

Greselius-Gymnasium Bramsche
Astronomie 11.2 – Schuljahr 2013/2014
Herr Riemer und Herr Siegner

Außerirdisches Leben

Grenzen zwischen Mythos
und Wissenschaft

Jonah Nietiet
Bramsche, 27.03.2014

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
2. Historischer Überblick.....	3
2.1. Antike Vorstellungen	3
2.2. Die Spekulationen erhalten Grenzen.....	4
2.3. Mythen.....	5
2.3.1. Pseudowissenschaftliche Thesen.....	5
2.3.2. Übernahme in die Science-Fiction Literatur	6
2.3.3. Moderne Mythen setzen sich fest	7
3. Naturwissenschaftliche Betrachtung.....	8
3.1. Entstehung des Lebens auf der Erde.....	8
3.1.1. Kohlenstoff – das Element des Lebens	8
3.1.2. Die Urzeugung.....	10
3.2. Leben auf anderen Planeten.....	13
3.3. Alternative Entwicklung von Leben	14
3.3.1. Wieso nicht Silicium?	14
3.3.2. Ist Gravitation notwendig?.....	15
4. Grenzen.....	15
4.1. Außerirdisches Leben in unserem Sonnensystem.....	15
4.2. Außerirdische Invasion	15
4.3. Anatomie der Außerirdischen	16
4.4. Rückblick auf Huygens	16
5. Fazit.....	17
Literaturverzeichnis	18
Anlage	19

1. Einleitung

Die Frage nach der Existenz außerirdischen Lebens beschäftigt die Menschheit schon seit je her. Bereits für die großen Naturwissenschaftler und Philosophen der Antike war es eine Selbstverständlichkeit, „dass einige Gestirne wohl erdähnliche Welten seien [...] [und; AUTOR] dass diese auch Leben trugen“¹. Im Laufe der Geschichte sind immer wieder sowohl ernst zu nehmende Theorien zur Beantwortung dieser Frage entstanden, als auch viele Mythen, Geschichten und Spekulationen. Zwischen Mythos und Realität zu unterscheiden, ist dabei oft nicht gerade leicht. Um eine genaue Abgrenzung zu finden, ist es daher notwendig, sie unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse gegenüberzustellen.

Titel meiner Facharbeit ist daher „Außerirdisches Leben – Grenzen zwischen Mythos und Wissenschaft“. Eben diese Grenzen versuche ich auf den folgenden Seiten zu ergründen und zu erklären.

Dazu werde ich zuerst einen Überblick über die Entwicklung der wissenschaftlichen Betrachtung außerirdischen Lebens von der Antike bis zur Neuzeit geben und dann einige der verbreitetsten Mythen aufgreifen und vorstellen. Um sie im späteren Verlauf überprüfen zu können, wird der größte Teil der Facharbeit sich mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen über die Entstehung von Leben im Allgemeinen und der Möglichkeit dieses Vorgangs außerhalb der Erde im Speziellen beschäftigen, sodass ich schließlich in der Lage sein werde, die bereits erwähnten Grenzen zu definieren, sofern sich dies als möglich erweist.

Um diese Aufgabenstellung zu erfüllen, ist zunächst eine eindeutige Definition von Nöten, was überhaupt als außerirdisches Leben betrachtet wird.

„Obgleich wir alle ein Lebewesen sofort auf den ersten Blick als ein solches erkennen, ist es nicht ganz einfach, Leben eindeutig zu definieren. Eine knappe Definition von Leben lautet folgendermaßen: Leben ist eine organisierte Einheit, die zu Stoffwechsel, Fortpflanzung und Evolution

¹ Haber, Heinz: Brüder im All, S.18

befähigt ist.“² Darunter fallen sowohl Menschen, Tiere und Pflanzen, als auch Mikroorganismen aller Art.

Der zweite Teil des Begriffes ist wesentlich leichter zu definieren. Unter außerirdischem oder extraterrestrischem Leben versteht man, dass die Lebewesen sich weder auf der Erde befinden noch in irgendeiner Weise von ihr stammen.

Wenn abseits der naturwissenschaftlichen Forschung von außerirdischem Leben gesprochen wird, bezieht sich das in der Regel jedoch nicht auf das gesamte Spektrum des Lebens, das die Definition hergibt, sondern auf die Vorstellung intelligenten Lebens. Lebewesen, mit denen der Mensch interagieren kann, die ihm vielleicht sogar ähnlich sind (Humanoiden), sind für die meisten Menschen wesentlich interessanter als die Frage, ob es Mikroorganismen oder Vegetation auf anderen Planeten gibt. Somit wird das intelligente Leben auch in meiner Facharbeit den höchsten Stellenwert bekommen. Trotzdem ist auch die mögliche Existenz von Bakterien auf anderen Planeten sehr interessant für uns, da diese ebenfalls eine Stufe der Evolution darstellen, aus der auf der Erde die gesamte Vielfalt des Lebens hervorging, was sich demzufolge auf anderen Planeten ebenso ereignen könnte.

