

# Schwarzer Zwerg

Ein **Schwarzer Zwerg** ist eine hypothetische Spätphase der Sternentwicklung. Schwarze Zwerge wären das letzte Stadium der Weißen Zwerge, wenn deren Energie verbraucht ist und die Oberflächentemperatur soweit gefallen ist, dass keine Wärme und sichtbares Licht mehr abgestrahlt wird. Nach der vorherrschenden Meinung der Astrophysik ist das Universum mit seinen 13,7 Milliarden Jahren noch nicht alt genug, um Schwarze Zwerge hervorgebracht zu haben. Die Temperaturen der kältesten weißen Zwerge entsprechen der beobachtbaren Grenze des Alters des Universums.

Ein weißer Zwerg ist der Überrest eines in der Hauptreihe verbleibenden Sternes von geringer oder mittlerer Anfangsmasse (unter 9 bis 10 Sonnenmassen), nachdem er alle chemischen Elemente, die er aufgrund einer genügend hohen Temperatur verschmelzen konnte, fusioniert oder abgestoßen hat. Die maximale Masse des weißen Zwergs beträgt aufgrund der Chandrasekhar-Grenze 1,44 Sonnenmassen. Die übrig gebliebene Materie ist dann dicht und entartet und kühlt langsam durch Wärmestrahlung aus, um schließlich zum schwarzen Zwerg zu werden. Falls schwarze Zwerge existieren sollten, würde es durch die fehlende oder sehr geringe Strahlung extrem schwierig sein, sie aufzuspüren. Einer Theorie zufolge könnte man sie durch die Wirkung ihrer Schwerkraft nachweisen.

Da die ferne zukünftige Entwicklung von Weißen Zwergen von physikalischen Fragen wie der Natur der dunklen Materie und der Möglichkeit und des Ausmaßes des Protonenzerfalls abhängt, ist nicht genau bekannt, wie lange es dauern würde, bis die Weißen Zwerge zu ihrer Schwärze ausgekühlt wären. § III E, IV A. Barrow und Tipler schätzen, dass es für einen weißen Zwerg  $10^{15}$  Jahre dauern würde, um auf 5 K abzukühlen.; Falls jedoch WIMP („schwach wechselwirkende massereiche Teilchen“) existieren, könnten sich weiße Zwerge durch Wechselwirkung mit diesen Partikeln viel länger, für einen Zeitraum von etwa  $10^{25}$  Jahre, warm halten. § III E. Wäre das Proton nicht stabil, würden die weißen Zwerge aufgrund der Energieabgabe durch den Protonenzerfall ebenfalls warm gehalten werden. Mit einer angenommenen Lebenszeit eines Protons von  $10^{37}$  Jahren rechneten Adams and Laughlin aus, dass der Protonenzerfall die effektive Temperatur eines alten weißen Zwerges mit etwa einer Sonnenmasse 0,06 K anheben würde. Obwohl das sehr kalt ist, wird vermutet, dass dies wärmer sein wird als die Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung in  $10^{37}$  Jahren. § IV B.

Der Name „Schwarzer Zwerg“ wurde auch bei Objekten der Vorstufe zu Sternen, die nicht genügend Masse von etwa 0,08 Sonnenmassen aufweisen, um Wasserstoff zu verschmelzen, verwendet. Diese Objekte werden nun allgemein Braune Zwerge, ein Begriff, der in den 1970ern geschaffen wurde, genannt. Auch sollten schwarze Zwerge nicht mit schwarzen Löchern oder Neutronensternen verwechselt werden.