

DAS UNIVERSUM IST FÜR DEN MENSCHEN
NICHT EINE VERLOCKUNG, SONDERN SEINE
BESTIMMUNG.

MICHAEL GABRIEL TRIEBSTEIN

DIE REISE ZUM MARS: DIE NEUE RAUMFAHRT

-WELCHE AUSWIRKUNGEN WIRD DIE RAUMFAHRT AUF UNSER LEBEN HABEN?

Florian Petermann/Hölderlin Gymnasium/Kurstufe 1/Hr. Proß/2018/SF3

Faszination Weltraum.	2
Der Weg zum Mars	3-13
Ursprünge der Raumfahrt	3-4
Technische Entwicklungen	4-7
Problemzone Lebenserhaltung	7-9
Veränderungen im Leben der Menschen	9-10
Bedeutung für den Menschen an sich	10-12
Ein Kommentar/Fazit.....	12-13
Die Notwendigkeit	13
Zukunftsszenario	14-15
Quellen	16-17
Abbildungen	17

FASZINATION WELTRAUM

Stephen Hawking sagte einmal „*Ich möchte wissen, was da draußen ist.*“ (Stephen Hawking 1942-2018) Dieser Traum wurde ihm verwehrt. Er half jedoch maßgeblich dazu bei, unser Verständnis des Großen, unbekannten weiter voranzutreiben, half Dinge verständlich zu machen. Es gibt viele wie ihn, und doch ist keiner wie er. Er inspirierte, brachte Menschen etwas bei, begeisterte sie für etwas. Und auch wenn ich kein Astrophysiker, kein Gelehrter, kein Mathematiker oder Forscher bin, so möchte ich sie für etwas begeistern. Die Raumfahrt. Seit mehreren Jahren starten immer häufiger Raketen, bringen immer mehr Satelliten sowie Ausrüstung in den Erdorbit, jedoch gab es seit den Mondlandungen in den 1970ern keinerlei nennenswerte Versuche andere Planeten zu bereisen. *Doch wieso ist das so?* Schon seit Jahrhunderten träumt die Menschheit davon fremde Welten zu erobern. Deutlich wird dies durch Science-Fiction Filme, Internationale popkulturelle Phänomene wie StarWars oder StarTrek, oder Flash Gordon. Unser Wille, fremde Planeten zu bereisen wächst, und der Drang nach Neuem siegt. In naher Zukunft werden große Pläne geschmiedet und ein erstes Ziel steht klar in Sicht: Der Mars. Der Weg dorthin ist lang und schwierig, birgt jedoch ebenso Chancen und Visionen. Tauchen sie nun ein, in eine Welt in naher Zukunft, voller Raketen, Raumschiffe und Planeten, und lassen sie sich inspirieren,

„denn die, die verrückt genug sind zu denken,

sie könnten die Welt verändern,

sind die, die es tun.“

(Apple, Think different, 1997)

URSPRÜNGE DER RAUMFAHRT

Nun jedoch erst einmal alles auf Anfang. Es ist immer gut, den Anfang einer jeden Geschichte zu kennen, die Geburtsstunde der Raumfahrt geht jedoch leider auf ein tragisches Zeitalter zurück. Dem 20. Jahrhundert nach unserer Zeitrechnung. Oder um es aus Sicht des Universums auszudrücken: 13,8 Milliarden Jahre nach dem Urknall. Gut, dies mag eventuell keine allzu genaue Angabe sein, aber sie verkörpert die Kurze Zeitdauer, in der wir Menschen entstanden, und erschufen, jedoch ebenso zerstörten und wüteten. Denn führt man sich diese Zahl einmal vor Augen, 13.810.000.000¹, so beeinflussen wir Menschen dieses Universum erst auf den letzten sechs Ziffern (Homo Sapiens, Alter: 300.000 Jahre)², und erst auf den letzten drei fingen wir an, uns dem Gesamten bewusst zu werden, und es uns zu eigen zu machen. Doch zurück in das 20. Jahrhundert, ein Jahrhundert voller Leid, Verwüstung, aber auch des technischen Fortschritts, und dem wachsenden Gemeinschaftsgefühl. Eine besonders schlimme Etappe dieses Jahrhunderts bewirkt jedoch auch ein Umdenken der Menschen. Der Drang nach Neuem bestimmt. Die Idee, fremde Welten zu erobern bestimmt das Handeln der Menschen, wenn auch nicht immer nach allgemeinen Zielen. Das Zeitalter der Raumfahrt beginnt. Und in genau dieses Zeitalter möchte ich überleiten.

Der erste Mensch im All³

12. April 1961. Der Kalte Krieg ist auf seinem Höhepunkt, die Mauer wird in Berlin geplant, Ostdeutschland abgeriegelt. Inmitten der allgegenwärtigen Bedrohung, der Gefahr eines jederzeit ausbrechenden dritten Weltkrieges geschieht ein Ereignis, welches die Raumfahrt und den Weg, den die Menschheit in den darauffolgenden Jahrzehnten einschlagen wird, für immer verändert. An jenem Tage um 9.07 Uhr besteigt der sowjetische Kosmonaut Juri Alexejewitsch Gagarin sein Raumschiff, die „Wostok I“⁴, besessen von dem Traum, die Sterne zu erobern. Alles verläuft nach Plan. Gerade einmal 106 (offiziell 108) Minuten später ist das Abenteuer beendet. Die Menschheit griff nach den Sternen, und war ihnen erstmals so nah wie noch nie. Dieser Erfolg, nach den ersten russischen Satelliten und dem ersten Lebewesen im All, der russischen Hündin Laika, brachte der Sowjetunion recht früh den Titel der Raumfahrtnation ein, und brachte die USA dazu, sich noch intensiver dem Weg zum Mond zu widmen.

Die Mondlandung⁵

Das Rennen zum Mond nähert sich seinem Ende. Die Sowjetunion liegt Jahre zurück, die Saturn V Rakete steht zu ihrer sechsten Mission auf der Startplattform am Kennedy Space Centre. Am 16. Juli 1969 um 13:32 schraubt sie sich majestätisch in den Himmel, und transportiert so ihre wertvolle Fracht in die Umlaufbahn der Erde. Gerade einmal vier Tage später landen Neil Armstrong und Buzz

¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Universum#Alter_und_Zusammensetzung

² <https://www.br.de/themen/wissen/homo-sapiens-marokko-100.html>

³ <https://www.br.de/themen/wissen/juri-gagarin-erster-mensch-weltraum-weltall-kosmonaut-100.html>

⁴ <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/masterCatalog.do?sc=1961-012A>

⁵ <https://www.br.de/themen/wissen/mond-erste-mondlandung-100.html>

Aldrin auf der Mondoberfläche, und werden somit die ersten Menschen die jemals den Mond betraten. Dieses Ereignis verschafft den USA den Gewinnertitel im Rennen zum Mond und verleiht dem Menschen erstmals den Erfolg einen fremden Himmelskörper bestiegen zu haben.

