der zweite Astronom Royal in Greenwich einzog, hatte auch einen nautischen Hintergrund. Die Sternwarte auf dem Nullmeridian war 1675 gegründet worden, um das notorische *Längenproblem* astronomisch zu lösen. (Vom GPS hat man damals nicht einmal träumen können.) Die geographische Breite ist nicht das Problem. Dazu muss man nur die Höhe des Polarsterns über dem Horizont messen. Schwieriger ist die Längenbestimmung auf See. Die lokale Zeit gibt der Stand der Sonne. Was man brauchte, war eine genaue Uhr, die, wo auch immer, Greenwicher Zeit anzeigt. Ein Fehler von vier Minuten bedeutet bereits eine Ortsunsicherheit in Länge von 1° , das sind rund 100 km am Äquator. (Die Erde dreht sich in vier Minuten um 1° .) Um Schiffsuhren zu kontrollieren und zu synchronisieren dienten weithin sichtbare Himmelsereignisse wie z. B. Verfinsterungen der Jupitermonde oder der Mondlauf. Doch dazu später.

Der Uhrmacher, der das erste genaue Schiffschronometer konstruierte, ein Mr. Harrison, hatte sich nicht von ungefähr an Halley um Unterstützung gewandt. Chronometer waren teuer. Viele Schiffseigner konnten sich gar keine drei Chronometer für ein Schiff leisten.

Was hat er als Astronom geleistet?

Noch vor Beendigung seines Studiums in Oxford ging der junge Mann auf Reisen. Ziel: der südlichste Punkt unter englischer Flagge, bereits unterhalb des Äquators, St. Helena. Das Wetter spielte nicht immer mit. Es war kein Vergnügen, es war harte Arbeit. Halley hatte bereits richtig die Bedeutung des Südhimmels erkannt und vermaß 1677 mit teleskopischer Genauigkeit ($0,5'$) die Örter von 341 Sternen. Sein „*Catalogus Stellarum Australium*“ (1679) war das Pendant zum Positionskatalog John Flamsteeds (des ersten Astronom Royal, Halleys Amtsvorgänger in Greenwich) für den Nordhimmel und machte ihn schlagartig bekannt. Er galt als der „Brahe des Südens“

und wurde – 22-jährig! – in die damals erst 18-jährige Royal Society aufgenommen. Die Positionskataloge dienten dazu, den Gang der Planeten mit größtmöglicher Genauigkeit zu vermessen. Halley wusste sich auch artig bei seinem König für einen Reisekostenzuschuss zu bedanken: Aus zwölf Argosternen konstruierte er flugs die „Karlseiche“, das Sternbild Robur Carolinum. (Was ihm, wenige Monate zu Hause – und ohne irgendeine Prüfung! –, den akademischen Titel „Master of Arts“ bescherte.)

Beim Sternevermessen fiel ihm auf, dass einer der Sterne, ω im Centauren, gar kein Stern ist, vielmehr etwas weit Umfangreicheres: ein Kugelsternhaufen, wie wir seit Herschel wissen. (Genau genommen, der größte Kugelsternhaufen unserer Galaxie und im Umkreis von drei Millionen Lichtjahren. Übrigens zog sinnigerweise 1986 der Halleysche Komet nahe an ω Cen vorbei.) Auch mein Lieblingssternhaufen, M 13 im Herkules, soll auf seine Kappe gehen.

Der Merkurdurchgang vor der Sonnenscheibe am 7. November 1677 brachte ihn wohl auf die Idee mit den Venustransits. Er erkannte 1716 deren Bedeutung für die Bestimmung des Abstandes der Erde von der Sonne, die Astronomische Einheit. Die *AE* ist sozusagen der Maßstab. Dank des Dritten Keplerschen Gesetzes kannte man bereits die Planetenabstände, nicht in Kilometern, aber in *AE*. Die Venustransits von 1761/1769 hat er zwar nicht mehr erlebt, er aber ist unbestritten der geistige Vater der internationalen Zusammenarbeit der Astronomenzunft, die damals ihren Anfang nahm.