2. Historischer Überblick

2.1. Antike Vorstellungen

Während die ersten Vorstellungen von außerirdischem Leben sich auf einer rein spirituellen, religiösen Ebene befanden und in den Sternen Welten vermutet wurden, in denen göttliche Wesen oder in späterer Zeit die Seelen verstorbener Menschen beheimatet seien, entstanden mit den ersten Erkenntnissen über die Materie und dem langsam aufkommenden Materialismus zunehmend Spekulationen über erdähnliches Leben im Kosmos.³ Wie bereits eingangs erwähnt, gehen diese vor allem auf die griechischen Philosophen der Antike zurück. Da sich ohne den heutigen Wissensstand jedoch keine stichhaltigen, wissenschaftlichen Aussagen über dieses Leben machen ließen, müssen wir die in der Einleitung

² Markl, Jürgen: Purves Biologie, S.2

³ Nach: Haber, Heinz: Brüder im All, Kapitel 1

erwähnte Überzeugung, „dass einige Gestirne wohl erdähnliche Welten seien [...] [und; AUTOR] dass diese auch Leben trugen“⁴, als eine rein philosophische betrachten. Diese rührt wohl daher, „dass uns die Vorstellung einer unbelebten Welt in den Tiefen des Alls unerträglich ist“⁵, was psychologisch gesehen relativ leicht durch das Gesellschafts- oder (verglichen mit dem Tierreich) Rudelwesen des Menschen zu erklären ist.

So wurden vor allem auf dem Mond fantastische, menschenähnliche Wesen vermutet, wie man unter anderem in Plutarchs Schrift „Über das Mondgesicht“ erkennen kann. Diese Vermutungen sind jedoch kaum durch Fakten oder wissenschaftliche Theorien begründet, weswegen eine genaue Analyse historischer Quellen, die in den meisten Fällen zu undifferenziert sind, keine relevanten Erkenntnisse bringen würde. Stattdessen springen wir an christlich-theologisch geprägten Ansichten vorbei fast zwei Jahrtausende in die Zukunft, um uns mit den ersten wissenschaftlich ernst zu nehmenden Theorien über die Existenz außerirdischen Lebens zu beschäftigen.

2.2. Die Spekulationen erhalten Grenzen

Nach diesem großen Sprung befinden wir uns nun in der Spätrenaissance. In dieser Epoche lebten einige bedeutende Gelehrte, deren Theorien und Erkenntnisse unser heutiges Weltbild und unsere heutigen Wissenschaften stark geprägt haben. Einer von ihnen ist Christiaan Huygens.

Der niederländische Astronom, Mathematiker und Physiker ist vor allem für die von ihm begründete Wellentheorie des Lichts bekannt. Interessant für das Thema ist jedoch vor allem seine 1690 veröffentlichte, letzte wissenschaftliche Abhandlung. In dieser „formulierte Huygens den Gedanken, dass es noch viele andere Sonnen und Planeten im Universum geben könnte, und spekulierte bereits über außerirdisches Leben.“⁶

Dabei „war [er] wohl der erste, der darauf hingewiesen hat, dass für die Existenz des Lebens auf fremden Welten eine ganze Reihe von physikalischen und chemischen Bedingungen erfüllt sein müssen.“⁷ Diese

⁴ Haber, Heinz: Brüder im All, S.18

⁵ Ebd., S.12

⁶ http://de.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens

⁷ Haber, Heinz: Brüder im All, S. 19 f.

sind ihm zufolge Atemluft, Wasser und eine milde Temperatur. Auch wenn Huygens nicht über unser heutiges Wissen über die Entstehung von Leben auf der Erde verfügte, sind diese drei Bedingungen, teils in einer etwas anderen Form, entscheidend für diesen Vorgang.

2.3. Mythen

Den dritten Schritt des historischen Überblicks bilden die über Jahre entstandenen Mythen, die auch heute noch weit verbreitet sind. Man kann sie grob in drei Kategorien einteilen, die teilweise eng miteinander verknüpft sind.

2.3.1. Pseudowissenschaftliche Thesen

Der wohl bekannteste Mythos in dieser Thematik ist die Existenz von intelligentem Leben auf dem Mars. Um ihm nachzugehen, muss man sich mit seinem pseudowissenschaftlichen Ursprung beschäftigen. Den ersten Anhaltspunkt dazu kann man bei Giovanni Schiaparelli finden. Der italienische Astronom hatte bei einer Marsbeobachtung im Jahr 1877 mehrere Linien auf der Marsoberfläche wahrgenommen, die er *canali* nannte, was auf Deutsch übersetzt Kanal heißt, aber nicht automatisch mit einer künstlichen Wasserstraße gleichzusetzen ist. Während Schiaparellis Intention vor allem darin bestand, die Oberfläche des Mars zu beobachten und zu kartographieren, ist es einem Übersetzungsfehler ins Englische (*canals* statt *channels*) zu verdanken, dass die Theorie aufkam, diese Kanäle seien künstlich geschaffen worden und somit Anzeichen einer Zivilisation auf dem Mars⁸.

