

Das Sterben der Sonne und die Auswirkungen auf das Sonnensystem

Facharbeit im Seminarfach Astronomie

Greselius-Gymnasium Bramsche

Nina Meckfessel, Jahrgang 12

Fachlehrer: Herr Riemer
Abgabedatum: 02.03.2026

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	2
2 Die Entstehung des Sonnensystems.....	3
3 Die Entstehung der Sonne.....	3
3.1 Der Aufbau der Sonne.....	4
4 Die Bedeutung der Sonne.....	6
5 Das Ende der Sonne.....	7
5.1 Warum sterben Sterne ?.....	7
5.2 Die Auswirkungen auf die Erde.....	8
6 Eine mögliche Zukunftsperspektive.....	11
7 Vergänglichkeit im Universum.....	12
8 Fazit.....	13

1 Einleitung

Mit der Aussage „Wir sind aus Sternenstaub gemacht.“, löste der amerikanische Astronom und Astrophysiker Carl Sagan (1934-1996) großes Staunen aus. Er gehörte zu den berühmtesten Wissenschaftsvermittlern des 20. Jahrhunderts. In Zusammenarbeit mit der NASA, beschäftigte er sich intensiv mit den Planeten unseres Sonnensystems und der Frage nach außerirdischem Leben. Ein wichtiger Teil seiner wissenschaftlichen Arbeit war die Erforschung des Treibhauseffekts. Bekannt wurde er vor allem durch seine Fähigkeit, komplizierte wissenschaftliche Zusammenhänge verständlich und anschaulich zu erklären [vgl.10].

Aber wie verteilen die Sterne ihre unverzichtbaren Zutaten für die Bildung von Leben, wie etwa Kohlenstoff, im Weltall? Das fliegende Observatorium SOFIA liefert einige Antworten auf diese Frage, indem es pulsierende Sterne beobachtet hat, die sich, ähnlich wie schlagende Herzen, regelmäßig ausdehnen und zusammenziehen und am Ende ihres Daseins dem Weltraum und Planeten wie unserer Erde die Grundbausteine für das Leben zur Verfügung stellen [11].

In dieser Facharbeit steht die Bedeutung der Sonne für das Sonnensystem im Mittelpunkt. Als Grundlage dafür, muss man sich zunächst mit ihrer Entstehung und ihrem Aufbau auseinander setzen. Kurz gesagt: Die Sonne ist ein Stern. Und jeder Stern erlischt irgendwann. Somit erlischt also auch unsere Sonne in Zukunft. Welchen Zeitraum diese „Zukunft“ umfasst und welches Ausmaß das „Sterben“ der Sonne für das Sonnensystem, sowie das Leben auf der Erde annimmt, erläutere ich in dieser Facharbeit. Dabei gehe ich darauf ein, warum Sterne überhaupt sterben, und inwiefern die Sonne sich von anderen Sternen unterscheidet.

2 Die Entstehung des Sonnensystems

Den Anfang unseres Sonnensystems bildete die Sonne. Sie entstand aus einer kollabierenden Gas- und Staubwolke, lange bevor die Planeten entstanden. So unterschiedlich die Theorien über die Entstehung des Sonnensystems sind, in zwei Punkten, Zeit und Ausgangsmaterial, stimmen sie überein. Das Alter des Sonnensystems beträgt etwa 4,5 Milliarden Jahre. Diese Zahl ergibt sich aus einer einfachen Rechnung anhand bestimmter Meteoriten. Einige Elemente wie Uran und Thorium, zerfallen in einer immer gleichen Zeitspanne zu Blei. Vergleicht man nun die Menge der Zerfallsstoffe mit dem Ausgangsmaterial, so kann man auf das Alter der Meteoriten schließen. Die Planeten müssen aus einer Gas- und Staubwolke in der Nachbarschaft der Sonne entstanden sein. Die Meinungen gehen allerdings noch auseinander, bei der Frage, ob dieses Material aus einem Ring stammt der von der Sonne abgestoßen wurde, oder ob sich die Planeten aus einer allmählich kontrahierenden Wolke gemeinsam mit der Sonne bildeten. Durch Abkühlung innerhalb der Gas- und Staubwolke, müssen kleine feste Körper entstanden sein, die sogenannten Planetsimale. Diese verschmolzen dann später zu den größeren Planeten [1,S.79/78].

