

Warum existiert das Universum?
- Das Ungleichgewicht zwischen Materie
und Antimaterie

Facharbeit im Seminarfach Astronomie

Phil Luis Jungblut

Fachlehrer Florian Riemer

Jahrgang 12

Abgabedatum: 07.03.2022, Bramsche

Inhalt

1. Einleitung	3
2. Was ist Materie?	4
2.1 Was ist Antimaterie und wie wurde sie entdeckt?.....	5
2.2 Was ist der große Unterschied zwischen Materie und Antimaterie und worin ähneln sie sich?.....	6
2.3 Wieso kommt Antimaterie nicht natürlich in unserem Sonnensystem vor, und kann sie künstlich erzeugt werden?.....	7
2.4 Wie kann man Antimaterie künstlich erzeugen?.....	8
2.5. Was passiert, wenn Materie und Antimaterie aufeinandertreffen?	9
2.6 Ist Antimaterie gefährlich?	9
2.7 Wie lässt sich die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie erklären?	10
3. Was ist das Universum	11
3.1 Der Urknall	12
3.1.1 Was war vor dem Universum?	13
3.1.2 Zweifel am Urknall.....	14
3.2 Wie alt ist das Universum?.....	14
3.3 Wie hat sich das Universum entwickelt?.....	15
4. Fazit	16

1. Einleitung

Jeder von uns ist der Frage, aus was das Universum besteht und wie es entstanden ist, bereits über den Weg gelaufen.

Meistens lernen wir die Antwort in der Schule. Hier heißt es, das Universum sei aus Materie aufgebaut, die in unserem „Periodensystem der Elemente“ (PSE) aufgelistet sind. Geht man eine Ebene tiefer, so erfährt man, dass unser Universum aus dem Urknall heraus entstanden ist.

Aber was ist der Urknall überhaupt, und gibt es wirklich nur die 118 Elemente aus dem Periodensystem der Elemente?

Diese Seminarfacharbeit im Seminarfach Astronomie soll einen verständlichen Überblick über das Thema „Warum existiert das Universum? - Das Ungleichgewicht zwischen Materie und Antimaterie“ geben.

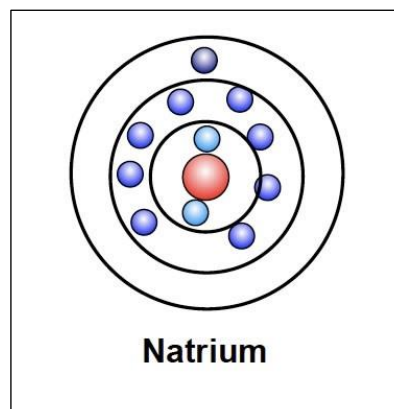
Zuerst werden essenzielle Fragen wie „was ist Materie?“ beantwortet, um die nachfolgende sachliche und detaillierte, aber nicht zu komplexe Darstellung zum genauen Erklären der Antwort auf die Fragestellungen geklärt. Der Grund für die Existenz der Antimaterie, welche in dieser Facharbeit eine besonders große Rolle spielen soll, wird danach erläutert. Anschließend werden die Eigenschaften der Antimaterie selbst dargestellt, um ein besseres Verständnis für dieses fast nur theoretisch zu betrachtende „Teilchen“ zu bekommen.

Nachfolgend wird ein grober Überblick darüber gegeben, was das Universum eigentlich ist. Später wird der Urknall thematisiert. Eine abschließende Erläuterung über die Entwicklung des Universums vom Anfang bis zum heutigen Tag bildet mit einem Fazit das Ende der fachlichen Seminararbeit im Fach Astronomie.

2. Was ist Materie?

In der Schule lernen wir, dass unser Universum aus Materie besteht. Alles was wir sehen und anfassen können, besteht aus Materie. Nicht nur alles auf unserer Erde, sondern auch die Sterne in unserem Universum. Dazu liefert das Periodensystem der Elemente (PSE) alle Teilchen, aus denen unser Universum besteht. Die 118 Elemente unterscheiden sich anhand der unterschiedlichen Anzahlen von elektrisch neutralen Neutronen und elektrisch positiv geladenen Protonen, im Kern des Atoms und der elektrisch negativ geladenen Elektronen in den einzelnen „Schalen“¹. Jedes dieser

Elemente hat unterschiedliche Eigenschaften, welche je nach Anzahl der Elektronen unterschiedlich ist. Diese Atome (kleinste Teilchen) setzen sich in verschiedenster Form zusammen und ergeben in einer bestimmten Zusammensetzung einen Stoff, den wir anfassen, meistens auch betrachten und mit



unseren Sinnesorganen spüren können. Diese Stoffe kommen aber bei verschiedenen Temperaturen in unterschiedlichen Formen vor. Wir bezeichnen diese 3 Möglichkeiten der Erscheinung als die drei Aggregatzustände. fest=>flüssig=>gasförmig.

