

## Liebe Leserin, lieber Leser,

auch Ideen haben ihre Geburtstage, nicht nur deren Schöpfer.

Vor 60 Jahren, am 3. Juni 1960, erblickte die Dyson-Sphäre als eine Eine-Seite-Publikation<sup>1</sup> das Licht der gelehrten Welt. Davon überzeugt, der Energiehungers der Menschheit wachse unausweichlich, entwarf der theoretische Physiker und Visionär Freeman Dyson (1923–2020) das Bild einer technisch fortgeschrittenen Zivilisation, welcher fast die gesamte Strahlungsleistung ihres Muttersterns zur Arbeitsverrichtung zur Verfügung steht. Eine solche Zivilisation verriete sich, da Energie nicht verschwindet, durch ihre Abwärme. Die entwertete Energie entwiche als Wärmestrahlung ins All. Im April war bereits von dieser untrüglichen Nachweismethode für Superzivilisationen die Rede gewesen. Bisher konnten kosmische Infrarotstrahler allerdings noch stets ohne Rückgriff auf technische Megakonstruktionen erklärt werden. Meist handelt es sich um entstehende Sterne. Die Suche nach Aliens, Außerirdischen, sie verlief bisher jedenfalls erfolglos.

Nicht so auf und in der Erde! Wie schon 1866 Ernst Haeckel (1834–1919) wusste, gibt es mehr als Pflanzen und Tiere – Mikroben! (Die Einzeller zählen weder zum Pflanzen- noch zum Tierreich.) Haben Sie von der Drei-Domänen-Lehre der Biosystematiker gehört? Sie geht auf den Mikrobiologen und Evolutionsforscher Carl Richard Woese (1928–2012) zurück und wurde exakt vor 30 Jahren aus der Taufe gehoben. Danach ist der irdische „Lebensbaum“ an seiner Basis dreigeteilt: Zu den (kernlosen) Bakterien und den Ein- bzw. Mehrzellern mit echtem Zellkern (Eukaryo[n]ten) gesellten sich die ebenfalls kernlosen Archaeen. Letztere waren durch ihre Vorliebe für extreme Lebensumstände aufgefallen. Man stieß 1979 auf diese „Aliens“ in heißen Quellen und bei unterseeischen Vulkanschloten der mittelozeanischen Rücken, den *black smokers*, wo „normales“ Leben nicht gedeiht. Neben hitzeliiebenden Extremophilen (über 80°C) gibt es welche, die extreme pH-Werte oder Salzkonzentrationen bevorzugen. Aber sie kommen überall vor. Übrigens auch im Darm von Erwachsenen. (Sie sind keine Krankheitserreger.) Auf der molekularen Ebene, der genetischen, sollen sie den (bekernten) Eukaryoten näher

---

<sup>1</sup>„Search for Artificial Stellar Sources of Infra-Red Radiation“ in Science 131(1960)1667

stehen als den Bakterien. Vielleicht handelt es sich um die Nachfahren der Erstbesiedler der Erde.

Im Mai-Newsletter ging es um die Verletzung der Rechts-Links-Symmetrie. Wir bleiben noch ein wenig bei den „Aliens der Teilchenphysik“, den Neutrinos mit ihrem ausgeprägten Linksdrall. Inzwischen befasst sich eine spezielle Sparte der Astrophysik mit ihnen, die Neutrinoastronomie. Neutrinoastronomen haben jederzeit den gesamten Himmel im Blick, und Jahreszeiten kennen sie auch nicht.

Wie wär's mit einem Ausflug zum Südpol?

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Juni

Anfang Juni ist Merkur in der Abenddämmerung sichtbar. Am 4. Juni erreicht er mit  $24^\circ$  den maximalen Winkelabstand zur Sonne, die größte östliche Elongation.

Venus wechselt am 3. Juni die Sonnenseite. Zur Zeit der unteren Konjunktion kommt sie der Erde zwar mit 43 Millionen Kilometern recht nahe, gegen die Helle der Sonne aber kommt sie nicht an. Noch in diesem Monat taucht sie westlich der Sonne als Morgenstern auf. Am 19. Juni wird Venus für 50 Minuten vom Mond bedeckt – natürlich am helllichten Tage.

