

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

diesmal geht's um Helium. Für den Chemiker bloß ein langweiliges Edelgas, das leichteste, begeistert es Physiker und Kosmologen. In Mendeleevs Periodensystem von 1869 tauchte die VIII. Hauptgruppe noch nicht auf. Edelgase haben vollzählige Elektronenhüllen und deshalb kein Verlangen, sich mit sich selbst oder gar mit anderen<sup>1</sup> einzulassen. Sie werden deshalb als Schutzgase verwendet. Für den Tieftemperatur<sup>2</sup>- wie den Astrophysiker hingegen ist Helium etwas Besonderes. Helium, genauer  ${}^4\text{He}$ , ist nicht nur das zweite Element im Periodensystem, es ist auch das zweithäufigste im Universum. In ihm<sup>3</sup> konnten die Neutronen der Schöpfungsfrühe, jene aus der heißen Anfangsphase des Universums, Jahrmilliarden überdauern. Ein freies Neutron zerfällt in der Regel binnen einer Viertelstunde in ein Proton. Das mag dem Neutron unendlich lang vorkommen, ist aber kosmologisch gesehen unendlich kurz. Der gesamte Heliumvorrat des Universums muss aus den ersten Minuten stammen! Der erste Schöpfungstag dauerte Minuten nur! Namenspatron war kein Heiliger, sondern ein Gott: Helios. Und das aus gutem Grund: Helium ward auf der Sonne entdeckt, vor 150 Jahren, am 18.08.1868, bei einer totalen Sonnenfinsternis.

Gleich mehrfach hat sich ein russisch-amerikanischer Physiker um das Helium verdient gemacht: George Gamow (1904–1968). Er starb vor einem halben Jahrhundert, am 19. August 1968, in Boulder (Colorado). 1928 erklärte er (in Göttingen) den  $\alpha$ -Zerfall mittels des quantenmechanischen Tunneleffekts, und damit die Entstehung irdischen Heliums beim radioaktiven Zerfall von Uran.  $\alpha$ -Teilchen sind Heliumatomkerne. 1949 erklärte er die Herkunft des himmlischen Heliums. Zuvor musste er die Idee vom heißen Urknall kreieren. Das war 1947. Als man 1965 zufällig die Hintergrundstrahlung fand, die 3-Kelvin-Strahlung, war man trotzdem überrascht. Der Urknall war

---

<sup>1</sup>Helium (He) ist derart nobel, dass bis 2017 keine einzige Verbindung bekannt war.

<sup>2</sup>Das Phasendiagramm von  ${}^4\text{He}$  ist ungewöhnlich: Helium bleibt, sofern der Druck 25 atm nicht übersteigt, selbst am absoluten Nullpunkt flüssig – ein Quanteneffekt.

<sup>3</sup>Schwerer Wasserstoff ( ${}^2\text{H}$ ), genannt Deuterium, und  ${}^3\text{He}$ , die zumindest ein Neutron binden, kommen nur in Spuren vor.

tatsächlich, wie von Gamov geweissagt, heiß gewesen. Inzwischen hat sich die Hitze von damals expansionsbedingt auf 2,7 K abgekühlt.

In der Molekulargenetik äußerte er als erster die Vermutung, die Erbinformation sei in Nucleotid-Triplets der DNA codiert. Wie Aminosäuren, die Eiweißbausteine, in der DNA codiert sind, beschäftigte die kreativsten Köpfe, nachdem 1953 bei Röntgenstreuexperimenten die Schraubenstruktur der DNA – die Doppelhelix – durch James Watson (geb. 1928) und Francis Crick (1916–2004) aufgeklärt werden konnte. Gamow war Mitglied des „RNA-Krawatten-Clubs“. Die Mitgliederanzahl war auf 20 beschränkt, der Anzahl natürlicher eiweißbildender Aminosäuren (eigentlich 21). Gamow stand für das Alanin. Er soll auch das Design der Binder entworfen haben.

