

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Wechsel der Jahreszeiten, wie der von Tag und Nacht, ist so sicher wie das Amen in der Kirche, ein Fels in der Brandung des Zufälligen und Ungefährlichen. September ist der Monat des astronomischen Herbstbeginns. Die Sonne wechselt am 23., diesmal kurz nach 5 Uhr MEZ, von der nördlichen auf die südliche Himmelshälfte. Für ein halbes Jahr ist die Nacht länger als der Tag. Sternfreunde sollte dies freuen. Um 1950 herum soll der US-amerikanische Kernphysiker Enrico Fermi beiläufig, während eines Mittagessens, vor Kollegen die Frage aufgeworfen haben, wo sie denn seien, die ETs. Anlass war die offensichtliche Diskrepanz zwischen der allgemein erwarteten Unzahl bewohnter Planeten allein in der Galaxis und der Tatsache, dass es nicht den geringsten Hinweis für die Existenz von Außerirdischen gibt. Fermi wird sich nicht weiter damit befasst haben. Seine Frage aber hat es in sich, auch wenn sie bis heute eine Sonntagsfrage geblieben ist. Werktags hat der Astronom zu tun. Aber was wäre die Woche ohne Sonntag ...?

Für alle, die etwas übrig haben für Fragen, auf die es vielleicht keine Antwort gibt, hier der zweite Teil von „Fakt und Fiktion“. Zugegebenermaßen sehr vage alles, nichts zum Festhalten, Fiktion halt. Nun, Sie müssen's ja nicht werktags lesen,

Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im September

Die Mondbahnebene ist gegen die Bahnebene der Erde um 5° geneigt. Die Schnittlinie zwischen beiden heißt Knoten- oder Drachenlinie. Zumindest zweimal im Jahr, höchstens dreimal, geht die durch die Sonne. Nur dann sind Finsternisse *möglich*. Am 22. September besteht wieder die Chance. Und sie wird genutzt! Der Mond durchstößt, von oben kommend, just zu diesem Moment die Ekliptik zwischen Sonne und Erde. Zwei Stunden zuvor hat er den erdfernten Punkt seiner Bahn durchlaufen, das Apogäum. Von

uns aus gesehen erscheint er besonders klein am Himmel. Er kann deshalb auch die Sonne nicht in Gänze verdecken. Die Sonnenfinsternis am 22. September ist eine ringförmige. Da der Mond nahe dem Apogäum wegen der Drehimpulserhaltung über den Himmel nur so schleicht, dauert diese Finsternis bis zu sieben Minuten. Leider spielt sie sich über dem Südatlantik ab. Lediglich zu Beginn berührt der Mondschatten Südamerika. Bleiben wir beim Mond. Am 12. September wandert er vor den Plejaden vorbei und verursacht gleich einige „Sonnen“finsternisse. Ich weiß nicht, ob es stimmt, aber das Märchen vom „Wolf und den sieben Geißlein“ könnte damit zu tun haben. Das Siebengestirn ist ein markantes Sternbild, und wenn das für eine kleine Weile *verschlungen* wird, mag dies durchaus die Einbildungskraft unserer Vorfahren herausgefordert haben. Auf der 3 1/2tausend Jahre alten Himmelsscheibe von Nebra befindet sich auch der Mond nahe den Plejaden. In der griechischen Mythologie ist die Beziehung offenkundig: Die Plejaden waren die jungfräulichen Gespielinnen der Artemis, der Mondgöttin. Von den Planeten sind nur Uranus und Neptun die ganze Nacht über am Himmel sichtbar. Allerdings braucht man dazu ein Fernrohr, jedenfalls beim Neptun. Da fällt mir ein: Neptun ist vor 160 Jahren, an einem Septemberabend, zum ersten Mal gesehen worden, vom „Gehülfen“ des Berliner Astronomen Johann Franz Encke.