Während Mars erst nach der (MEZ-)Mitternacht aufgeht, sind Jupiter und Saturn bereits kurz nach dem Ende der Abenddämmerung im Südosten sichtbar. Die beiden Riesenplaneten befinden sich bereits in der Oppositionslaune, d. h. sie bewegen sich bezüglich der Sterne rückläufig, also im Uhrzeigersinn.

Von den beiden Finsternissen – eine Halbschattenfinsternis des Mondes am 5. Juni und eine ringförmige Sonnenfinsternis am 21. Juni – ist bei uns nur das Ende der unspektakulären Mondfinsternis sichtbar.

Der astronomische Sommer beginnt am 20. Juni 23:44 MESZ. Die gesamte nördliche Polarkalotte, alle Gebiete jenseits des nördlichen Polarkreises, bekommen zu diesem Zeitpunkt Sonne ab.

## „Texas“ liegt im Orion

Am 22. September 2017, kurz vor 22 Uhr MEZ, löste ein unterm Südpol vergrabener Neutrinodetektor der US-amerikanischen Amundsen-Scott-Station automatisch binnen einer Minute einen weltweiten Alarm aus. An den Verteiler angeschlossene Observatorien richteten ihre Teleskope auf die Gegend westlich von Bellatrix ( $\gamma$  Orionis), den linken Schulterstern des Orion. Dutzende Teleskope, auf der Erde wie im All, waren an dieser „konzertierten Aktion“ auf allen Kanälen des elektromagnetischen Spektrums beteiligt.

Was war geschehen? Ein  $300 \text{ TeV}^2$  Myon-Neutrino hatte den siebten Kontinent südlich von Australien betreten und schnurstracks die gut Tausend Kilometer zum geographischen Südpol zurückgelegt, wo es – Welch unglaublicher Zufall – im ewigen Eis auf einen Atomkern stieß und ein schweres Elektron, ein Myon, gebar. Das Myon wiederum, schneller als Licht das Eis durchgehend – die Lichtgeschwindigkeit beträgt im Eis gerade mal  $230\,000 \text{ km/s}$  –, hatte eine kegelförmige Stoßwelle<sup>3</sup> aus Licht (Tscherenkow-Strahlung) hinter sich hergeschleppt. Die Bahn des Myons durchs klare Eis wurde  $3 \mu\text{s}$  lang von einem Netzwerk aus über 5000 Sensoren des Kubikkilometergroßen IceCube-Detektors, gelegen in  $1 \frac{1}{2}$  bis  $2 \frac{1}{2}$  km Tiefe, akribisch verfolgt, woraus die Anflugrichtung des Myon-Neutrinos auf ein halbes Grad genau rekonstruiert werden konnte. Wie die Neutrino-Jäger im Nachhinein beim Stöbern in den Archiven herausfanden, waren zwischen September 2014 und März 2015 schon einmal ein Dutzend<sup>4</sup> Neutrinos, allerdings geringerer Energie, aus der gleichen Himmelsgegend registriert worden.

Des Myons Halbwertszeit beträgt nur  $1,5 \mu\text{s}$ . Anderthalb Mikrolichtsekunden entsprechen eine Strecke von einem halben Kilometer. Dass so ein Myon trotzdem viele Kilometer schafft, bevor es zerfällt, ist der relativistischen Zeitdilatation geschuldet. Für ein nahezu lichtschnelles Teilchen gilt eine langsamere Zeitrechnung.

Tatsächlich haust in der fraglichen Orion-Region ein Blazar. Das ist ein aktiver Galaxienkern, eine Art Quasar, dessen Symmetrieachse<sup>5</sup> zufällig auf uns zu weist. Zum fraglichen Zeitpunkt gab die „Texas-Quelle“ TXS<sup>6</sup> 0506+056

---

<sup>2</sup> $3 \cdot 10^{14} \text{ eV} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ J}$ . Daraus ließen sich 300 000 Protonen herstellen!

<sup>3</sup>Das akustische Pendant ist die Kopfwelle, die von einem Flugkörper ausgeht, der sich mit Überschallgeschwindigkeit bewegt. Der Durchgang der Stoßwelle wird als Überschallknall wahrgenommen.