So ist das Wasser, welches wir alltäglich trinken flüssig und wir können uns sogar in ihm bewegen. Eis hingegen, welches aus der gleichen atomaren Zusammensetzung, nämlich H₂O, zweimal Wasserstoff und einmal Sauerstoff besteht, hat jedoch bei einer niedrigeren Temperatur andere Eigenschaften. Es ist fest und hart.

Das Gesetz der Erhaltung der Materie² besagt, dass alle Materie in unserem Universum bereits existiert und wir sie nicht mehr erschaffen, oder vernichten

¹ Schalen: Schalenmodell als Veranschaulichung der Anzahl der Elektronen insgesamt und in der äußeren Schale.

² Quellenverzeichnis: Gesetz der Materie

können. Die einzelnen Atome können sich lediglich neu zusammensetzen und in einer neuen Form in Erscheinung treten.

2.1 Was ist Antimaterie und wie wurde sie entdeckt?

Alle Objekte in unserem Universum, Sterne, Planeten, Asteroiden bestehen aus Materie. Wissenschaftler waren der Meinung, dass es zu einem Elektron auch ein entgegengesetztes positiv geladenes „Positron“ geben muss, da unser Universum ja eigentlich symmetrisch aufgebaut ist. So muss der Urknall nicht nur große Mengen an Materie, sondern auch dieselbe Menge an Antimaterie ins All geschleudert haben.

Antimaterie hat anders als normale Materie nicht Elektronen in den äußeren Schalen, sondern Positronen. Das sorgt nicht nur für ein anderes Erscheinungsbild, sondern auch für andere Eigenschaften, da so die normalen Wechselwirkungen, die zwischen normaler Materie wirken, so wie wir es kennen, nicht mehr stattfinden können.

Da ein Antimaterieteilchen genau entgegengesetzt zu einem Materieteilchen aufgebaut ist, würden sie sich bei einer Kollision gegenseitig vernichten. In diesem Zuge stellt sich natürlich die Frage, wieso wir dann existieren und uns noch nicht gegenseitig mit den Antimaterieteilchen vernichtet haben.

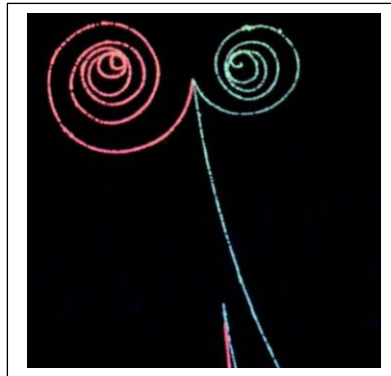
Dieses Phänomen lässt sich laut Wissenschaftlern nur so erklären, dass nach dem Urknall ein Ungleichgewicht zwischen Materie und Antimaterie herrschen musste, weswegen später mehr Materie, als Antimaterie existierte. Erste Beweise für die Existenz von Antimaterie wurden in Experimenten gesammelt, in denen man ein Positron mithilfe eines starken Gammastrahls, welcher auf ein Wasserstoffatom gerichtet war, erzeugte und es zusammen mit einem herkömmlichen Elektron zusammen in eine Nebelkammer einführte. Beide Teilchen haben dieselbe Masse, jedoch die entgegengesetzte elektrische Ladung. Es war zu erkennen, dass die Bewegungen beider

Teilchen entgegengesetzt voneinander im Magnetfeld der Kammer verliefen. So stellte man fest, dass es ein Teilchen gab, welches die gleiche Masse wie ein Elektron hatte, aber ein anderes Verhalten in einem magnetischen Feld aufwies.³⁴

2.2 Was ist der große Unterschied zwischen Materie und Antimaterie und worin ähneln sie sich?

Antimaterie besteht im Gegensatz zu Materie im Kern nicht aus Neutronen und Protonen, sondern aus Antineutronen und Antiprotonen. Genau so hat Antimaterie in den einzelnen Schalen nicht Elektronen, sondern Positronen, mit der identischen Masse, jedoch umgepolter elektrischer Ladung.