Was ihm noch auf St. Helena auffiel? Nun, dass ein Sekundenpendel dort etwas kürzer ist als zu Hause in England. Nahe am Äquator ist die Erde ausgebuchtet und die Schwerkraft geringer!

Weitere wichtige astronomische Entdeckungen Halleys:

Die „Fix“sterne verloren durch ihn 1718 ihren Nimbus, am Firmament fixiert zu sein. Der Vergleich ihrer Positionen mit denen in antiken Katalogen brachte an den Tag, dass z. B. Sirius sich gegenüber den anderen Fixsternen um etwa einen Monddurchmesser bewegt hat. Das konnten keine Messfehler sein! Halley schloss daraus, Sterne führen individuelle Bewegungen aus. Bei nahen Sternen, bei den scheinbar hellen, fällt das auf. (Jedoch sind nicht alle scheinbar hellen uns nahe. Es gibt darunter Riesensterne, die, wie Beteigeuze, von weit her leuchten.)

Immer wieder hatte es ihm der Mond und sein Lauf angetan. Wie er 1693 herausfindet, nimmt die Monatslänge, ausgedrückt in Tagen, ab. Man spricht von säkularer Akzeleration (Beschleunigung) der Mondbewegung. Der Haupt-

grund liegt, wie wir wissen, in der Tageslänge: Die Erdrotation, unser fundamentales Zeitmaß, verlangsamt sich. Gezeitenreibung! Als die Saurier lebten, war der Tag nur 23 (heutige) Stunden lang. Tatsächlich entfernt sich der Mond von uns (um nicht ganz 4 cm pro Jahr) und wird *langsamer*.

1692 allerdings hatte sich Halley arg vertan. Newton hatte in seiner „Principia“ (1687) die Mondmasse viel zu groß angegeben gehabt. Der Mond ein überdichter Himmelskörper? Halley glaubte, daraus den reichlich voreiligen Schluss ziehen zu müssen, die Erde sei zu $5/9$ *hohl*, wodurch er in gefährliche Nähe zu späteren Hohlwelttheoretikern rückte. Möglich, dass seine Vorstellungen vom Schalenbau der Erde dazu beigetragen haben. So etwas hatte der Geomagnetiker Halley postuliert, um die Wanderung der Magnetpole verständlich zu machen.

Halley und die Kometen

Aristoteles hatte die Kometen als „sublunar“ abgetan gehabt. Sie zählten mithin zur Meteorologie, jedenfalls nicht zur Astronomie. Dass sie wirkliche „Wanderer zwischen den Welten“ sind, ging Tycho Brahe und Johannes Kepler auf. (Kepler soll übrigens vom Halleyschen Kometen 1607 recht angetan gewesen sein.) Für die Kristallsphären waren die Kometen eine Provokation, mussten sie diese doch durchdringen, ohne dass etwas zu Bruch ging. Dass Kometen parabelnahe Bahnen durchlaufen, wusste man bereits vor Halley. Kepler allerdings war noch von einer Geraden ausgegangen. Wie ein protestantischer Geistlicher aus dem Vogtlande beim Studium des großen Kometen von 1680/81 herausgefunden hatte, steht im Brennpunkt solch einer Parabel die Sonne. Doch auch dies machte den wackeren Mann nicht an seinem geozentrischen Weltbild wanken, hätte Diaconus Georg Samuel Dörffel (1643–1688) wohl auch die Pfründe gekostet. Dörffel war Entdecker des Halleyschen Kometen von 1682.

