

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Monat August fängt an, wie es sein sollte, mit einem Neumond. Aber dieser Neumond macht sich hier und anderswo bemerkbar: Hier nimmt er um die Mittagszeit ein wenig von der Sonne weg. Bemerkbar wird dies allerdings nur der informierte Zeitgenosse, der, seine Augen durch eine dunkle Scheibe geschützt, dem Rendezvous von „Lady Sunshine und Mister Moon“ zuschaut. (Wie Sie sehen, liebe Frau Froboess, ist die Wirklichkeit zuweilen gnädiger als der deutsche Schlager der 60-er Jahre.) Wer den „Tag“ ganz weg haben möchte – und das für bis zu 2 1/2 Minuten –, sollte sich schnellstens auf die (warmen) Socken machen. Der Kernschatten des Mondes tobt in nur 720 km Abstand am Nordpol vorbei. Die Totalitätszone (Quelle: NASA) ertreckt sich vom Nordwesten Kanadas über Grönland, das Franz-Josef-Land, Novaya Zemlya, Novosibirsk bis nach China hinein.

Kürzlich flatterte eine Anfrage auf meinen Schreibtisch: Jemand beklagte, die Angaben über die Dauer des Platonischen Jahres differierten. Es werde wohl kürzer. Das wollte ich nun auch wissen, und habe mich kundig gemacht. Haben Sie als Kind gerne mit dem Kreisel gespielt? Dass Sie selbst ein Kreiselbewohner sind, war Ihnen damals sicherlich nicht so recht bewusst.

Laue Augustnächte mit Sternschnuppen zuhauf wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im August

Für uns, die wir zuhause bleiben, ist die Sonnenfinsternis am ersten Augusttag nur partiell zu erleben. Auch wenn dies nichts ist, verglichen mit einer richtigen, sprich totalen, hier die Zeiten (MESZ) für Berlin: der Beginn 10 Uhr 43, der Höhepunkt 11 Uhr 37, das Ende 12 Uhr 32.

Sollten danach noch Wünsche offen sein (was zu hoffen ist), gibt's wie in jedem August seit Menschengedenken die Möglichkeit, diese los zu werden: Die Perseiden kommen Mitte August der Erde in die Quere.

Das Maximum des Sternschnuppenregens wird für den 12. August erwartet, leider 12 Uhr mittags. Das gilt nicht für den Bewohner der amerikanischen Westküste. Für ihn ist dann *high noon* noch weit und der Mond, der störende, schon unterm Horizont. Aber trösten Sie sich: Perseiden gibt's schon vor und noch nach dem Maximum. (Die Nächte *vor* dem Maximum sind günstiger, wegen des dann noch jungen Mondes. Morgenstunden sind bevorzugt.)

Wasserfreunde wird vielleicht interessieren, dass Neptun am 15. August in Opposition zur Sonne steht. Sommeroppositionen sind hierzulande generell ungünstig, wie bereits im Falle von Jupiter im vorigen Newsletter dargelegt, da nächtens die Ekliptik tief steht, Planeten also nicht allzu hoch kommen. Neptun zieht seine parallaktische Schleife derzeit im Steinbock.

Findet, wie am Monatsanfang, Neumond nahe der Ekliptik statt, der Verfinsterungslinie am Himmel, trifft dies auf den zeitlich benachbarten Vollmond naturgemäß ebenfalls zu. Sonnen- und Mondfinsternisse treten deshalb oft paarweise auf. Und tatsächlich reicht's für eine partielle Mondfinsternis am 16. August. Kurz vor Mitternacht sollte der Mond eigentlich voll sein. Ist er aber nicht.

Es ist zwar keine „Sonnenfinsternis“ im üblichen Sinn, aber trotzdem etwas, was unseren Ahnen Stoff zum Nachdenken gab. Am 23. August „verschluckt“ der Mond einige der „sieben Schwestern“. Keine Angst. Er gibt sie wieder her. (Irgendwo habe ich her, das Märchen vom Wolf und den sieben Geislein, rühre daher. Bin mir aber keineswegs sicher.) Leider findet diese Bedeckung von Plejadensternen, darunter auch Alcyone, nahe am NO-Horizont statt. Mond und Plejaden sind gerade erst aufgegangen.