Hauptverfechter dieser Theorie war der amerikanische Astronom Percival Lowell, der zur Erforschung der Marskanäle sogar eine eigene Sternwarte errichten ließ. Er war der Ansicht, „eine sterbende Zivilisation würde ihren langsam vertrocknenden Planeten durch Schmelzwasser von den beiden Polkappen künstlich bewässern“⁹. Der dadurch an den Rändern des Kanals entstehende Vegetationsgürtel würde auch die besondere Breite der beobachteten Linien erklären.

⁸ Nach: http://de.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Schiaparelli

⁹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Marskan%C3%A4le>

Die Erforschung der Marskanäle zeigte jedoch recht früh, dass die Idee vieler gerader Kanäle falsch ist, nur ca. die Hälfte der von Schiaparelli beobachteten Linien sind wirklich auf der Marsoberfläche zu finden. Die andere Hälfte ist auf optische Täuschungen und ungenaue Teleskope zurückzuführen. Bis die Existenz von Wasser und Vegetation in diesen Vertiefungen endgültig widerlegt werden konnte, dauerte es jedoch bis zu den ersten Marssonden in den 60er-Jahren.¹⁰ Trotz dieser Ergebnisse hat sich der Mythos des Lebens auf dem Mars dennoch bis heute behauptet.

2.3.2. Übernahme in die Science-Fiction Literatur

Angeregt von Schiaparellis Beobachtungen und Lowells Theorien fand die Vorstellung einer Zivilisation auf dem Mars auch Eingang in die Science-Fiction Literatur. Um die Jahrtausendwende herum entstanden erste Werke, die diese Zivilisation in den Mittelpunkt rückten. Oft wurde dabei auch der Zusammenhang mit einer Bedrohung durch die *Marsianer* (der Begriff *martians* stammt u.a. von Lowell) hergestellt.

Ein bekanntes Beispiel dafür ist H. G. Wells Roman *Krieg der Welten*. Das Buch handelt von einer Invasion der rohstoff- und wasserreichen Erde durch die Marsbewohner, die aufgrund der biologischen Veränderung den nun unbewohnbaren Mars verlassen und schließlich nur dadurch scheitern, dass ihr Immunsystem keine Abwehrkräfte gegen die irdischen Mikroorganismen entwickelt hat. Wells nutzt das Vorgehen der *Marsianer*, die gar nicht erst versuchen, eine friedliche Lösung zu finden, als Spiegelbild des Kolonialismus und des britischen Empires. Diese Projektion menschlichen Verhaltens auf den Charakter außerirdischer Wesen ist typisch für das Science-Fiction-Genre und spiegelt sich oft auch darin wieder, dass die als höher entwickelt dargestellten Außerirdischen, die Menschheit als primitiv ansehen, vergleichbar mit der frühen Denkweise der Europäer über die indigene Bevölkerung anderer Kontinente.

Die friedliche Zusammenkunft mit den Bewohnern des Nachbarplaneten wird hingegen auch in anderen Science-Fiction Werken nur sehr selten thematisiert. Meist werden die außerirdischen Lebensformen als Bedrohung für die Menschheit dargestellt. Dabei beschränkt sich die

¹⁰ Nach: <http://de.wikipedia.org/wiki/Marskan%C3%A4le>

Literatur nicht nur auf den Mars. Mit der zunehmenden Entdeckung des Weltalls ist auch das Spektrum der Science-Fiction Literatur stetig gewachsen. Einige ihrer Ideen sind heute auch über die Werke, denen sie entstammen, hinaus bekannt.

2.3.3. Moderne Mythen setzen sich fest

Obwohl die oben beschriebenen Szenarien von den meisten ausschließlich als Fiktion wahrgenommen werden, gibt es auch heute noch einige Menschen, die fest daran glauben. Die Exopolitik-Bewegung¹¹ behauptet beispielsweise, dass es bereits mehrere Male Kontakt zu außerirdischen Lebensformen gegeben hätte, und diese von den Regierungen vertuscht würden. Als Belege dafür führt sie unter anderem angebliche Regierungsprotokolle, aber auch Aussagen einiger Wissenschaftler und Astronauten wie Buzz Aldrin an, die behaupten, im All auf Leben gestoßen zu sein.¹²

Zwar mag dieses Beispiel eine Extremposition darstellen, jedoch gibt es auch viele kleinere Organisationen, die sich zum Beispiel der Beobachtung von UFOs widmen. Anders als die Vorstellung einer Zivilisation auf dem Mars, hat sich das vorherrschende Bild dieser Flugobjekte genau wie das der Marsmännchen nicht direkt aus der Wissenschaft oder der Literatur entwickelt.