Materie und Antimaterie haben bei gleicher Elektronen- bzw. Positronenanzahl die identische Masse, verhalten sich jedoch aufgrund ihrer entgegengesetzten Ladungen unterschiedlich im Magnetfeld. Wie man in der Nebelkammeraufnahme⁵ (rechts) sehen kann, verhält sich das Elektron (linke Spirale) im Gegensatz zum Positron (rechte



Spirale) ganz entgegengesetzt. Unter idealen Bedingungen wäre der Verlauf der beiden, aufgrund der identischen Masse und derselben Größe exakt gleich, nur einmal gespiegelt. Wegen der Reibung und anderen Faktoren, die die Messergebnisse beeinflussen und leicht verfälschen, ist der Verlauf nicht exakt identisch, jedoch lässt sich trotzdem die starke Ähnlichkeit des Verlaufs klar, deutlich und einfach, gut erkennen.

Ein weiterer verblüffender Unterschied zwischen Materie und Antimaterie ist die unterschiedlich wirkende Gravitation. Wissenschaftler sind sich noch nicht ganz einig. Jedoch gibt es verschiedene Theorien, die bislang jedoch

³ Quellenverzeichnis: Was ist Antimaterie?

⁴ Quellenverzeichnis: Sterne aus Antimaterie?

⁵ Quellenverzeichnis: Grafik der Nebelkammer

noch nicht aufgrund von Messungenauigkeiten bestätigt oder verworfen werden konnten. Insgesamt gibt es 3 verschiedene große Theorien, die sich jeweils unterscheiden und auf anderen Fundamenten basieren. Zum einen gibt es die Theorie, die besagt, dass auf Antimaterie eine 114% so große Gravitationskraft wirkt, wie auf normale Materie. Diese Theorie beruhte jedoch auf veralteten Annahmen, die mit Gravitonen und ähnlichem zu tun hatten.

Sie wurde daher widerrufen. Andere Theorien besagen, dass aufgrund der entgegengesetzten Ladungen die Gravitationskraft auf die Antimaterie sogar genau entgegen der Anziehungskraft wirkt, welche auf normale Materie wirkt. Die letzte und von den meisten Wissenschaftlern meist befürwortete Theorie ist, dass wegen der identischen Masse, auf die Antimaterie die gleiche Gravitationskraft wirkt, wie auf normale Materie.⁶⁷

2.3 Wieso kommt Antimaterie nicht natürlich in unserem Sonnensystem vor, und kann sie künstlich erzeugt werden?

Laut unseren Vermutungen hätten am Anfang der Zeit beide Arten von Materie eine identische Anzahl von existierenden Teilchen haben müssen. Eine Symmetrie hätte eigentlich in unserem Universum herrschen müssen. Jedoch kann dies nicht der Fall gewesen sein. Wäre das Vorkommen beider identisch gewesen, so würden wir nicht existieren, da sich beide gegenseitig aufheben und vernichten würden. Eben das ist auch der Grund, wieso es keine natürlichen uns bekannten Antimaterievorkommen in unserem Universum gibt. Koexistieren ein Antimaterie- und ein Materieteilchen mit umgekehrtem Aufbau, so vernichten sie sich gegenseitig.

Es wird vermutet, dass auf viele Milliarden Antimaterieteilchen ein Materieteilchen mehr existierte, weswegen Materieteilchen überblieben, aber

⁶ Quellenverzeichnis Literatur: 1

⁷ Quellenverzeichnis Literatur: 4

Antimaterieteilchen hingegen nicht. Ohne diese Instanz gäbe es uns heute nicht.

