



Kosmischer Staub

Der Interstellare Staub

Facharbeit im Seminarfach Astronomie

Greselius-Gymnasium Bramsche

Felix Hilgert, Jahrgang 12

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Kosmischer Staub.....	2
2.1 Wie entsteht kosmischer Staub.....	2
2.1.1 Kosmischer Staub in seinen Einzelteilen.....	3
2.3 Der Lebenskreislauf des kosmischen Staubes.....	3
3 Kosmischer Staub ist überall.....	5
4 Wieso ist der kosmische Staub so wichtig.....	6
5 Aus Staub entstehen Planeten.....	7
6 Kosmischer Staub in der Wissenschaft.....	7
6.1 Wie können die Wissenschaftler den kosmischen Staub nachweisen.....	8
6.2 Wo ist der kosmische Staub auf der Erde.....	9
6.3 Den kosmischen Staub aus dem Weltraum einsammeln.....	10
7 Gaswolken.....	10
7.1 Arten von Gaswolken.....	10
8 Arten des kosmischen Staubes.....	12
9 Fazit.....	12

1 Einleitung

Schaut man in den Himmel, so könnte man meinen, dass dort nichts ist außer die vielen Sterne, Planeten, Monde und Asteroiden sei, doch dies ist nicht der Fall. Am Himmel sind zwischen den vielen leuchtenden Punkten einige dunkle Flecken zu sehen. Dies beobachtete Sir William Herschel im 18. Jahrhundert, als er in den Himmel sah und einige „Löcher“ im Himmel entdeckte. Aber was befindet sich neben den Sternen, Planeten, Monden und Asteroiden sonst noch im All? Im 20. Jahrhundert machten Astronomen eine unglaubliche Entdeckung und lösten das Rätsel über die sogenannten dunkle Flecken im Himmel: „Staubwolken“. Diese Staubwolken verdecken die Sterne, sodass das Licht nicht durch die Staubwolken hindurch gelangt, weswegen sich am Himmel diese dunklen Flecke ergeben. So wurde der kosmische Staub durch die Astronomen entdeckt.

Bis in die 1950-er war der kosmische Staub ein Hindernis für Astronomen, da diese unbedingt die weit entfernte Sterne beobachten wollten, jedoch durch den kosmischen Staub verdeckt wurden. Dennoch ist der kosmische Staub der Ursprung für die Entstehung von unserer und allen anderen Galaxien, Sternen und gesamten Universen [1, S.55]. Aber wie kam es dazu und vor allem, warum spielt der kosmische Staub eine solch wichtige Rolle die Menschheit und den kosmischen Materiekreislauf zwischen Sternen und dem umgebenem interstellarem Medium?

Wie es zu all dem Wissen kam, soll in dieser Facharbeit durch die Erkenntnisse (auf Forschungsgrundlagen), welches von den Astronomen und Wissenschaftlern angehäuft wurde, sowie all die Fragen von den Astronomen und Wissenschaftlern beantwortet werden.

Um den kosmischen Staub genauer zu verstehen und die vielen damit verbundenen Probleme sowie Fragen der Astronomen beantworten zu können, werden erst einmal die Grundlagen vom kosmischem Staub erläutert. Anschließend können die astronomischen Fragen beantwortet werden mit Hilfe des Basiswissens, welches vorher erklärt wurde. Zum Schluss folgt ein Fazit, welches eine Zusammenfassung der wichtigsten Informationen über den kosmischen Staub wiedergibt.

2 Kosmischer Staub

Kosmischer Staub ist im gesamten Universum verteilt in großen Staub- oder Gaswolken. Im 20. Jahrhundert entdeckten Astronomen die gigantischen Staubwolken im Himmel, die als dunkle Flecken sichtbar waren und sie begannen daraufhin sich verstärkt für die dunklen Flecken zu interessieren. Jahrelang stellte der kosmische Staub jedoch ein Problem und Ärgernis für die Astronomen dar, da der kosmische Staub die weit entfernten Sterne, welche hinter den Staubwolken liegen, verdeckte und dadurch



das Licht der Sterne daran Abbildung 1: Staubwolken [15]

hinderte, zur Erde zu gelangen. Vergleichsweise zum bekannten Hausstaub, welcher überall im Alltag zu entdecken ist, ist der kosmische Staub um das hundertfache kleiner. Wissenschaftler haben sich seit dem mehrfachen Entdecken der Staubwolken am Himmel, verstärkt mit dem interstellaren Staub mit Hilfe von Teleskopen sowohl auf der Erde als auch im All, beschäftigt. Die Wissenschaftler untersuchten den interstellaren Staub und messen deren Verteilung, sowie bestimmten sie ihre chemische Zusammensetzung [1, S.55]. Kosmischer Staub ist für die Entstehung von Sternen und Planeten entscheidend. Zwar ist dieser wichtiger Bestandteil der interstellaren Materie, stellt dennoch nur einen Bruchteil der gesamten Masse der Galaxie dar [3].