Apollo-Sojus-Test-Projekt⁶

Das Apollo-Sojus-Test-Projekt verkörpert den Zusammenhalt, welchen der Weltraum den Menschen verleiht. Inmitten des kalten Krieges arbeiteten die Raumfahrtorganisationen zweier, bis auf das Blut verfeindeten Staaten, welche jederzeit bereit waren mit nuklearen Waffen das Endzeitalter der Menschheit einzuläuten, zusammen. Trotz der Spannungen, welche unter ihnen auf der Erde tobten, dockten am 17. Juli 1975 ein Apollo- Raumschiff der NASA und ein Sojus- Raumschiff der Sowjetunion aneinander an, und kurz darauf verließen mehrere Astro- bzw. Kosmonauten ihre jeweiligen Kapseln, wechselten das Gefährt und zeigten, welche Gemeinsamkeiten alle Menschen hatten, und dass selbst in solch schwierigen Zeiten Frieden zwischen Menschen herrschen könne. Noch heute berichten Raumfahrer von dem Gefühl der Einigkeit, welches der Anblick der Erde den Menschen verleiht, und das Verschwinden von Grenzen, von menschlichen Fehlern, mehr dazu jedoch im Kapitel „Bedeutung für den Menschen an sich“.

Die ISS

Die ISS bzw. Internationale Raumstation ist eine, in Internationaler Zusammenarbeit aller weltweiten Raumfahrtorganisationen betriebene, stationäre Einrichtung, welche zur Erforschung und Aufklärung von Schwerelosigkeit, aber auch zur Entwicklung neuer Raumfahrttechnik betrieben wird. Sie bietet verschiedenen Organisationen die Chance, recht kostengünstig in realer Raumfahrtumgebung zu testen, und ebnet so den Weg zur kostengünstigen Erforschung von Technik, die später auch einmal auf dem Weg zum Mars zum Einsatz kommen könnte.

TECHNISCHE ENTWICKLUNGEN

Zuerst einmal sollte man über die Technischen Möglichkeiten nachdenken, welche die Menschen einmal zum Mars begleiten werden. Leider reichen ein starker Glaube an die Möglichkeiten des Menschen und der Wille, zum Mars zu fliegen, alleine nicht aus, dies auch zu tun. Daher erst einmal das Offensichtlichste: Die Raketentechnik. In den letzten Jahren wurden große Fortschritte gemacht, was das Thema Raketen angeht. Die reine Nutzlast ist jedoch hier nicht einzig das entscheidende Thema, welches bei der Auswahl der Rakete eine Rolle spielt. Denn die reine Nutzlast, die nötig ist, um Dinge zum Mars zu schicken, ist leicht zu erreichen. Das Wichtigste ist die Effektivität der Rakete und die Kosten die beim Start der Rakete entstehen, denn um beispielsweise eine dauerhafte Kolonie auf dem Mars zu installieren, müssen unglaubliche Massen an Material dorthin befördert werden. Das gleiche Problem tritt auch bei einem einfachen Besuch des Mars auf, da

⁶ <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/sojus-apollo-projekt-shakehands-im-all-vor-40-jahren-a-1043851.html>

Lebenserhaltungssysteme und ausreichend Rohstoffe alleine für die Hin- und Rückreise vorhanden sein müssen. Und hier kommt ein ganz wichtiger Punkt zum Vorschein: Wiederverwertbarkeit.

Der Unternehmer und SpaceX-CEO Elon Musk vergleicht die Wiederverwertbarkeit einer Rakete oft mit einem Airliner: Würde man ein Flugzeug nach jedem Flug verschrotten, so würde jedes Ticket hunderttausende Euro kosten⁷. Ebenso ist es mit einer Rakete. Seine, größtenteils, wiederverwertbare Rakete „Falcon 9“ beispielsweise, schlägt die Raketen der Konkurrenz beispielsweise schon seit Jahren im Preis/Kilogramm- Diagramm, da die Hauptstufe der Falcon 9-Raketen anstatt in der Erdatmosphäre zu verglühen oder im Ozean aufzuschlagen, wie es andere Raketenstufen tun, sicher wieder auf einem Dronenschiff oder der Startplattform landet, und so nur wieder befüllt werden muss, um erneut eingesetzt werden zu können. Man muss so letzten Endes nur für den Treibstoff und die Obere Stufe der Rakete aufkommen, da der teuerste Teil der Rakete erhalten bleibt. Noch einen Schritt weiter will Musk nun allerdings mit seiner neu entworfenen BFR (Big Falcon Rocket).

Die BFR

Zuerst einmal ein paar Fakten. Die Big Falcon Rocket ist eine, von der privaten Raumfahrtorganisation SpaceX geplante, zweistufige Rakete, welche nach Elon Musk zur Erkundung und Besiedelung des Mars beitragen soll.

Sie hat eine geplante Nutzlast von ca. 150 Tonnen⁸ (Niedriger Erdborbit, dazu im Vergleich die Saturn V- Mondrakete mit ca. 113 t.⁹) und soll langfristig Flüge zum Mars, sowie Satellitentransporte oder Mondmissionen unterstützen. Mit ihren geplanten 106 Metern Höhe ist sie etwa 4 Meter niedriger als eine Saturn V¹⁰.

Sie besteht aus einer ersten Stufe, auch Booster genannt, und der zweiten Stufe, die bei dieser Rakete den Beinamen „BFS- Big Falcon Spaceship“ trägt, und in verschiedenen Variationen entworfen wurde, so beispielsweise als Frachtluke, Personenraumschiff, Treibstofftank etc. In seiner Funktion als Passagierraumschiff enthält das BFS konzeptionell unter anderem Kabinen, Solarpaneele, Fenster sowie Aufenthaltsbereiche.