Man kann jedoch mit technischen Hilfsmitteln für einen sehr kurzen Zeitraum ein Antimaterieteilchen erzeugen. Es wird sofort nach kurzer Zeit wieder vernichtet, aber man kann mit neuartigen Methoden nachweisen und auch bestätigen, dass es sie zumindest kurz gab.⁸

2.4 Wie kann man Antimaterie künstlich erzeugen?

Der Prozess des künstlichen Erzeugens von Antimaterie hat seine Ursprünge im 20. Jahrhundert. Der US-amerikanische Experimentalphysiker Carl David Anderson wies 1932 als Erster die Existenz eines Positrons nach, indem er ein Teilchen, welches dem Elektron glich, entdeckte, welches sich aber genau entgegengesetzt zu diesem in einem Magnetfeld bewegte. Bald erkannten Physiker, dass sich ein Teil der Stoßenergie in Materie und Antimaterie umwandelte. Ab 1950 begannen Wissenschaftler bewusst durch hohe Energiezufuhr nicht nur diese Paare, sondern auch Antiprotonen zu erzeugen. Allerdings dauerte es weitere zehn Jahre bis es den ersten Forschern gelang, ein Antiproton und ein Positron zu Antiwasserstoff zusammenzuführen. Die Erzeugung eines Positrons ist relativ einfach, weil man dabei lediglich bei gewissen radioaktiven Zerfällen, die dabei entstehenden Positronen, mithilfe von elektromagnetischen Feldern einfangen muss. Beim Antiproton ist die Gewinnung schon deutlich schwieriger. Es werden hochenergetische Protonen auf ein dichtes Metall geschossen, wobei Antiprotonen entstehen. Ein solches viel massereichere Antiproton ist aufgrund seiner viel höheren Masse kaum mit einer elektromagnetischen Falle einzufangen und muss deswegen sehr stark gekühlt werden, um die Bewegungsgeschwindigkeit zu

⁸ Quellenverzeichnis Literatur: 2

verringern und das Teilchen so besser einfangen und lagern zu können. Erst im Jahr 1995 gelang die erste Erzeugung des Antiwasserstoffatoms.⁹

2.5. Was passiert, wenn Materie und Antimaterie aufeinandertreffen?

Treffen ein Materie- und ein Antimaterieteilchen mit einem gleichen Aufbau aufeinander, so zerstören sie sich gegenseitig, da Materie und Antimaterie genau aus entgegengesetzten Teilchen bestehen. Komplementär zu der Erzeugung wird bei der Zerstörung von Materie und Antimaterie keine Energie benötigt und hinzugefügt, sondern sie entweicht bei der Kollision. Laut Forschern entsteht dabei ein Schwall von purer Energie.

Dies bedeutet, wenn man ein im Labor erzeugtes Antiwasserstoff hat und es mit einem normalen Wasserstoffteilchen in Kontakt kommt, so vernichten sich beide und es kommt zu einem Ausstoß von purer Energie. Diese Energie wird auch als Photon beschrieben und benannt.

Das erklärt auch den Sachverhalt, weshalb es so schwer ist, Antimaterie zu untersuchen. Es existiert nämlich nicht lange genug, um es genau erforschen zu können.

2.6 Ist Antimaterie gefährlich?

Laut Wissenschaftlern sind wir alltäglich von Antimaterie umgeben, die entsteht, aber sich auch im augenscheinlich selben Moment wieder vernichtet. Dennoch ist sie kurzzeitig vorhanden.

Wir wissen also, dass Antimaterie und normale Materie sich gegenseitig aufheben und sich zerstören. Also könnte man davon ausgehen, dass sie auch

⁹ Quellenverzeichnis Literatur: 3

einen Menschen zerstören kann. An sich ist dies wohl wahr, jedoch gibt es keine so großen Vorkommen von Antimaterie, die einem Leben gefährlich werden könnten. Die einzige Materie, die nicht nur entsteht und sich dann direkt wieder vernichtet ist die Antimaterie, welche wir im Labor herstellen. Aber dies nur in so geringen Mengen, dass absolut nicht von einer realen Gefahr ausgegangen werden kann. Man könnte sogar eher sagen, dass Antimaterie für uns Menschen ungefährlich ist.

2.7 Wie lässt sich die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie erklären?

Am Anfang des Universums gab es Materie und Antimaterie. Beide heben sich normalerweise auf. Da wir in unserem Universum von einem generellen symmetrischen Aufbau ausgehen, fragen wir uns natürlich, wie wir überhaupt existieren können. Eigentlich hätte die Anzahl der entstandenen Materie und Antimaterie identisch sein müssen. Jedoch kann dies nicht der Fall gewesen sein, da wir ja existieren. Deswegen wird von einer Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie ausgegangen. Wie lässt sich nun die Asymmetrie erklären und wo ist die ganze Antimaterie, die beim Urknall entstand, geblieben?