Und Halley? Nun, der hat 1695 als erster zwei Dutzend Kometenbahnen auf newtonsche Weise behandelt, also räumliche Parabeln mit Brennpunkt Sonne an die an die Himmelskugel projizierten Kometenläufe angepasst. (Wie er das gemacht hat, ist mir schleierhaft. Noch 1777 hat die Preußische Akademie zu Berlin einen Preis auf die Lösung des Kometenbahnproblems ausgesetzt gehabt.) Und dabei fiel ihm auf, dass sich die Bahnen der Kometenerscheinungen von 1531, 1607 und 1682 auffallend ähneln. Es musste sich um ein und denselben Kometen handeln! Er ließ also die Parabel Parabel sein und

passte eine langgestreckte Ellipse an, der Komet sollte ja alle 74–79 Jahre wiederkehren. Nun passten auch die Kometenerscheinungen¹ von 1301 (Giotto-Komet), 1380 und 1456 in die Reihe, und Halley wagte eine Vorhersage: 1758/59 käme er wieder. Was er auch prompt tat und Halleys Nachruhm begründete. Der erste, der ihn sah, zwischen ϵ und δ in den Fischen, war der erwähnte Bauer und „Sterngucker“ aus dem Sächsischen. Die Auffindung fand ihren Weg in die „Dresdner Gelehrten Anzeigen“ und der gelehrte Bauer durfte fortan unangemeldet am Sächsischen Hofe vorstellig werden, um seinem König, Friedrich August II, von den Dingen des Himmels zu berichten. Johann Georg Palitzsch war das, was man eine Persönlichkeit nennt: Im Siebenjährigen Krieg beehrten ihn Generäle beider Kriegsparteien – nacheinander.

Für Himmelsmechaniker sind Kometen launische Gesellen. Die Planeten stören ihre Bahn, gelegentlich, nach nahen Vorübergängen – insbesondere am Jupiter –, bis zur Unkenntlichkeit. Schon Halley hatte die Störung durch den Jupiter in Betracht gezogen. 1681 war sein Komet dem Jupiter nahe gekommen. Hinzu kommt, Kometen sind *aktiv*. Die Ausgasung in Sonnennähe wirkt wie ein Raketenmotor, bahnverändernd – und das unvorhersehbar, wie anlässlich der Wiederkehr des Kometen 1835 Friedrich Wilhelm Bessel bemerkte.

Zurecht wurde der so vorhergesagte Komet mit dem Beinamen der Halleysche bedacht. Auf der Liste der periodischen Kometen nimmt er den ersten Platz ein. 1P/Halley ist der hellste unter den kurzperiodischen und der einzige, der mit bloßem Auge sichtbar. Er ist erst vor kurzem, sprich vor wenigen Jahrtausenden ins Innere des Sonnensystems verfrachtet worden. Mit jeder Annäherung an die Sonne verliert so ein Komet an Gas und Staub und an Glanz. Nach einigen hundert Umrundungen dürfte ein Kometenkern „tot“ und kaum noch von einem gewöhnlichen Asteroiden zu unterscheiden sein. Irgendwann ist sein Schicksal besiegelt: Er stürzt in die Sonne, kollidiert mit einem Planeten oder wird durch ein unbeabsichtigtes Swing-by-Manöver in die Tiefen des Raumes geschleudert ...

¹Im Nachhinein wissen wir, dass der Halleysche Komet in der Vergangenheit regelmäßig für Aufregung gesorgt hat. Die früheste sichere Sichtung war im Jahre 240 v. Chr. 87 v. Chr. soll der Komet auf Silbermünzen des Armenischen Königs Tigranes auftauchen. Als „Stern von Bethlehem“ kommt Halley nicht in Betracht (auch wenn der Komet auf Giotto's Gripendarstellung von 1305 sicherlich der Halleysche ist). Der zog nämlich bereits 12 v. Chr. überm Himmel. Gut illustriert ist auch das Erscheinen des Halleyschen Kometen bei der Schlacht von Hastings im Jahre 1066.

