

Liebe Leserin, lieber Leser,

haben Sie am 24. Februar Geburtstag? Falls ja, können Sie unter Berufung auf Julius Cäsar (100–44 v. Ch.) Ihre Feier auf den 25. ausdehnen. Es ist der Tag VI vor den Kalenden des März, der in einem Schaltjahr verdoppelt wird. So entschied Cäsar, als er 45 v. Ch. den römischen Kalender reformierte. Ein Astronom, Sosigenes aus Alexandria, soll ihm dabei assistiert haben.

Einen Rekord gibt es zu vermelden. Im Juni vergangenen Jahres stieß eine automatische Himmelsüberwachung mit 14-cm-Teleskopen am Südhimmel im Sternbild Indus, unweit von α Tucanae, auf eine Supernova 17. Größe in einer 3,8 Milliarden (!) Lichtjahre fernen namenlosen Galaxie. Die Explosion, verbucht unter dem Kürzel ASASSN-15lh¹ bzw. SN 2015L, entpuppte sich inzwischen als das mit Abstand gewaltigste jemals registrierte Ereignis dieser Art. Die Ursache ist ungeklärt. Mit der Bildung eines schwarzen Loches hat es jedenfalls nichts zu tun. (Die dabei freiwerdende Gravitationsenergie würde vom Loch mitsamt der Materie „verschluckt“ und stünde nicht als Treiber für die beobachtete Explosion zur Verfügung.) Also kommt nur ein Neutronenstern als Relikt infrage, am besten ein Magnetar, d. h. ein rasant rotierender Supermagnet, dessen unermessliche Rotationsenergie allein für Nachschub sorgen kann.

Die *R N A - W e l t - H y p o t h e s e* wird im Februar 30! Für den Naturliebhaber, der noch unter dem Eindruck von Jacques Monods (1910–1976) „Zufall und Notwendigkeit“ (1970) stand, war dies ein Befreiungsschlag. Das ist Grund genug, hierüber zu berichten – zumal die Astronomie beteiligt ist.

Hier noch etwas für Raumfahrtbegeisterte: Vor einem halben Jahrhundert, am 3. Februar 1966, setzte erstmals ein Raumflugkörper weich (6 m/s) auf einem fremden Himmelskörper auf und übermittelte Nahaufnahmen des Landegebiets. Der Flugkörper ging als Luna 9 in die Raumfahrtgeschichte ein, und die neun Landschaftsaufnahmen sind „Seestücke“, sie zeigen das Meer der Stürme. Süffisanterweise sah eine erstaunte Welt die Bilder als Vorabdruck im Daily Express, einer Britischen Zeitung, noch vor der offiziellen Freigabe durch sowjetische Stellen. Das Radioobservatorium Jodrell Bank,

¹ASASSN steht für *All Sky Automated Survey for SuperNova*.

unter der Ägide von Sir Bernard Lovell (1913–2012), hatte die Funksignale empfangen und mittels Faxgerät in Bilder umgewandelt.

Willkommen im langen Februar!

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Februar

Anfang des Monats sollte bei klarer Sicht Merkur im SO eine Stunde vor Sonnenaufgang zu sehen sein. Am 7. Februar erreicht der Planet mit 26° Abstand zur Sonne seine größte westliche Elongation.

Venus ist zwar noch Morgenstern, aber ihre Tage sind gezählt. Am 6. Februar zieht die Mondsichel nördlich an ihr vorbei. Mars und Jupiter sind im Kommen bzw. schon da: Jupiter ist fast die ganze Nacht über sichtbar. Mars bekommt zweimal Mondbesuch: am 1. und am 29. des Monats.

Saturn steht auch jeden Tag etwas eher auf, am Monatsende bereits gegen 2:30 Uhr. Am Morgen des 4. Februar begegnet ihm die alte Mondsichel. Neumond ist am 8. des Monats.

Extraordinäre Supernova?

Supernova ist nicht gleich Supernova². Dies gilt insbesondere für junge, massereiche Sterne, deren dichter Kern aus thermonuklear erbrüteten Elementen infolge einer Energiekrise *i m p l o d i e r t*. Er stürzt unter seinem Eigengewicht in Sekundenbruchteilen in sich zusammen. Dabei wird enorm viel Energie freigesetzt, die – zu einem kleinen Teil deponiert in der mächtigen Hülle des Sterns – diese expandieren macht. Man sieht eine Explosion, deren Ursache eine den Blicken verborgene Implosion ist. Die sich mit Tausenden von Kilometern pro Sekunde ausdehnende und schnell an Oberfläche gewinnende Hülle ist für den Lichtausbruch verantwortlich. Das Spektakel sollte vorbei sein, wird die Hülle durchsichtig. Ist es aber nicht.