2.1 Wie entsteht kosmischer Staub

„Am Anfang war der Kosmos staubfrei“ [1, S.56] Gängige Theorien besagen, dass das Universum vor ungefähr 15 Milliarden Jahren noch keinen Staub besaß, da

alle jungen Galaxien nur aus Wasserstoff, Helium und einigen weiteren Elementen, die durch den Urknall mit entstanden sind, bestanden. Unsere Galaxie wurde von gigantischen Sternen des O- und B-Typs dominiert, die nach einigen Millionen Jahren zu einer Supernova explodierte [1, S.56]. „Die Abfallprodukte von Sternexplosionen, winzige Staubkörner im interstellaren Raum, haben die Geschichte unserer Galaxis entscheidend beeinflusst“ [1, S.54]. Diese Supernova produzierte den ersten Staub im gesamten Universum. Aber dieser Staub war nicht lange von Bestand, da die Stoßwellen von weiteren Supernoven die Staubkörner, kurz nachdem sie entstanden waren, sie wieder zerstörten. Nach mehreren Milliarden Jahren flaute der Sturm der Supernoven ab und es traten nun auch weniger massereichere Sterne in das sogenannte Rote-Riese-Stadium ein [1, S56]. Ein weiterer Weg, wie der kosmische Staub entsteht, ist durch die sogenannte Rote-Riesen-Phase zu erklären möglich. Beginnt ein Stern, mit sonnenähnlicher Masse, seine Masse zu verlieren, weil ihm der Brennstoff ausgeht, so tritt er in die Rote-Riesen-Phase ein. Der Stern bildet durch, dass ausstoßen von Gasen und Stäube in den interstellaren Raum, einen planetaren Nebelring. Der planetare Nebelring löst sich mit der Zeit auf und gibt den kosmischen Staub in das interstellare Medium ab. Eine andere Art wie kosmischer Staub entsteht, geht durch das Kollidieren von Himmelskörpern wie Kometen und Asteroiden oder aufgrund von Strahlung die Erosion von Himmelskörpern bei dem dann Staub entsteht [3].

2.1.1 Kosmischer Staub in seinen Einzelteilen

Durch das immer wieder erneute kollidieren und zusammensetzen von Staubteilchen in den Staubwolken, bildete sich auf dem Silikatkern ein innerer Mantel. Dieser innere Mantel bestand aus komplexen organischem Material und ist von einem äußerem Eismantel, welcher aus gefrorenen Gasmolekülen bestand, umhüllt [1,

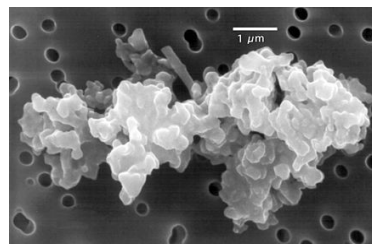


Abbildung 2: Struktur eines Staubteilchens [8]

S.56]. Der kosmische Staub besteht aus ein paar Elementen, die dem Menschen sogar bekannt sind und auch auf der Erde vorhanden sind. Kosmischer Staub besteht aus Sauerstoff, Kohlenstoff, und Silizium [4]. Der kosmische Staub erhält dadurch seine oft kristalline Struktur wie in Abbildung 1 zu sehen ist [3].