3 Die Entstehung der Sonne

Kurz nach dem Urknall entstanden gleich die ersten Sterne. Damals war der Raum kleiner. So konnten sich hauptsächlich sehr massereiche Sterne herausbilden. Sie bestanden aus Wasserstoff, welcher in der Frühzeit des Universums reichlich vorhanden war.

Das Leben der damaligen Sterne betrug nur wenige hundert Millionen Jahre und endete meist als Supernova-Explosion¹. Dabei entstanden durch Kernfusion aus Wasserstoff neue chemische Elemente wie beispielsweise Helium, Sauerstoff, Kohlenstoff, Silizium und Eisen.

1 Eine Supernova umfasst die explosionsartige Endphase eines massereichen, alten Sterns, dessen Energiereserven vollständig aufgebraucht sind. Durch eine Instabilität in seinem Inneren, folgt eine enorme Hitzeentwicklung, welche zur Verbrennung des Wasserstoffs führt. Dieser Prozess führt zum Aufleuchten des Sterns und einem explosionsartigen Abstoßen der äußeren Schichten. Die abgestoßene Materie, umfasst den größten Teil der ursprünglichen Sternmasse[vgl.1,S.62].

Diese wurden bei der Explosion ins Weltall gestoßen und breiteten sich als Gas- und Staubwolken aus. Daraus entstanden Sterne der nächsten Generation. Die Sonne bildete sich vor etwa 4,5 Milliarden Jahren heraus, also erst ca. 8 Milliarden Jahre nach dem Urknall. Sie besteht aus dem Material, das vorher von sterbenden Sternen der näheren Umgebung ausgeschleudert wurde. Zwar sind die Hauptbestandteile der Sonne Wasserstoff und Helium, weil diese am häufigsten vorhanden sind. In geringen Mengen aber besteht die Sonne aus Elementen, die erst lange nach dem Urknall entstanden. Sie enthält beispielsweise auch Eisen. Da Eisen nur in Supernova-Explosionen gebildet wird, können wir davon ausgehen, dass die Sonne einige Vorgänger hatte.

Sie ist ein Stern der zweiten oder dritten Generation [vgl.4].

Somit ist sie also ein Recyclingprodukt vorheriger gestorbener Sterne [vgl.5]. Um selbst als Supernova zu enden, mangelt es der Sonne jedoch an Masse [vgl.8].

3.1 Der Aufbau der Sonne

Der Kern der Sonne, stellt einen Fusionsreaktor dar, der letztendlich für die abgestrahlte Energie verantwortlich ist. Im Inneren der Sonne wird die Energie zunächst durch Strahlung in der Strahlungszone, dann durch Konvektion in der Konvektionszone transportiert. Der kontinuierliche Teil der Sonnenstrahlung, entsteht in der Photosphäre [vgl.12]. Aus dem Weltraum betrachtet sieht die Sonne eher weiß aus. Ihre gelbliche Farbe von der Erde aus gesehen erhält sie durch das Zerstreuen des blauen Anteils durch Rayleigh-Streuung² in der Atmosphäre [5]. Die abgegrenzte, hell leuchtende Sonnenscheibe, wie wir sie mit bloßem Auge

2 In der Atmosphäre bedeutet dies in erster Linie die Streuung von Lichtstrahlen an den Luftmolekülen, deren Abmessungen (10^{-10} m) deutlich kleiner als die Lichtwellenlänge sind. Beispiele für solche Teilchen sind winzige Staubkörner sowie Stickstoff- (NO_2) und Sauerstoffmoleküle (O_2). Die Rayleigh-Streuung tritt vor allem in oberen Schichten der Atmosphäre auf. Ohne Schwebeteilchen und Streuung würde der Himmel schwarz erscheinen [16].

sehen, bildet die Photosphäre. Sie ist eine ziemlich turbulente Schicht mit einer Tiefe von etwa 400 km. Bei näherer Betrachtung weist die Photosphäre eine Granulation auf. Jedes Korn hat etwa 1000km Durchmesser, aber nur eine Lebensdauer von wenigen Minuten. Diese Erscheinung ist auf ein ständiges „Brodeln“ der inneren Schichten zurückzuführen. Oberhalb der Photosphäre liegt die fast vollständig durchsichtige Chromosphäre mit einer Dicke von einigen Tausend Kilometern.

