

Ich aber wußte, dass es nur eine Wissenschaft von den Dingen gibt, die sich wiederholen.

Antoine de Saint-Exupéry (1900–1944)

Liebe Leserin, lieber Leser,

entsinnen Sie sich der 12-Uhr-Mittags-Finsternis vom 11. August 1999? Der Kosmos-Bote hatte das Glück, nahe dem Plattensee das seltene Schauspiel einer totalen Sonnenfinsternis zu genießen. In Deutschland machte das Wetter leider vielen einen Strich durch die Rechnung. Das war vor 18 Jahren — einer Sarosperiode! 223 Neumonde später, am 21. August diesen Jahres, ist wieder Sonnenfinsternis. Da 223 Lunationen 6585,32 Tage dauern, wiederholt sich diese nicht am selben Ort, sondern einen Drittel Tag später, also versetzt. Acht Stunden westlich liegen die USA. Nichts wie hin!

Zuvor, am 6. August, ist Mathematikergeburtstag, ein 350. Basel feiert seinen berühmten Sohn Johann Bernoulli (1667–1748). Er ist der zweite im Bernoulli-Clan¹. Johann (I) legte den Grundstein für die Variationsrechnung, einen Zweig der Differential-/Integralrechnung, der der Himmelsmechanik nach Newton zu einer zweiten Blüte verhalf. Thomas Manns (1875–1955) Feststellung, es sei „selten, dass Schönheit und Wissenschaft sich auf Erden zusammenfinden“, zeugt von einer gewissen Geringschätzung der abstrakten Sphären. „Anmut“ muss nicht „geistlos“ sein!

Wer schon einmal als Schüler durch Null dividiert hat, musste sich sicherlich einiges anhören. Doch was ist mit dem unbestimmten Ausdruck $0/0$? Darauf fand Johann (I) Bernoulli die Antwort. Er soll sie an seinen Schüler Guillaume-François-Antoine, Marquis de L'Hôpital (1661–1704) verkauft haben. (Für den Marquis war das gut angelegtes Geld. Es sicherte ihm, der selbst ein ausgezeichneter Mathematiker war, einen Ruhmesplatz im Mathematikerhimmel.) Wer also Null durch Null dividieren muss (oder ∞/∞), konsultiere die Regel von L'Hôpital!

Vor 40 Jahren, am 20. August 1977, begab sich Voyager 2 auf eine *voyage* ohne Wiederkehr. Zur Zeit treibt die Sonde im plasmaphysikalisch heiklen

¹Bruder Jakob (1655–1705) beging Anfang des Jahres seinen 362. Geburtstag.

Grenzbereich, dort, wo der Sonnenwind gegen das interstellare Medium anbrandet, 150 Astronomische Einheiten von seinen Erbauern entfernt.

Vor einem Viertel Jahrhundert, es war der 30. August 1992, entdeckten die US-Astronomen David C. Jewitt (geb. 1958) und Jane X. Luu (geb. 1963) „1992 QB₁“. Es handelt sich um den ersten Himmelskörper jenseits des Pluto, der Planetoidenjägern ins Netz ging. Als Kleinkörper von gut 100 km Ausdehnung trägt er wie der degradierte (134340) Pluto eine Nummer. Mit (15760) 1992 QB₁ wurde das Tor ins Reich der Kuiper-Belt-Objekte aufgestoßen. Die beiden Voyager-Sonden, wie auch die beiden Pioneers, haben, was ihre Entfernung von der Sonne anbelangt, den Kuiper-Gürtel längst hinter sich gelassen. Sie treiben sich innerhalb der sog. Oortschen Wolke herum.

Eines 125. Geburtstags ist zu erinnern. Am 15. August 1892 wurde in der Normandie Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie (gest. 1987) geboren. Der berühmte Physiker überraschte seine Kollegen mit *M a t e r i e w e l l e n*. Elektronen beispielsweise, Elementarteilchen, verhalten sich wie Wellen, was erklärt, weshalb in der Elektronenhülle eines Atoms nur gewisse „Bahnen“ erlaubt sind: Es gibt keine „Bahnen“, nur stehende Wellen! Das klang 1924 noch ungewohnt. Man wusste nur, dass Lichtwellen Teilcheneigenschaften² aufweisen. Der Welle-Teilchen-Dualismus machte die physische Welt ein gut Teil symmetrischer.

Wer die 22. Sonnenfinsternis des 145. Saroszyklus *live* erleben möchte, dem wünscht bei der Wahl des Ortes das unentbehrliche Quentchen Glück

Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im August

Venus ist Morgenstern. Sie nähert sich (scheinbar) der Sonne, ihr Aufgang erfolgt von Tag zu Tag später, am Monatsende gegen 3 Uhr 30 MESZ.

Mars ist kurzzeitig und auch nur in der Totalitätszone der Sonnenfinsternis vom 21. August 8° westlich der verfinsterten Sonne zu erblicken. Ende Juli stand er noch in Konjunktion zur Sonne, also hinter ihr.

