

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

vor 80 Jahren, Anfang 1932, entdeckte der englische Physiker James Chadwick (1891–1974) in Cambridge das Neutron. Den Namen hatte bereits zwölf Jahre zuvor Ernest Rutherford (1871–1937) geprägt gehabt. Der meinte, es müsse in den Atomkernen, vom Wasserstoff abgesehen, elektrisch neutrale Kernteilchen von Protonenmasse geben. Kaum hatte man sich von der Existenz des Neutrons überzeugt, rückte der sowjetische Physiker Lew Landau (1908–1968) Niels Bohr (1885–1962) gegenüber in Kopenhagen mit seiner Idee von den „unheimlichen Sternen“ heraus. (Die Physikersprache war damals deutsch.) Wegen der Abstoßungskräfte der Protonen sind schwere Atomkerne wie Uran (Massenzahl 238) generell instabil. Ohne Protonen, nur aus Neutronen bestehend, wären makroskopische „Atomkerne“ mit einer Massenzahl von  $10^{57}$  (!) denkbar. Entdeckt wurden die Landauschen „Unheimlichen“ 1967 von Cambridger Radioastronomen. Pulsare sind Neutronensterne.

Vor einhundert Jahren erblickte in Potsdam Martin Schwarzschild das Licht der Welt. Der Sohn des genialen Astrophysikers Karl Schwarzschild (1873–1916) verließ 1937 Deutschland – den Nazis galt er als Jude – und gelangte über Norwegen in die USA. Er verstarb vor 15 Jahren in Princeton. Die Sternkunde verdankt ihm die ersten Computermodelle von sich entwickelnden Sternen. Er trat damit in die Fußstapfen seines Onkels Robert Emden (1862–1940), mit dessen „Gaskugeln“ 1907 alles begann. Fortschritt, so erkannte Martin Schwarzschild, war nur noch numerisch möglich, da, wie sich herausstellte, Sterne schlecht durchmischt sind, und sich deshalb altersbedingt chemische Unstetigkeiten herausbilden. (Die Erklärung der Riesensterne verdanken wir dem Computer!) Plötzlich machte das räumliche Nebeneinander von Zwerg- und Riesensternen am Himmel Sinn: Es ist ein zeitliches Nacheinander! Aus Zwergsonnen werden Riesen und Überriesen und aus diesen wiederum Weiße Zwerge oder ggf., im Gefolge einer Supernovaexplosion, Neutronensterne.

Wie sein Vater und sein Onkel begeisterte sich Martin für Ballone. Allerdings ging er nicht selbst in die Luft. Aber die den Luftocean befahrenden Sternwarten *Stratoscope I* und *II* beglückten die Astronomen (ab 1957) mit

den ersten hochauflösenden Aufnahmen der Sonne und anderer Himmelsobjekte. In Höhen von 30 Kilometern spielen Luftunruhe und Wasserdampf, der Infrarotbeobachtungen behindert, keinerlei Rolle mehr. Die Bildgüte der Stratoscope-Aufnahmen wurde erst durch das Hubble-Raumteleskop übertroffen. Letzteres bestätigte auch eine Vermutung von Martin Schwarzschild: Riesensterne haben riesige Konvektionszellen.

Einen „wunderschönen Monat Mai“ wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Mai

Ein besonders großer Vollmond erwartet uns am 6. Mai. Warum? Nun, der Mond durchläuft just zur Vollmondzeit den erdnächsten Punkt seiner Bahn. Venus nähert sich bereits wieder der Sonne – und der Erde. Ihre Sichelgestalt gewinnt an Größe. Neuvenus ist am 6. Juni – vor der Sonnenscheibe! Davon wird in der Juniausgabe des Kosmosboten die Rede sein.

Von den äußeren Planeten bleiben uns des Nachts allein Mars und Saturn.

