

Liebe Leserin, lieber Leser,

das „Jahr der Astronomie“ geht dem Ende entgegen, aber das dürfte Abonnenten des „Kosmos-Boten“ kaum berühren, ist für unsereinen doch jedes Jahr ein „Jahr der Astronomie“. Schlimmer ist, dass es noch astronomischer Jubiläen in Hülle und Fülle zu gedenken gäbe: Seit 150 Jahren kennt man den Merope-Nebel im Siebengestirn, einen Reflexionsnebel. Vor 80 Jahren war die Hubble'sche Nebelflucht in aller Munde. Und vor 75 Jahren? Nun, 1934 „entdeckten“ in Kalifornien Fritz Zwicky und Walter Baade die SN und die NS, die Supernovae und die Neutronensterne. Außerdem fanden sie heraus, woher die kosmische Strahlung kommt – von den SN (und den NS). Vor 70 Jahren berechnete Robert Oppenheimer mit seinen Doktoranden George Michael Volkoff und Hartland Snyder den inneren Aufbau von Neutronensternen und den Kollaps eines massereichen Sterns zu einem schwarzen Loch. Vor 60 Jahren ging Walter Baade der Erdbahnkreuzer Ikarus ins Netz, der der Sonne – wie könnte es bei dem Namen anders sein? – sehr nahe kommt. Vor 40 Jahren fiel der Allende Meteorit. . . .

Verweilen wir etwas beim Supernova-Neutronenstern-Thema. Immerhin hat bereits Kepler die Ansicht vertreten gehabt, bei dem sagenhaften Stern von Bethlehem könnte es sich um eine Nova, einen „neuen Stern“ gehandelt haben. Selbst eine Supernova im Haar der Berenike ist nun nicht mehr auszuschließen, wie man hört.

Ein frohes Weihnachtsfest und einen guten Jahresausklang wünscht Ihnen
Ihr Hans-Erich Fröhlich

Der Himmel im Dezember

Wer den Dezembervollmond zum Monatsanfang, am 2. Dezember, verpasst, muss sich nicht grämen. Es gibt noch einen zweiten – am 31. Dezember. Wir haben wieder einmal einen Monat mit zwei Vollmonden! Für einen zweiten Vollmond im Monat hat sich die Bezeichnung „blauer Mond“ eingebürgert. Den darauffolgenden „blauen Mond“ gibt's erst am 31. August 2012. Wer unbedingt wieder einen „blauen Dezembermond“ haben möchte, muss sich

sogar noch 29 Jahre gedulden. (Diese Angaben sind aus dem Internet. Sie gelten für die Westeuropäische Zeitzone.)

Falls Ihnen der Silvester-Vollmond gegen 20 Uhr nicht ganz rund vorkommt, zweifeln Sie nicht an sich! Der Erdschatten streift den Mond und taucht dessen tiefen Süden für eine Stunde in Dunkelheit.

An Planeten ist nur Mars und Saturn von Interesse. Ersterer steht im Dezember bereits vor 21 Uhr auf und kann die ganze Nacht über gesichtet werden, letzterer geht zum Jahreswechsel kurz vor Mitternacht auf.

Astronomischer Wintersanfang ist am 21. Dezember 18 Uhr 47. Danach geht es wieder aufwärts mit der Sonne und dem Licht.

Von Supernovae und Neutronensternen

Kaum war das Neutron als eigenständiges Elementarteilchen eingeführt – 1932 durch James Chadwick in Cambridge –, hatten Astronomen bereits eine Verwendung dafür, und das im Zusammenhang mit Supernovae. 1934 wurde nämlich Fritz Zwicky und Walter Baade klar, es müsse zwei Sorten von Novae geben, die gewöhnlichen und die außergewöhnlichen. Für letztere schlugen sie die Bezeichnung „Super-Nova“ vor. Gewöhnliche Novae sind nichts Ungewöhnliches. Dutzende von ihnen flammen jedes Jahr in unserem Milchstraßensystem auf, aber auch im Andromedanebel. Wie wir heute wissen, ist so eine Nova keineswegs ein „neuer Stern“, vielmehr ein recht alter, ein ausgebrannter Weißer Zwerg nämlich. Was diesen zum Leben erweckt, ist Material, das von einem Nachbarstern auf ihn abregnet und das, hat sich genügend davon an der Oberfläche angesammelt, thermonuklear „verbrennt“. Der Schaden hält sich in Grenzen.