<http://www.spacex.com/mars>

⁷ Elon Musk, SpaceX Präsentation „MAKING LIFE MULTIPLANETARY“

⁸ SpaceX: <http://www.spacex.com/mars>

⁹ <https://www.bernd-leitenberger.de/saturn5.shtml>

¹⁰ Space Exploration Technologies: <http://www.spacex.com/mars>

Durch ihre geplante komplette Wiederverwertbarkeit wäre sie selbst bei kleinen Satelliten effektiver und kostengünstiger als jede andere, der Menschheit im Moment zur Verfügung stehenden Rakete. Auf den folgenden Bildern ist einmal die Nutzlast der jeweiligen, von verschiedenen Organisationen betriebenen Raketen zuerkennen, sowie im Anschluss eine Aufstellung nach Kosten/Kilogramm:

Anhand dieser Gegenüberstellung lässt sich leicht festmachen, welche Revolution die BFR für die moderne Raumfahrt bedeutet. Durch die direkte Gegenüberstellung von:

Oben: Nutzlast

Unten: Startkosten

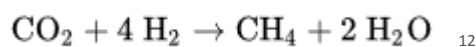
lässt sich erkennen wie effektiv die BFR ist.

<http://www.spacex.com/mars>

Der Plan für eine Marsreise wäre folgender: Ein bemanntes BFR- Raumschiff würde zuerst in den Erdorbit befördert werden. Der hintere Teil der Rakete bzw. die erste Stufe könnte daraufhin wieder landen und mit einem Treibstofftank beladen werden. Daraufhin würde dieses Gespann ebenfalls abheben, im Orbit koppeln sich dann Treibstofftank und Raumschiff, woraufhin das Raumschiff betankt wird. Dieser Vorgang würde etwa acht Mal wiederholt werden, woraufhin das Raumschiff vollgetankt in Richtung Mars beschleunigen würde. Der Flug eines bemannten Raumfahrzeugs, wie der BFR, zum Mars würde im Zeitraum, in dem sich Erde und Mars am nächsten stehen, ca. 7-8 Monate dauern, also um die 500 Tage. Der längste Aufenthalt eines Astronauten an Bord der ISS betrug 215 Tage.¹¹

¹¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/74091/umfrage/astronauten-mit-dem-laengsten-aufenthalt-auf-der-iss/>

Da das Raumschiff durch Beschleunigung und Abbremsung jedoch seinen kompletten Treibstoffvorrat verbrauchen würde, wäre eine Betankung auf dem Mars zwingend notwendig. Aufgrund der Treibstoffkonfiguration aus flüssigem Wasserstoff sowie Methan, gestaltet sich die Treibstoffherstellung auf dem Mars zum Glück recht einfach. Das auf dem Mars vorhandene Wasser würde per Elektrolyse zu Wasserstoff und Sauerstoff gespalten werden. Dies hat zwei Vorteile, da beide Endprodukte weiterverwendet werden können, und es so zu keinerlei Abfallprodukten kommt, da der entstandene Sauerstoff mit Stickstoff gemischt als Atemluft genutzt werden kann. Ein Teil des gewonnenen Wasserstoffs könnte daraufhin mit Kohlenstoffdioxid, welches aus der Marsatmosphäre gewonnen werden kann, im sogenannten Sabatier-Prozess zu Methan und Wasser verarbeitet werden. Letzteres könnte erneut als Elektrolyse- Ausgangsstoff dienen. Den Strom, der für die genannten Prozesse benötigt wird, könnte die Rakete hier selbst durch ihre großen Solarpaneele generieren.

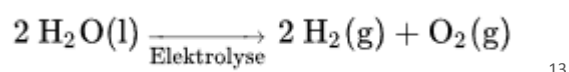


PROBLEMZONE LEBENSERHALTUNG

Nun haben wir also eine Mars-Rakete. Auf dem Weg zum Mars begegnen wir allerdings schnell einigen Problemen. Das größte hiervon ist wohl die Versorgung mit frischem Sauerstoff. Gerade bei einer großen Anzahl an Passagieren, wie sie von Space X erträumt wird, stoßen wir mit unseren aktuellen Sauerstoffgewinnungsmethoden schnell auf Probleme.

Sauerstoff

Eine Technik, wie sie beispielsweise auch aktuell auf der Internationalen Raumstation betrieben wird, ist die vorhin schon erwähnte Elektrolyse. Hierbei wird Wasser durch Zugabe von Elektrizität in Wasserstoff und Sauerstoff gespalten.



Ein Problem, dass bei dieser Methode jedoch auftritt, ist der entstehende Wasserstoff. Zwar entstehen pro Liter Wasser, welches elektrolytisch gespalten wird „nur“ ca. 100 g Wasserstoff (Im Gegenzug ca. 900 g Sauerstoff, bei einem durchschnittlichen Elektrolyse-Verhältnis von ca. 9/1 mit Nebenprodukten wie Ozon) und dieser kann genutzt werden um Kohlenstoffdioxid zu binden, welches beim Atmungsprozess entsteht, jedoch entsteht mehr Wasserstoff als benötigt wird. In Folge dessen müsste man den entstehenden Wasserstoff aufbewahren oder aus dem Raumschiff befördern. Jedoch ist Wasserstoff leicht entzündbar bzw. explosiv, was zu einer Gefährdung von Passagieren führen würde.

¹² <https://de.wikipedia.org/wiki/Sabatier-Prozess>

¹³ <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrolyse>

Man müsste also am besten eine Möglichkeit finden, welche mit einbezieht, dass das auftretende CO₂ neutralisiert wird, jedoch gleichzeitig Sauerstoff produziert wird. Nun, diese Möglichkeit zu finden ist einfach, geradezu lächerlich simpel. Ein einfacher Blick aus dem Fenster reicht: Die Photosynthese. Nur ist eine theoretische Lösung für ein Problem leider nicht gleichzeitig eine praktische:

Pflanzen als Organismus an sich benötigen leider sehr viel Platz. Ein Mensch verbraucht am Tag zwischen 0,5 und 2 Kg Sauerstoff¹⁴, ein ausgewachsener Laubbaum produziert ungefähr 10-15 Kg. Somit kann ein ausgewachsener Baum ungefähr 10-20 Menschen am Tag mit Sauerstoff versorgen. Jedoch bringt die Integration von Bäumen auch einige Probleme mit sich, denn ausgewachsene Laubbäume benötigen viel Platz, außerdem ist derzeit nicht bekannt ob Bäume, im Gegensatz zu anderen Pflanzen, in der Schwerelosigkeit wachsen, hinzu kommen noch Mineralien und ähnliches, welche mittransportiert werden müssten, um die Bäume am Leben zu erhalten. Und hier kommt das Projekt „Silk Leaf“ ins Spiel.