Vor zwanzig Jahren bekam der womöglich wichtigste „Stoff“ einen passenden Namen verpasst. Michael Turner (geb. 1949), ein Fachmann in Sachen frühes Universum, kreierte den Terminus technicus „dunkle Energie“.

Vor gut zehn Monaten, am 22. September 2017, kurz vor 22 Uhr MEZ, stoppte die Erde ein 290-TeV-Neutrino aus dem Zentrum einer vier Milliarden Lichtjahre entfernten Galaxie. Das Gespensterteilchen, das lichtjahrestarke Bleimauern wie nichts durcheilte, erzeugte bei einem Zusammenprall ein Myon, dessen weiterer Weg vom Ice-Cube-Detector in der Nähe des Südpols aufgezeichnet wurde. Die rückwärtige Verlängerung der Myonspur zeigte auf einen Blazar im Sternbild Orion. In Aufzeichnungen aus den Jahren 2014 und 2015 stieß man auf weitere Spuren, die von der gleichen Quelle stammten. Ein Blazar ist ein Quasar, dessen Auswurf (Jet) zufällig auf uns zu weist. Wir schauen sozusagen in den Schlund der Kanone, die lichtschnelle Teilchen in den Weltenraum schleudert.

Den ersten extragalaktischen „Jet“ bemerkte vor 100 Jahren auf einer kurzbelichteten Aufnahme von M 87 (NGC 4486) Heber Doust Curtis (1872–1942) von der Lick-Sternwarte. Vom Zentrum der Virgo-Galaxie ginge ein „sonderbarer gerader Strahl“ aus, so die Randbemerkung im Tätigkeitsbericht.

Eine unterhaltsame Lektüre wünscht

Hans-Erich Fröhlich

## **Der Himmel im August**

Mitte des Monats ist Venus halb zu sehen. Kurz darauf, am 17. August, erreicht sie mit 46° ihre diesmalige größte östliche Elongation, d. h. den ma-

ximalen Winkelabstand zur Sonne. An Helligkeit legt sie zu.

Wem die Morgenstunde mehr zusagt: Der Merkur offeriert Ende des Monats eine kurze Phase der Morgensichtbarkeit. Am 26. des Monats erreicht er mit über  $18^\circ$  seine größte westliche Elongation. Er steht  $1\frac{1}{2}$  Stunden vor der Sonne auf. Am 28. ist er halb zu sehen.

Der Mars verlagert seinen Auftritt in die erste Nachthälfte. Ende des Monats geht er bereits  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach der MEZ-Mitternacht unter. Seine Oppositionsphase endet am 28. August mit dem Stillstand bezüglich der Sterne. Danach geht's rechtläufig durch den Steinbock weiter.

Jupiter verabschiedet sich allmählich und geht am Monatsende bereits um 22 Uhr 23 MESZ unter. Saturn folgt ihm im Abstand von  $1\frac{1}{2}$  Stunden.

Die partielle Sonnenfinsternis am 11. August ist in Mitteleuropa unsichtbar. Perseidenzeit! Das Maximum an Sternschnuppenaktivität wird am 12./13. August erwartet.

