

Liebe Leserin, lieber Leser,

Kometen erregen Aufsehen. Das war im Altertum nicht anders als heute. Ihr Auftauchen, quasi aus dem Nichts, schien zudem nichts Gutes zu verheißen. (Giottos Fresko „Anbetung der Heiligen Drei Könige“, um 1305 gemalt, wo der Halleysche Komet als Stern von Betlehem den Weg zur Krippe weist, ist da eine Ausnahme: eine Weltenwende zum Besseren.) Bis ins 16. Jahrhundert hinein galten Kometen als Erscheinungen der sub-lunaren Sphäre, als etwas Meteorologisches. Vor einem Drittel Jahrtausend, mit dem Erscheinen des Großen Kometen von 1680/81¹ wendete sich das Blatt. Wie Pastor Georg Samuel Dörffel (1643–1688) aus Plauen erkannte, folgt der „höchstverwunderlich und entsetzlich erschienene“ Komet einer Parabel, in deren Brennpunkt die Sonne steht. Wenig später, 1687, zeigte Isaac Newton (1643–1727), dass das so sein muss. Sein $1/r^2$ -Gesetz der Schwerkraft führt zwangsläufig auf Kegelschnitte. Keplers kreisähnliche Ellipsen erwiesen sich im Nachhinein als harmloser Sonderfall. In der Vorstellungswelt des Mittelalters wäre das Kreuzen² von Planetensphären undenkbar gewesen.

Für den Astronomen von heute sind Kometen willkommene Überbleibsel aus den Anfangstagen des Sonnensystems, und als solche versprechen sie Aufschluss über ein Geschehen, das Milliarden Jahre zurückliegt. Zu den interessanteren Fragen zählt die nach der Herkunft des irdischen Wassers. Alle erdähnlichen Planeten sind diesseits der sog. „Schneelinie“, wo die Ceres ihre Kreise zieht, entstanden, heiß und trocken. Einen Teil³ des belebenden Nass könnten einschlagende Kometen, die ja hauptsächlich aus Eis bestehen, hier gelassen haben. Nur Wasser, oder gar primitive organische Verbindungen?

Vor einem Jahr noch konnte man auf einen Weihnachtskometen hoffen, doch „sungrazer“ ISON ist so viel Sonne nicht bekommen. Das erwartete Spektakel

¹Es war der erste Komet, der durch's Teleskop entdeckt wurde, und zwar von dem Kalendermacher und nachmaligen ersten Direktor der Berliner Sternwarte Gottfried Kirch (1639–1710). Der arme Mann war zwar Direktor, hatte aber noch keine Sternwarte. Die gab's erst 1711.

²Und in der Tat sorgt so etwas für Komplikationen, wie wir noch sehen werden.

³Wieviel, lässt sich aus dem Deuteriumanteil ablesen. Kometares Wasser enthält vergleichsweise viel „schweres“ Wasser. Wasserstoffatomkerne sind hierbei durch doppelt so schwere Deuteriumatomkerne ersetzt.

nach dem Stelldichein blieb aus. Ein Beigeschmack von Unvorhersagbarkeit haftet den „Weltenbummlern“ vom Rande des Sonnensystems nach wie vor an.

Frohe Feiertage wünscht den Lesern des Kosmos-Boten
Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Dezember

Venus wird sich am Jahresende am Himmel soweit von der Sonne distanziert haben, dass sie als Abendstern im Südwesten sichtbar wird. Mars geht nach wie vor gegen 20 Uhr unter. Jupiter steht am Ende des Monats bereits 20 Uhr auf. Saturnaufgang ist dann gegen 5 Uhr in der Frühe, eine Stunde vor Beginn der astronomischen Morgendämmerung, drei Stunden vor der Sonne. Mit dem 22. Dezember beginnt in unserer Zeitzone der astronomische Winter. Der nördliche Teil der Rotationsachse der Erde ist der Sonne maximal abgeneigt.

Der Dezembervollmond fällt auf den Nikolaus, der Neumond auf den Winteranfang.