Der Mythos der fliegenden Untertassen geht auf den amerikanischen Privatpiloten Kenneth Arnold zurück, der am 24. Juni 1947 bei einem Flug am Mount Rainier angeblich unbekannte Flugobjekte beobachtet hat, die in Pfeilform mit 1500 km/h an ihm vorbeigeflogen seien. In einem Interview beschreibt er sie als „Untertassen mit der hohlen Seite nach unten gekehrt“¹³. In der darauffolgenden Zeit wurde auf der ganzen Welt immer wieder von der Sichtung solcher Flugobjekte berichtet, sodass der Mythos sich immer weiter verbreitete.

¹¹ Siehe auch: <http://exopolitics.blogspot.com/exopolitics/>

¹² <http://www.vopus.org/en/gnosis/interesting-articles/mars-is-inhabited.html>

¹³ Haber, Heinz: Brüder im All, S.11

Ebenfalls interessant für die Betrachtung des Themas ist die Frage, wie die Bewohner der anderen Planeten aussehen. Prägend ist hier (zumindest was die Vorstellung vom *Marsianer* angeht) die Idee eines kleinen grünen Männchens mit einem überproportional großen Kopf und Antennen. Diese Darstellung geht auf den Maler William Robinson Leigh zurück, der vom amerikanischen *Cosmopolitan Magazine* beauftragt wurde, Wells und Lowells Ideen vom möglichen Marsbewohner graphisch festzuhalten.¹⁴

Abbildung 1: William Robinson Leigh: Martians

3. Naturwissenschaftliche Betrachtung

Nach diesem Überblick über die gängigen Vorstellungen von außerirdischem Leben ist es an der Zeit, die Fragestellung von einem rein naturwissenschaftlichen Standpunkt aus zu betrachten. Um die Frage, ob außerirdisches Leben denn überhaupt möglich ist, beantworten zu können, muss man sich zunächst vor Augen führen, wie sich das Leben auf der Erde entwickelt hat, um danach zu überprüfen, ob eine solche Entwicklung auch auf anderen Planeten möglich ist. Anschließend stellt sich noch die Frage, ob sich Leben auch auf eine andere Weise als auf der Erde entwickelt haben könnte.

3.1. Entstehung des Lebens auf der Erde

3.1.1. Kohlenstoff – das Element des Lebens

Wenn man aus chemischer Sicht einen Blick auf die im menschlichen Körper vorhandenen Stoffe wirft, wird einem sofort auffallen, dass fast alle von ihnen Kohlenstoffverbindungen enthalten. Weitet man den Blick nun auf alle Organismen aus, stellt man fest, dass sich diese Verbindungen nicht nur in Tieren, sondern auch in Pflanzen und Mikroorganismen finden

¹⁴ Nach: <http://de.wikipedia.org/wiki/Marsianer>

lassen. Um der Chemie des Lebens auf den Grund zu gehen, müssen wir uns also zunächst mit den Eigenschaften des Kohlenstoffes und seiner Verbindungen beschäftigen.

Der Kohlenstoff liegt im Periodensystem der Elemente in der vierten Hauptgruppe. Er hat also vier Valenzelektronen, durch die er je eine Elektronen-Paar-Bindung mit anderen Stoffen eingehen kann, mehr als jeder Stoff aus einer anderen Gruppe. Weiterhin ist er dazu in der Lage, sehr lange Ketten mit sich selbst und anderen Stoffen zu bilden. Das macht ihn zum idealen Element um die komplexen Bindungen einzugehen, die für Leben notwendig sind.

Untersucht werden diese Kohlenstoffverbindungen in der organischen Chemie. Bereits am Namen wird hier die Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Aufbau des Lebens offenbar. Für die Entstehung von Leben ist vor allem eine Verbindung interessant: die Aminosäure. Das liegt daran, dass mehrere hundert Aminosäuren zusammen Peptidketten bilden, aus denen wiederum die Proteine entstehen, die bspw. in Form von Enzymen für fast alle Vorgänge in Organismen verantwortlich sind und somit eine Grundlage für das Leben darstellen. Chemisch gesehen sind Aminosäuren verhältnismäßig einfache organische Verbindungen, bestehend aus etwa 10 bis 30 Atomen Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff.