2.3 Der Lebenskreislauf des kosmischen Staubes

Ein interstellares Staubkorn durchläuft einen 100 Jahre andauernden Zyklus bis es dann zerstört wird. Das interstellare Staubkorn durchläuft diesen andauernden Zyklus bis zu fünfzigmal bis es schlussendlich zerstört wird. Den Zyklus kann man anhand von einer Schrittfolge am besten erläutern. Am Anfang ist der kosmische Staub, der sich in den diffusen Wolken befindet und wenige Gase besitzen, eine Mischung aus dem Staubkorn, seinem Mantel und den Kohlenstoffpartikeln sowie ähnlichen PAH Molekülen. In der Phase in der der kosmische Staub in eine dichte Gaswolke eindringt, kühlen diese aufgrund von der Kälte und wenig Licht ab. Die Atome und Moleküle, der Gaswolke, bleiben daraufhin auf dem Mantel des Staubkornes haften und bilden dann den äußeren Eismantel. Im inneren des Eismantels wird das Material daraufhin, durch ultraviolette Strahlung, verändert. Ebenfalls wird durch die ultraviolette Strahlung im inneren des Eismantels, dann eine Lage von komplexen organischen Verbindungen erzeugt und es entsteht eine gelbliche Substanz. Während sich die Gaswolke zusammenzieht und einen Stern bildet, verklumpen die ummantelten Staubkörner und bilden einen Kometen. Derweil wird die restlich überwiegende Mehrheit des kosmischen Staubes an das interstellare Medium abgegeben. Gelangt ein mit Eis ummanteltes Staubkorn in eine weiter diffuse Gaswolke, wird das Staubkorn einer noch stärkeren ultravioletten Strahlung ausgesetzt. Dadurch verdampft der Eismantel und das organische Material wird ebenfalls dann weiter umgewandelt. Die vorher gelbliche Substanz in dem Innerem des Eismantels wird wieder braun. Die Staubkörner werden zum Schluss nochmal durch Supernoven beschleunigt und sie kollidieren mit einander zusammen. Der organische Mantel wird durch die Kollisionen, zwischen den Staubkörnern, zerstört. Aus den Trümmern des organischen Mantels, durch Kollisionen, entstehen Kohlenstoffpartikel und PAH Moleküle [1, S.58]. Ein weiteres Modell vom kosmischen Staubzyklus erklären Wissenschaftler anhand des Materiekreislaufmodells. Bei diesem Modell wird der Kreislauf der Materie beschrieben. In dem Materiekreislauf werden unterschiedliche Wege erklärt z.B. wie Sterne entstehen oder der planetarische Nebel. Während dieses Materiekreislaufes bildet sich auf denselben Wegen auch der kosmische Staub. Auf dem ersten Weg gibt es am Anfang die interstellare Materie, die durch den

Urknall entstanden ist. Alles an Materie im gesamten Universum bilden dann in Gas- und Staubwolken, des Interstellaren Mediums, Sterne (1). Die Sterne werden dann zu sogenannten Protosterne, indem sie durch Gravitation kollabieren und sich dann durch Fragmentwolken bilden (3). Danach gehen die Sterne in die Rote-Riese-Phase über. Die Sterne sind vorher in einer langen, ruhigen Entwicklungsphase von mehreren Millionen Jahren. Die Sterne sind solange in der Phase bis ihnen der Wasserstoffvorrat im Kern ausgeht, mit dem sie den Wasserstoff zu Helium fusionieren. Die Sterne breiten sich dann zu sogenannten Roten Riesensternen aus (4). An dieser Stelle ist es so dass der Staub durch

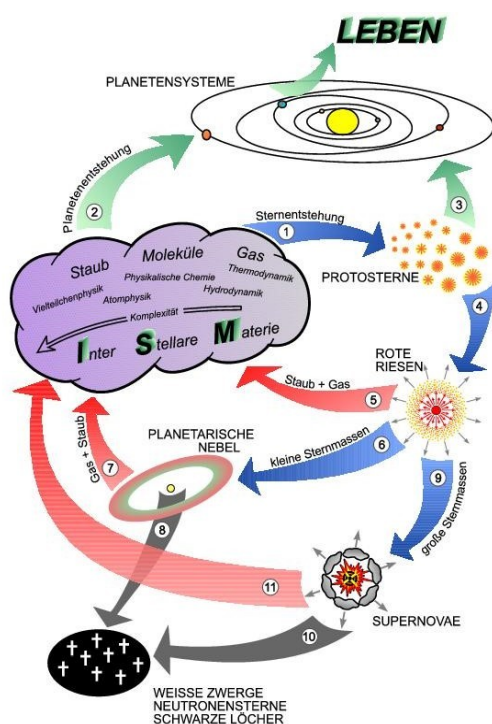


Abbildung 3: Der Kosmische Materieislauf [9]

verschiedene Wege zurück in das Interstellare Medium kommt. Ein Weg ist, dass bei der Ausdehnung die Hülle des Sternes abkühlt und Staub und Gas an das Interstellare Medium wieder abgibt (5). Somit ist der Staubzyklus beendet und er beginnt von vorne. Auf dem zweiten Weg wird, wegen großen Mengen gebildetem Staubes und einem hohen Strahlungsdruck, die äußere Hülle des Roten Riesen abgestoßen und dann es bildet sich dann ein Nebelring oder auch planetarischer Nebel genannt (6).

Der planetarische Nebel löst sich mit der Zeit auf und gibt Staub und Gas wieder an das Interstellare Medium ab. Der Staubzyklus ist und auf einem anderem Weg wieder abgeschlossen worden. Der dritte und letzte Weg, wie der Staubzyklus vollendet wird, wird durch die Supernoven beschrieben. Ein Roter Riese hat eine große Masse und implodiert dann nach einer Zeit, wenn dieser keine Energie zur Stabilisierung des Sternes mehr liefern kann. Dadurch das der Rote Riese implodiert, entstehen Supernoven. Während den Supernoven können schwerere Elemente als Eisen entstehen (9). Währenddessen kehren Gas und Staub, von den Supernoven-Überresten, zurück in das Interstellare Medium und reichern dieses

mit neuen schweren gebildeten Elementen an (11). Der Staubzyklus ist somit beendet und kann wieder von vorne beginnen [5].