Und noch etwas: Was haben Beethoven und Clapton gemeinsam? Nach beiden ist ein Hauptgürtel-Asteroid benannt. Beide geraten am gleichen Tag, am 31. August, in Erdnähe. „Clapton“ (4305) ist uns allerdings näher als „Beethoven“ (1815), um 60 Millionen Kilometer.

Das Platonische Jahr

Eigentlich sollte er der Schwerkraft folgen und umfallen, der Spielzeugkreisel. Tut er aber nicht – jedenfalls nicht, solange er sich schnell genug dreht. Der Drehimpuls macht der Schwerkraft wie so oft einen Strich durch die Rechnung. Das Kippmoment erzeugt neuen Drehimpuls, der sich zum alten (vektoriell) addiert. Kurz: die Kreiselachse weigert sich zu kippen, sie weicht

ständig zur Seite aus. Der Kreisel kreiselt (Quelle: Wikipedia), er *präzessiert*, seine Rotationsachse beschreibt einen Kegelmantel mit vertikaler Achse. Was sich dreht, fällt nicht um! Davon lebt die Fahrradindustrie (Quelle: allabout-einstein.com).

Planet Erde ist auch ein Kreisel. Für eine Umdrehung benötigt der einen ganzen Tag, genauer: einen Sternentag von 23 Stunden, 56 Minuten und 4 Sekunden. Auch an ihm zerren, ermöglicht durch eine Abweichung von der Kugelgestalt – die Erde ist am Äquator etwas dicklich –, Kippmomente, lunare, solare, planetare, die bestrebt sind, seine Achse irgendwie aufzurichten. Betrachten wir den Mond. Der dem Monde näher liegende Teil des Äquatorwulstes wird von jenem stärker angezogen als der dem Monde fernerer. Da der Äquatorwulst nicht in der Mondbahnebene liegt, entsteht ein resultierendes Drehmoment, das die Rotationsachse der Erde bezüglich der Mondbahnebene aufrichten will. (Umgekehrt wird auf den Mondbahnkreisel ein gleichgroßes, aber entgegengerichtetes Drehmoment ausgeübt. Dieses will die Mondbahn in die Äquatorebene der Erde kippen.) Das mit dem Kippen klappt nicht. Gesetze stehen dem entgegen. Die Erdachse weicht seitlich aus. Sie ist nicht raumfest, und der Polarstern bleibt nicht Polarstern. Er wechselt. Und zwar nach astronomischen Maßstäben recht schnell, so schnell, dass die Präzession bereits meinen antiken Kollegen aufgefallen ist. Die Achse des Präzessionskegels steht senkrecht auf der Erdbahnebene, der Ekliptik. Der halbe Öffnungswinkel beläuft sich auf $23\frac{1}{2}^\circ$. Und die Umlaufzeit? Sie beträgt noch nicht einmal 26 000 Jahre. Das ist das sog. Platonische Jahr, auch Weltenjahr genannt. In nicht ganz 26 000 Jahren also ist α UMi wieder Polarstern. In der Zwischenzeit übernehmen andere Sterne den Stab, Wega beispielsweise.

Und die Auswirkung? Damit eben nicht um das Jahr 14 000 herum – dann ist Wega Polarstern –, bei uns im August die Eiszapfen von den Dächern hängen, hat man – man denkt ja praktisch, d. h. an das Bäuerlein, das wissen will, wann es säen und ernten soll – das Jahr kurzerhand um 20 Minuten und 23 Sekunden gekürzt! Man nennt dieses verkürzte Jahr im Unterschied zum siderischen (wahren) Jahr das tropische. Ihm liegt der bürgerliche Kalender zugrunde. 20 1/2 Minuten pro Jahr machen in 26 000 Jahren genau ein Jahr aus. Dadurch ist ein Frühlingsbeginn um den 21. März auf immer und ewig gewährleistet (jedenfalls solange es Menschen gibt).