Für die schrittweise Entstehung von Proteinen reicht jedoch nicht nur ein ausreichendes Vorhandensein der benötigten Atome, auch die vorherrschende Temperatur muss stimmen, da sie einen starken Einfluss auf den Ablauf chemischer Reaktionen hat. Denn eine hohe Temperatur hat einen hohen Energiegehalt und somit eine hohe Geschwindigkeit der einzelnen Teilchen zur Folge. Damit überhaupt Reaktionen stattfinden können, muss ihr Energiegehalt so hoch sein, dass sie mit einer ausreichenden Geschwindigkeit kollidieren, um eine Verbindung einzugehen. Ist die Temperatur jedoch zu hoch, bewegen sich auch die fertigen Moleküle noch so schnell, dass die bereits eingegangenen Verbindungen wieder gespalten werden. Der Temperaturbereich, in dem ein so komplexes Gebilde wie eine Aminosäure entstehen kann, ist

entsprechend klein. Er liegt ungefähr zwischen null und Hundert Grad Celsius.¹⁵

Damit stehen bereits zwei Bedingungen für die Entstehung von Leben fest: Die Existenz von Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff und eine Temperatur, die deren dauerhaften Zusammenschluss ermöglicht. Die nächste Frage ist, wie dieser Vorgang abgelaufen ist.

3.1.2. Die Urzeugung

Bei der Suche nach einem Ort an dem diese Bedingungen erfüllt sind landet man wenig erstaunlich auf unserer Erde und zwar zu einem Zeitpunkt, an dem ihre erste Atmosphäre durch die Hitze der Oberfläche verdampft ist und sich gerade eine neue Atmosphäre bildet. „Ihre Zusammensetzung können wir aus der Chemie des Urgases direkt ableiten. Zu den häufigsten schweren Elementen zählen auch heute noch [...] der Stickstoff, der Sauerstoff und der Kohlenstoff. Diese waren vermischt mit einem sehr großen Überschuss von Wasserstoff und Helium.“¹⁶ Da Helium ein Edelgas ist und daher kein Bestreben hat, mit anderen Stoffen zu reagieren, können wir es an dieser Stelle vernachlässigen. Entscheidend ist stattdessen, wie Stickstoff, Sauerstoff und Kohlenstoff mit Wasserstoff reagieren. Dabei entstehen vor allem Methan (CH₄), Ammoniak (NH₃) und Wasser (H₂O), das anfangs in Form von Dampf vorliegt.

Auch wenn die Bedingungen, die wir hier vorfinden – ein stellenweise glühend heißer Planet mit einer Atmosphäre aus giftigen Gasen – eigentlich lebensfeindlich wirken, fehlen im Wesentlichen jedoch nur noch drei Schritte bis zur Entstehung der Aminosäuren/Proteine.

„Während der Hunderte von Millionen Jahren, welche [...] [vergangen sind, bis die Erde, den beschriebenen Zustand erreicht hat, AUTOR], ist auch die Sonne heißer geworden. In ihrem Kern hat sich die Temperatur auf die kritische Höhe von etwa 20 Millionen Grad gesteigert.“¹⁷ Bei den dadurch verursachten Kernfusionsprozessen, wurden große Mengen

¹⁵ Haber, Heinz: Brüder im All, S.59

¹⁶ Ebd., S.86

¹⁷ Ebd.

Strahlungsenergie freigesetzt. „In diesem Strahlungsgemisch fanden sich auch Anteile der [...] ultravioletten Strahlung. Diese Strahlenarten sind so energiereich, dass sie die chemischen Verbindungen in der Erdatmosphäre in ihre Bestandteile zerschlagen konnten. In jedem Fall wurde dabei Wasserstoff freigesetzt, der dann in den Weltraum entwich.“¹⁸ Die nun wieder elementar vorliegenden Stickstoffatome schlossen sich zu Molekülen zusammen; aus Sauerstoff und Kohlenstoff entstand CO₂.

Während nun also eine Atmosphäre aus CO₂ und Stickstoff vorliegt, die der jetzigen bis auf die Abwesenheit von Sauerstoffmolekülen sehr stark ähnelt, ist das Wasser, das durch von Vulkanen ausgestoßenem Dampf vermehrt wurde, auf der inzwischen abgekühlten Erde kondensiert, sodass sich der Anfang eines Ozeans gebildet hat, in dem Ammoniak, Kohlensäure und Spurenelemente aus der Erdkruste gelöst sind.¹⁹

Die Frage, wie unter den vorherrschenden Bedingungen Leben entstanden ist, haben sich auch die amerikanischen Biologen und Chemiker Stanley Miller und Harold Urey in den 50er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts gestellt und zusammen ein Experiment entwickelt, das diese Bedingungen simuliert: das Miller-Urey Experiment.