Die Supernova, von der jetzt die Rede ist, SN 2015L, zählt zur Sonderklasse der Hypernovae³ bzw. überhellen Supernovae. Sie strahlte zum Zeitpunkt

²Nur bei den Supernovae vom Typ Ia kann man davon ausgehen, dass sie alle die gleiche Ursache haben, also auch annähernd gleiche Maximalhelligkeit erreichen. Nur sie können als „Standardkerzen“ dienen, um damit das Universum auszuloten.

³Hypernovae gelten auch als Quellen langdauernder γ -Strahlungsausbrüche

maximaler Helligkeit wie 570 Milliarden Sonnen⁴ und war damit doppelt so hell, wie der bisherige Rekordhalter. Nur jede 1000. Supernova ist eine überhelle. Unerachtet ihrer Seltenheit explodiert aller paar Minuten irgendwo im Universum eine Hypernova.

Wie man weiß, werden Supernovae „nachgeheizt“. Ansonsten wären weder ihr Nachleuchten über Monate hinweg noch die bisweilen sogar beschleunigte Expansion des Supernovaüberrestes zu verstehen. Als Energiequelle, die so einem Ereignis Nachhaltigkeit verleiht, kommt der radioaktive Zerfall, z. B. von ⁵⁶Ni, in Frage, aber auch mechanische Energie, die in die expandierende Hülle mittels starker Winde oder Jets eingespeist wird. Im Falle des Krebsnebels M 1 im Sternbild Stier, Überrest der Supernova von 1054, sorgt beispielsweise der Krebsnebel pulsar dafür, dass sich das Nebelchen immer noch mit 5000 km/s ausdehnt. Der Pulsar ist in diesem Fall ein schnell rotierender magnetischer Neutronenstern. Er benötigt für eine Umdrehung 1/30 Sekunde. Das Magnetfeld hat eine Flussdichte von 10⁸ Tesla (10¹² Gauß). Unter den Pulsaren gibt es einige, deren Magnetfelder 1000-fach stärker sind. Zwar wird durch den Kollaps des Sternkerns, die Verkleinerung seines Querschnitts, ein „eingefrorenes“ Magnetfeld ohnehin verstärkt, aber das reicht nicht. Ein selbsterregter Dynamo à la Siemens (Werner von Siemens: 1816–1892) muss her. Draht ist dazu nicht erforderlich. Turbulente Strömungen in einem rotierenden Körper tun es auch. Fände der Kernkollaps tatsächlich mit der Bildung eines Magnetars ein glimpfliches Ende, wäre der zusätzliche „Boost“ durch einen magnetischen Superwind enorm. Der Energieverlust führt zwangsläufig zu einer allmählichen Verringerung der Drehzahl des astronomisch winzigen Neutronensterns. Um die Energetik von SN 2015L zu verstehen, müsste der vermutete Magnetar allerdings das theoretisch Mögliche voll ausschöpfen, sprich sich 1000-mal pro Sekunde um seine eigene Achse drehen und 100 % effizient bei der Energieübertragung sein, was viele Forscher am Magnetar-Modell zweifeln lässt.

Aber vielleicht handelt es sich ja bei SN 2015L um etwas anderes. Theoretiker haben noch einiges in petto (Paar-Instabilität-SN, Quark-Nova). Das wird die Zeit klären. Hochauflösende Beobachtungen der Muttergalaxie wären hilfreich. Nach allem, was man von ihr weiß, gehört sie nicht dem Typ von Galaxien an, die Hypernovae hervorbringen.

⁴Ereignete sich Vergleichbares in Sirensentfernung, überträfe es an Helligkeit die Sonne!

RNA-Welt

Zum Leben, wie wir es kennen, gehören zwei: DNA/RNA als Informationsträger und Eiweiß (Protein) als Funktionsträger. Die abiogene Entstehung beider ist wahrscheinlich (zumindest was die RNA anbelangt). Die „Ursuppe“ enthielt sicherlich sowohl Aminosäuren (Proteinbausteine) als auch Nukleotide (Nukleinsäurebausteine). Auch die Verkettung zu Makromolekülen ist durchaus wahrscheinlich. Absolut unwahrscheinlich ist, dass beide Komponenten zufällig wie Schlüssel und Schloss ineinander passen und einander bedingen, es also in einem chemischen Netzwerk spontan zu einem Hyperzyklus à la Manfred Eigen (geb. 1927) kommt, einer Aufschaukelung durch Rückkopplung: Ein (primitives) Protein trifft zufällig auf „seine“ RNA, kopiert diese und benutzt dieselbe als Blaupause, um nach erfolgter Entschlüsselung des Codes sich selbst zu konstruieren und zu vervielfältigen. Das klingt doch alles sehr nach Hieronymus Carl Friedrich Freiherr von Münchhausen (1720–1797), werden Sie sagen, jenem „Lügenbaron“, der behauptete – was 1786/1789 Gottfried August Bürger (1747–1794) getreulich aufschrieb –, sich (mitsamt Pferd!) an den eigenen Haaren aus dem Sumpf gezogen zu haben. Entsprechend ernüchternd fiel 1970 Jacques Monods Fazit aus: „Das Weltall ging nicht mit dem Leben schwanger, die Biosphäre nicht mit dem Menschen.“