3 Kosmischer Staub ist überall

Auch wenn man es nicht bemerkt, ist der kosmische Staub schon auf der Erde vorhanden. Die mikroskopisch kleinen Materieteilchen kommen aus dem so scheinbaren leeren Weltraum zu uns auf die Erde runter geflogen. Die Erde ist nämlich dem ständigem Strom aus mikroskopisch kleinen Materieteilchen ausgesetzt und unsere Erde sammelt dadurch täglich 40 Tonnen an außerirdischem Material auf, welches sich auf der gesamten Erdoberfläche gleichmäßig verteilt. Diese kleinsten Materieteilchen fliegen mit sehr hoher Geschwindigkeit auf die Erde nieder, welche sogar Geschwindigkeiten erreichen können die hundertmal schneller sind als Geschwindigkeiten. Trotz dieser enormen Geschwindigkeit fallen die kleinsten Materieteilchen wie Schneeflocken sanft, langsam und unbemerkt vom Himmel auf den Erdboden herab, da sie von der Erdatmosphäre abgebremst werden. Etwas größere Materieteilchen dagegen verglühen und können dann mit dem bloßen Auge als Sternschnuppen im Himmel beobachtet werden. Für den Menschen auf der Erde sind die Staubteilchen, durch ihre Größe ungefährlich. Jedoch für Satelliten und bemannten Raumstationen stellen sie eine große Gefahr dar, wenn diese durch einen z.B. Meteorstrom hindurch fliegen, können sie große Schäden verursachen [2].

4 Wieso ist der kosmische Staub so wichtig

Der kosmische Staub spielt eine wichtige Rolle, was die Entstehung unseres Universums angeht, sowie unserer Sterne, Planeten und natürlich auch der Erde. Kosmischer Staub ist wichtiger Bestandteil interstellarer Materie, in denen sich die Sterne und Planeten bilden können. Der kosmische Staub hilft den Gaswolken sich zu kühlen und dadurch die Schwerkraft zu verändern, damit sich dann Sterne bilden können. Ebenfalls wirkt kosmischer Staub als katalytische Oberfläche in denen chemische Reaktionen daraufhin schneller stattfinden können. Außerdem kann der kosmische Staub auch schädliche kosmische Strahlung abschirmen. Die Zusammensetzung von kosmischem Staub bietet Aufklärung über die Galaxie und die Entstehung von schweren Elementen. Der kosmische Staub ist eine

Schlüsselkomponente und ein wichtiges Puzzleteil, welches uns Informationen über die Entstehung des Universums, der Sternen und der Planeten, die sich im Laufe der Zeit entwickelt haben, überliefert [3]. Anders gesagt, ist der kosmische Staub die Urmaterie in unserem Sonnensystem, welche Informationen mit sich trägt und den Menschen Auskunft darüber geben kann, wie sie entstanden ist und durch welche Prozesse sie verändert wurde. Die Staubteilchen bringen uns die Information wie unser und andere Sonnensysteme entstanden sind [2].

5 Aus Staub entstehen Planeten

Es ist schon komisch, dass aus diesen winzig kleinen Staubpartikel gigantische Planeten entstehen können. Die Staubklumpen sind die Baustoffe für die Entstehung eines Planeten und bauen den Planeten nach und nach immer weiter auf. Astrophysiker beschreiben nach einigen Theorien, dass aus den Staubkörnern im All immer größer werdende Klumpen entstehen. Nach einiger Zeit entsteht somit ein neuer Himmelskörper. Der Himmelskörper zieht durch seine immer weiter wachsende Schwerkraft weitere Staubkörner an und gelangt somit an noch mehr Baustoffe, um sich weiter zu vergrößern. Stößt der neue Himmelskörper mit anderen interstellaren Objekten wie z.B. Fragmenten oder Planetenvorstufen zusammen, entstehen Trümmerteile, die wiederum zu Staub werden. Der Staub kann dann wieder als Baustoff für den neuen Himmelskörper genutzt werden können [5].