Den Abendhimmel dominiert Jupiter. Allerdings geht er immer eher unter, am Monatsende bereits gegen 21 Uhr 30 MESZ.

²Seit 1926 heißt das Lichtteilchen Photon.

Saturn beendet seine Oppositionsphase am 25. August. Nach dem Stillstand bewegt er sich wieder rechtläufig unter den Sternen. Untergang ist am Monatsende bereits vor der MEZ-Mitternacht.

Das diesjährige Perseiden-Maximum wird in den Morgenstunden des 11. August erwartet.

Vollmond ist am 7. August, also wenige Tage vor dem Perseiden-Maximum. Er fällt diesmal ein klein wenig dunkler aus — wegen einer partiellen Mondfinsternis. Hierzulande geht er bereits maximal verfinstert auf. Kurz nach 21 Uhr MESZ verlässt der Vollmond bereits den Kernschatten der Erde.

Die totale Sonnenfinsternis einen halben Monat danach ereignet sich dann am aufsteigenden Knoten der Mondbahn. Die maximale Dauer der Totalität $2\frac{3}{4}$ Minuten wird nördlich von Nashville/Tennessee erreicht, der „Music City“. Sicherlich gibt es meteorologisch bevorzugtere Orte. Wir Daheimgebliebenen bekommen von dem US-amerikanischen Finsternisspektakel nur ganz „am Rande“ etwas mit. Im äußersten Nordwesten Deutschlands beginnt die partielle Phase wenige Minuten vor Sonnenuntergang.

Der 145. Saroszyklus

„Big Data“ kannten schon die Babylonier. Sie haben Tontäfelchen gehortet und in den Keilschriftaufzeichnungen von Himmelsereignissen zeitliche Muster, Zyklen, erkannt. So kam's u. a. zum Kalender! Der Vorteil der Datensammelei: Man hat auf jeden Fall etwas Vorzeigbares, womit man etwas anfangen kann, – ohne die Ursachen verstehen zu müssen.

Den frühen Hochkulturen ging das Denken in geometrischen Modellen ab. Man nahm das Firmament als das, als das es dem theorie-fernen Betrachter jener Zeit erscheint, als Himmels(halb)kugel. Mond- und Sonnenfinsternisse sind beeindruckend, und sie bedeuten etwas.

Am Anfang steht immer das Sammeln. Vermeint man, in den Daten ein Muster zu erblicken, beginnt die Wissenschaft. Sie formuliert aufgrund des vermuteten Zusammenhangs eine Hypothese, die sie anschließend anhand *n e u e r* Daten testet. Pseudowissenschaften testen ihre Hypothesen an dem Datenmaterial, das Anlass zur Formulierung der Hypothese gegeben hat. Das statistische Brimborium mag in Ordnung sein, die Logik ist es nicht.

Der chaldäische Saroszyklus³ von $6585\frac{1}{3}$ Tagen, das sind 18 Jahren und $10\frac{1}{3}$

³Das Wort „Saros“ geht auf Edmond Halley (1656–1742) zurück. Halley gilt auch als

oder $11\frac{1}{3}$ Tage, je nach Anzahl der darin enthaltenen Schaltjahre, war den Sternkundigen des Altertums aufgrund alter Aufzeichnungen von Mondfinsternissen bekannt. In diesem Rhythmus wiederholen sich aber auch Sonnenfinsternisse. Das versetzte später hellenistische Astronomen in die komfortable Lage, letztere vorherzusagen. Dass der Naturphilosoph Thales von Milet (ca. 624–547 v. Chr.) die Sonnenfinsternis vom 28. Mai 585 v. Chr. vorhergesagt habe, ist wohl ein Gerücht. Bedeutenden Leuten wurde damals alles zugetraut.

Beim Triple Saros, dem dreifachen Saros, wiederholen sich Finsternisse bei ungefähr der gleichen geografischen Länge, aber nicht der gleichen Breite. Die totale Sonnenfinsternis vom 12. September 2053 beispielsweise findet in Nordafrika statt, nicht in Deutschland. (Alle Sonnenfinsternisse mit ungerader Sarosnummer driften nach Süden.) Als partielle Finsternis ist sie natürlich auch bei uns sichtbar.