Fakt und Fiktion: Teil 2

Im August-Newsletter ging es um das betrübliche Fehlen von „hot jupiters“ in 47 Tucanae. Eine Metallmangelerscheinung? „Hot jupiters“ sind Riesenplaneten, die ihrem Stern sehr nahe stehen. „Bei uns“, d. h. in der galaktischen Scheibe, sind sie gar nicht so selten. Als Träger von Leben sind sie zwar ungeeignet, weil viel zu heiß, aber ihr Fehlen, es könnte auf das Fehlen von Planeten überhaupt hindeuten. „Metalle“ sind generell wichtig, nicht bloß Rohstoff. Sie sind das „Salz“ in der kosmischen Suppe. Nehmen wir ihre Funktion als Kühlmittel. Es sind die „Verunreinigungen“, die Wärme dort entfernen, wo diese die kosmische Strukturbildung behindert. Kaltes Wasserstoffgas beispielsweise ist kaum in der Lage, Wärme an die kosmische Leere abzugeben. Dazu ist das H₂-Molekül zu symmetrisch. Wie wichtig Kühlung ist, soll das Folgende illustrieren. Nehmen Sie eine kalte Kugel aus H₂-Gas. Der Innendruck spielt keine Rolle. Da die Schwerkraft unter diesen Umständen allein das Sagen hat, sollte das Gebilde mir nichts, dir nichts

in sich zusammenfallen. Weit gefehlt. Wir haben die Thermodynamik unterschätzt. Das Gebilde beginnt tatsächlich zu fallen, anfänglich. Die Absicht ist unverkennbar, aber nur so lange, bis sich der Durchmesser der Anfangskugel halbiert hat. Verdichtung setzt Wärme frei, Kompressionswärme. Das Gas erhitzt sich, der Innendruck steigt, und das war's dann auch schon. Mehr als eine Verdichtung um das Achtfache ist bei kugelsymmetrischen Kollaps (und einem Adiabatenindex oberhalb von $4/3$) nicht drin. Damit es weiter geht – die Sonne hat nur ein Zehnmillionstel (!) des Durchmessers der protostellaren Wolke, aus der sie vor $4\frac{1}{2}$ Milliarden Jahren hervorgegangen ist – muss die Kompressionswärme raus. Das nun besorgen die schweren Elemente, die „Metalle“, insbesondere kosmischer Staub. (Würde der Kosmos nicht expandieren, nützte selbst dies nichts, weil die Umgebungstemperatur anstiege! Expansion sorgt für Abkühlung.) Eine weitere Barriere gilt es zu überwinden: die Drehimpulserhaltung. Beim Abtransport von störendem Drehimpuls sind Magnetfelder behilflich. Damit diese selbst in kalter Materie fußfassen, sind freie Elektronen vonnöten. Elektronenspender sind wer? – Metalle natürlich. Diesmal richtige Metalle wie Kalium. Sie sehen, es ist gar nicht so einfach, Sterne und Planeten zu machen, wenn nicht rußende Riesensterne und eisenspuckende Supernovae das Universum bereits ein wenig „verschmutzt“ hätten. So viel zum Segen der „kosmischen Umweltverschmutzung“.

Ich will Sie nicht länger auf die Folter spannen. Ihnen steht der Sinn nach wilden Spekulationen: Also, wie steht's mit dem Leben im galaktischen Halo, außerhalb der Sternenscheibe? Kugelsternhaufen sind steinalt. Das Leben dort könnte dem unsrigen um einiges voraus sein, falls es denn dazu kam.

Geht's um Leben im Weltall, sind Astronomen hoffnungslos optimistisch. Sie haben allen Grund dazu, haben sie doch eine Unzahl von Sternen (hoffentlich mit nicht allzu heißen Planeten) in einem immer geräumiger werdenden Kosmos auf ihrer Seite. Selbst das Unwahrscheinlichste tritt unter diesen Umständen mit Gewissheit ein, und das nicht nur einmal. Biologen, insbesondere prominente, sehen das anders. Sie, die Fachleute in den Dingen des Lebens, verweisen auf die vielen abgeknickten Äste am Stammbaum, das Kommen und Gehen der Arten, und halten das Auftreten des Jetztmenschen für einen unwahrscheinlichen (Un)Glücksfall. Der Mensch ist ja nicht das Ziel in einem Schöpfungsplan – den gibt es nicht –, sondern nur eine Unmöglichkeit unter unzählig anderen Unmöglichkeiten, flüchtigen. Irgendwas geschieht halt, notgedrungen das Unwahrscheinliche. Was Leben *ist*,

wird sich uns wohl erst erschließen, halten wir ein extra-terrestrisches Beispiel in den Händen. Ich wüsste selbst nur zu gerne, ob bei vergleichbaren Voraussetzungen Vergleichbares geschieht, oder sich Natur neugierig Neues einfallen lässt.