6 Kosmischer Staub in der Wissenschaft

Kosmischer Staub stellt für die Wissenschaftler dennoch einige große Fragen auf, die gelöst werden sollen. Die Wissenschaftler wissen zwar heute, dass der kosmische Staub eine wichtige Rolle spielt, da er nicht nur unser Universum, sondern auch alle anderen Universen gebildet hat. Dennoch haben die Wissenschaftler den kosmischen Staub noch nicht vollständig erforscht. Der kosmische Staub bietet der Wissenschaft mehr Informationen über die Frühzeit unseres Sonnensystems und mehr Informationen über unsere kosmische Nachbarschaft. Staub ist Material, welches Informationen über Raum und Zeit mit sich durch das Universum transportieren kann. Forscher unterscheiden inzwischen

interplanetarem und interstellaren Staub. Interplanetarer Staub ist der Staub der aus Quellen welche sich in unserem Sonnensystem befinden, während interstellarer Staub aus Quellen außerhalb unseres Sonnensystems stammen und dann irgendwann in unser Sonnensystem eingetroffen sind. Diese beiden Arten von Staub können durch Raumsonden identifiziert werden, um festzustellen, woher der Staub abstamme. In den Raumsonden befindet sich ein Staubdetektor, der die Richtung, die relativen Geschwindigkeiten und manchmal die Größe und die chemische Zusammensetzung des Staubes untersuchen und aufzeichnen kann. Die Forscher dachten es war nur möglich interplanetaren Staub einzufangen wie z.B. sammelte und untersuchte die Raumsonde Cassini Staub an einigen Orten in unserem Sonnensystem. Später jedoch bewies Ulysses das Gegenteil als es Staub nachwies, welcher außerhalb unseres Sonnensystems stammt und irgendwann den Weg in unser Sonnensystem fand. Forscher gingen ursprünglich davon aus, dass das Magnetfeld der Sonne keine Staubteilchen in das Sonnensystem eindringen lässt und sich deswegen kein interstellarer Staub in unserem Sonnensystem befindet. Jedoch konnte Ulysses nur die Ursprungsrichtung des Staubes identifizieren, aber keine genaueren Analysen machen, weil die Staubteilchen mit 50 Kilometern pro Sekunde auf den Staubdetektor aufprallten und dabei zerstört wurden [7]. Die Raumsonde Stardust hatte zum ersten mal 2006 kosmischen Staub zurück zur Erde gebracht, welcher dann in Laboren untersucht und erforscht werden konnte. Die Sonde war mit einem speziellen Staubdetektor ausgerüstet, welcher in der Lage war den kosmischen Staub aufzufangen und dann sicher zurück zur Erde zu bringen. Da der Staub jedoch so winzig klein ist, war es schwierig zu überprüfen ob die Raumsonde nun wirklich Staub eingefangen hat und diesen auch heile zurückgebracht hat. Dennoch war es zum ersten mal möglich, Materie auf der Erde in Laboren zu untersuchen, die ihren Ursprung von einem Kometen hatte. Untersuchungen gaben heraus, dass die Entstehung unseres Sonnensystems viel komplexer gewesen sein muss, als die Wissenschaftler vorher dachten. Außerdem gaben Ergebnisse von den organisch-chemischen Molekülen aus der Kometenmaterie heraus, dass diese Moleküle möglicherweise eine entscheidende Rolle für die Entstehung des Lebens auf der Erde gespielt haben könnten [2]. Nach acht Jahren waren die Wissenschaftler immer noch an den Auswertungen der Ergebnisse beschäftigt, weil die Staubteilchen so winzig waren und es dadurch sehr schwer war sie zu finden [7].

6.1 Wie können die Wissenschaftler den kosmischen Staub nachweisen?

Durch Raumsonden, die den kosmischen Staub mit zurück auf die Erde bringen konnten, konnten Wissenschaftler den kosmischen Staub in Laboren untersuchen. Jedoch müssen die Wissenschaftler den kosmischen Staub, der bis zu das hundertfache kleiner ist als gewöhnlicher Hausstaub, in dem Aerogel finden. Mit dem sogenannten Heidelberger Staubbeschleuniger ist dies zum ersten mal möglich gewesen kosmischen Staub in dem Aerogel zu finden. Die Mikropartikel werden zwischen ein und hundert Meter pro Sekunde beschleunigt und es werden ein Messelektronik und Auswalelektronik in das Stahlrohr hinzugefügt. Diese Instrumente machten es möglich sehr genaue und definierte Vergleichsmessungen zu machen. Dadurch wussten die Forscher nach welchen Spuren sie überhaupt in dem Aerogel suchen mussten. Einschlagspuren sowie Rückstände im Kollektormaterial, welche durch Hochgeschwindigkeitseinschläge im Labor in dem Staubbeschleuniger simuliert wurden, konnten dann untersucht werden. Von genau definierten Projektilen bezüglich ihrer Größe und Zusammensetzung erhielten die Wissenschaftlern dann Referenzspuren. Diese halfen den Wissenschaftlern bei der Identifikation der Spuren vom interstellaren Staub im Kollektormaterial. Zu jener Zeit konnten sieben Staubteilchen entdeckt werden, die die Raumsonde Stardust zur Erde zurückgebracht hat und die ihren Ursprung außerhalb unseres Sonnensystems hatten. [7].