Silk Leaf Projekt¹⁵

Beim sogenannten Silk Leaf oder auch „Seidenblatt“ Projekt wird an einer Methode experimentiert, Chloroplasten, welche grundlegend für den Vorgang der Photosynthese sind, aus Blättern zu extrahieren, und damit eine Seidenproteinmatrix, also einem Gewebe aufgebaut aus den Proteinen von Seide, anzureichern. Das Ergebnis dieses Projektes war ein Gewebe, welches sehr resistent sowie flexibel in Form und Struktur ist, und mit Hilfe von Wasser und Licht in der Lage ist, Photosynthese zu betreiben. Julian Melchiorri, ein Student der Londoner Royal Academy of Arts, welcher dieses Projekt betreibt ist der Meinung, dass dieses Material sehr vielseitig genutzt werden könnte, etwa um Wände zu tapezieren, um Inneneinrichtungen wie beispielsweise Lampen zu verkleiden (ein Prototyp dazu existiert bereits)¹⁶¹⁷. Oder durch bestimmte Formen wie beispielsweise Spiralen oder Formen, wie sie auch in Atomreaktoren zum kühlen der Brennstoffzellen vorkommen, auf weniger benötigtem Platz mehr Sauerstoff zu produzieren als herkömmliche Pflanzen. Unabhängig davon, wie praktisch dieses Material auch im Alltag wäre um beispielsweise Häuser zu verkleiden und so die CO₂- Verschmutzung zu bekämpfen, so Melchiorri, wäre dieses Material ebenfalls perfekt für zukünftige Raumfahrtmissionen

Idee Melchiorris zur Produktion von Sauerstoff auf geringem Raum:
<https://www.dezeen.com/2014/07/25/movie-silk-leaf-first-man-made-synthetic-bio-leaf-space-travel/>

¹⁴ <http://www.gartendatenbank.de/forum/wieviel-sauerstoff-produziert-ein-baum-fuer-wieviele-menschen-t-243-1>

¹⁵ Youtube TED Talks Julian Melchiorri:

https://www.youtube.com/watch?v=8y5_-xkBV2U

¹⁶ <https://julianmelchiorri.com/SELECTED-WORKS>

¹⁷ <https://www.dezeen.com/2014/07/25/movie-silk-leaf-first-man-made-synthetic-biological-leaf-space-travel/>

geeignet. Jedoch ist anzumerken, dass sich das Projekt noch in der Testphase befindet. Es konnten kleine Mengen an photosynthesefähigem Gewebe hergestellt werden, jedoch sind wir derzeit noch meilenweit davon entfernt Mengen herzustellen, die ausreichen um eine Weltraumreise zu unterstützen.

Lebensmittelversorgung

Da der Mensch jedoch nicht alleine durch Sauerstoff überleben kann, stellt sich die weitere Frage der Lebensmittelversorgung, welche jedoch auf ernüchternde Ergebnisse stößt. Derzeit existieren keinerlei Experimente, inwiefern Pflanzen auf anderen Planeten wachsen. Infolgedessen müssen Nahrungsmittel mitgenommen werden, vorzugsweise dieselben, wie sie schon heutzutage in der Raumfahrt genutzt werden. Da Wasser weder komprimierbar noch anderweitig beschaffbar ist, ergibt sich nur eine Lösung: Das Wasser, welches auf Marsreisen nötig ist, muss ganz altmodisch mitgenommen, und im Weltraum durch Aufbereitung zur Verfügung gestellt werden. Es könnten dieselben Techniken wie auf der ISS genutzt werden, so etwa Methoden wie die Urin- und Schweißwiederaufbereitung zu Trinkwasser¹⁸.

VERÄNDERUNGEN IM LEBEN DER MENSCHEN

Viele Dinge, die aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken sind, entstammen tatsächlich aus Forschungen, die ursprünglich für die Raumfahrt entstanden. Beispiele dafür sind die Solarzelle, der Klettverschluss¹⁹, sowie hitzebeständige Materialien, die beispielsweise in Hochgeschwindigkeitszügen als Bremscheiben eingesetzt werden, jedoch nicht, wie von vielen behauptet, die Teflonpfanne. Teflon wurde 1938 vom Chemiker Roy Plunkett entdeckt²⁰, und ca. 1954 als Pfannenbeschichtungsmaterial eingesetzt, lange bevor Teflon als Hitzeschutzschild am „Space Shuttle“ bekannt wurde²¹.

Welche praktischen Veränderungen könnte also eine Reise zum Mars mit sich bringen und welche direkten Vorteile hätten Menschen tagtäglich von diesen Erkenntnissen?

Nun, einen ersten Beitrag leisten sicherlich die gerade angesprochenen „Silk Leafs“. Durch eine Verwendung in der Raumfahrt, und die damit entstehende Nachfrage nach großen Massen an Photosynthese fähigem Material würden sich die Bestreben, eine Methode zur Massenproduktion zu finden erhöhen, die damit entstehende Masse an Material und die Verwendbarkeit des Produktes würden dazu beitragen, das Material im Alltag zu etablieren, so beispielsweise als Inneneinrichtung oder Fassadenverkleidung. Die Vorteile, die aus diesen Möglichkeiten hervorgehen sind zahlreich. Beispielsweise würde nicht nur die allgemeine CO₂- Belastung weltweit sowie explizit in Großstädten,

¹⁸ <http://www.sueddeutsche.de/wissen/wasseraufbereitung-im-all-cheers-1.440590>

¹⁹ <https://www.helles-koepfchen.de/artikel/485.html>

²⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Polytetrafluorethylen>

²¹ <https://www.product-release.com/product-release-news/teflons-use-apollo-space-program/>

reduziert werden, durch die Blätterstruktur käme es auch zu sauberer Luft, und einem gesünderem Leben.