## Helium

1859 hatten Gustav Kirchhoff (1824–1887) und Robert Bunsen (1811–1899) großes entdeckt: Man kann anhand der dunklen Linien im Spektrum der Sterne deren chemische Zusammensetzung bestimmen. Der heißen Flamme eines Bunsenbrenners ausgesetzt, leuchteten die entsprechenden Atomarten an genau jenen Stellen des Spektrums, wo sich bei der Sonne und den Sternen die dunklen Linien befinden. Die Astrophysik ward geboren! Hatte man sich zuvor für die Örter der Sterne am Himmel und ihre Ortsveränderung interessiert gehabt, standen nun Sonne und Sterne selbst im Fokus<sup>4</sup> der Forschung. Naturgemäß fällt es schwer, Elemente auf der Sonne nachzuweisen, die auch in der Erdatmosphäre vorkommen. Das Sonnenlicht muss ja durch die irdische Gashülle hindurch, bevor es das Spektroskop des Astronomen erreicht. Dabei werden dem Sonnenspektrum sog. tellurische Linien aufgeprägt, welche nichts mit der Sonne zu tun haben. Der französische Sonnenforscher Pierre Jules Janssen (1824–1907) – er hatte 1862 den Begriff „tellurische Linien“ eingeführt – wollte spektroskopisch Sauerstoff in der Sonnenatmosphäre nachweisen. Eine gute Gelegenheit dazu bot die Sonnenfinsternis vom 18. August 1868, die Janssen von Guntur in Vorderindien aus verfolgte. Just

---

<sup>4</sup>In Deutschland wurde 1874 die erste *a s t r o p h y s i k a l i s c h e* Einrichtung, das Astrophysikalische Observatorium Potsdam (AOP), gegründet.

in dem Augenblick, wo die gleißende Sonnenscheibe vom Mond abgedeckt wird, kann man für einen kurzen Moment das Glühen der äußeren Sonnenatmosphäre, der Chromosphäre, und – falls vorhanden – rötlich leuchtende Protuberanzen bewundern. Janssen wollte das sog. Flash-Spektrum mit dem Spektroskop analysieren. Neben bekannten Emissionslinien fiel Janssen eine gelbe Linie auf, die zunächst mit Natrium<sup>5</sup> in Verbindung gebracht wurde.

Die solaren Emissionslinien waren derart hell, dass man sie auch tagsüber ohne Sonnenfinsternis, also in Ruhe, sehen sollte, schoss es Janssen durch den Kopf. Tags darauf fand er dies bestätigt. Protuberanzen strahlen hell im rötlichen Lichte der  $H_{\alpha}$ -Linie. Wie sich herausstellte rührt die gelbe Linie bei 587,5 nm,  $D_3$  genannt, nicht vom Natrium her. Sie kündete vielmehr von einem bis dato unbekanntem<sup>6</sup> Element.

Unabhängig von dem Franzosen hatte ein Engländer, Joseph Norman Lockyer (1836-1920) die gleiche glorreiche Idee. Dem Amateurastronomen fielen die Emissionslinien der Chromosphäre und der Protuberanzen auf, und zwar am 20. Oktober 1868. Er prägte daraufhin den Namen „Chromosphäre“ (Farbhülle) für die heiße Gasschicht oberhalb der Photosphäre. In zeitgleichen Schreiben an die Französische Akademie der Wissenschaften zu Paris teilten beide Sonnenforscher ihre spektroskopischen Tagbeobachtungen der Sonne der wissenschaftlichen Welt mit. Die Verdienste Janssens und Lockyers um die Spektralanalyse würdigte die Akademie 1872 mit einer Gedenkmedaille. Sir Joseph Norman steuerte schließlich den passenden Namen für den Sonnenstoff bei: Helium<sup>7</sup>.

Janssen war sehr an hochauflösenden Fotografien der Sonne gelegen. Ihn interessierte die Sonnengranulation. Die hellen Granulen sind aufsteigende heiße Gasballen. Die kleinsten „Körnchen“ auf Janssens Fotos messen 800 km im Durchmesser. Um die Sonne möglichst ungestört zu beobachten, d. h., die Störungen durch die Atmosphäre womöglich zu unterbinden, ließ Janssen 1893 sogar eine Sonnenwarte auf dem Mont Blanc errichten. (Der Ingenieur Gustave Eiffel (1832–1923), ein Freund Janssens, half ihm dabei.) Er soll den Berg sogar zu Fuß erklommen haben. Er war immerhin 69. (Und ein

---

<sup>5</sup>Kochsalz, Natriumchlorid (NaCl), in eine Gasflamme verbracht, macht diese gelb aufleuchten. Kirchhoff hatte die gelbe Natriumlinie mit D bezeichnet. Eigentlich handelt es sich um ein Linienpaar:  $D_1$  (589,6 nm) und  $D_2$  (589,0 nm).