Dazu stellten sie
zunächst eine „Ur-
Atmosphäre, die
Wasserstoff,
Ammoniak,
Methan und
Wasserdampf
enthielt [nach;
AUTOR]. Durch
dieses
Gasgemisch

Abbildung 2: Miller-Urey-Experiment

leiteten sie [mit Hilfe eines Lichtbogens; AUTOR] elektrische Funken, um Blitze zu simulieren, und kühlten das System danach ab, sodass die Reaktionsprodukte kondensierten und sich in einer wässrigen Lösung als

¹⁸ Ebd., S. 87

¹⁹ Nach: Haber, Heinz: Brüder im All

Ur-Meer sammelten.“²⁰ In verschiedenen Varianten des Experiments wurde die Zusammensetzung des Gasmisches variiert. So wurden bspw. Kohlenstoffdioxid oder –monoxid anstelle von Methan verwendet, da diese in verschiedenen Stadien der Entwicklung der Atmosphäre, wie wir gesehen haben, unterschiedlich häufig vorkamen.

Gleichzeitig haben Miller und Urey das letzte noch fehlende Puzzleteil, das für eine Reaktion notwendig ist hinzugefügt: die Energie. Diese kann, wie im Experiment simuliert, von Blitzen herrühren, die in dieser Phase der großen Veränderungen auf der Erde als sehr häufig angesehen werden, aber auch von den verschiedenen Strahlungen aus dem All oder von radioaktiven Elementen in der Erdkruste. Dies wurde in verschiedenen Durchführungen des Versuchs ebenfalls überprüft, was zu ähnlichen Ergebnissen führte.²¹

In allen Varianten enthielt „das Sammelgefäß [...] innerhalb weniger Tage zahlreiche komplex aufgebaute Moleküle, wie Aminosäuren.“²² Miller und Urey haben somit bewiesen, dass sich der Grundbaustein, aus dem das Leben entstehen kann, von alleine bildet, sobald man dem Urozean / der Uratmosphäre genügend Energie beifügt. Zwar können aus einzelnen Aminosäuren noch lange keine Lebewesen entstehen, jedoch gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie man diese einzelnen Aminosäuren, dazu anregen kann, sich zu Proteinen zu verbinden. Eine ist die Zugabe von Zyan, das in der Uratmosphäre ebenfalls vorhanden gewesen sein muss. „Dieses energiereiche Molekül ist imstande, die Bestandteile eines Wassermoleküls aus [...] [den Enden] von Aminosäuren herauszureißen“²³, sodass dort Verbindungen mit anderen Aminosäuren entstehen können.

Nun ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis durch immer neue Verbindungen irgendwann die ersten Mikroorganismen entstehen, die dazu in der Lage sind, sich zu vermehren, und so die so genannte Urzeugung komplett vollzogen ist.

²⁰ Markl, Jürgen: Purves Biologie, S.46

²¹ Nach: Haber, Heinz: Brüder im All, S.106 f.

²² Markl, Jürgen: Purves Biologie, S.46f.

²³ Haber, Heinz: Brüder im All, S.110

3.2. Leben auf anderen Planeten

Um im nächsten Schritt von der Entwicklung auf der Erde auf die Möglichkeit von Leben im All zu schließen, muss man diesen Vorgang auf andere Planeten übertragen. Dazu ist es notwendig sich auf eindeutige Kriterien festzulegen, die aus den bisherigen Erkenntnissen ableitbar sind.

Den Faktor der Temperatur kann man auf die Entfernung zur Sonne übertragen, da diese dafür ausschlaggebend ist, wie viel von der von ihr ausgehenden Strahlungsenergie auf einem Planeten ankommt. Daraus ergibt sich, dass es um jeden Stern herum einen Bereich gibt, in dem die energetischen Voraussetzungen für Leben geeignet sind. Dieser Bereich wird habitable Zone genannt. In unserem Sonnensystem liegt nur die Erde in der habitablen Zone. Venus und Merkur, die näher an der Sonne liegen, haben Maximaltemperaturen von über 400 Grad Celsius, die jegliches Leben abtöten würden. Alle anderen Planeten haben eine zu niedrige Durchschnittstemperatur, um die Entstehung von Leben zu ermöglichen.

Das zweite Kriterium sind eine erdähnliche Atmosphäre, da diese dem Miller-Urey-Experiment zufolge notwendig für die Entstehung von Leben ist, sowie damit verbunden eine ausreichende Menge Wasser. Unter diesem Gesichtspunkt können wir den Mars ebenfalls als Träger von Leben ausschließen, da seine Atmosphäre zu ca. 95% aus Kohlenstoff und nur zu 0,02% aus Wasser besteht.

Sollte also außerirdisches Leben existieren, dann auf einem Planeten außerhalb unseres Sonnensystems, der der Erde im Aufbau ähnelt (terrestrisch), eine erdähnliche Atmosphäre und Wasser besitzt und dauerhaft in der habitablen Zone seines Fixsterns liegt. Da Planeten sich dem ersten Keplerschen Gesetz zu Folge ellipsenförmig bewegen, ist es auch möglich, dass sie sich nur zeitweise in dieser Zone befinden.