Ein weiteres Beispiel ist sicherlich die Entwicklung von neuartigen Kommunikationsmethoden, welche dank Satelliten zuverlässiger und greifbarer werden. Hier kommt nun erneut Elon Musk ins Spiel, der seinem Namen als „Real Life Iron Man“²² wahrlich gerecht wird, da er sich vielseitig mit Themen wie Raumfahrt (SpaceX), Transport (The Boring Company²³, Tesla, Hyperloop Project²⁴) sowie der Telekommunikation (ebenfalls SpaceX) beschäftigt. Letzteres ist ein recht neues Konzept, welches jedoch die Art der Kommunikation und Vernetzung unserer Erde weiter vorantreiben wird. Mit dem Projekt „Starlink“²⁵ greift SpaceX erneut um sich und schüchtert Konkurrenten ein, dieses Mal jedoch nicht im sogenannten „Launch-Provider“-Business, sondern in der Telekommunikation. Aktuell haben wenige Marken ein Monopol bzw. Oligopol für satellitenbasierten Internetzugang. Somit haben diese Firmen wenig Interesse daran, dieses Geschäft weiter zu verbessern, da keinerlei Konkurrenz herrscht, außerdem sind die Kosten für diese Firmen, neue Satelliten zu installieren nicht rentabel. Somit ist es kein Wunder, dass alle Möglichkeiten für satellitenbasiertes Internet im Moment veraltet, langsam und teuer sind. Doch was hat das alles mit einer Marsreise zu tun? SpaceX plant aktuell, mit dem Geld, welches sie durch die BFR und die damit anstehende Marsreise verdienen, ihr Projekt „Starlink“ zu realisieren. Dieses besteht aus etwa 12.000 Satelliten, welche bis zum Jahr 2025 installiert werden sollen. Zum Vergleich: Aktuell schweben ungefähr 1.700 Satelliten um die Erde. Durch seine eigene Rolle als Unternehmen für Raketenstarts hätte SpaceX die Möglichkeit billig und effektiv Satelliten in die Umlaufbahn zu schießen, und somit jeden Konkurrenten kostenmäßig zu schlagen. Langfristig will SpaceX damit die Integration eines weltweiten, billigen, sowie überall auf der Welt gleichschnellen Zugangs zum Internet ermöglichen. Mit diesem Projekt, finanziert durch eine Marsreise, könnte nicht nur Entwicklungsländern geholfen werden, es würde sich das Leben jedes einzelnen Menschen auf der Erde mit sofortiger Wirkung verbessern, sei es nun durch das Privileg eines schnelleren mobilen Internets, oder schnellerer Übermittlung von lebensrettenden Daten an Ärzte.

BEDEUTUNG FÜR DEN MENSCHEN AN SICH

Der Overview Effect

So sehr dieses Kapitel nach einer Evolution klingt, nach der Weiterführung und der Neuergründung der Menschlichen Spezies, so sehr werde ich sie enttäuschen. „Bedeutung für den Menschen an sich“ klingt groß. Es klingt nach Neuem, nach Erkundung, nach Unbekanntem. Und doch handelt es von etwas, was bekannter nicht sein könnte. Die Erde. Es handelt nicht von Technik oder Physik, es handelt von Psyche und etwas Poesie.

²² <https://www.welt.de/wirtschaft/article136641044/Elon-Musk-ist-die-Menschwerdung-von-Ironman.html>

²³ <https://www.boringcompany.com/>

²⁴ <http://www.spacex.com/hyperloop>

²⁵ <https://www.trendsderzukunft.de/starklink-spacex-legt-den-grundstein-fuer-breitband-satelliteninternet/>

„Du siehst, wie winzig dein Leben und deine Sorgen im Vergleich zu anderen Dingen im Universum sind. Das Ergebnis ist, dass du das Leben, das vor dir liegt, genießt. Es erlaubt dir, inneren Frieden zu erleben.“

-Edward Gibson²⁶

Edward Gibson war Teil der „Skylab 4“ Mission der NASA. Er beschreibt mit diesen Worten den Blick aus dem Fenster. Den Blick, abgewandt vom einstigen Ziel, dem Mond, hingerrichtet zum Ursprung: der Erde. Die Astronauten von Apollo 8, welche gegangen waren um den fernen Erdtrabanten zu erkunden, richteten ihren Blick ab von ihrem Ziel und blickten zurück. Sie schossen erstmals ein Bild, dessen Wirkung nicht größer hätte sein können. Der Blick zurück ermöglichte es ihnen zu leben, zu verstehen was Leben bedeutet. Die Grenzen, welche banaler Weise unsere Landkarten zeichnen existieren nicht. Die Zwist, welche den Alltag bestimmt ist unbegründet. Der Edward Gibson, welcher nach seiner 84 Tage langen Reise auf die Erde zurückkehrte, war ein anderer als der, der hinaufflog um die Sterne zu bereisen. Dieses Verständnis, welches bei vielen Astronauten eintrat wird als der sogenannte „Overview Effect“ beschrieben. Der Blick auf die Erde lässt verstehen, wie wir alle zusammengehören. Frank White, der Autor des Romans „The Overview Effect“ ist der Meinung, es würde den Menschen gut tun zu erfahren, was Edward Gibson auf seiner Reise um die Erde klar wurde:

„Ich glaube, das Interesse daran, diese Erkenntnis zu teilen, wird größer und größer werden. Denn letztendlich ist es der Schlüssel zu unserem Überleben auf der Erde. Wir müssen anfangen, als eine Spezies mit einem Schicksal zu handeln. Wir werden nicht überleben, wenn wir es nicht tun.“ Frank White²⁷

Und genau dies ist die Bedeutung für den Menschen an sich: Die allgegenwärtige Raumfahrt, der Transport von Menschen zum Mars, wird helfen zu verstehen, wer wir sind, und was wir sind. Es ist an der Zeit, unsere kleinen Streitigkeiten beizulegen und zusammenzuarbeiten. Sich auf reale Dinge zu konzentrieren, sich nicht aufgrund von Strichen auf Karten, Zugehörigkeiten oder imaginären Gottesbildern zu bekriegen und ich denke dass der Blick zurück dazu beitragen wird. In der Dokumentation „The Overview Effect“, welche 2012 erschien, beschreibt der Astronaut Alan Shepard seine Erfahrung wie folgt:

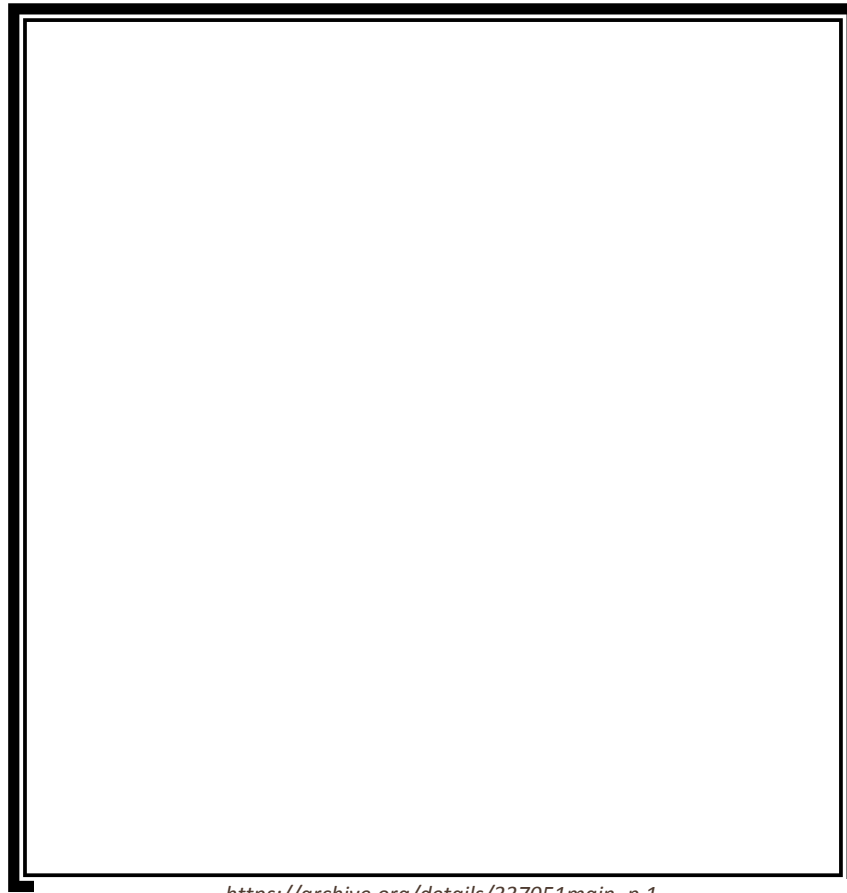
„Als ich auf dem Mond stand und das erste Mal auf die Erde zurückblickte, habe ich geweint.“²⁸

²⁶ https://www.huffingtonpost.de/2015/10/27/astronauten-kehren-zur-erde-zurueck_n_8397728.html

²⁷ The Overview Effect, 2012, Youtube

²⁸ The Overview Effect, 2012, Youtube, Alan Shepard, Apollo 14 Mission, 1971

Denn vielleicht ist es einfach einmal an der Zeit, sich hinzusetzen und zu überlegen wer wir sind, warum wir etwas tun, und was es bringt. Vielleicht sollten wir uns anschauen, was uns erhält, und beschützt. Die Reise zu den Sternen und insbesondere dem Mars könnte uns eine neue Sicht auf die Dinge geben. In der Zwischenzeit sollten wir versuchen zu erfahren, was die Astronauten von Apollo 8 damals erstmals erfahren durften:



https://archive.org/details/337051main_p1

“Als wir zum Mond flogen, lag unser Fokus nur auf dem Mond. Wir haben gar nicht daran gedacht, zur Erde zurückzublicken. Aber jetzt, da wir es getan haben, könnte es möglicherweise der wichtigste Grund unserer Reise gewesen sein” Astronaut, zitiert von David Beaver²⁹

EIN KOMMENTAR/FAZIT

Meiner Meinung nach sind die Technischen Möglichkeiten definitiv erreicht. Die Menschheit besitzt die Technik zum Mars, und noch weiter darüber hinaus zu reisen und zu erkunden. Der einzige Faktor, der diesem Unternehmen im Weg steht, ist das fehlende Interesse und die Überzeugung, zu erkunden statt zu zerstören. Laut NASA belaufen sich die Kosten für eine bemannte Marsmission für ca. 4 Menschen auf ca. 6 Milliarden US. Dollar. Erst vor wenigen Jahren nahm das US Militär einen

²⁹ https://www.huffingtonpost.de/2015/10/27/astronauten-kehren-zur-erde-zurueck_n_8397728.html

Flugzeugträger in Gebrauch, welcher 13 Mrd. US. Dollar kostete³⁰. Die Weltweiten Ausgaben für Militärische Angelegenheiten weltweit betrugen im Jahr 2017 ca. 1,74 Billionen US-Dollar(Quelle: dpa)³¹. Es müsste also ein Umdenken der Menschen stattfinden, um Ressourcen sinnvoll zu nutzen, dann steht einem Flug zum Mars, einer Basis auf diesem, oder gar Erkundungen zu fernen Planeten nichts mehr im Wege. Ich denke in naher Zukunft werden Wege gefunden werden diese Träume umzusetzen. Die Raumfahrt im alltäglichen Leben ist kein unmöglicher Aspekt, ist sie doch jetzt schon so greifbar. Schon jetzt werden große Pläne geschmiedet, die finanziellen Unterstützungen für diese gesucht und Vorbereitungen für längere Flüge getroffen. Denn spätestens wenn man einmal selbst einen solchen Raketenstart miterlebt, wäre „nur ein zynischer Dummkopf (...) nach einem solchen Erlebnis nicht beeindruckt davon, was Menschen alles erreichen können“. (Elon Musk die Biografie, 2015, Ashlee Vance)

DIE NOTWENDIGKEIT

So „sinnlos“ bzw. unrentabel Erkundungsmissionen aus objektiver Sicht wirken mögen, sie befriedigen nicht nur den menschlichen Drang nach Neuem. Sie regen gleichzeitig den Urinstinkt des Überlebens. Die glorreichen Kolonisten suchten einst neues Land, und fanden Amerika. Bis heute ist eine lange Zeit vergangen, die Erde wird von hunderten Satelliten umkreist, welche ihre Kameras ununterbrochen auf die Erde gerichtet haben, weiße Flecken auf Karten existieren nicht mehr, und der Mensch sucht ununterbrochen nach Neuem. Eine Ausbreitung der Menschlichen Spezies durch das Sonnensystem wäre ebenfalls ein unglaublicher Fortschritt anderen Lebensformen gegenüber, denn langfristig ist die Erde kein sicherer Hafen. Laut NASA treffen jeden Tag zwischen 1000 und 10.000 Tonnen meteorische Gesteine auf die Erde³², darunter auch größere, wie etwa der Meteor von Tscheljabinsk.³³ Wenn die Menschheit nicht durch Massensterben beeinflusst wird, so könnte sie sich selbst, durch Unwissenheit oder Unachtsamkeit, vernichten. Oder aber durch Streitigkeiten, denn wie schon einst John F. Kennedy sagte: „Die Menschheit muss dem Krieg ein Ende setzen, oder der Krieg setzt der Menschheit ein Ende“³⁴. Eine Ausbreitung über Planeten hinweg könnte langfristig eine Art „Backup“ darstellen, sei es nun benötigt oder nicht. Die ersten Maßnahmen sollten bereits unternommen werden, und wir sollten die Geburtsstätte in der wir entstanden verlassen und das laufen lernen, bevor es zu spät ist, zu rennen...