Wie immer, wenn das Denken nicht durch Fakten in Schranken gewiesen wird, verrät das Ergebnis solchen Überlegens viel über den Denker und wenig über den Gegenstand seines Nachdenkens. Fehlt der Widerstand, fühlt sich das Vorurteil bestärkt. Wir lernen ja nur, indem wir scheitern. Und das ist hier ausgeschlossen. Ist das schlimm, wenn wir unweigerlich bei der soziologischen Frage landen, wer *wir* sind? Auf den Punkt gebracht: Glauben Sie, der Mensch hat eine *kosmische* Perspektive? Falls für Sie von vornherein klar ist, dass *unsere* High-Tech-Zivilisation binnen kurzem den Löffel abgibt, können Sie sich kaum ernsthaft der Vorstellung von irgendwelchen Superzivilisationen in 47 Tuc oder anderswo hingeben.

Wo der Mensch sich selbst einordnet, hat sich im Laufe der Jahrhunderte gewandelt. Einst fühlte er sich Gott nahe, und Eden war Spielwiese und Mitte. Die Erkenntnis hat ihn seither immer mal wieder vertrieben, erst aus dem Garten, dann aus der Mitte, schließlich musste er sich damit abfinden, lax formuliert, vom Affen abzustammen. (Die genetische Übereinstimmung mit dem Schimpanse soll bei 99% liegen! Was doch nur bedeuten kann, dass da noch anderes im Spiel ist ...) Nächstens wird er sich sicherlich noch den freien Willen absprechen. Seine Entzauberung und Säkularisierung hat ihm im Übrigen gut getan, ging sie doch einher mit einem enormen Zugewinn an Fähig- und Fertigkeiten. Herauszufinden, dass man nichts Besonderes ist, ist schon etwas Besonderes. Immerhin, dank seiner wurde den Schichten des Seins, der anorganischen Welt, der organischen, eine „feinstoffliche“ aufgesetzt, zumindest hienieden, zumindest temporär: eine geistig-kulturelle. (So eine Seinsschicht ist etwas, was sich nicht restlos auf die nächsttiefere zurückführen lässt. Sie hat ihre eigenen Hervorbringungen und folgt eigenen Gesetzen, ohne die der darunter liegenden primitiveren, aber tragenden Schichten zu verletzen.) Die chemischen Spielchen zwischen Somatik und Genetik sind seit Tausenden von Jahren durch millionenfach schnellere Gedankenspielchen in den Hintergrund gedrängt, will sagen, wir haben den Planeten „kultiviert“! (Da schwingt kein ironischer Unterton mit: Der Erde Landschaft ist halt eine andere geworden, als sie einst war. Der Wandel hat lediglich eine schnellere Gangart eingelegt.) Worauf „Natur“ in ihrer Einfalt nie gekommen

ist, die Erfindung des Rades, für den kreisenden Gedanken war es ein Klacks.

Die Frage, um die es geht, lautet schlicht: Wird das so weitergehen, eine Milliarde Jahre, zwei? Macher, Wachstumsanbeter, glauben an Expansion. „Flucht nach vorn“ heißt die Devise, „denn Bleiben ist nirgends“. Wir haben uns die Erde untertan gemacht, lasset uns nun der Sterne bemächtigen, der Galaxis! Das klingt folgerichtig und wäre sogar machbar. Technisch spricht ernstlich nichts dagegen. Es gibt kein Naturgesetz, das interstellare Reisen verböte. Interessanterweise ließe sich die Kolonisierung der Galaxis in wenigen Dutzend Millionen Jahren bewerkstelligen, selbst mit lahmen, d. h. nicht-relativistischen Raumschiffen. Wem das zu teuer ist, der könnte sog. Dyson-Sphären basteln, und das Licht ganzer Sonnen für sich nutzbar machen.

Doch was macht man danach? So eine angebrochene Jahrtausende ist eine verdammt lange Zeit, und irgendwann ist alles erforscht und alles gesagt. (Andere sehen das allerdings anders!) Aber das ist nun wirklich nicht mehr mein Bier, darüber zu grübeln, womit *die* ihre Tage ausfüllen. Vielleicht hält man ja auch noch weitere Seinsschichten bereit, Oberschichten jenseits des uns Fassbaren? Da bleibt mir nur noch mit Schiller zu resignieren: „Kühne Seglerin, Phantasie, wirf ein mutloses Anker hie“.