Kosmologen haben festgestellt, dass es in unserem Universum etwa eine Milliarde Mal mehr Photonen gibt, als gewöhnliche Materie. Eine Erklärung dafür ist, dass sich Teilchen und Antiteilchen kurz nach dem Urknall gegenseitig vernichtet haben, wodurch dann massenhaft Photonen entstanden. Ein winziger Überschuss an Materie im Gegensatz zu Antimaterie würde schon erklären, wieso wir heutzutage bloß normale Materie sehen.

1970 untersuchte ein Wissenschaftler der Universität Paris-Süd ein mögliches Szenario, welches das Phänomen erklären könnte. Nach seiner Vorstellung könnte es nach wenigen Mikrosekunden nach dem Urknall dazu kommen sein, dass sich Materie und Antimaterie direkt voneinander getrennt hätten, ebenso wie Öl und Wasser. Nach diesem Modell würden wir in einem Bereich leben, der aus normaler Materie besteht. Allerdings würde es an den einzelnen Grenzen dieser Bereiche zu ständigen Vernichtungen kommen, welche in einer Gammastrahlung resultierte. Eine solche Gammastrahlung konnte jedoch nicht mit dem Weltraumteleskop Fermi¹⁰ (rechts) entdeckt werden, weshalb diese Theorie nicht als sehr wahrscheinlich gilt.



Eine weitere Theorie gibt das Dirac-Milne Universum, welches eine ähnliche Aufteilung der Materie und Antimaterie vorsieht. Eine Übertragung von beiden hört laut dieser Theorie aber bereits auf, nachdem unser Universum eine Temperatur von 300 000 Kelvin erreicht hat. Ab diesem Zeitpunkt sind verschiedene Abteile mit Materie und Antimaterie voneinander getrennt.

Nach der negativen Masse-Theorie für Antimaterie lässt sich auch vermuten, dass sich Antimaterie aufgrund ihrer negativen Masse weit ins Weltall absondert und nur dort existiert, eben da, wo wir sie nicht erfassen können.

3. Was ist das Universum

Denkt man an unser Universum, so fallen einem als erstes viele Planeten, Sterne und vor allem auch unsere Erde ein. Doch hinter diesem einen Wort: „Universum“ verbirgt sich viel mehr.

¹⁰ Quellenverzeichnis: Grafik des Fermi weltraumteleskops

Zuerst einmal lässt sich sagen, dass unser Universum laut unserer Vorstellung unendlich groß ist. Es wird angenommen, dass sich unser Universum seit „Anbeginn der Zeit“¹¹, nach dem Urknall ausbreitet. Es wird angenommen, dass der Urknall der Ursprung des Universums ist. Daher auch der Name.

Unser Universum besteht aus Milliarden von Galaxien, welche grob gesagt Anhäufungen von Materie sind, die sich um einen Großen Gravitationskörper herumbewegen. Neben unserer „Milchstraße“¹² gibt es noch Milliarden weitere Galaxien, wie zum Beispiel die Galaxie NGC 1300¹³(unten). Sie werden je nach ihren Formen und Eigenschaften unterschiedlichen Typen zugeordnet, wie zum Beispiel Zwerggalaxien, welche eine sehr geringe Leuchtstärke haben.

In einer Galaxie gibt es viele Planeten und Sterne. Wie die in unserer Galaxie zum Beispiel sehr bekannte Erde oder Sonne. Andere Galaxien sind im Vergleich zu unserer nur sehr wenig erforscht, da sie sehr weit entfernt sind.¹⁴



3.1 Der Urknall

Der Urknall ist laut unserem Verständnis der Anfang des Universums. Die meisten Physiker gehen von dem Urknallmodell des expandierenden Universums aus. Ihrer Annahme nach gab es vor dem Universum nichts. Unsere gesamte Materie war laut dieser Annahme auf einen winzigen Raum zusammengepresst. Dieses unvorstellbar heiße Gemisch „explodierte“ dann ruckartig in alle Richtungen. Die Theorie besagt, dass nach einer Sekunde