Was aber, hätte die Verschlüsselungssubstanz RNA selbst enzymatische Fähigkeiten, Fähigkeiten, die, wie man glaubte, nur Proteinen zukamen? Dann könnte man zu Beginn aufs Protein verzichten, das Henne-Ei-Problem wäre ad acta gelegt, und die spontane Lebensentstehung gewönne erheblich an Wahrscheinlichkeit. Gesucht ist ein kleines, aber hinreichend informatives Makromolekülchen, das, unter Einsatz von Energie, sich selbst vervielfältigt und seine Performance durch chemische Evolution à la Darwin im Laufe der Zeit perfektioniert⁵. Die Proteine als molekulare Maschinen würden später hinzukommen, wonach sich die Evolution erheblich beschleunigte. Irgendwann beträte die DNA-Doppelstrang-Helix als Langzeitmassespeicher mit Fehlerkorrekturmöglichkeit die Bühne und löste die einsträngige RNA mit ihrem beschränkten Informationsgehalt (und hoher Lesefehlerquote) ab. Nur die von einem Wirt abhängigen (RNA-)Viren können auf DNA verzichten.

⁵Selbst-Organisation ist nur in einem energetisch offenen System möglich, in das wertvolle (freie) Energie hinein- und entwertete herausströmt. Die Entropieproduktion verhindert das Einstellen tödlichen Gleichgewichts.

Statt eines absolut unwahrscheinlichen Zufallsereignisses à la Monod, also eine Folge von weniger unwahrscheinlichen Teilschritten! Perfektionismus hätte damals nur gestört. Übrigens, die RNA verfügt über enzymatische Fähigkeiten! Sie könnte ihr eigener Katalysator sein! Diese begründete Hoffnung war es, die 1986 den Physiker und Biochemiker Walter Gilbert (geb. 1932) das Wort von der „RNA-Welt“ prägen ließ. Die Priorität der RNS gegenüber der DNS erkannt zu haben, war zwei Jahrzehnte zuvor das Verdienst des Biophysikers und Mikrobiologen (sowie Entdeckers der Archaeen) Carl Richard Woese (1928–2012).

Was kümmert’s den Astronomen? Nun, die für die Lebensentstehung benötigten Rohstoffe könnten einst aus eisigen Gefilden des Sonnensystems oder gar des interstellaren Raumes angeliefert worden sein. Wie Experimente in einem Tiefkühllabor der NASA gezeigt haben, finden selbst bei Temperaturen von 5 K p h o t o c h e m i s c h e Reaktionen an Eisteilchen statt!

Jetzt kommen die PAH (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) ins Spiel. Sie sind im kalten Kosmos weitverbreitet. Es handelt sich um verbundene Benzolringe⁶, wie sie im Kerzenruß und den Abgasen von Dieselmotoren vorkommen. Zwei Benzolringe in einer Fläche, Naphthalin ($C_{10}H_8$), sind das Minimum. Sind gar (ungesunde) PAH der Ausgangsstoff für alles Höhere, die PAH-Welt Vorläufer der RNA-Welt? Auch wenn der Beweis aussteht, Spekulieren ist erlaubt, sofern man es als solches benennt. Ausgesetzt der UV-Strahlung der Sterne und dadurch aktiviert verwandeln sie sich jedenfalls durch Aufnahme von Wasserstoff und Hydroxylierung in Kohlenwasserstoffe, die astrobiologisch interessant sind, weil sich daraus etwas machen lässt – Tholine beispielsweise. Der Astrobiologe Carl Sagan (1934–1996) hatte einst deren Existenz im orangefarbenen Dunst des Saturnmondes Titan⁷ postuliert. Inzwischen werden warme Farbtöne bei Asteroiden und selbst beim Pluto als ein Hinweis auf das Vorhandensein von organischem Material gedeutet – trotz kosmischer Kälte.

⁶Die PAH sind verwandt mit dem „Wundermaterial“ Graphen, einer dünn-schichtigen Kohlenstoffmodifikation mit Wabenstruktur, für deren Erforschung die EU gerade eine Milliarde springen lässt.

⁷Exponiert man Stickstoff, Methan und Kohlenmonoxid, Gase, wie sie in der Titanatmosphäre vorkommen, energiereicher Strahlung, entstehen u. a. Aminosäuren und Nucleotide. Die Uratmosphäre der Erde mag der des Titan geähnelt haben. In der heutigen Lufthülle unterbindet der zerstörerische Sauerstoff jegliche Form von „Urzeugung“. Das höhere Leben negiert seine Abkunft.