Das Problem bei der Suche nach einem solchen Planeten ist, dass es aufgrund der geringen Leuchtkraft von extrasolaren Planeten und ihrer großen Entfernung zur Erde sehr schwer ist, sie von unserem Sonnensystem aus zu finden. Bislang sind daher nur 1779 von ihnen bekannt, wobei es nahezu unmöglich ist, genauere Aussagen über ihre Beschaffenheit zu machen.

Zur Beantwortung der Frage nach der Existenz von Leben außerhalb der Erde muss man sich der Möglichkeit eines belebten Planeten also theoretisch nähern, durch Betrachtung der Sternentstehung. Diese komplett zu beschreiben, würde jedoch zu weit vom eigentlichen Thema wegführen, weswegen ich an dieser Stelle darauf verzichten möchte, die komplette Theorie wiederzugeben. In verkürzter Form kann man jedoch festhalten, dass die meisten Sterne auf die gleiche Weise entstanden sind, wie unsere Sonne und sich während ihrer Entstehung nahezu immer Planeten bilden. Im Endeffekt ist es also eine reine Frage der Wahrscheinlichkeit, ob einer darunter ist, der der Erde genug ähnelt, um die Entstehung von Leben zu ermöglichen.

3.3. Alternative Entwicklung von Leben

Wie bereits angekündigt möchte ich im letzten Teil der naturwissenschaftlichen Betrachtung noch darauf eingehen, ob Leben auch auf eine andere Weise entstanden sein könnte als auf der Erde. Hierzu werde ich zu zwei Fragen Stellung nehmen, die bisher noch offen geblieben sind.

3.3.1. Wieso nicht Silicium?

Wer bei der Betrachtung des Kohlenstoffs einen ausgiebigen Blick auf das Periodensystem der Elemente geworfen hat, dem wird aufgefallen sein, dass der Kohlenstoff nicht der einzige Vertreter seiner Gruppe ist. Warum sollte also das Silicium, das auf der Erde ähnlich häufig vorkommt, nicht auch Grundlage von Leben sein können? Von seinen grundlegenden Eigenschaften wäre es dazu durchaus in der Lage, „da jedoch die Silicium-Sauerstoff-Bindung [in der Silicium fast ausschließlich vorliegt; AUTOR] nahezu unauflöslich ist, reagieren Silikone kaum jemals mit anderen Verbindungen – dies ist eine schlechte Voraussetzung für den Aufbau komplexer Lebensstrukturen.“²⁴ Auch wenn wir Silicium als Grundlage von Leben nicht komplett ausschließen können, da seine Eigenschaften tatsächlich stark denen des Kohlenstoffs ähneln, ist es also dennoch sehr unwahrscheinlich.

²⁴ Time-Life Bücher Amsterdam: Reise durch das Universum - Die Suche nach Leben, S.86

3.3.2. Ist Gravitation notwendig?

Eine weitere Frage, die man sich an diesem Punkt stellen könnte, ist, ob die Gravitation und somit die Existenz eines Planeten als Schauplatz dieser Entwicklung überhaupt notwendig ist? Die Frage möchte ich mit einem eindeutigen „ja“ beantworten. Ohne eine Anziehungskraft würden sich niemals genug notwendige Atome an einer Stelle sammeln, damit die für die Urzeugung notwendigen Reaktionen oft genug ablaufen können. Zwar ist es denkbar, dass in freien Gasansammlungen im Weltraum ebenfalls Aminosäuren entstehen, niemals jedoch in ausreichender Dichte für die Entwicklung von Organismen.

4. Grenzen

Nachdem ich mich der Fragestellung nun auch von der naturwissenschaftlichen Seite gewidmet habe, werde ich schließlich mit den Grundlagen aus dem zweiten und dritten Abschnitt die angekündigten Grenzen definieren.

4.1. Außerirdisches Leben in unserem Sonnensystem

Wie im Hauptteil deutlich herausgestellt wurde, bietet kein Planet in unserem Sonnensystem außer der Erde die Möglichkeit der Entstehung von Leben. Auch der Mond der Erde, der durch seine Kreisbahn um sie ebenfalls in der habitablen Zone liegt, ist als Lebensträger ungeeignet, da seine geringe Masse und daher auch geringe Gravitation die Bildung einer Atmosphäre verhindert. Dadurch sind sowohl die antike Vorstellung als auch der Mythos von Leben auf dem Mars endgültig widerlegt. Außerirdisches Leben ist nur in der Umlaufbahn anderer Sterne möglich.

4.2. Außerirdische Invasion

Eine logische Folge daraus ist, dass in unserem Sonnensystem auch keine Bedrohung durch eine außerirdische Zivilisation besteht. Eine Invasion der Erde durch Außerirdische ist dennoch nicht auszuschließen. Wäre eine außerirdische Lebensform dazu in der Lage, die große Entfernung zur Erde innerhalb ihrer Lebensdauer zu überwinden, kann niemand vorhersagen, wie sie agiert. Damit das möglich ist, müsste ihre Technologie unserer jedoch weit voraus sein. Die Grenze zwischen Fantasie und Wirklichkeit

liegt bei dieser Frage also im Bereich der technischen und physikalischen Möglichkeiten, über die ich keine Vorhersage treffen kann.