Schweifsterne

Sie sind an sich unscheinbar: dunkel und nur wenige Kilometer groß. Sie fielen nicht auf, gästen sie nicht aus in Sonnennähe. Beim Sonnenbaden geht gefrorenes Eis durch Sublimation unmittelbar in die Gasphase über, wobei auch Staub und Steinchen freigesetzt werden. Der vergleichsweise winzige Kometenkern umgibt sich mit einer sich stets erneuernden, ausgedehnten Gas-Staub-Hülle, der Kometenkoma. Sonnenwind und Lichtdruck wehen Gas und Staub hinweg. So bilden sich ggf. Millionen von Kilometern lange Schweife. Angeregt und ionisiert durch die solare UV-Strahlung leuchtet das Gas, genaugenommen ein elektrisch leitfähiges Plasma, und verrät dadurch spektroskopisch seine Identität. Den gekrümmten Staubschweif⁴ sieht man, weil

⁴Mikroskopisch kleine Staubteilchen erfahren eine durch den Lichtdruck verminderte Anziehung durch die Sonne. Sie befolgen die Keplerschen Gesetze, allerdings für eine Sonne mit einer effektiv geringeren Masse. (Die Lichtkraft fällt nach dem gleichen $1/r^2$ -Gesetz wie die Schwerkraft, weshalb man sie formal als Minderung der Schwerkraft auffassen kann.) Welche Sonnenmasse sie „spüren“, ist von der Größe der Teilchen abhängig. Wem

der Staub im Sonnenlicht glitzert. Das Staubschweifspektrum ist identisch mit dem Sonnenspektrum. Es handelt sich ja um Sonnenlicht.

Wie die Fotos des Kometen Churyumov-Gerasimenko nahelegen, sind Kometenkerne bizarre fragile Gebilde. Die geringe Dichte von etwa der halben Dichte von Wassereis deutet auf ein poröses bzw. lockeres Inneres hin. Das Äußere ist vermutlich ein Ding für sich. Auch Kometen altern. Sie haben sich im Laufe von Jahrmilliarden eine dunkle Kruste aus gesintertem Material (kohlenstoffhaltige Verbindungen?) zugelegt. (Vor 60 Jahren sprach der Kometenforscher Fred Whipple (1906–2004) noch von einem „schmutzigen Schneeball“, von einem pechschwarzen war nicht die Rede.) Das Entgasen findet offenbar bevorzugt an Schwachstellen der Kruste statt. In Fontänen (Geyshire) bricht Gas aus, Wasserdampf und Kohlenmonoxid, aber auch Methan und Ammoniak. Dabei wird festes Material mitgerissen. Die Anziehungskraft des Kometen ist zu gering⁵, als dass sie das Entweichen verhindern könnte. Wegen der schwachen Schwerkraft hat sich der freie Fall des Philae-Landers und das Hüpfen nach dem ersten Kontakt auch über Stunden hingezogen. Die Rosetta-Mutter-Sonde fliegt meistens bloß neben dem Kometen einher – gravitativ ungebunden. Eine von der Kometenschwerkraft bestimmte Bahn ist nur bei stetem Tiefflug möglich. Man will Anfang Dezember für wenige Tage die Sonde in eine solche gebundene Bahn manövrieren, die in 20 km Abstand um den Kometenkern herumführt. Spätestens dann, wenn der Kometenkern erwacht, d. h. richtig aktiv wird, sollte die Sonde auf Abstand gehen, um nicht durch Beschuss beschädigt zu werden.

„Chury“ kommt der Sonne auf 1,24 Astronomische Einheiten (AE) nahe. Sein Perihel, das er am 13. August 2015 durchheilt, liegt jenseits der Erdbahn. Die sonnenbedingte Aktivität dürfte sich in Grenzen halten. Beim Periheldurchgang 2002/03 wurden lediglich 60 kg Staub pro Sekunde produziert. 1982/83 war der Komet allerdings aktiver. Auf keinen Fall dürfte er sich zu einer bemerkenswerten Himmelserscheinung entwickeln.

Der 1969 von Kiever Astronomen entdeckte Komet zählt zur Jupiterfamilie. Es kommt also immer mal zu Begegnungen mit dem Riesenplaneten, Begegnungen gravitativer Art, die die Zukunft ändern. So lag vor 1840 das Bahnperihel noch bei 4,0 AE. In dieser Entfernung kommt es gewöhnlich

das zu abwegig erscheint: Man könnte auch formal die Gravitationskonstante von der Teilchengröße abhängig machen.

⁵Der Kosmos-Bote wöge auf dem Kometen nur wenige Gramm (pardon: Pond)!

noch nicht zur Entgasung⁶. Ein Rendezvous mit Jupiter im nämlichen Jahre verkürzte die Periheldistanz auf 3,0 AE. Dass sich „Chury“ im August der Sonne bis auf 1,24 AE nähert, geht auf eine Jupiterbegegnung im Jahre 1959 zurück.