<sup>6</sup>Nicht jede hienieden unbekannte Spektrallinie muss von einem unbekanntem Element herrühren, wie die „Entdeckungen“ *Coronium* (hochionisiertes Eisen) und *Nebulium* (hochverdünnter Sauerstoff) belegen.

<sup>7</sup>Die Endung „-um“ legt eigentlich ein Metall nahe – ein Sonnenmetall.

Abenteurer: Um einer Finsternis 1870 willen, entwich er im Ballon aus dem von den Deutschen belagerten Paris. Die Finsternis fiel leider ins Wasser.)

George Ellery Hale (1868–1938), geboren im Jahr der Sonnenfinsternis von 1868 entwickelte später die Spektroheliographie zur Perfektion. Heutzutage kann man sich täglich Aufnahmen der Sonne im Lichte ausgewählter Spektrallinien, sog. Spektroheliogramme, aus dem Internet herunterladen.

Der Schluss der Helium-Geschichte ist schnell erzählt. Die gelbe D<sub>3</sub>-Line wurde schließlich 1882 doch noch auf Erden gesichtet: von dem Vulkanologen und Meteorologen Luigi Palmieri (1807–1896). Er hatte Lava vom Vesuv einer Spektralanalyse unterzogen.

Den „Sonnenstoff“ 1895 erstmals rein aus einem Uranmineral isoliert zu haben, war das Verdienst von Sir William Ramsay (1852–1916). Dank der Tätigkeit dieses schottischen Chemikers musste das Periodensystem um die Edelgasspalte erweitert werden. Das irdische Helium entsteht beim  $\alpha$ -Zerfall, insbesondere von Uran. Manche Erdgasquellen erwiesen sich reich an Helium, was preiswerte heliumgefüllte Ballone ermöglichte. Das himmlische Helium hingegen, das massenmäßig 24% des baryonischen Stoffs im Universum stellt – jeder 11. Atomkern ist ein Heliumatomkern –, ist Relikt des heißen Urknalls. Aber das wissen wir ja bereits.

Janssen hatte sich mit Vorderindien nicht den Ort maximaler Finsternislänge ausgesucht gehabt. Der lag mit 6 Minuten 47 Sekunden Dauer im Golf von Thailand. Dazwischen kreuzte als Landenge die Malaiische Halbinsel den Pfad des Mondschattens über die Erdkugel. In Siam, dem heutigen Thailand, herrschte damals ein Amateurastronom! König Mongkut<sup>8</sup> (1804–1868) machte aus der Finsternis ein gesellschaftliches Ereignis ersten Ranges mit internationalen Gästen. Gut hat ihm das nicht getan: Er verstarb zwei Monate darauf, an seinem 64. Geburtstag, an Malaria. Die Finsternisparty hatten in einem Moskito-verseuchten Sumpfgebiet stattgefunden gehabt.

Die totale Sonnenfinsternis vom 13. November 2012 ähnelte jener von 1868. Der Grund: Nach jeweils drei Sarosperioden wiederholt sich eine Finsternis unter nahezu gleichen Bedingungen. Eine Sarosperiode misst in der Regel 18 Jahre und 10 1/3 bzw. 11 1/3 Tage, je nach Anzahl der Schaltjahre dazwischen. Sowohl die Finsternis von 1868 wie auch jene von 2012 gehören dem Saroszyklus Nr. 133 an.

---

<sup>8</sup>Das Verhältnis des Königs zu Mrs. Anna Leonowens (1831–1915), der britischen Gouvernante seiner Kinder, war Stoff von Kinofilmen und einem Musical.