## Von „Unheimlich“ nach „Seltsam“

Die Welt ist atomar. Allerdings sind Atome eben nicht, wie der Name nahelegt, un-teilbar. Inmitten einer Hülle aus Elektronen residiert ein winziger Kern. Er vereint nahezu die gesamte Masse des Atoms in sich und besteht im allgemeinen aus Protonen und Neutronen. Der Unterschied zwischen den beiden Kernbausteinen ist gering. Das elektrisch neutrale Neutron ist lediglich 1,4 Promille schwerer als das Proton mit seiner positiven Ladung. Das Proton hat eine Lebenserwartung von wenigstens  $10^{33}$  Jahren, das (freie) Neutron von etwa einer Viertelstunde. Da es schwerer als das Proton ist, kann es spontan in dieses zerfallen. Das nennt man  $\beta$ -Zerfall. Für ein so winziges Teilchen von  $10^{-13}$  cm ist schon eine Viertelstunde eine halbe Ewigkeit. Trotzdem erhebt sich die Frage, wieso die Neutronen in einem Neutronenstern nicht einfach zu Wasserstoff (Proton + Elektron) zerfallen?

Nun, ein ca. 20 km großer Neutronenstern ist halt mehr als ein Haufen Neutronen, von der Schwerkraft zusammengehalten. Irgendwie ähnelt er einem

gigantischen Atomkern. Und wie in einem stabilen Atomkern ist ein Neutron gegen den Zerfall gefeit.

Nach dem sog. Standardmodell verfügen die beiden Kernbausteine (Nukleonen), Proton und Neutron, über Innereien<sup>1</sup>. Es heißt, sie bestehen aus jeweils drei Quarks<sup>2</sup>. Deren elektrische Ladung misst ein bzw. zwei Drittel einer elektrischen Elementarladung.

Freie Quarks gibt es nicht. In der Natur treten sie immer nur im Zweier- oder Dreierpack<sup>3</sup> auf. Gut möglich, dass das in der Tiefe eines schwergewichtigen Neutronensterns anders ist. Unter gehörigem Druck mögen dort die Neutronen einander überlappen und zu einem bunten Quarkbrei zerfließen. Ein solcher „Quarkstern“ ähnelte einem riesigen Nukleon im All.

Als ob das nicht seltsam genug wäre! Sie wissen, dass das, was Sie in der Schule über die Bestandteile des Atoms lernen mussten, in dreifacher Ausführung existiert? Es fing an 1936 mit der Entdeckung des Myons in der Höhenstrahlung. Das Myon ist ein „schweres“ Elektron. Daneben gibt's ein „superschweres“. Dieses Tauon wiegt weit mehr als ein Proton. Hinzu gesellen sich die entsprechenden Neutrinos. Auch die Quarks bilden drei Familien. Zu den beiden Quarks, denen wir Proton und Neutron verdanken, kommen zwei weitere Pärchen hinzu. Deshalb also die schwergewichtige Verwandtschaft der Hyperonen! In deren Dreierpacks ist wenigstens ein Quark ein „seltsames“. Stoffe, die so etwas enthalten, nennt man nicht zu Unrecht „seltsam“. Man kann Hyperkerne inzwischen im Labor erzeugen und ihre Eigenschaften messen. Sie existieren (für kernphysikalische Verhältnisse) erstaunlich lange: fast eine Milliardstel Sekunde.

Unter extremen Bedingungen, wie im Innern eines Neutronensterns, dessen Masse knapp unterhalb der kritischen Grenzmasse von zwei bis drei Sonnenmassen liegt – darüber ist der Kollaps zu einem schwarzen Loch unvermeidlich –, könnte seltsame Materie gang und gäbe sein. Quarks wird nämlich ein Hang zur Seltsamkeit nachgesagt. Doch das ist Spekulation.

Quarksterne, „seltsame Sterne“ eingeschlossen, sollten jedenfalls etwas kleiner als Neutronensterne sein. Quarkmaterie ist irgendwie „weicher“ und lässt

---

<sup>1</sup>Das Elektron hingegen ist bis jetzt „punktförmig“, was ein Problem ist.

<sup>2</sup>In unterschiedlichen „Farben“, wie man sagt: rot, grün und blau. Es gibt offenbar nur Teilchen in der Natur, wo die Farbmischung „weiß“ ergibt.

<sup>3</sup>Nun wollen Sie wissen, wie man aus *zwei* Farben „weiß“ erzeugt. Ganz einfach: Man mischt beispielsweise „rot“ mit der Komplementärfarbe „anti-rot“. Mesonen bestehen aus einem Quark in Verbund mit einem Anti-Quark.

sich stärker zusammenpressen. Deshalb sind genaue Größenangaben für Neutronensterne gefragt. Es könnten ja Exoten darunter sein. Für die Hoch-Energie-Astrophysik ist das eine enorme Herausforderung.