Man nimmt also, um der Sonne und des bürgerlichen Kalenders willen, in Kauf, dass die Sternbilder durch die Jahreszeiten wandern! Aus Frühlingssternbildern werden so im Laufe eines Platonischen Jahres erst Sommerstern-

bilder, dann Herbst- und schließlich Wintersternbilder.

So weit, so gut. Heutzutage aber schaffen Satellitengeodäsie und GPS neue Bedürfnisse. Man möchte möglichst metergenau wissen, wo man sich befindet auf dem Globus. Da muss ein Koordinatensystem her, das raumfest ist, im Idealfall ein sog. Inertialsystem. (In dem lauten die Gesetze der Physik besonders einfach. In jedem Nicht-Inertialsystem treten Scheinkräfte auf, die der Beschleunigung, also auch der Rotation, geschuldet sind.) Und das orientiert sich zwangsläufig an fernen Sternen (genauer: Quasisternen, quasistellaren Radioquellen), nicht an der Sonne. Inzwischen erarbeiten Kommissionen fast schon im Jahresrhythmus Empfehlungen, wie dem platonischen Kreiseln zu begegnen sei. Präzession ist wieder *in*.

Auch unsereins ist fasziniert vom Erdenkreisel (und dem Erdbahnkreisel). Schauen wir uns die Sachverhalte etwas genauer an.

Zunächst einmal: Man nehme Angaben zur Dauer des Platonischen Jahres nicht für bare Münze. Meist wird bloß der Kehrwert der *momentanen* Präzessionskonstanten, ausgedrückt in Jahren, angegeben. Die Konstante ist leider nicht konstant. Unter der Präzessionskonstanten versteht der Astronom das Tempo, mit dem der Frühlingspunkt (die Schnittstelle von Himmelsäquator und Ekliptik) längs der Ekliptik – astronomisch rückläufig – „voranschreitet“ (präzessiert). Diese Bewegung verläuft *gegenwärtig* beschleunigt. Das daraus *formal berechnete* Platonische Jahr verkürzt sich dementsprechend laufend. Es hat seit dem Jahr 2000 bereits ein ganzes Jahr verloren. Doch damit ist nicht viel anzufangen. Uns interessiert nicht, was momentan geschieht, uns interessiert, wie sich die Präzession auf lange Sicht, in einem ihr angemessenen Zeitrahmen, verhält.

Der französische Himmelsmechaniker Laskar hat 1993 die Präzessionsbewegung über einen Zeitraum von 18 Millionen Jahren dargestellt durch eine Überlagerung von harmonischen Schwingungen verschiedenster Frequenzen. Die Hauptschwingung dauert danach 25 678 Jahre. Hinzu gesellen sich aber (in seiner Darstellung) 33 Nebenperioden! Darunter findet man 25 764, 25 592, 25 402, . . . Jahre. Die kürzeste Periode in seiner Tabelle beträgt 15 579 Jahre, die längste 236 216 Jahre. Erst die Überlagerung dieser 34 Schwingungen unterschiedlichster Amplituden ergibt eine hinreichend präzise Darstellung von Präzession und Neigung der Erdachse über Jahrmillionen!

Der Präzession überlagert sind kurzfristige periodische Schwankungen der Erdachse mit einer Hauptperiode von 18,6 Jahren (Umlaufzeit des Mondknotens). Der Präzessionskegel weist eine filigrane Kannelierung auf! Mehr

noch: Der Himmelspol beschreibt eine nicht in sich geschlossene Kurve! Diese hochfrequenten Anteile werden durch Hunderte von Termen beschrieben und aus historischen Gründen als Nutation bezeichnet. (Die Präzession ist, wie gesagt, seit über 2000 Jahren bekannt, die Nutation erst seit 1747.) Physikalisch gesehen gibt es prinzipiell keinen Unterschied zwischen Präzession und Nutation, weshalb im folgenden auch immer nur von Präzession die Rede sein wird. (Im Bereich sehr kleiner Perioden, bis zu 14 Monaten, trifft man auf die Polwanderung. Sie wurde Ende des 19. Jahrhunderts an der Berliner Sternwarte aufgefunden und tritt bereits beim *kräftefreien* Kreisel auf, fallen Figurenachse und Rotationsachse nicht zusammen.)