Halley (Foto: Giotto/ESA), ein $16 \text{ km} \times 8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ pechschwarzer poröser Brocken, stammt vermutlich aus der sog. Oortschen Kometenwolke, einem Reservoir von Milliarden von Kometen, die das Sonnensystem lichtmonateweit einhüllt. Dorthin katapultiert wurden sie in den Anfangstagen des Sonnensystems als es hier noch recht chaotisch zuing. Durch vorbeiziehende Sterne oder weit entfernte noch unbekannte Planeten oder einen Sonnenbegleiter („Nemesis“) werden gelegentlich Kometen (vielleicht sogar *en masse*) aus der Wolke herausgelöst. Diese stürzen nach Innen und können dank Jupiter sogar in eine kurzperiodische Bahn (mit einer Umlaufzeit unter 200 Jahren) einschwenken, wie bei Halley geschehen.

Für Kosmochemiker ist Kometenmaterial von Wert, weil es *Urstoff* ist: der eisige Stoff, aus dem einst, vor $4\frac{1}{2}$ Milliarden Jahren Sonne und Planeten gemacht wurden. Die inneren, erdähnlichen Planeten haben vom kometaren Wasser allerdings nichts abbekommen, dazu ist es in Sonnennähe zu heiß. (Die irdischen Ozeane sind sekundär, vermutlich durch *feuchte* Asteroiden nachgeliefert worden. Kometenwasser ist das jedenfalls nicht, worin wir baden. Das nämlich ist leicht angereichert mit „schwerem“ [deuteriumhaltigen] Wasser.)

Erst jenseits der „Eislinie“ hielt sich das Kometeneis. Die dort entstandenen Himmelskörper sind wässrig. Jupiters Europa besteht zu einem Großteil aus Wasser! Exobiologen wüssten zu gerne, ob es dort Fische gibt.

Halley und Newton

Dass Halley Newtons Theorie angewandt hat, wissen wir bereits. Dass er Geburtshelfer dieser Theorie war, ist unbedingt zu erwähnen.

Wie alle jungen wissbegierigen Leute seiner Zeit, wollte auch Halley wissen, warum Himmelskörper auf Kegelschnitten durchs Sonnensystem eilen. Er, wie auch Robert Hooke² (1635–1703), ein anderes Mitglied der Royal Society, ahnten bereits, dass die Kraft, die von der Sonne ausgeht, mit dem Quadrat³

²Hookesches Gesetz der Elastomechanik! Mikroskopiker: Entdecker der Pflanzenzellen, Fossilienforscher, Darwinvordenker ...

³Newtons $1/r^2$ -Gesetz ist immer noch eine Zumutung. Für kleine r geht die Kraft ins Unermessliche. Beim Coulomb-Gesetz der Elektrostatik, das die elektrische Anziehung bzw. Abstoßung zwischen elektrischen Ladungen regelt, ist es ähnlich. Doch dort haben die Physiker die Unendlichkeiten in den Griff bekommen. (Die quantenmechanische Unschärfe „verschmiert“ sozusagen so ein Punkt-Elektron.) Im Falle der Gravitation ist es

der Entfernung nachlässt. Bloß, dass daraus Ellipsen erwachsen, das konnte keiner von beiden beweisen. Da befragte Halley 1684 in Cambridge Isaak Newton. Der erklärte eher beiläufig, er habe das Problem bereits vor Jahren gelöst, könne aber seine Unterlagen nicht finden. (Wird erzählt.) Erst auf Halleys Drängen hin brachte der große Newton seine „Principia Mathematica Philosophiae Naturalis“ zustande, das wohl berühmteste Buch der Physikgeschichte! Halley griff dem Säumigen unter die Arme, schrieb die Lobrede auf den Autor, las Korrektur – und übernahm die Druckkosten! Die Royal Society war pleite. Sie soll eine Prachtausgabe publiziert haben (alles über Fische), die keiner haben wollte, und so musste Halley ran. Seine Wohlhabenheit verdankte er seinem Vater, der das Reinlichkeitsbedürfnis seiner Landsleute zu Geld gemacht hatte. Er war Seifensieder gewesen.