An ihrer unteren Grenze beträgt die Temperatur etwa 4.220 Grad, an ihrer Obergrenze etwa 999.720 Grad. In der Chromosphäre sind die Gase bereits ziemlich verdünnt.

Ultraviolett-
Beobachtungen

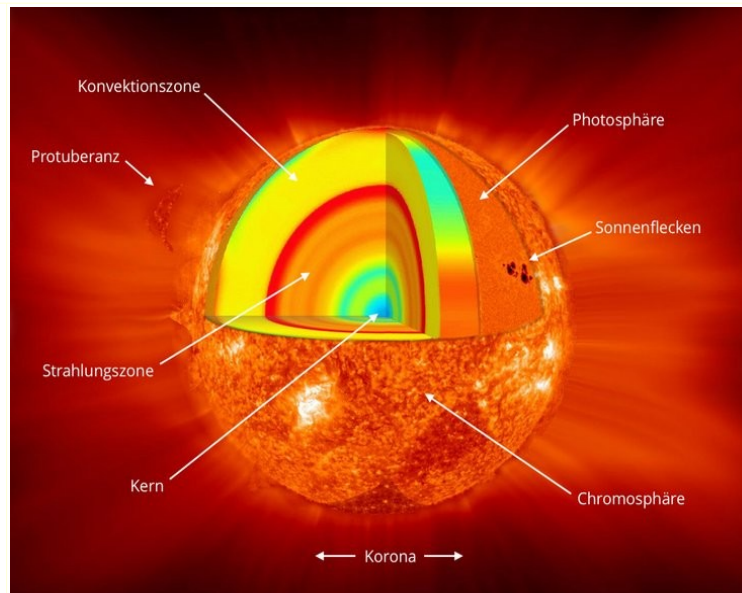


Abbildung 1: Der Aufbau der Sonne

zeigen aber, dass sie eine sehr aktive Schicht ist, die gelegentlich stark überhitzte Gebiete enthält. Meist handelt es sich dabei um Protuberanzen³ oder einhergehende Eruptionen⁴. Oberhalb der Chromosphäre liegt schließlich die Korona der Sonne [vgl.1,S.84/85].

3 Protuberanzen sind riesige, leuchtende Bögen aus heißem Gas, die bis in die Korona der Sonne oder weiter aufsteigen [vgl.13].

4 Eine Sonneneruption ist eine Explosion auf der Sonnenoberfläche. Sie entsteht durch plötzlich Freisetzung magnetisch, aufgespeicherter Energie. Auf die Erde gerichtete Eruptionen, können, durch die dabei entstehenden Sonnenwinde, Polarlichter erzeugen [vgl.6].

4 Die Bedeutung der Sonne



Abbildung 2: Die Milchstraße

Die Milchstraße setzt sich aus mehreren hundert Milliarden Sternen zusammen. Einer davon ist unsere Sonne [vgl.3]. Als das Zentralgestirn unseres Planetensystems, ist sie ein durchschnittlicher Stern, für uns jedoch von existenzieller Bedeutung, denn sie liefert der Erde Wärme und Licht, ohne die es kein Leben gäbe. Als nächster Stern kann die Sonne gut erforscht werden. In der Astronomie spielte sie daher eine zentrale Rolle. Die Entfernung Erde-Sonne, durch Radarmessungen ziemlich genau ermittelbar, wurde als astronomische Einheit (AE)⁵ festgelegt. Sie wird innerhalb des Planetensystems häufig zu Entfernungsbestimmungen herangezogen. Die Oberfläche und Atmosphäre der Sonne kann im Vergleich zu anderen Sternen viel detailgenauer beobachtet werden [vgl.2,S.82] .