Laskars Unterperiode von 25 764 Jahren verdient Beachtung. Hierbei handelt es sich um eine Resonanz zwischen Jupiter und Saturn. Durch Änderung der Eisbedeckung der Erde kann die Präzessionshauptfrequenz des Erdkreisels sehrwohl in die Nähe dieser Jupiter-Saturn-Resonanz geraten. Die Präzessionsrate, bzw. die Länge des Platonischen Jahres, würde sich in diesem Fall sogar „sprunghaft“ ändern, beim Platonischen Jahr um rund 100 Jahre. Begleitet würde dies durch eine Änderung der Neigung der Rotationsachse um $1/2$ Grad. Da bisher niemand genau weiß, wie sich der Erdkörper beispielsweise beim Abtauen der Polkappen verformt, sind langfristige Prognosen zwangsläufig unsicher.

Hinzu kommt, dass die Planetenmechanik auf lange Sicht (mathematisch gesehen) „chaotisch“ ist. Schon aus diesem Grunde lassen sich über Zeiträume, die, sagen wir, über 20 Millionen Jahre hinausgehen, keine sicheren Aussagen mehr machen, weder über die Erdbahn, geschweige denn über den viel diffizileren Erdkreisel. Niemand kann sagen, wie sich die Erdachse zur Saurierzeit benommen hat.

Für die Kürze des Platonischen Jahres zeichnet übrigens der Erdmond verantwortlich. Ohne ihn verlängerte sich die Fundamentalschwingung von 25 678 Jahre auf 83 000 Jahre und käme damit in gefährliche Nähe periodischer Störungen durch die Planeten in diesem Frequenzbereich, was zu Resonanzen führen müsste. In diesem Falle – ohne Mond! – würde die Erdachse, ihre Neigung zur Bahnebene, wirklich chaotisch „taumeln“, was Klimakapriolen nach sich zöge. Vermutlich geschieht genau dies dem Mars. Dessen Monde, beide Winzlinge, sind nicht in der Lage, seine Rotationsachse zu stabilisieren. So viel zur positiven Auswirkung der Kürze des Platonischen Jahres aufs Erdklima.

Genaugenommen haben wir es mit zwei Kreiselbewegungen zu tun: die rotie-

rende Erde und die Erdbahn selbst. Die Umlaufbewegung der Erde um die Sonne vollzieht sich derart schnell (1 Jahr), verglichen mit den Zeiträumen, auf die es uns hier ankommt, dass man sich mit Fug und Recht im zeitlichen Mittel die Erdmasse längs der Erdbahn verteilt denken kann. Dieser rotierende Ring aus „Erde“ ist ebenfalls ein Kreisel, dessen Ebene (die Erdbahnebene) in die Laplace'sche Symmetrieebene des Planetensystems zu zerren, die Planeten mit Eifer betreiben – erfolglos, wie wir wissen. (Die Präzessionsperiode dieses „Erdbahnkreisels“ übertrifft das Platonische Jahr um ein Vielfaches.) Interessiert die *reine* Präzession des Erdkreisels, d. h. bezogen auf eine festgehaltene Ekliptik und nicht, wie das die Astronomen von altersher tun, auf die wandernde, ergibt sich sogar eine momentane Verlängerung des Platonischen Jahres. Danach ist es seit dem Jahre 2000 ein Jahr länger geworden. Es hängt halt vieles vom Standpunkt ab!

Die radiointerferometrischen Messungen zur Präzession sind inzwischen derart genau geworden, dass Geophysiker mit Erfolg versuchen, aus den Daten etwas über die Änderung der Erdgestalt und das Erinnere herauszulesen. Für sie ist die Erde beileibe kein starrer Kreisel, sondern ein kompliziertes Gebilde aus ineinandergeschachtelten und aneinander reibenden Schalen und Strömungen (Kontinentalverschiebung!). So interessiert z. B., wie fest der äußere flüssige Erdkern mit dem inneren festen Kern und dem darüber befindlichen Erdmantel verbunden ist. Das „Rumpeln“ des Erdkerns, es spiegelt sich in der Präzession wider!