

2 Tod im Universum

2.1 Leben und Tod der Sterne

Sterne durchlaufen in Milliarden von Jahren auch einen Zyklus von Geburt, Leben und Tod. Obgleich sich dieses Leben vom menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Leben völlig unterscheidet, kann nicht bestritten werden, dass jeder Stern seinen Anfang hatte und sein Ende haben wird.

Diese Betrachtung wurde hier bewusst mit aufgenommen, um über Geburt (Urknall) sowie Leben und Tod des Universums (in Kapitel 2.2) für das Kapitel 3 verständlich zu machen, dass das ewige Leben nicht in diesem Universum möglich ist, weil dieses Universum auch dem Prozess von Geburt, Leben und Tod unterworfen ist. Es mag sehr lange dauern, aber es ist in diesem Universum nichts ewig.

2.1.1 Die Geburt der Sterne

Die heute existierenden Sterne haben zwei Wege ihrer Entstehung:

- Frühstadium des Universums

10 Sekunden nach dem Urknall war die Temperatur unterhalb 10^9 Kelvin (K) abgesunken. Damit wurde Materie stabil. Nach 3 Minuten waren rund 25 % Helium und 75 % Protonen vorhanden, die später zu Wasserstoff wurden. Damit war der Brennstoff der Sterne geschaffen.

Durch Gravitation sammelte sich immer mehr Wasserstoff an einem Ort an. Damit stieg der Druck an und mit ihm die Temperatur. Als die Kerntemperatur die Zündtemperatur zur Kernfusion erreicht hatte, zündete das Wasserstoffbrennen. Der Stern begann damit zu leuchten.

Aus dieser frühen Phase des Universums stammt noch ein Großteil unserer heute sichtbaren Sterne.

- Ansammlung von Materie

Andere Sterne, wie unsere Sonne, entstanden später durch Ansammlung von Materie. Da die kosmischen Gaswolken meist überwiegend aus Wasserstoff bestehen, verdichteten sie sich, bis im Innern die Zündtemperatur zur Kernfusion für das Wasserstoffbrennen erreicht war. Für das Einsammeln dieser Materie benötigte der Stern nur 10 bis 15 Mio. Jahre. Man bedenke, dass ein Stern wie unsere Sonne rund 10 Mrd. Jahre strahlt, bevor er über den Status als Roter Riese und Weißer Zwerg schließlich zum Schwarzen Zwerg wird.

Da noch viele kosmische Gaswolken vorhanden sind, werden auch weiterhin immer neue Sterne „geboren“ werden. Ein Ende ist erst in vielen Mrd. Jahren abzusehen.

Alle Sterne haben somit ihren eigenen Anfang in Raum und Zeit unseres Universums.

2.1.2 Das Brennen der Sterne

Sterne beziehen ihre Energie aus Kernfusion. Dabei verschmelzen mehrere leichte Elemente zu einem schwereren Element. Dabei wird mehr Energie frei als bei der Kernspaltung.

Alle Sterne beginnen mit der Fusion von vier Wasserstoffatomen zu einem Heliumatom. Es wird „Wasserstoffbrennen“ genannt. In diesem Stadium befindet sich unsere Sonne. Ihm folgt das Heliumbrennen, das Kohlenstoffbrennen und weitere Brennen. Dabei durchlaufen Sterne verschiedene Phasen des Brennens, bis sie ihren Tod finden. Dieser Tod

der Sterne ist nicht einheitlich. Es gibt verschiedene Tode der Sterne. Sie hängen von der Größe der Sterne ab. Grob lässt sich der Tod von Sternen in diese drei Gruppen einteilen:

Sternengröße	Zwischenstufe	Endstufe
kleine Sterne ²⁸	weißer Zwerg	schwarzer Zwerg
mittlere Sterne	Supernova	Neutronenstern ²⁹
große Sterne	Supernova	Schwarzes Loch ³⁰

Naturwissenschaftler sind sich bis heute noch nicht einig, ob ein Neutronenstern und ein schwarzes Loch ein dauerhaftes Endstadium im Leben der Sterne darstellt.

Die ersten Phasen der Sterne sind immer mit einem atomaren Prozess der Kernverschmelzung verbunden.

Wasserstoffbrennen

Alle Sterne – so auch unsere Sonne – beginnen ihr Leben mit dem Wasserstoffbrennen. Hierbei verschmelzen vier Wasserstoffkerne zu einem Heliumkern ($4^1\text{H} \rightarrow ^4\text{He}$). Dabei wird 0,73 % der Masse in Energie umgewandelt. Die freiwerdende Energie wird abgestrahlt.

Bei den normalen Sternen stellt dieses Brennen den Großteil ihres Lebens dar. Dieses Wasserstoffbrennen ist die ergiebigste Form der Energiegewinnung. Bereits das Heliumbrennen setzt pro erzeugtem Kohlenstoffkern nur etwa 10 % der Energie frei.

Heliumbrennen

Wenn der Wasserstoffvorrat zu Ende geht, beginnt die Phase des Heliumbrennens. Für die Sonne wird dies in etwa 4 Mrd. Jahren der Fall sein. Das Wasserstoffbrennen setzt aus. Der Kern fällt durch die Gravitation in sich zusammen. Dadurch steigen Druck und Temperatur und zünden bei über 100 Mill. Kelvin das Heliumbrennen. Die äußeren Schichten dehnen sich zu mehreren 100 Sonnenradien aus. Die Sonne bläht sich zum Roten Riesen auf.