Schon in der menschlichen Frühgeschichte wurde die Sonne kultisch verehrt. Sie beeinflusst mit ihrer Wärme, ihrem Licht, ihrer täglichen Wanderung über den Himmel und ihrer im Jahresverlauf unterschiedlichen Höhe am Firmament das Leben auf der Erde stärker als jedes andere Gestirn. Aber so bedeutsam die Sonne für das Leben auf der Erde sein mag, unter den mehr als Milliarden übrigen Sternen in der Milchstraße ist sie ein vergleichsweise gewöhnlicher Stern [vgl.3].

5 Eine astronomische Einheit (AE) beträgt 149 597 870 Millionen km [vgl.2,S.82].

5 Das Ende der Sonne

Die Lebensdauer der Sonne lässt sich vorherberechnen, anhand ihrer Größe, ihrer Masse, und ihres Brennstoffvorrats. Ebenfalls ist bekannt, wie viel Energie sie permanent abgibt. Aus diesen Angaben lässt sich errechnen, wann sie ihren Vorrat an Wasserstoff aufgebraucht hat [vgl.4].

Sie erzeugt ihre Energie, wie alle anderen Sterne, durch atomare Kernreaktionen. Im Sonnenzentrum sind Temperaturen und Druck so hoch, dass sich der Wasserstoff, aus dem die Sonne zum größten Teil besteht, in einer atomaren Kernverschmelzung in Helium verwandelt. Dabei lagern sich 4 Wasserstoffatomkerne jeweils zu einem Heliumkern zusammen, und es entsteht zunächst Gammastrahlung. Erst durch Wechselwirkungen mit der Sonnenmaterie wird diese nach außen dringende Strahlung allmählich energieärmer, bis an der Oberfläche sichtbares Licht austritt [2,S.84].

Die Sonne ist derzeit etwa in der Lebensmitte. In jungen Jahren war sie kühler als heute. Im Verlauf ihrer Existenz steigert sie ihre Leuchtkraft [vgl.4]. Sie hat etwa 50% ihres Wasserstoffs verbrannt [5]. In etwa 4 Milliarden Jahren geht der Sonne endgültig der Wasserstoff aus. Die Kernfusion kommt zum Erliegen [4].

5.1 Warum sterben Sterne ?

Sterne sterben, wenn sie ihren Kernenergievorrat im Inneren aufgebraucht haben. „Normale Sterne“, wie unsere Sonne, verwandeln in ihrem Inneren Wasserstoff zu Helium und setzen dabei Energie frei. In den größten und massereichsten Sternen läuft dieser Prozess in einem so rasanten Tempo ab, dass sie ihren Energievorrat sehr viel schneller aufbrauchen als normale Sterne.

Was passiert, nachdem der Wasserstoffvorrat aufgebraucht ist, hängt von der Masse des Sterns ab. Sterne mit geringer Masse sind nicht heiß genug, um den Kernfusionsprozess fortzusetzen. Die Energieproduktion hört auf und der Stern kühlt langsam ab. Unsere Sonne gehört zu den Sternen mittlerer Größe. Sie fusioniert Helium um zu schweren Elementen. Ihre Energieproduktion endet, nachdem das Helium verbraucht ist. Aus den Sternen werden weiße Zwerge.

Die massereichsten Sterne schmieden immer schwerere Elemente, bis ihre Kerne nur noch aus Eisen bestehen. Danach fallen die Sterne zusammen und lassen Neutronensterne entstehen. Ihre äußeren Schichten explodieren und werden in den Weltraum geschleudert. Aus einigen dieser sterbenden Sterne entstehen sogar schwarze Löcher [7].

5.2 Die Auswirkungen auf die Erde

Auch wenn das Sonnensystem noch 4,5 Milliarden Jahre existieren wird, ist es für uns Erdbewohner spätestens in 100 Millionen Jahren vorbei.