³⁰ <http://www.spiegel.de/politik/ausland/uss-gerald-r-ford-das-ist-das-teuerste-kriegsschiff-der-welt-a-1159275.html>

³¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/157935/umfrage/laender-mit-den-hoechsten-militaerausgaben/>

³² https://www.focus.de/wissen/weltraum/tid-7453/meteoriteneinschlag_aid_133305.html

³³ <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/tscheljabinsk-meteorit-anatomie-einer-beinahe-katastrophe-a-932197.html>

³⁴ <https://www.abendblatt.de/kultur-live/article122144339/Die-Menschheit-muss-dem-Krieg-ein-Ende-setzen.html> John F. Kennedy 25. September 1961, vor den Vereinten Nationen)

ZUKUNFTSSZENARIO

Die drängelnden Massen schoben sich in Richtung des Eingangs. Nachdem sie nacheinander aufgerufen und eingeteilt wurden, zwängte sich Lea neben ihren Bruder Lars, durch die großen Sicherheitsschleusen in Richtung des Busses. Sie wusste warum diese sich dort befanden. Nach dem großen Anschlag von 42, bei dem eine ganze Rakete explodierte, hatten sich die Sicherheitsvorschriften stark verstärkt. Der Bus setzte sich in Bewegung und sie blickte zu ihren Eltern hinauf, die sie fest an der Hand nahmen, während der Bus die Startplattform passierte und in Richtung des großen Einstiegszentrums fuhr. Dort angekommen, betraten sie das Aufenthaltszentrum der zweiten Klasse. Dort wiesen sie in weiß gekleidete Mitarbeiter ein. Im Zentrum waren eine lebensgroße Darstellung des Raumschiffes, sowie der Aufenthaltsräume und Schlafkabinen nachgebaut, die sie nun erkunden durften. Lea fielen sofort die großen, grünen Zylinder auf, die über das gesamte Raumschiff verteilt waren und, so wurde es ihr erklärt, für die Sauerstoffproduktion zuständig waren. Es gab an Bord mehrere Restaurants sowie andere Unterhaltungseinrichtungen, es gab Spielplätze, Kindertagesstätten und Kleidungsgeschäfte. Das Raumschiff war mit Projektionen und Schildern gepflastert, auf denen verschiedene Einblicke in die Technischen Möglichkeiten der Rakete und des Raumschiffes gegeben wurden. Nachdem sich Lea vor allem den Spielplätzen und Zimmern gewidmet hatte, und die ersten Namen zur Abfahrt im Bus vorgelesen wurden, gesellte sie sich wieder zu ihren Eltern und ihrem Bruder. Gemeinsam betraten sie den Bus, mit dem ihr Abenteuer seinen Beginn nehmen sollte.

Der Aufzug ratterte leise, als er seinen langen Aufstieg zum obersten Teil der Rakete begann. Lea blickte durch die Glasscheiben nach außen auf die riesige weiße Rakete, die noch still und scheinbar unberührt auf ihrer Startrampe ruhte. Die Passagiere der ersten Klasse waren bereits eingestiegen. Sie verbrachten den Flug nicht mit den anderen Passagieren, sie würden in einer Stasiskammer im unteren Teil des Schiffes ruhen und erst den letzten angenehmen Teil der Reise, das Eintreffen auf dem Mars miterleben und den restlichen Teil der Reise schlafen. Lea verlies den Aufzug und folgte den anderen in die Startkammer. Sie trank noch etwas, setzte sich dann in ihren Sitz und hielt die Hand ihrer Mutter. Nach einigen Minuten waren auch alle anderen Passagiere angeschnallt und sie wurden gebeten, sich von nun an nicht mehr zu bewegen, bis das Raumschiff den Erdborbit erreicht hatte. Auf großen Bildschirmen wurden nun Bilder der Rakete von außen gezeigt. Auf einer kleinen Anzeige daneben konnten sie den Füllstand und die verbleibende Zeit auf Erden beobachten. Der flüssige Sauerstoff waberte langsam an der Rakete hinunter, als die verbleibende Zeit einem Countdown wich. 10 Minuten verbleibend. Lea rutschte unruhig auf ihrem Sitz hin und her, und setzte sich nun die Ohrenschützer auf, die sie vor dem lauten Brummen der Triebwerke schützen sollten. Immer mehr Anzeigen erschienen auf dem Monitor. Die Geschwindigkeit, die G-Kräfte, die Höhe, und die verbleibende Zeit zum Mars. Drei Minuten verbleibend. Zwei. Eine. Der Computer übernahm die Kontrolle der Rakete. Hektisch wurde alles überprüft. Die Sicherheitsgurte zogen sich fester, die Ausstiegsluke zischte noch ein letztes Mal, und plötzlich ertönte ein lauter Signalton. Sie blickte erneut auf den Monitor. Grelle Flammen züngelten aus den Triebwerken, der Einstiegsturm knickte seitlich weg, und majestätisch erhob sich das Vehikel in die Luft. Immer schneller verschwand die Rakete im Himmel. Es war- erstaunlich angenehm. Die Monitore zeigten eine Kraft von ca. 3G. Es fühlte sich an als ob Lea in einem Sportwagen sitzen würde. Immer weiter entfernt sich die Rakete,