6.2 Wo ist der kosmische Staub auf der Erde

Da die Erde schon seit beginn ihrer Entstehungszeit durch die staubige Milchstraße fliegt kann man davon ausgehen, dass auf der Erde auch schon Staubteilchen vorhanden sein müssten. Forschungen zu folge sammelt die Erde jährlich bis zu 40 Tonnen an außerirdisches Material auf. Aber wo ist denn dann der ganze Staub und müsste man nicht praktisch einfach, wenn die Erde soviel an außerirdisches Material jährlich auf sich nimmt, nach draußen gehen und danach im Garten kurz suchen? Es ist nicht so einfach die Staubteilchen zu finden, denn durch das irdische Material sind die Gebiete zu groß verunreinigt worden, sodass man kaum kosmischen Staub finden kann. Nur in den reinsten Gebieten wie zum Beispiel in der Antarktis ist es heute noch möglich dieser großen Verunreinigung,

durch das irdische Material, zu entgehen. Wissenschaftler konnten jedoch sogar den kosmischen Staub in den Tiefsee-Sedimenten nachweisen und somit bestätigen, dass der kosmische Staub überall auf der Erde vorhanden sei [2].

6.3 Den kosmischen Staub aus dem Weltraum einsammeln

Da der Großteil der Erde, durch das irdische Material, verunreinigt ist, außer ein paar Gebiete auf der Erde, suchten die Wissenschaftler einen anderen Weg an den kosmischen Staub zu gelangen. Im Weltall gibt es ja genug von dem kosmischen Staub, aber jedes mal eine Raumsonde in den Weltraum hoch zu schicken ist zu Aufwendig und zu teuer. Deswegen kamen die Wissenschaftler auf die Idee mit einem sehr hoch fliegenden Flugzeug die Partikel aus der Atmosphäre zu entnehmen. Die Wissenschaftler identifizierten sie später als extraterrestrisch. Dennoch sind die Wissenschaftler sich nicht sicher woher die Staubteilchen nun herkommen, ob sie von Kometen und Asteroiden aus unserem Sonnensystem stammen oder ob sie von weiter weg von außerhalb unseres Sonnensystems herkommen, können die Wissenschaftler nicht erklären. Die Wissenschaftler schickten demnach Raumsonden los, um später eine klare Trennung zwischen den Teilchen vorzunehmen [2].

7 Gaswolken

In der Astronomie werden Gaswolken als ausgedehnte Gebiete bezeichnet, die meistens leicht mit Gas und etwas Staub gefüllt sind. In den Gaswolken entstehen neue Sterne. Diese entstehen in den Komprimierungsvorgängen. Wenn diese Komprimierungsvorgänge vorfallen werden die Gaswolken auch als Sternentstehungsgebiete bezeichnet. Die Sterne machen insgesamt nur 10% der Gesamtmasse der Wolkenmasse aus. Der danach bewirkende Strahlungsdruck der neu entstandenen Sterne bewirkt, dass der Rest von dem Gas im All zerstreut wird. Es entstehen in großen Gaswolken oft ein sogenannter Offener Sternenhaufen [10].

7.1 Arten von Gaswolken

Unter anderem gibt es unterschiedliche interstellare Wolken im interstellarem Medium. Darunter zu nennen sind die Gaswolken, Dunkelwolken, Molekülwolken und H I-Gebiete sowie H II-Regionen. Wie in Kapitel 7 Gaswolken schon genannt sind Gaswolken in der Astronomie ausgedehnte Gebiete die aus Gas und Staub bestehen [10]. Dunkelwolken, auch Dunkelnebel genannt, werden in der Astronomie als große, lichtabsorbierende Gebiete bezeichnet. Diese Gebiete absorbieren alles Licht von den dahinterliegenden Sternen. Sie verdecken Teile im Universum, sodass der Mensch mit einem Teleskop nicht hindurchsehen kann, aber dafür große schwarze Gebiete am Himmel entdecken kann, in denen keine Sterne zu sehen sind. Der Wasserstoff in den Wolken liegt in Molekülen vor, weshalb sie undurchsichtig sind. Die größten Dunkelwolken sind bis zu 150 Lichtjahre groß. Sie haben einen erheblichen Anteil an Masse im interstellaren Medium mit einer durchschnittlichen Dichte von 100-300 Molekülen pro cm^3 und erreichen damit die millionenfache Masse unserer Sonne [11]. Interstellare Molekülwolken sind wie Gaswolken, eine Ansammlung von Gas und Staub im Interstellarem Medium, mit dem kleinen Unterschied, dass interstellare Molekülwolken sich durch ihre niedrigen Temperatur von der Gaswolke unterscheiden. Weil die interstellaren Molekülwolken eine hohe Dichte haben und eine niedrige Temperatur besitzen, enthalten die interstellaren Molekülwolken atomaren Wasserstoff in molekularer Form in sich. Sehr massereiche Molekülwolken werden als Riesenmolekülwolken bezeichnet und umfassen einen Durchmesser von 15-600 Lichtjahren. Sie kondensieren nach der Zeit und ihre durchschnittliche Dichte steigt nach und nach stark an. Das Innere der Molekülwolke spielt von wichtiger Bedeutung, wenn es um die Entstehung von Sternen geht. Aufgrund der Schwerkraft einer Molekülwolke ziehen sie sich zusammen und verdichten zu einem Filament [12]. H-I-Gebiete sind interstellare Wolken, welche aus atomarem und molekularem Wasserstoff bestehen [13]. Außerdem gibt es noch die sogenannten H II-Regionen. Diese Regionen sind leuchtende Gas- und Plasmawolken, welche einen Durchmesser besitzen können von bis zu mehreren hundert Lichtjahren. H II-Regionen beziehen sich im astronomischen Sprachgebrauch auf ionisierten atomaren Wasserstoff. H II-Regionen sind Nebel in denen Sterne entstehen