In etwa 1,5 Milliarden Jahren, wird die Sonne um 10% heller [vgl.5]. Auf der Erde wird es wärmer. Es herrschen Durchschnittstemperaturen um die 50 Grad Celsius [9]. Der Wasserdampf aus der Atmosphäre verschwindet in den Weltraum und das Wasser der Ozeane fängt an zu verdampfen. Die ersten großen Tiere, die auf der Erdoberfläche leben, sterben aus. Dabei ist das Leben im Wasser noch nicht betroffen [5]. Mit jeder weiteren Milliarde Jahre, wird die Sonne wieder 10% heller [vgl.9]. Falls die Menschen zu diesen Zeitpunkt noch leben sollten, müssten sie für weitere Überlebenschancen eine Auswanderung auf den Mars oder einen der Jupitermonde in Erwägung ziehen.

In 3,5 Milliarden Jahren, herrschen auf der Erde Venus-Verhältnisse. Die Oberflächentemperatur liegt bei etwa 400 Grad Celsius. Die Ozeane sind bereits ausgetrocknet und es ist kein Wasser mehr auf der Erdoberfläche vorhanden [5]. Sie ist trocken, heiß und unfruchtbar [vgl.9]. Das bedeutet das Ende jeglicher Form von terrestrischen Lebens⁶ auf der Erde.

In 6 Milliarden Jahren ist der Wasserstoffvorrat der Sonne endgültig aufgebraucht. Die Heliumasche wird instabil und kollabiert unter ihrem eigenen Gewicht. Dabei verdichtet sich das Helium und heizt sich auf.

⁶ Terrestrisches Leben bezeichnet Organismen, die fest auf dem Land (Erdboden) leben und an diese Umgebungen angepasst sind[[18].

In 7 Milliarden Jahren fängt die Sonne an 30% ihrer Masse in Form von Sonnenwinden abzustrahlen. Die Sonne wird folglich leichter und die Planeten bewegen sich weiter nach außen. Die solare Atmosphäre weitet sich aus und verschluckt Merkur und Venus. Die Sonne wird zum sogenannten „Roten Riesen“ [vgl.5]. Dieses Stadium hält für etwa 600 Millionen Jahre an [vgl.4]. Dabei nimmt sie Extremwerte der Zentraltemperatur an bis zu 100 Millionen Grad. Nachdem sie ihre Hülle weitgehend abgestoßen hat, verhält sie sich in der Phase des



Abbildung 3: Der Rote Riese

Heliumbrennens, welche ungefähr 110 Millionen Jahre andauert, relativ stabil. Gegen Ende dieser Phase verlagert sich das Helium brennen in die Außenbezirke der aufgeblähten Sonne. Gleichzeitig schmilzt die Erdoberfläche und wird zur Lava.

In 7,5 Milliarden Jahren ist der Heliumvorrat aufgebraucht. Das verglimmende Helium-Feuer wird in die Außenbereiche der Sonne abgedrängt und führt zu einem Aufblähen der Sonne. Der kollabierende C-O Kern⁷ erreicht nicht die zum Kohlenstoff-brennen erforderliche Temperatur. Für dieses Phänomen bräuchte man ungefähr das Vierfache der Sonnenmasse. Die kollabierende Sonne gerät in einen kritischen Zustand.

Die Sonne hat nun 50% ihrer Masse verloren . Sie dehnt sich bis fast an die Erde heran. Ob die Erde aufgrund des veränderten Orbits ebenfalls verschluckt wird ist derzeit noch unklar [vgl.5].

⁷ Der C-O Kern besteht überwiegend aus Kohlenstoff und Sauerstoff, umgeben von einer dünnen Schicht an Helium und Wasserstoff [vgl.14].

Die äußeren Schichten stürzen zurück auf die Sonne und werden erneut expandiert. Man spricht von einem pulsieren der Sonne. Dieser Vorgang geschieht mehrere Male in kürzeren Abständen. Schließlich wird auch dieser Vorgang beendet und die äußeren Schichten werden endgültig abgestoßen [vgl.4]. Das von der heißen Restsonne emittierte UV-Licht wechselwirkt mit der abgestoßenen Hülle und ionisiert und erleuchtet das



Abbildung 4: Der Planetarische Nebel

Gas als planetaren Nebel [vgl.5]. Um den ehemaligen Stern herum bildet sich ein planetarischer Nebel, welcher sich immer weiter ausdehnt und vielleicht einmal der nächsten Generation Sterne als Materialquelle dient [vgl.4].