Halley und kein Ende

1720 hatte es Halley geschafft. Nachdem er sich jahrzehntelang den Hass des Königlichen Astronomen ausgesetzt hatte, zog er selbst in Greenwich ein – in ein leeres Observatorium. John Flamsteeds Witwe hatte gründlich aufgeräumt, mit Fug und Recht, die Instrumente waren privat angeschafft worden.

Halleys unorthodoxe Auffassung von Religion hatten für Ärger gesorgt. Anders als Newton oder Flamsteed hielt er (wie sein Freund Hooke) die biblische Schöpfungsgeschichte für wissenschaftlich fragwürdig.

Der 64-jährige stürzt sich in ein 18-Jahre-Abenteuer, dem Studium des Mondlaufs⁴ über eine volle Sarosperiode. Nach 18 Jahren und $10\frac{1}{3}$ bzw. $11\frac{1}{3}$

bisher nicht gelungen, die Singularität ganz aus der Welt zu schaffen. (Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie hat's nur noch schlimmer gemacht.) Wie es aussieht, ist zwar dafür gesorgt, dass wir gravische Singularitäten nie zu Gesicht bekommen – sie verstecken sich hinter einem Ereignishorizont –, aber was ereignet sich eigentlich da drinnen, im Innern eines „Schwarzen Loches“, wo die Singularität haust? „Nackte“ Singularitäten sind etwas Hässliches, nicht zu Beherrschendes. Wie man hört, bemühen sich z. Z. Superstringtheoretiker um deren Abschaffung . . .

⁴An genauen Mondtafeln war die Admiralität interessiert, zwecks Ortsbestimmung auf See. Der Mond legt am Himmel relativ zu Sonne, Planeten und Sternen pro Stunde etwa seinen eigenen Durchmesser zurück, was ihn als Zeitmesser geeignet macht, gesetzt, man hat die ungleichförmige Mondbewegung im Griff. Die Halleyschen Tafeln dienten genau diesem Zweck und wurden viel benutzt (außer von französischen Astronomen, wie behauptet wird). Abgelöst wurden sie durch die theoretischen Tafeln des Göttinger Tobias Mayer.

Tagen (ja nach Anzahl der Schaltjahre dazwischen) wiederholt sich alles (so ungefähr), wie schon die alten Ägypter wussten. Und er schafft es. Er stirbt erst mit 86, friedlich, nachdem er noch um ein Glas Wein gebeten.

Halley war die Liebenswürdigkeit in Person, der geborene Diplomat. Wenn es akademisch brannte, es galt, einen Prioritätenstreit zu schlichten, musste er ran. Er vermittelte zwischen den Erzrivalen Newton und Hooke (mit beiden war er befreundet) sowie zwischen Hooke und Hevelius in Danzig. Der 68-jährige Hevelius, ebenfalls Akademiemitglied, wird nicht schlecht gestaunt haben, wen ihm da seine Royal Society aus London als Gutachter zuschickte. Halley war gerade 23.

Wer kann mit Fug und Recht als ein Vater der Demographie, „politischen Arithmetik“ und Versicherungsmathematik bezeichnet werden? Dreimal dürfen Sie raten. [Halley wertete die Geburts- und Sterbetafeln der Stadt Breslau aus und stellte die englische Rentenversicherung auf eine solide Grundlage.]

Ein berühmter amerikanischer Autor hat von sich gesagt, er sei mit dem Halleyschen Kometen 1835 gekommen und er hoffe, mit diesem zu verschwinden. Mark Twain starb 1910.

Die Genauigkeitsanforderungen sind immens. Um die Zeit auf die erwähnten vier Minuten genau mittels des Mondes angeben zu können, muss die Mondposition, d. h. sein Mittelpunkt relativ zu den Sternen, auf zwei Bogenminuten genau stimmen. Das menschliche Auge schafft, etwa eine Bogenminute aufzulösen!