können. Die H II-Regionen imitieren das Licht, welches eigentlich aus dem ionisierten Gas in den Regionen her stammt. Ursachen sind heiße blaue Sterne, welche große Mengen an Wärme und Licht an die Umgebung abgeben. H II-Regionen sind Nebel, dessen Dichte zwischen denen der riesigen Molekülwolken und den dichteren Bok-Kügelchen befinden. H II-Regionen befinden sich nur in den Spitzen von Spiralgalaxien [14].

8 Arten des kosmischen Staubes

Der kosmische Staub wird in sechs Klassen eingestuft. Diese Klassen beziehen sich woher der Staub kommt. Die erste Klassifizierung wäre der intergalaktische Staub. Der intergalaktische Staub befindet sich außerhalb Galaxien, anders gesagt befindet sich der Staub in Wolken die sich zwischen den Galaxien befinden. Die zweite Klassifizierung ist der interstellare Staub. Dieser befindet sich zwischen den Sternen wie z.B. Nebel. Die nächste Klassifizierung ist der interplanetare Staub, welcher sich zwischen den Planeten befindet. Interplanetarer Staub besitzt Partikel die bis zu 100mm groß sind. Der interplanetare Staub ist für den Menschen der wichtigste Staub, da er sich direkt in unserem Orbit befindet und die Wissenschaftler ihn somit leicht untersuchen können. Die vierte Klassifizierung ist der zirkumstellarer Scheibenstaub. Der zirkumstellarer Scheibenstaub besitzt eine materielle Struktur, dessen Form ein Ring oder Torus ist und diese Struktur sich um einen Stern befindet, welcher aus Gas, Staub und felsigen oder eisigen Objekten besteht. Die fünfte Klassifizierung ist der zirkumplanetarer Scheibenstaub. Dieser ähnelt dem zirkumstellarem Scheibenstaub sehr mit dem Unterschied, dass der Ring sich um einen Planeten befindet und nicht um einen Stern. Diese Ringe bestehen auch wieder aus Staub und andere Partikel. Die sechste und letzte Klassifizierung ist der Kometenstaub. Der Kometenstaub wird durch den Sonnenwind, wenn sich der Komet in der Nähe der Sonne befindet, von einem Kometen ins All freigesetzt [15].

9 Fazit

Um die Fragen, aus der Einleitung dieser Facharbeit, kurz zusammen zu fassen kann man sagen, dass die Forschung über den kosmischen Staub viele Fragen von den Wissenschaftlern beantwortet hat.

Zum einen sind durch das Erforschen des kosmischen Staubes, die Wissenschaftler um einiges weitergekommen, wenn es um das Thema geht, wie unser und die vielen anderen Sonnensysteme entstanden sind. Durch die vielen Forschungen konnten Wissenschaftler den Grund für die Existenz des kosmischen Staubes bestimmen, sowie Ihre Zusammensetzung und Informationen, die sie über die Zeit mit sich tragen. Die wohl wichtigsten Informationen, die die Wissenschaftler meiner Meinung nach in Erfahrung gebracht haben sind zum einen der Grund warum es den kosmischen Staub überhaupt gibt, zum anderen aber auch wie der kosmische Staub entstanden ist und was der kosmische Staub in der Zeit, in der dieser im interstellaren Medium ist, macht. Der kosmische Staub ist und bleibt der Grundbaustoff für die Entstehung von Sternen, Planeten und ganzen Galaxien, was den kosmischen Staub zu einem der wichtigsten Materien im Gesamten Universum macht, obwohl dieser nur einen Bruchteil der Gesamtmasse ausmacht des Universums ausmacht. Ein weiterer wichtiger Punkt über den kosmischen Staub, ist die Entstehung des kosmischen Staubes. Der kosmische Staub entsteht auf verschiedene Weise und auf verschiedenen Wegen. Der kosmische Staub entsteht durch Supernoven, sowie durch Abgabe von Staubteilchen, wenn ein Stern in der Rote-Riese-Phase ist . Ein weiterer Weg ist die Abgabe von Staubteilchen in das interstellare Medium von einem Nebelring der sich gebildet hat, nachdem ein Roter-Riese seine äußere Hülle abgestoßen hat. Ein weiterer wichtiger Aspekt, den ich meiner Meinung nach gern auffassen würde, ist, dass der kosmische Staub nicht nur schön ist, in seinen vielen Farben anzusehen, sondern auch, dass die Wissenschaftler es geschafft haben, den kosmischen Staub zu finden und zu untersuchen, obwohl dieser so viel kleiner ist als gewöhnlicher Hausstaub.

