

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

was ist die Bestätigung einer Theorie verglichen mit ihrer Widerlegung? Genaugenommen ist nur Letzteres überhaupt möglich. *Ein* Gegenbeispiel reicht aus, ein ganzes Gedankengebäude zu Fall zu bringen! Nur was falsch ist, kann man mit Sicherheit wissen. Kein Wunder, dass das Widerlegen hoch im Kurs steht in der Wissenschaft. Warum ich das erzähle? Nun, man ist kürzlich auf ein massearmes Sternchen am Rande unserer Galaxis gestoßen, das es eigentlich gar nicht geben dürfte. Und es wird kein Einzelfall sein. Die Katalogbezeichnung SDSS J102915+172927 verrät dem Zahlenkundigen bloß, dass es sich um einen dem Löwen angehörenden Stern handelt. Das Besondere an ihm: ein ausdrucksloses Spektrum. Kaum dunkle Linien, wie man sie vom Sonnenspektrum her kennt. Der Stern scheint aus reinem Wasserstoff und Helium zu bestehen. Es fehlt an den üblichen „Verunreinigungen“, an „Metallen“. (So bezeichnet der Astronom etwas lax alle schwereren Elemente des Periodensystems.) Der Metallanteil sei, so die Forscher, 20 000-mal niedriger als der der Sonne. Die Sternchemie ist (fast) die des Urknalls! Ein uralter Stern also. Die schweren Elemente sind nämlich erst viel später im Inneren von massereichen und kurzlebigen Sternen thermonuklear zusammengebraut worden. Das Problem: Damit ein massearmer Stern entsteht, scheint ein gewisses Maß an „Verschmutzung“ durch schwere Elemente unerlässlich. Eine kalte Kugel aus atomarem Wasserstoff wird niemals in sich zusammenfallen, und sei die Schwerkraft noch so groß (jedenfalls in der Newtonschen Theorie).

Themenwechsel: Herbst, Zeit der Weinlese. Goethe schwärmte einst vom „Eilfer“. Das heiße Jahr 1811 bescherte den Winzern einen Jahrhundertwein. Sicherlich hat der Komet Flaugergues, der monatelang den Himmel beherrschte und Mitte Oktober im größten Glanze prunkte, daran keinen Anteil. Geblieben aber ist der „Kometenwein“. Die Wortschöpfung erinnert an einen großen Jahrgang und einen „Großen Kometen“ vor zweihundert Jahren.

Viel Vergnügen beim „Lesen“ wünscht Ihnen

Ihr Hans-Erich Fröhlich

## Der Himmel im Oktober

Mars und Jupiter erobern sich den Nachthimmel. Während Jupiter dies am 29. Oktober mit der Opposition krönt – er kulminiert dann um Mitternacht –, lässt sich der Mars damit noch Zeit. Seine Stunde schlägt erst im März 2012. Momentan durchwandert er Krebs und „Krippe“ (Praesepe).

Was vielleicht noch bemerkenswert ist. Der Vollmond am 12. Oktober fällt mickrig aus. Der Grund: Der Mond erreicht am gleichen Tage seinen maximalen Abstand von der Erde. Er erscheint uns im Apogäum 12% kleiner als im Perigäum seiner Bahn.

Und einen langen Sonntag haben wir auch. Der 30. Oktober ist ein 25-Stunden-Tag. Danach gilt erst einmal wieder die MEZ.

## Die ersten Sterne

Warum kollabiert eine Gaskugel aus Wasserstoff- und Heliumatomen nicht unter ihrem Eigengewicht? Stellen Sie sich vor, der Gasdruck sei anfänglich vernachlässigbar klein. Unter der Wirkung der Schwerkraft wird eine solche Gaskugel anfangen, in sich zusammenzufallen. Mit zunehmender Verdichtung aber steigen Temperatur und Druck rasant an, und der wachsende Innendruck wird alsbald dem Zusammenbruch Einhalt gebieten. Ohne eine zusätzliche Kühlung ist da nichts zu machen. Sternentstehung gelingt, schafft es der Protostern, die beim Kollaps entstehende Kompressionswärme irgendwie los zu werden. Bei Supernovaexplosionen gibt's das gleiche Problem. Damit ein Sternkern zu einem Neutronenstern implodiert, darf die erzeugte Wärme nicht im Inneren stecken bleiben. (Sie wird in diesem Fall durch Neutrinos abtransportiert.)