Kometen, die ins Innere des Sonnensystem gelangen, sind dem Untergang geweiht. Mit jeder Sonnenannäherung werden sie weniger. Das Material, das sie verlieren, verteilt sich längs der Bahn und gibt Anlass zu Meteor(iten)strömen. Der Komet Halley beispielsweise soll allein bei seinem Besuch 1986 um einen Meter schlanker geworden sein. Das ist noch recht harmlos. Der „sungrazer“ ISON, der vor einem Jahr von der Bildfläche verschwand, ist uns noch gut in Erinnerung. Andere Kometen, wie der Bielasche von 1846, zerbrechen, wieder andere stürzen in Einzelteilen in den Jupiter, so geschehen 1994 mit Shoemaker-Levy 9, oder kollidieren mit anderen Planeten. (Kürzlich schoss der Komet Siding-Spring knapp am Mars vorbei.) Es stellt sich damit die Frage nach dem Nachschub. Tatsächlich wurden zwei Kometenreservoirs in den Außenbezirken des Sonnensystems ausfindig gemacht.

Langperiodische Kometen lassen einen Bezug zur Hauptebene des Planetensystems vermissen. Sie entstammen der sog. Oort'schen Wolke. Die erstreckt sich als sphärisches Gebilde Lichtmonate weit in den interstellaren Raum und dürfte Billionen von „schmutzigen Schneebällen“ beherbergen. Ausgelöst durch den Vorbeiflug eines Nachbarsterns oder durch die galaktischen Gezeiten, gelangen immer mal wieder protoplanetare Kleinkörper aus dem kalten Außen- in den warmen Innenbereich des Sonnensystems – eventuell schubweise, was erdgeschichtliche Konsequenzen⁷ hätte. Da die Oort'schen Kometen unmöglich in ihrer Wolke entstanden sein können – die protoplanetare Scheibe, aus der planetare Klein- und Großkörper hervorgingen, reichte nicht so weit –, müssen sie unmittelbar nach der Bildung des Sonnensystems, als es „hoch her ging“, gravitativ dorthin katapultiert worden sein.

Näher als die Oort'sche Kometenwolke ist der Kuiper-Gürtel mit seinen Unterabteilungen. Er beginnt gleich hinterm Neptun und ist zur Hauptebene (Ekliptikalebene) ausgerichtet. Er kündigt von einer einst mächtigen Trümmerscheibe, wie man sie inzwischen auch von anderen Sternen kennt. Kometen, die von dort kommen, durchlaufen wie „Chury“ Bahnen, die nur wenig gegen die Ekliptik geneigt sind. Ihr Schicksal wird weitgehend von den

⁶Ausnahmen gibt es: Hale-Bopp beispielsweise oder auch der Zentaur 2060 Chiron, eigentlich ein Asteroid!

⁷Nemesis-Hypothese!

Großplaneten bestimmt, insbesondere vom Jupiter. (Was der den interplanetaren Kleinkörpern seit Jahrtausenden gravitativ antut, nutzen Bahnmechaniker aus, um interplanetare Raumsonden auf Trab zu bringen. Bei einem Swing-by-Manöver bewirkt der „Knick“ im Bahnverlauf der Sonde, dass der Bahnbewegung des assistierenden Planeten Energie und Drehimpuls entzogen und auf die Raumsonde übertragen wird. Den „Assistenten“ stört das nicht. Der Verlust fällt nicht ins Gewicht. Wir aber profitieren davon, erreichen doch Sonden wie Rosetta oder New Horizons⁸ dadurch ihre Bestimmungsorte mit einem akzeptablen Aufwand an Energie und hinreichender Nutzlast.)

So, wie die Dinge liegen, wird der Kosmos-Bote auf die Rosetta-Mission zurückkommen. Sie ist zumindest bis Ende 2015 finanziert. Und: Philae ist nicht tot! Vielleicht erwacht der Lander ja zu neuem Leben. Ausgeschlossen ist das nicht, scheint doch die Sonne beim Periheldurchgang fünfmal heller als zum Zeitpunkt des Aufsetzens.

⁸Die Express-Mission erreicht Mitte Juli 2015 das Pluto-Charon-System.