Anders eine Supernova: Sie markiert – wir sehen hier vom sog. Typ Ia einmal ab – den Übergang von einem massereichen Stern zu einem Neutronenstern. Die Katastrophe wird unausweichlich, sind die thermonuklearen Energievorräte erschöpft, d. h. wurde Eisen erzeugt. Eisen hat den stabilsten Atomkern überhaupt, den mit der höchsten Bindungsenergie. Weder durch Fusion noch durch Fission (Kernspaltung) kann aus einem Eisenatomkern Energie gewonnen werden. (Die erste in einer anderen Galaxie gesehene Supernova, S Andromedae aus dem Jahre 1885, zählt zum Typ Ia. Nahe dem Zentrum des Andromedanebels ist ein Weißer Zwerg, der sich zuviel Materie aufgeladen hatte, unter dieser Last zusammengebrochen und restlos thermonuklear detoniert. S Andromedae war eine Zeitlang mit einem Opernglas sichtbar!) Die

Begleiterscheinung, sprich das, was man sieht, den Abwurf der Sternenhülle und die damit verbundene plötzliche Lichtfülle, ist bloß Kollateralschaden. *Wesentlich* ist der Kollaps des eisernen Sternenkerns in Sekundenbruchteilen zu einem, fast möchte man sagen, zu einem Punkt. Denn nichts anderes ist ein Neutronenstern mit seinen zwei, drei Dutzend Kilometern verglichen mit dem Sternriesen, aus dem er hervorgeht. Der Größenunterschied macht's! Bei der Verkleinerung wird gravitativ eine riesige Energiemenge freigesetzt. Die Bindungsenergie geht mit $1/\text{Radius}$! Sie verpufft in einem Neutrinoblitz ins All. Nur ein winziger Teil davon wird in das Abschleudern der Hülle investiert.

Was da das Schlimmste verhindert – den freien Fall in einen mathematischen Punkt, eine Singularität –, sind die starken Kernkräfte zwischen den schweren Elementarteilchen, den Baryonen. Diese wirken, je nach Abstand zwischen den Teilchen, anziehend oder, bei sehr hohen Dichten, eben auch abstoßend. Es ist diese Anziehungskraft, die die elektrostatische Abstoßung zwischen den positiv geladenen Protonen in einem Atomkern überwindet! Die Abstoßung ist eine Folge des Pauli-Prinzips, wonach Teilchen mit halbzahligen Spin (Fermionen) im sechsdimensionalen Orts-Impuls-Raum nicht beliebig dicht gepackt sein können.

Dem Pauli-Prinzip verdankt noch eine andere Klasse astronomischer Objekte ihre Existenz: die weißen Zwerge. Bei denen ist es der quantenmechanische Entartungsdruck der Elektronen, gleichfalls Fermionen (Spin = $1/2!$), die der Schwerkraft Widerpart leisten.

Der erste Neutronenstern, ein Pulsar, wurde 1967 von Cambridger Radioastronomen aufgefunden.

Ist der entstehende Neutronenstern allerdings zu schwer, d. h. überschreitet er die Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Grenze von, sagen wir, zweieinhalb Sonnenmassen, kann ihn (im erkalteten Zustand) noch nicht einmal die Quantenmechanik eines Wolfgang Pauli retten. Neutronen wandeln sich in Hyperonen um, was den Druck des entarteten Neutronengases vermindert. Hinzu kommt, dass der Druck selbst Quelle von Schwerkraft ist. Druck ist Energiedichte. Energie aber kommt nach Einsteins berühmter Formel $E = m \cdot c^2$ Masse zu, und die ist bekanntlich immer anziehend¹.

¹Die einzige Möglichkeit, gravitativ Abstoßung zu erzeugen, ist *negativer* Druck, also Zugspannung. Die ominöse „dunkle Energie“, die das Universum beschleunigt auseinanderreibt, gleicht einer auf Zug belasteten Feder. Je stärker diese Feder gespannt wird, desto schneller schnippt sie auseinander! Auf die Wirkung der „dunklen Energie“ ist man bei

Hyperonen kommen in unserer Umwelt normalerweise nicht vor, was das Interesse der Elementarteilchenphysiker an den Neutronensternen erklärt. Sie wüssten zu gerne den genauen Radius eines Neutronenstern bestimmter Masse, weil dies Rückschlüsse auf die Zustandsgleichung zuließe, den Zusammenhang zwischen Druck und Dichte im Baryonenbrei.

der Beobachtung kosmologisch-ferner Ia-Supernovae gestoßen. Supernovae sind kurzzeitig so hell wie das gesamte Sternsystem, dem sie angehören.