4.3. Anatomie der Außerirdischen

Obwohl wir wie gesagt ausschließen können, dass je Leben auf dem Mars existierte, könnte die optische Vorstellung von Marsmännchen ja dennoch auf Lebensformen außerhalb der Erde zutreffen. Von naturwissenschaftlicher Seite aus habe ich keine Gründe gefunden, die explizit dagegen sprechen. Wenn wir davon ausgehen, dass auf einem anderen belebten Planeten eine erdähnlich Evolution stattgefunden hat, dann ist der Vorstellungskraft praktisch freier Lauf gelassen, wie sich die dortige Flora und Fauna weiterentwickelt und an die äußeren Bedingungen angepasst haben könnte.

4.4. Rückblick auf Huygens

Anders als erwartet sind die meisten Grenzen, die ich gefunden habe jedoch weniger welche zwischen Mythos und Realität, als vielmehr wissenschaftliche Voraussetzungen für die Entstehung von Leben, die ich als Abschluss dieses Abschnitts mit Huygens' Theorie vergleiche.

- Die Notwendigkeit von Wasser: Mit dieser Vermutung lag Christiaan Huygens richtig, wie man am Miller-Urey-Experiment erkennen konnte.
- Eine milde Temperatur: Diese Vermutung ist ebenfalls richtig. Auch wenn Huygens nicht genau definiert, was er unter „mild“ versteht, sind sowohl besonders hohe als auch besonders niedrige Temperaturen hinderlich bei der Entstehung von Leben. Eine Temperatur die dazwischen liegt kann man als „mild“ bezeichnen.
- Atemluft: Im entfernteren Sinne trifft auch dieser Teil der Theorie zu. Eine Atemluft, wie wir sie interpretieren würden, ist zwar erst für den Stoffwechsel von Landlebewesen notwendig, eine Atmosphäre an sich ist hingegen eine notwendige Voraussetzung für jegliches Leben.

5. Fazit

Nachdem ich im letzten Abschnitt bereits die Erkenntnisse zusammengefasst habe, die ich bei der Behandlung des Themas gewonnen habe, möchte ich abschließend noch festhalten, wie diese mein Bild von außerirdischem Leben verändert haben. Rückblickend betrachtet ist es sehr erstaunlich, dass sich dieses komplex anmutende Thema, nachdem man sich naturwissenschaftlich damit beschäftigt hat, in wenigen Sätzen zusammenfassen lässt. Im ersten Moment kann das zwar recht ernüchternd wirken, doch auf der anderen Seite bleibt noch viel Raum für Fantasie und Spekulation, da die Wahrscheinlichkeit, dass Leben auf anderen Planeten existiert, wie man gesehen hat, sehr hoch ist, es aber unmöglich war Details Aussagen über diese möglichen Lebensformen zu treffen.

Bei meiner Recherche konnte ich zudem feststellen, wie sehr die Sichtweise auf dieses Thema von psychologischem, philosophischem und theologischem Denken geprägt ist. In dem mehrfach von mir zitierten Buch „Brüder im All“ wurden beispielsweise immer wieder Anspielungen darauf gemacht, dass ein Weltraum ohne Leben eine „Verschwendung der Schöpfung“ sei. Unter diesen Gesichtspunkten zu erörtern, warum uns das Thema überhaupt so fasziniert, wäre ebenfalls sehr interessant gewesen, passte aber nicht mehr in meine Facharbeit. Doch da wir auch in der nicht ganz so nahen Zukunft wahrscheinlich nicht die Möglichkeit haben werden, endgültige Beweise für oder gegen die Existenz von außerirdischem Leben zu finden, bleibt noch viel Zeit, um sich Gedanken über solche Frage zu machen.

Literaturverzeichnis

- HABER, HEINZ: Brüder im All (Rowohlt-Verlag), 1972
- MARKL, JÜRGEN: Purves Biologie 9. Auflage (Spektrum-Verlag), 2011
- TIME-LIFE BÜCHER AMSTERDAM: Reise durch das Universum – Die Suche nach Leben (Time-Life-Verlag), 1989
- http://www.horstdeinert.de/warworld/Krieg_der_Welten.pdf
- http://de.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens
- http://de.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Schiaparelli
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Marskan%C3%A4le>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Marsianer>
- <http://exopolitics.blogs.com/exopolitics/>
- <http://www.vopus.org/en/gnosis/interesting-articles/mars-is-inhabited.html>

Anlage

Zu 2.3.1.:

Zu 3.1.1. und 3.3.1.:

Versicherung der selbstständigen Erarbeitung und Anfertigung der Facharbeit

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbstständig 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.

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