<sup>4</sup> $13 \pm 5$

<sup>5</sup>vermutlich die Rotationsachse des super-massereichen schwarzen Lochs

<sup>6</sup>„TXS“ steht für *Texas Survey of radio sources*. Die Koordinatenangabe, 5 h 6 min und

verstärkt elektromagnetische Strahlung ab, insbesondere im  $\gamma$ -Strahlen-Bereich. Flares sind an sich nicht ungewöhnlich. Erst durch das Neutrinoereignis IceCube-170922A geriet der  $\gamma$ -Ausbruch in den Fokus öffentlichen Interesses. Alles deutet darauf hin, dass das Myon-Neutrino direkt von dort kam und nicht erst in der Erdatmosphäre durch ein hochenergetisches Teilchen der kosmischen Strahlung erzeugt worden war.

Bei dem Blazar TXS 0506+056 handelt es sich – glaubt man den Ausführungen der Forscher – um die dritte Quelle außerirdischer Neutrinos, welche namhaft gemacht werden konnte. Ihre Neutrinoleuchtkraft könnte noch ihre  $\gamma$ -Leuchtkraft übertreffen. Im Falle von Sonne und der Supernova SN 1987A waren die Neutrinos niederenergetisch. Der Nachweis hochenergetischer Neutrinos von einem 3,7 Milliarden Lichtjahre entfernten Galaxiekern wirft auch Licht auf die Herkunft kosmischer Strahlung<sup>7</sup> extrem hoher Energie.

Ein aktiver Galaxienkern/Quasar kündigt von einem, sagen wir,  $10^8$ -Sonnenmassen-Loch im Zentrum einer Galaxie. Das Loch verträgt nur drehimpulsfreie „Kost“. Zur Zubereitung dient eine differentiell rotierende Akkretionsscheibe. In ihr wird mittels magnetischer Felder Drehimpuls nach außen abtransportiert. Im Gegenzug strömt drehimpulsbefreite Materie nach innen, zum schwarzen Loch. Infolge von Reibung glüht die Scheibe, was weithin sichtbar ist. Verbunden mit dem Materie-Konsum ist kurioserweise ein (magneto-hydrodynamisch getriebener) Materie-Ausstoß senkrecht zur Akkretionsscheibe (bzw. entlang der Rotationsachse des schwarzen Lochs): Man beobachtet zwei entgegengesetzte relativistische Jets. Im Falle eines Blazars zeigt einer dieser nahezu lichtschnellen Auswürfe zufällig auf den Betrachter! Man schaut sozusagen direkt in die Mündung der kosmischen Kanone, die jede Menge hochenergetischer Teilchen ausspeit – darunter Neutrinos.

„Blazar“ leitet sich her von BL-Lacertae-Objekt und soll an „Quasar“ erinnern. Namensgeber ist BL Lacertae. Das ist die Bezeichnung für einen veränderlichen Stern. Wie sich 1968 herausstellte, handelt es sich aber keineswegs um einen irregulären Veränderlichen 13. bis 17. Größe aus unserer galaktischen Nachbarschaft, sondern um etwas Nicht-stellares, eine Radioquelle. 1973 maß man die Rotverschiebung des umgebenden Nebelchens. BL Lac entfernt sich danach mit 7% der Lichtgeschwindigkeit von uns. Wir sehen den hellen punktförmigen Kern einer weit entfernten „aktiven“ Galaxie, dessen optische Helligkeit *innen Tagen* um Größenklassen schwankt. Die glänzende Karriere seines „Veränderlichen“ hat Cuno Hoffmeister (geb. 1892), der nahe-

---

+5,6° weist auf den nördlichen Teil des Sternbilds Orion hin, der vom Südpol aus knapp unterhalb des Horizonts liegt. Die Radioquelle war 1983 entdeckt worden.

<sup>7</sup>Es handelt sich um elektrisch geladene Partikeln, zumeist Protonen und  $\alpha$ -Teilchen. Da diese von Magnetfeldern, intergalaktischen und galaktischen, abgelenkt werden, lässt sich aus der Einfallsrichtung nicht mehr auf den Herkunftsort am Himmel schließen.

zu 10 000 Veränderliche entdeckte, nicht mehr erlebt. Er starb am 2. Januar 1968 in Sonneberg. BL Lac war 1929 von Hoffmeister fotografisch aufgefunden worden. Das unscheinbare Sternbild Lacerta (Eidechse) erstreckt sich zwischen Schwan und Andromeda.