Gegen derartige Allmachtsphantasien sind Einwände erhoben worden. Zwei seien genannt:

Wäre höheres Leben allgegenwärtig und der Expansionsdrang übermächtig, sollten die Leute von 47 Tuc, wer oder was sie auch seien, schon längst hier gewesen sein und ein Zeichen hinterlassen haben! Zumindest melden hätten sie sich können. Zeit genug hatten sie. Doch für all das gibt es keinen Beleg. Statt dessen „Große Stille“, überall. Ergo, es gibt sie nicht, und wir sind allein auf weiter Flur. Diese Schlussfolgerung wird dem Kernphysiker Enrico Fermi zugeschrieben. Zwar ist die „Abwesenheit eines Beweises nicht der Beweis für Abwesenheit“, wie es der Astronom Royal Sir Martin Rees in einem Bonmot ausgedrückt hat, dennoch stellt das famos-infame Fermische Paradoxon eine harte Nuss dar. Auf Lösungsansätze kann ich hier unmöglich eingehen. Einen Ausweg, den, dass man uns geflissentlich übersieht – vielleicht wegen der peinlichen Qualität unserer Fernsehprogramme, so ein Kommunikationsforscher – oder uns aus ethischen Überlegungen, die der menschlichen Rasse fremd wären, in Ruhe lässt, hatte ich in den August-Newsletter eingearbeitet.

Jetzt sind Sie enttäuscht? Na gut, einen Lösungsvorschlag werd' ich zum besten geben, selbstredend einen astronomischen. Wie wir wissen, kracht es ein paar Mal am Tag in irgendeinem Winkel des Universums. Die Rede ist von den schrecklichen γ -Blitzen, den gewaltigsten Detonationen im Kosmos überhaupt, vom Urknall abgesehen. Aller paar hundert Millionen Jahre trifft es jede Spiralgalaxie. Ein γ -Blitz von wenigen Sekunden Dauer *sterilisiert* einen Großteil der Galaxie. Das Leben, sofern es die schützenden Gewässer verlassen hatte, muss wieder von vorn beginnen. Die Uhren der Evolution werden zurückgestellt. Vor Jahrmilliarden waren diese tödlichen Blitze häufiger als heute, was erklärte, warum es keine uralten Zivilisationen im Kosmos geben kann?

Dann hat die Wahrscheinlichkeitsrechnung etwas gegen uns. Ihr Spruch, die Zukunft des Menschentums betreffend, lautet lakonisch: *Es gibt euch erst seit kurzem!* Ja, wären wir bereits eine Jahrmilliarde am Werken, würde nichts gegen eine weitere sprechen. Dem ist aber nicht so. *Homo sapiens* macht erst seit wenigen hunderttausend Jahren von sich reden. Wie's scheint ein Produkt des jüngeren Quartärs, der Eiszeit. Er war wohl der cleverste. (Setzen wir die bisherige Erdgeschichte gleich einem Tag, ist der Mensch drei Minuten vor Mitternacht aufgetaucht!) Sie wünschen Zahlen? Bitte! Ein „Ding“ währt mit 95% Wahrscheinlichkeit noch mindestens 1/39 seines derzeitigen Alters, aber nicht mehr als das 39fache, vorausgesetzt Sie, als „intelligenter Beobachter“, der Sie sich für des „Dinges“ Dauer interessieren, haben kein persönliches Interesse daran und legen nicht etwa Hand an, indem sie beispielsweise zum Bombenleger werden. Das ist die quantitative Fassung der Binsenweisheit, wonach noch lange währen wird, was bereits lange gut gegangen ist. Die Pyramiden gibt es noch in Jahrhunderten, und die Menschheit? Nach einer Rechnung, die der Astrophysiker J. Richard Gott 1993 in *Nature* aufgemacht hat, dürfte sie noch wenigstens 5100 Jahre vor sich haben, aber nicht mehr als acht Millionen. Und das mit einer Wahrscheinlichkeit von 95%. Die acht Millionen scheinen bereits hochgegriffen. Säugetierarten schaffen es im Mittel gerade mal auf zwei Millionen Jahre. Aber was ist das alles verglichen mit dem Weltalter? Kein Promille! Von kosmischer Perspektive keine Spur. *Das Ding* ist einfach 'ne Nummer zu groß!