¹¹ Anbeginn der Zeit => solange wir zurückdenken können

¹² Name der Galaxie, in dem sich die Erde befindet

¹³ Eine Balkenspiralgalaxie; Quellenverzeichnis: Grafik NGC 1300

¹⁴ Quellenverzeichnis: Die Galaxien

vergangener Zeit, das Universum so groß war, wie die Entfernung vom Mond zur Erde. Wobei sich schon nach extrem kurzer Zeit die ersten tatsächlichen Licht- und Materieteilchen gebildet haben sollen. Erst nach ein paar Minuten vergangener Zeit soll es kühl genug gewesen sein, damit sich die ersten Atomkerne bilden konnten. Die Materie soll aber zu diesem Zeitpunkt noch so eng zusammengepresst gewesen sein, dass man nichts hätte sehen können, da die Lichtteilchen nicht zwischen den vielen einzelnen Atomkernen hindurch gepasst hätten. Erst nach ca. 380.000 Jahren soll sich die Materie so weit im unendlichen Raum verteilt haben, dass die Lichtteilchen ungehindert umherfliegen konnten. Zu diesem Zeitpunkt soll auch die Materie eine Temperatur erreicht haben, bei welcher sie sich zu einzelnen Atomen zusammensetzen konnte. Diese Strahlen sind heute noch messbar. Aufgrund ihrer Langwelligkeit sind sie von anderen Strahlen unterscheidbar. Diese Strahlen sind der größte Beweis für die Urknalltheorie des expandierenden Universums.¹⁵

3.1.1 Was war vor dem Universum?

Physiker können ziemlich genau berechnen und verstehen, was nach dem Urknall geschah. Jedoch lässt sich in unserem Verständnis nur schwer rekonstruieren was vor dem Urknall war.

Es könnte auch ein anderes Universum gegeben haben, oder wirklich nichts, außer ein kleiner konzentrierter Fleck, der irgendwann zum Urknall wurde. Man weiß es nicht und kann es nicht wissen, da wir keinerlei Daten besitzen, die uns diese Frage beantworten. Selbst die einzelnen Atome, aus denen unser Universum besteht, können uns bei dieser Frage nicht weiterhelfen. Sie sind auch erst nach dem Urknall entstanden und haben vorher so nicht existiert, als das sie uns Informationen liefern könnten.

¹⁵Quellenverzeichnis: Wie ist das Universum entstanden?

3.1.2 Zweifel am Urknall

Trotz der mathematischen Beweise, die uns die Physik liefert, gibt es auch heute noch Kritiker, die sich der Urknalltheorie nicht anschließen wollen. Die meisten dieser Gruppen sind aus religiösen Gründen einer anderen Meinung. Ihrer Meinung nach habe Gott, oder eine vergleichbare Macht, die Welt erschaffen.

Man kann einen Urknall ja nicht einfach in einem Labor rekonstruieren. Das ist auch der Grund, wieso wir nicht mit Sicherheit sagen können, wie es war. Wir können lediglich Vermutungen aufstellen und diese kleinschrittig an verschiedenen Tatsachen belegen.

3.2 Wie alt ist das Universum?

Unser Universum existiert seit Anfang der Zeit, könnte man sagen. Es ist das erste, was es laut unserem Verständnis gab.

Es lässt sich jedoch mithilfe von Messverfahren und Rechnungen bestimmen, dass das Universum etwa ein Alter von ca. 13,8 Milliarden Jahren haben muss. Eben das ist auch der Grund, wieso wir nicht genau sagen können wie groß das Universum ist, abgesehen davon, dass sich das Universum stetig „ausbreitet“. Wir können mit unseren Teleskopen und Messgeräten nicht weiter als 13,8 Milliarden Lichtjahre weit schauen, da das Licht noch keine Zeit hatte sich so weit auszubreiten. Eine für die meisten Menschen unvorstellbare Tatsache.¹⁶