Die Sonnenfinsternis am 21. August wie auch jene vom 11. August 1999 gehören dem 145. Saroszyklus an. Alle Finsternisse dieses Zyklus ereignen sich nahe dem `a u f s t e i g e n d e n` Knoten der Mondbahn, jener Stelle, wo der Mond auf seiner Bahn von „unten“ (Süden) kommend die Ekliptik durchstößt. Die beiden Schnittpunkte der Mondbahn mit der Ekliptik heißen auch Drachenpunkte, weil nach altchinesischen Vorstellungen bei einer Finsternis ein Drache die Sonne kurzzeitig verschluckt. Der 145. Saroszyklus kennt insgesamt 77 Sonnenfinsternisse. Er begann mit einer unscheinbaren partiellen Finsternis am 4. Januar 1639 kurz vor 6 Uhr MEZ hoch im Norden und wird mit einer noch unspektakuläreren Finsternis tief im Süden im Jahre 3009 enden, am 17. April, gegen 13 Uhr 40 MEZ. Die längste totale Finsternis – sie dauert maximal 7,2 Minuten – ist die vom 25. Juni 2522. Ob man die Kaum-noch-Finsternis von 3009 mitzählt (wie die NASA) oder nicht, ist Geschmacksache.

Entdecker der „Beschleunigung“ des Mondes, der sog. säkularen Akzeleration: Der Monat, ausgedrückt in Erdumdrehungen (Tagen), wird kürzer! Das belegen die alten Finsternisaufzeichnungen. Insbesondere totale Sonnenfinsternisse mit ihren engen Totalitätsstreifen sind da ein Geschenk des Himmels! Wie wir heute wissen, ist es die Erde, die sich infolge der Gezeitenreibung (und ungeachtet tauenden Grönlandeises) immer langsamer dreht. Der Tag verlängert sich, und zwar pro Jahrhundert um 1,7 ms! Dank historischer Sonnenfinsternisse erfahren wir etwas über die Erde! Die Gezeitenreibung bricht übrigens die Zeitsymmetrie! Würde man, im Zeitraffer, das Planetensystem, inklusive Erdmond, von „oben“ filmen und den Film anschließend rückwärts ablaufen lassen, dächte jedermann, er sähe das Planetensystem von „unten“. Doch der Schwindel flöge auf – weil die Erde trotz Gezeitenreibung immer schneller rotiert!

Wie kommen die $6585\frac{1}{3}$ Tage zustande? Erde und Sonne befinden sich stets in einer Ebene, der Ekliptik. (Das Wort bedeutet nicht von ungefähr „Finsternis“.) Damit es zu einer Mond- bzw. Sonnenfinsternis kommt, muss (a) Voll- bzw. Neumond sein und sich (b) der Mond nahe der Ekliptik aufhalten, d. h. nahe eines der beiden Drachepunkte. Angenommen, es ereignete sich eine ideale (zentrale) Sonnenfinsternis, d. h., der Neumondzeitpunkt fällt mit dem Ekliptikdurchgang zusammen. Wann wird sich diese Finsternis in ähnlicher Gestalt wiederholen? Die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Neumonden, der *synodische* Monat, dauert (im Mittel) 29,53059 Tage. Die Zeitspanne zwischen zwei Ekliptikdurchgängen im gleichen Knotenpunkt bemisst sich auf 27,21222 Tage. (Dieser mittlere *drakonitische* Monat ist kürzer als der siderische Monat, der eigentlichen Umlaufzeit um die Erde, und zwar um 2 Stunden und $37\frac{1}{2}$ Minuten. Diese Differenz rührt daher, dass die Mondbahn sich wie ein präzedierender Kreisel mit einer Präzessionsperiode von 18,6 Jahren verhält. Die Knotenlinie zwischen den Drachepunkten rotiert mit einer Periode von 18,6 Jahren.) Wie man durch Probieren herausfindet, entfallen auf 223 synodische Monate ziemlich genau 242 „Drachen“monate. Die Differenz beträgt lediglich 52 Minuten. Wäre sie Null, dauerte ein Saroszyklus ewig. Wegen der 52 Minuten wandert der Neumond im Laufe eines Saroszyklus zunächst auf den Knotenpunkt zu, wodurch die Finsternisse immer perfekter werden, bloß um sich nach der „perfektesten“ wieder vom Knotenpunkt zu entfernen. Irgendwann, wenn der Abstand 17° übersteigt, kommt es zu keiner weiteren Finsternis mehr. Der Zyklus ist passé, Geschichte.

Lässt man die Fixierung auf einen bestimmten Knoten fallen und alternierende Knotenwechsel zu, gelangt man zu einem Finsterniszyklus von 358 synodischen und 388,5 drakonitischen Monaten, oder 29 Jahren minus 20 Tagen. Dieser Inex genannte Zyklus geht auf George van den Bergh (1890–1966) zurück. Die verbleibende Differenz von lediglich sechs Minuten (anstatt 52) sorgt für eine Zykluslänge von Zehntausenden von Jahren mit zehnfacher Anzahl von Finsternissen. Allerdings sind aufeinanderfolgende Finsternisse nicht mehr ähnlich, da, anders als beim Saros⁴, die Mondentfernung von Mal zu Mal stark variiert.

⁴Ein Saros umfasst ziemlich genau 242 *anomalistische* Monate, d. h., die Finsternis findet nahezu an derselben Stelle der elliptischen Bahn statt, bei vergleichbarer Mondentfernung also. Deshalb sind die Finsternisverläufe ähnlich.