An der „39“ des Dr. Gott ist nichts Geheimnisvolles. In 95 von 100 Fällen, wo Sie zufällig daherkommen und auf etwas stoßen, hat dieses Etwas logischerweise wenigstens 2,5% seines Daseins bereits hinter sich und mindestens

2,5% noch vor sich. Seine Restlebensdauer ist maximal das $(100 - 2,5)/2,5$ -fache seines Alters, minimal der Kehrwert davon. Daher die „39“. Bei einem Prozent Irrtumswahrscheinlichkeit kämen Sie auf die „199“. Die Spanne wird größer, kein Wunder, Sie wollen doch auf Nummer sicher gehen. Ihm sei, so Richard Gott, diese Überlegung 1969 in Berlin beim Anblick der Mauer gekommen. Er habe sich gefragt, wie lange die wohl stehen wird. Schon die 3er-Regel traf zu! In 50% aller Fälle existiert ein Ding höchstens noch das 3fache seines jetzigen Alters.

Kann man etwas gegen die „39“ unternehmen? Aber klar! „Die Logik ist zwar unerschütterlich, aber einem Menschen, der leben will, widersteht sie nicht“. An dieses Kafka-Wort musste ich denken. Man muss ja nicht den Dingen teilnahmslos ihren Lauf lassen, nicht den guten Kopernikaner hervorkehren, der keinerlei Sonderstatus in der Zeit für sich beansprucht. Man könnte ja aus der Rolle des Zuschauers fallen und etwas Bemerkenswertes *tun*, beispielsweise vorsorglich, durch Raumfahrt, Geo- und Gentechnologie oder weiß der Teufel was, etwas vom Menschen über die Zeiten zu retten versuchen, damit dieser brüchigste aller Äste bestehen bleibt und weiterhin Blüten treibt, biologische oder postbiologische. Wird sich also alsbald der „intelligente Beobachter“ aufraffen und über seine Unerheblichkeit erheben? Ich meine nicht. Die demokratischen Strukturen in unserer Gesellschaft werden so etwas (hoffentlich) zu verhindern wissen, und wir wohl eines nicht so fernen Tages an der „39“ scheitern oder schon an ihrem Kehrwert, was in der Ordnung wäre. (Damit kein falscher Eindruck entsteht: Ich bin kein Fortschritts- oder Technikfreak. Ich mag weder in der Nähe eines Kernkraftwerkes leben noch GM Food. In ein Raumschiff bekäme mich auch niemand hinein. Demokratie wie Naturschutz finde ich gut ... Aber man sollte m. E. stets auch die *Kehrseite* der Medaille im Auge behalten.)

Das waren sie, Gedanken in einer Tropennacht und mit Blick auf 47 Tuc.

Nachtrag. Bevor Sie böse Briefe an den Herrn Gott schreiben: Er hat selbst gemerkt, dass an der Art und Weise, wie er die 39er-Regel auf das Menschengeschlecht angewandt hat, etwas faul ist. Heutzutage gibt es nämlich deutlich mehr „intelligente Beobachter“ als, sagen wir, vor 2000 Jahren. Folgerichtig hat er die Regel in dem gleichen *Nature*-artikel auf die Geburtenabfolge bezogen, nicht auf die Zeit als solche. Was dabei herauskommt, gibt zu denken. Doch der Reihe nach. Ja, wir reihen die ganze Menschheit auf, zählen sie durch, die bereits geborenen wie die zukünftigen. Die Chance, weder zu den „ersten Menschen“, den ersten 2,5% der Menschenschlange, noch zu den

„letzten Menschen“, den letzten 2,5%, zu gehören, ist logischerweise 95%. Also werden, mit 95% Wahrscheinlichkeit, mindestens noch $1/39$ der bisherigen Menschheit geboren, aber nicht mehr als das 39fache. Eine galaktische Zukunft, eine „unter den Sternen“, die uns Erdlinge nicht in den Rang von Stammvätern und Vorkämpfern erhebt, hieße, die maximal zulässigen drei Billionen Menschenkinder umsichtig auf, sagen wir, eine Milliarde Jahre zu „strecken“. Mit einer Weltbevölkerung von wenigen Hunderttausend gelänge dies sogar. Die paar „Hanseln“ könnten aber unmöglich einen Landstrich kolonisieren, geschweige dann eine ganze Galaxie.

Was weit mehr schockiert: Um $1/39$ hinzuzugewinnen braucht es zwölf Jahre! Es ist problematisch, aber völlig normal, in einer Zeit zu leben, wo die Anzahl der Lebenden sich anschickt, die der Toten zu übertreffen.