¹⁶ Quellenverzeichnis: Kein Zweifel an der Urknalltheorie

3.3 Wie hat sich das Universum entwickelt?

Laut Wissenschaftlern gab es zum Zeitpunkt des Urknalls einen winzigen Haufen, in dem sich alles, was wir heute als Materie o.ä. kennen, befand. Dieser Haufen soll nicht größer als ein Stecknadelkopf groß gewesen sein. Man kam auf diese Theorie, da man Beweise in Form von sich uns wegbewegenden Galaxien gesammelt hatte, dass sich das Universum dauerhaft ausbreitete. So musste im Umkehrschluss das Universum, wenn man in der Zeit zurückgeht, auch einmal extrem klein gewesen sein. Dieser Stecknadelkopf große Haufen muss eine unglaublich hohe Temperatur gehabt haben. Man kann diese Annahme durch den Vergleich mit komprimiertem Gas veranschaulichen, welches sich auch immer mehr aufwärmt, je mehr man es komprimiert. Kurz nach der eigentlichen „Explosion“ des Teilchenhaufens soll es schon nach sehr kurzer Zeit zu so großen Temperaturdifferenzen gekommen sein, dass sich die erste Materie und Lichtteilchen bilden konnten. Wissenschaftler vermuten, dass man erst nach ca. 380.000 Jahren hätte richtig sehen können, da dann erst die Lichtteilchen genug Platz gehabt hätten, sich frei zu bewegen.

Sterne und Planeten entwickeln sich aus Gaswolken, in denen Teilchen so zusammenkommen, dass sie eine Gravitation erzeugen, die weitere Teilchen des Nebels anziehen. Nach langer Zeit eines immer enger werdenden Nebels entsteht irgendwann eine Kugel, die von uns als Planet bezeichnet wird. Bei einem Stern werden die innersten Teilchen so stark zusammengepresst, dass sie so heiß werden, dass Wasserstoffatome anfangen miteinander zu verschmelzen. Dieser Prozess setzt Energie frei und somit fängt der Stern an zu „leuchten“.¹⁷¹⁸

¹⁷ Quellenverzeichnis: Wie ist das Universum entstanden?

¹⁸ Quellenverzeichnis: Was war vor dem Universum?

4. Fazit

Betrachtet man diese Fragen und ihre Antworten dazu, so wird einem klar, dass wir extrem wenig über unser Universum wissen und noch viele Fragen offenbleiben, auf die wir keine Antwort haben. Die meisten Fragen, die sich die Menschheit stellt, werden von Theorien beantwortet, die meist leider nicht alle Gegebenheiten berücksichtigen. Wir können aufgrund der hohen Komplexität des Themas nicht mehr sagen, als Vermutungen aufzustellen, die unsere Fragen versuchen zu beantworten und unseren Wissensdurst zu stillen. In Zukunft wird man immer mehr Daten zu diesem Thema sammeln können und so irgendwann vielleicht eine tatsächlich richtige und bewiesene Antwort auf diese Fragen geben können.

Quellenverzeichnis

- Websites
 - Gesetz der Materie:
[https://de.wikipedia.org/wiki/Materie_\(Physik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Materie_(Physik))
 - Grafik des Schalenmodells: <http://www.u-helmich.de/che/0809/03-atombau/atombau04.html>
 - Grafik der Nebelkammer: www.physik.uni-bielefeld.de
 - Grafik des Fermi Weltraumteleskops:
https://de.wikipedia.org/wiki/Fermi_Gamma-ray_Space_Telescope
 - Die Galaxien: <https://de.wikipedia.org/wiki/Galaxie>
 - Wie ist das Universum entstanden?: https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Wie_ist_das_Universum_entstanden.html
 - Grafik Nebelkammer: <https://www.physik.uni-bielefeld.de/~yorks/pro13/v5.pdf>
 - Grafik Natrium: <https://www.physik.uni-bielefeld.de/~yorks/pro13/v5.pdf>
 - Grafik NGC 1300: https://en.wikipedia.org/wiki/NGC_1300
- Videos
 - Was ist Antimaterie: <https://youtu.be/P2sIySmyUPg>
 - Sterne aus Antimaterie?: <https://youtu.be/MUm2Sw7fxsA>
 - Kein Zweifel an der Urknalltheorie:
<https://youtu.be/LWUhJftQfvk>
 - Was war vor dem Univerum: <https://youtu.be/ffLW-FS8rxk>
- Literatur
 - 1. Spektrum der Wissenschaft; Mai 1988; Seiten 98-107
 - 2. Spektrum der Wissenschaft; Dezember 1998; Seiten 90-96
 - 3. Spektrum kompakt; April 2017; Seiten 20-61
 - 4. Spektrum der Wissenschaft; Dezember 2017; Seiten 44-49
 - 5. Spektrum der Wissenschaft; Januar 2020; Seiten 64-71

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 06.03.2022

Phil Jungblut Unterschrift 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 06.03.2022

Phil Jungblut Unterschrift des Schülers