Der C-O Kern liegt frei. Für weitere Fusionsprozesse reicht die Temperatur nicht aus. Die Helligkeit der Sonne fällt schnell ab. Das zentrale Gestirn, wird zu einem weißen Zwerg. Der weiße Zwerg leuchtet aufgrund seiner hohen Temperatur, wird jedoch immer dunkler. Er besitzt als Endgröße die ungefähre Größe der Erde. Seine Strahlung ist sehr ineffizient, da er sich nur langsam abkühlt. Die Vermutungen basieren darauf, dass weiße Zwerge etwa 100 Milliarden Jahre leuchten können, bis sie zu einem schwarzen Zwerg werden. Für genauere Erkenntnisse über die Leuchtdauer weißer Zwerge, bietet das Universum ein zu geringes Alter [vgl.5].



Abbildung 5: Vergleich: Weißer Zwerg und Erde

Die Planeten und Monde können selbst dann noch die Sonne umkreisen, wenn sie schon zum weißen Zwerg geworden ist. Genau wie die Sonne werden auch sie auskühlen, da sie keine wärmenden Sonnenstrahlen mehr empfangen. Übrig bleiben Eiswelten [vgl.5].

6 Eine mögliche Zukunftsperspektive

Die inneren felsigen Planeten und der Asteroidengürtel werden durch die direkten Auswirkungen des Roten Riesen zerstört oder stark verändert. Dabei werden die äußeren Gasplaneten Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun ihre Bahnen, durch den Masseverlust der Sonne weit nach außen verlagern. Die eisigen Ringe von Saturn werden durch die Hitze des Roten Riesen zerstört.

Eismonde wie Europa (Jupiter) oder Titan (Saturn) könnten erstmals auftauen und für begrenzte Zeiträume (einige hundert Millionen Jahre) bewohnbar werden, da die habitable Zone⁸ nach außen wandert.

Jahrelange Forschungen und frühere Weltraummissionen wie Galileo der NASA haben bereits bestätigt, dass einige dieser Monde unter ihrer Eiskruste riesige Ozeane aus flüssigem Wasser enthalten, wobei im Falle von Europa möglicherweise Wasser an der Oberfläche aufsteigt. Aber Wasser allein reicht nicht aus, es braucht noch andere Bedingungen, um Chancen für potenzielles Leben zu ermöglichen. Dazu gehören zum einen, die von den Wissenschaftlern so genannten "CHNOPS", die sechs wichtigsten chemischen Elemente, aus denen lebende Organismen bestehen, wie Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Phosphor und Schwefel. Die nächste Bedingung, ist eine Energiequelle. Im Beispiel des Jupiters ist diese Energie die Gravitationsenergie. Gezeiteneffekte, wie sie auch im Erde-Mond-System zu beobachten sind, verformen die Monde, während sie den Jupiter umkreisen. Diese Verformungen erzeugen Reibungen, die ihr Inneres aufheizen, so dass dort flüssiges Wasser existieren kann.

Die letzte Bedingung bezieht sich auf eine stabile Umgebung. Diese widerspricht und ergänzt sich jedoch in machen teilen.

Aber nichts ist unmöglich - auf der Erde gibt es ebenso ungünstige Bedingungen. Der Wostok-See, der in der Antarktis unter einer fast vier Kilometer dicken Eisschicht begraben ist, in der es kein Licht gibt und die völlig von der Oberfläche

⁸ Die habitable ("bewohnbare") Zone eines Sterns ist definiert als die Region um den Stern, in der flüssiges Wasser auf der Oberfläche eines erdähnlichen Planeten existieren kann [17].

abgeschnitten ist, hat die Existenz von völlig unbekannten Organismen enthüllt, die vor Millionen von Jahren zum Leben gehörten [vgl.19].

7 Vergänglichkeit im Universum

Selbst wenn die Menschheit dem Tod des Blauen Planeten entkommt, einen anderen Planeten besiedelt und überlebt – das Ende des Universums wird auch die technologisierteste Zivilisation nicht überleben. Denn der Kosmos dehnt sich immer schneller immer weiter aus [15].