Obwohl die Wissenschaftler und Astronomen einiges über den kosmischen Staub schon aussagen können, gibt es noch viele Fragen die die Wissenschaftler und Astronomen noch über den kosmischen Staub haben. Die Wissenschaftler untersuchen auch heute noch nach Antworten in Laboren und die Astronomen noch weiter in den Sternen. Zum Abschluss könnte man noch sagen: „Aus etwas ganz kleinem wird mal was ganz Großes“.

Literaturverzeichnis

Schriftliche Quellen:

[1] Die Milchstrasse (2003): in: *Spektrum DER WISSENSCHAFT*, S. 54–58, [online]
<https://www.spektrum.de/magazin/kosmischer-staub/827319>.

Elektronische Quellen:

[2] Harald Krueger [Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung] (2009): Kosmischer Staub der Ursprung unserer Erde, [online] <https://www.mps.mpg.de/6142729/18Kosmischer-Staub---Der-Ursprung-unserer-Erde.pdf>.

[3] Profil von Germán Portillo in der Online-Meteorologie (2025): Meteorología En Red, [online]
<https://de.meteorologiaenred.com/kosmischer-Staub.html>.

[4] Mundzeck, Till (2015): Astrophysik: Ursprung von kosmischem Staub gefunden, in: *DIE WELT*, 15.10.2015, [online] <https://www.welt.de/wissenschaft/weltraum/article123743363/Ursprung-von-kosmischem-Staub-gefunden.html>.

[5] Moszkowski, Alexander (1922): *Sternenstaub und kosmischer Materiekreislauf*, Auszug Eines Interviews, F. Fontane & Co., [online]
<https://www-astro.physik.tu-berlin.de/Archiv/AG2002/Dokus/materiekreislauf.pdf>.

[6] Wie aus Staub Planeten entstehen - TU Braunschweig | Blogs (2018): TU Braunschweig | Blogs, [online] <https://magazin.tu-braunschweig.de/pi-post/wie-aus-staub-planeten-entstehen/>.

[7] Physik, Welt Der (o. D.): Interstellarer Staub, [online]
<https://www.weltderphysik.de/gebiet/universum/sterne/interstellarer-staub/>.

[8] Wikipedia-Autoren (2016): Kosmischer Staub, [online]
https://de.wikipedia.org/wiki/Kosmischer_Staub.

[9] Der kosmische Materiekreislauf | ZAA-Ha'Dum (o. D.): [online] <https://www-astro.physik.tu-berlin.de/node/42>.

[10] Gaswolke – Physik-Schule (o. D.): [online]
<https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Gaswolke>.

[11] Dunkelwolke – Physik-Schule (o. D.): [online] <https://www.cosmos-indirekt.de/Physik-Schule/Dunkelwolke>.

- [12] Sternentstehung.de (2018): Interstellare Molekülwolken, Sternentstehung.de, [online] <https://sternentstehung.de/interstellare-molekuelwolken>.
- [13] Wikipedia-Autoren (2005): H-I-Gebiet, [online] <https://de.wikipedia.org/wiki/H-I-Gebiet>.
- [14] Spiegato (2022): Was sind H II-Regionen? - Spiegato, Spiegato, [online] <https://spiegato.com/de/was-sind-h-ii-regionen>.
- [15] Cosmos, Viaje Al (2022): 6 Arten von kosmischem Staub aufgrund seiner Lage und Herkunft, in: *Postposmo*, 11.04.2022, [online] <https://de.postposmo.com/kosmischer-Staub/>.
- [16] Keystone-Sda (2024): *Leben auf der Erde könnte aus kosmischem Staub entstanden sein*, Nau, [online] <https://www.nau.ch/news/forschung/leben-auf-der-erde-konnte-aus-kosmischem-staub-entstanden-sein-66716907>.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Facharbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stellen der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Bramsche, den

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

Unterschrift der Schülerin / des Schülers