Die Beschränkung auf Atome (H, He), einatomige Gase, im ersten Satz hat ihre Berechtigung. Zwei- oder mehratomige Gase erhitzen sich bei Kompression nämlich nicht so schnell wie einatomige. (Die innere Energie verteilt sich bei einem Molekül auf zusätzliche, innere Freiheitsgrade.) Während eine interstellare Wolke aus Wasserstoffatomen nicht kollabieren kann, sieht das bei einer Wolke aus Wasserstoffmolekülen, sofern warm genug (damit die inneren Freiheitsgrade auch genutzt werden können), schon anders aus.

Wasserstoffmoleküle (H<sub>2</sub>) bilden sich an interstellaren Staubteilchen<sup>1</sup>. Die

---

<sup>1</sup>So ein Staubteilchen nimmt die bei der Bildung eines Moleküls freiwerdende Bil-

aber bestehen aus schweren Elementen. Nun sehen Sie das Dilemma. Machen Sie mal Sterne, wenn der Geburtshelfer fehlt, der Staub! Staub ist noch aus einem anderen Grund unerlässlich. Er kühlt, hilft also die störende Wärme zu veräußern. Er tut dies, indem er Infrarotstrahlung emittiert, die ungehindert die Wolke verlässt, weil diese fürs Infrarote durchlässig ist.

So ein  $H_2$ -Molekül kühlt selbst auch etwas durch seine Infrarotstrahlung. Am stärksten übrigens, weil unsymmetrisch, das HD-Molekül. In ihm ist ein Wasserstoffatom durch ein Deuteriumatom ersetzt. Das kommt vor. Deuterium ist die Bezeichnung für schweren Wasserstoff, ein Wasserstoffisotop, und ist in Spuren im Urknall entstanden.

Deswegen benutzen ja Astronomen, die die Sternentstehung studieren, Infrarot- und Radiotechnik. Die Geburt eines Sternes vollzieht sich in einer optisch undurchdringlichen Wolke aus molekularem Gas und Staub. Nur die Infrarot- und Radiostrahlung kündigt davon, was tief im Inneren einer solchen Wolke geschieht.

Und kurz nach dem Urknall, als von kosmischer Umweltverschmutzung durch rauchende Sterne und explodierende Supernovae noch keine Rede war? Damals sollten, so die Theorie, nur extrem massereiche Sterne, Sterne der sog. Population III, entstanden sein. Im dichten Innern dieser Kolosse von Hunderten von Sonnenmassen habe sich molekularer Wasserstoff gebildet – ohne Staub als Katalysator –, was den Kollaps zu massereichen Einzelsternen erst ermöglicht habe. Die Bildung eines Haufens kleinerer Sterne durch Fragmentation scheint ausgeschlossen.

Erst nachdem diese kurzlebigen Sternkolosse restlos explodiert und das Gas ihrer Galaxien mit Metallen geimpft haben, hätte es demnach auch zur Bildung massearmer Sterne kommen können. Diese heute noch vorhandenen massearmen Sterne müssten also wenigstens ein wenig mit schweren Elementen angereichert sein. Das Auffinden eines quasi metallfreien Sterns will dazu nicht passen. Nun werden sich Theoretiker darüber den Kopf zerbrechen, wie man, ohne Dreckeffekte zu bemühen, dennoch störende innere Hitze bei der Bildung massearmer Sterne los werden kann. Energie ist halt eine Erhaltungsgröße. Sie kann weder erschaffen, noch vernichtet werden. Sie los zu werden, ist ein Problem.

---

dungswärme auf. Der Staub löst das Problem, wohin mit der Wärme.