Das bedeutet das in rund 10 Billionen Jahren die ältesten heute bekannten Sterne ausbrennen, denn auch ihr Brennstoff ist begrenzt. In 100 Billionen Jahren wird die normale Bildung von Sternen zu Ende gehen [vgl.15].

Das Universum wird dunkel. Nur noch ausgebrannte Sternreste sind übrig: Weiße Zwerge, Neutronensterne, Schwarze Löcher und eben die Himmelskörper, die keine Fusion unterhalten können: Braune Zwerge und Planeten. Es gibt keine Energiequellen mehr.

Doch das wahre Ende des Universums spielt sich auf atomarer Ebene ab. Wir blicken eine Sextillionen Jahre in die Zukunft – eine Eins mit 36 Nullen. In dieser unvorstellbar weit entfernten Zukunft wird die Materie beginnen, sich aufzulösen: Physiker glauben, dass dann die Protonen zerfallen werden.

Materie besteht aus Atomen, Atomkerne wiederum aus Protonen und Neutronen. Ohne Protonen gibt es folglich keine Atome, keine Moleküle, keine Zellen und auch kein Leben. Die Materie, wie wir sie kennen, existiert nicht mehr. Das Universum wird in einem völlig fremden Zustand sein. Allein Elektronen, Positronen und langwellige Photonen bilden die Bestandteile des Universums.

Manche Theorien sagen voraus, dass sich das Universum danach wieder zusammenziehen und es einen neuen Urknall geben wird. Andere sprechen von einer ewig andauernden Expansion. Egal, wie die Zukunft aussehen wird – in etwa zehn hoch hundert Jahren ist Leben im Universum unmöglich [15].

8 Fazit

Das Sterben der Sterne ist durchaus von größerer Bedeutung als man zunächst denkt. Ohne die Sterntode gäbe es kein Eisen, kein Silizium, keinen Sauerstoff und kein Leben. Wir bestehen also aus dem Material früherer Sterne. Das Sonnensterben ist also nicht nur ein „Ende“, sondern ein Teil der Sternentwicklung und eines Neuanfangs. Für uns Menschen wird der Tod der Sonne vermutlich nicht mehr relevant werden. Natürliche Katastrophen wie etwa ein Asteroideneinschlag, der auch die Dinosaurier auslöschte, ein Supervulkan, dessen Eruption das Klima weltweit für Jahre verdunkeln und abkühlen würde oder ein Gammablitz, dessen plötzlicher Energieausbruch im All die Ozonschicht zerstören würde, würden die Menschheit auslöschen und der Sonne zuvorkommen [vgl.20]. Falls die Menschheit bis zum Eintreffen des Sterbens der Sonne trotzdem überleben sollte, bestünden basierend auf heutigen Theorien und Forschungen, Möglichkeiten einer Umsiedlung auf einen anderen Planeten oder einen ihrer Monde. Die Verschiebung der habitablen Zone, innerhalb des Sonnensystems nach Außen, bietet eine zeitlich begrenzte Zukunftsperspektive. Fest steht, dass in etwa 7,5 Milliarden Jahren jeglicher Existenzbeweis der Menschheit und des terrestrischen Lebens auf der Erde vernichtet wurde. Und im Laufe der Zeit findet auch unser Universum sein Ende. Vergänglichkeit ist teil des Lebens sowie des Universum und bietet immer wiederkehrende Theorien zahlreicher Neuanfänge. Ein Ende ohne neue Entstehung in bisher unbekannter Form kann bis heute keine Forschung belegen .

In dieser Facharbeit war es mir besonders wichtig die aktuelle Bedeutungen der Sonne im Hinblick auf die Menschen und im kosmischen Kontext darzustellen. Dabei bin ich sehr ausführlich auf die Auswirkungen in Hinsicht der Erde eingegangen, da die Sonne eine hohe Alltagsrelevanz hat. Die bei dem Thema entstehenden Zukunftsfragen wecken das Interesse und regen zum Nachdenken an. Am Beispiel der Sonne lassen sich grundlegende Prozesse der Astronomie erklären. Dadurch wird ein komplexes astrophysikalisches Thema anschaulich und verständlich.

Literaturverzeichnis:

- [1] Heather Couper, Dougal Dixon, Dudley Fuller, Judy Garlick, John Griffiths, Nigel Henbest, Brian Jones, Robin Kerrod, Adrian Lyons, Robert Mathews, Robert Mills, Zuza Vrbova: Astronomie-Planeten-Sterne-Galaxien. C. Bertelsmann Verlag GmbH, München, 1984
- [2] Ludolf Schultze: Planetologie- eine Einführung. Verlagsgruppe Weltbild GmbH, Augsburg, 2001

Internetquellen:

- [3] <https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/sterne/sonne/>.
- [4] <https://astrokramkiste.de/sonne-entstehung>
- [5] <https://www.hep.physik.uni-siegen.de/~gruppen/Sonnensystem.pdf>
- [6] <https://www.sun.org/de/images/solaflare#:~:text=Wenn%20nun%20deren%20aufgespeicherte%20Energie%20pl%C3%B6tzlich%20freigesetzt,an%20Satelliten%20und%20Stromnetzen%20am%20Boden%20verursachen.>
- [7] <https://www.deutschlandfunk.de/sterne-sterben-100.html>
- [8] https://youtu.be/Bdgd_4RMTIO?si=ZathWNxVXKr5LMbJ
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=ckbvAxqH2Lk>
- [10] <https://nationalgeographic.de/wissenschaft/2017/11/wer-war-carl-sagan/>
- [11] <https://www.uni-stuttgart.de/universitaet/aktuelles/meldungen/Pulsierende-Sterne-verteilen-Grundbausteine-fuer-das-Leben-im-All/>
- [12] <https://www.leifiphysik.de/astronomie/sonne/grundwissen/aufbau-der-sonne>
- [13] <https://www.leifiphysik.de/astronomie/sonne/grundwissen/aufbau-der-sonne>

[14] <https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/nachrichten/2020/tiefe-einblicke-in-einen-weissen-zwerg/>

[15] <https://www.planet-wissen.de/natur/weltall/universum/pwiewiedieweltwirklichendenwird100.html>

[16] <https://www.fe-lexikon.info/lexikon/rayleighstreuung>

[17] <https://www.astro4edu.org/de/resources/glossary/term/139/>

[18] <https://zkm.de/de/was-bedeutet-terrestrisch>

[19] <https://www.airbus.com/de/newsroom/stories/2023-10-JUICE-die-Suche-nach-Leben-auf-Jupiters-Eismonden>

[20] <https://www.youtube.com/watch?v=OXDMnx5dxYg>

Sämtliche Quellen wurden zuletzt aufgerufen am 01.03.2026.

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Der Aufbau der Sonne

(<https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/sterne/sonne/>).....5

Abbildung 2: Die Milchstraße

(<https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/nachrichten/2018/aufbruch-in-der-milchstrasse/>).....6

Abbildung 3: Der Rote Riese

(https://www.saarbruecker-zeitung.de/sz-spezial/wissen/eine-sonne-frisst-ihren-planeten_aid-33583625).....9

Abbildung 4: Der Planetarischer Nebel

(<https://www.ardalpha.de/wissen/weltall/astronomie/sterngucker/planetarische-nebel-sterne-weisser-zwerg-huelle-gas-staub-licht-leuchten-100.html>).....10

Abbildung 5: Vergleich: Weißer Zwerg und Erde

(<https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/nachrichten/2014/planeten-verschmutzen-weisse-zwerge/>).....10

Versicherung der selbstständigen Erarbeitung und

Anfertigung der Facharbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken (auch aus dem Internet) entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe. Verwendete Informationen aus dem Internet sind nach Absprache mit der Fachlehrerin bzw. dem Fachlehrer vollständig im Ausdruck zur Verfügung zu stellen.

Bramsche, den 1.03.2026

Nina Meckfessel

Unterschrift der Schülerin/ des Schülers

Einverständniserklärung zur Veröffentlichung

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin, wenn die von mir verfasste Facharbeit der schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

Bramsche, den 1.03.2026

Nina Meckfessel

Unterschrift der Schülerin/ des Schülers