neigte sich langsam zur Seite und begann die Beschleunigung. Ein weiterer Signalton ertönte, als sie die Grenze von 100.000 Km Höhe überschritten. Sie waren nun offiziell im Weltraum. Lea blickte um sich, sah zu ihren Eltern, zu ihrem Bruder. Erneut wurde vor etwas gewarnt, diesmal jedoch war es unangenehmer. Auf den Bildschirmen konnte sie beobachten wie die Triebwerke abgeschaltet wurden, und sich die erste Stufe der Rakete von der zweiten trennte. Die abrupte Abbremsung und die Zündung der zweiten Triebwerke erschütterte das Raumschiff, und Lea hielt fest die Hand ihrer Mutter. Endlich war die vorläufige Endgeschwindigkeit von 7.9 km/s erreicht. Lea durfte aufstehen und sah eine große Menschenmenge am Fenster stehen. Sie drängelte sich durch einen Haufen Menschen, wurde vorgelassen und stand plötzlich vor ihrem gesamten Leben. *Der Weltraum -- unendliche Weiten*³⁵. Wir schreiben das Jahr 2048. Vor ihr tat sich die Erde auf. Riesige blaue Ozeane, Kontinente und Lichter. Eine Träne rollte Lea vom Auge. Im ganzen Raumschiff war es still geworden. Die Menschen standen an den Fenstern und blickten in die unendlichen Weiten des Weltraums, erblickten Sterne und ferne Spiegelungen, während das Raumschiff sanft vor sich hingleitend durch die schwarze Leere seine Bahnen um die Erde zog. Gebannt vom Anblick und der Erkenntnis ihrer unbedeutenden Größe ließen sich die Erwachsenen wieder auf ihren Sitzen nieder. Lea folgte. Ein allerletztes Mal grummelten die Triebwerke. Das Raumschiff schob sich vorwärts, erreichte laut Bildschirmen eine Endgeschwindigkeit von 11,2km/s und entwich somit der Kraft der Erde. Es verließ seine Umlaufbahn und schwenkte in Richtung Mars, die Beschleunigung sank und alle liefen erneut zu den Fenstern und erblickten ihren Heimatplaneten. Alles was sie jemals kannten, und sahen hilflos zu, wie dieser in den Weiten des Weltraumes erblasste. Lea lächelte, denn das größte Abenteuer ihres Lebens, sollte ihr erst noch bevorstehen... An der Wand erschien ein Bild. Es zeigte ein Foto der Erde, aufgenommen von der Raumsonde *Voyager 1* am 14. Februar 1990, aus einer Entfernung von etwa 6 Milliarden Kilometern der größten Distanz, aus der bis dahin jemals ein Foto der Erde gemacht wurde. (Bekannt als „Pale Blue Dot“)

„Es ist uns gelungen, dieses Bild aufzunehmen, und wenn man es betrachtet, sieht man einen Punkt. Dieser Punkt ist hier. Er ist unser Zuhause. Wir sind das. Darauf hat jeder, von dem ihr je gehört habt, jeder Mensch, der je gelebt hat, sein Leben gelebt. Die Gesamtheit aller unserer Freuden und Leiden, Tausender von sich selbst überzeugten Religionen, Ideologien und ökonomischer Doktrinen, jeder Jäger und Sammler, jeder Held und Feigling, jeder Schöpfer und Zerstörer von Zivilisationen, jeder König und Bauer, jedes verliebte junge Paar, jedes hoffnungsvolle Kind, jede Mutter, jeder Vater, jeder Erfinder und Entdecker, jeder Lehrer der Moral, jeder korrupte Politiker, jeder Superstar, jeder oberste Führer, jeder Heilige und Sünder in der Geschichte unserer Spezies lebte dort auf einem Staubkorn in einem Sonnenstrahl.“

Die Erde ist eine sehr kleine Bühne in einer riesigen kosmischen Arena. Denken Sie an die Ströme des, von all diesen Generälen und Kaisern vergeudeteten Blutes, auf dass sie in Herrlichkeit und Triumph für einen Moment Meister eines Bruchteils dieses Punktes würden. Denken Sie an die endlosen Grausamkeiten, die von den Bewohnern einer Ecke des Punktes an kaum unterscheidbaren Bewohnern einer anderen Ecke des Punktes begangen wurden. Wie häufig ihre Missverständnisse sind, wie eifrig sie darin sind, einander zu töten, wie glühend ihr Hass ist. Unser stolzes Posieren, unsere eingebildete Wichtigkeit, unser Irrtum einer privilegierten Position im Universum wird von diesem blassen blauen Punkt hellen Lichts in Frage gestellt.

Unser Planet ist eine einsame Flocke in der großen umhüllenden kosmischen Dunkelheit. In unserer Dunkelheit – in all dieser Weite – gibt es keinen Hinweis, dass Hilfe von anderswo kommen wird, um uns vor uns selbst zu retten. Man sagte, dass Astronomie eine bescheiden machende, und ich könnte hinzufügen, eine charakterbildende Erfahrung ist. Meiner Meinung nach gibt es vielleicht keine bessere Demonstration der Dummheit der menschlichen Einbildungen als dieses ferne Bild von unserer kleinen Welt. Mir unterstreicht sie unsere Verantwortung, freundschaftlicher und mitleidvoller miteinander umzugehen und diesen blassblauen Punkt, das einzige Zuhause, das wir je gekannt haben, zu bewahren und zu pflegen.“

Carl Sagan, 1994

³⁵ Star Trek Intro

Quellenverzeichnis:

- Space Exploration Technologies (SpaceX):
Quellen zum Mars, zur BFR, MAKING LIFE
MULTIPLANETARY,:
<http://www.spacex.com/mars>
- <https://www.nasa.gov/>
- https://de.wikipedia.org/wiki/Universum#Alter_und_Zusammensetzung
- <https://www.br.de/themen/wissen/homo-sapiens-marokko-100.html>
- <https://www.br.de/themen/wissen/juri-gagarin-erster-mensch-weltraum-weltall-kosmonaut-100.html>
- <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/masterCatalog.do?sc=1961-012A>
- <https://www.br.de/themen/wissen/mond-erste-mondlandung-100.html>
- <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/sojus-apollo-projekt-shakehands-im-all-vor-40-jahren-a-1043851.html>
- <https://www.bernd-leitenberger.de/saturn5.shtml>
- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/74091/umfrage/astronauten-mit-dem-laengsten-aufenthalt-auf-der-iss/>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrolyse>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Sabatier-Prozess>
- <https://julianmelchiorri.com/SELECTED-WORKS>
- <https://www.dezeen.com/2014/07/25/movie-silk-leaf-first-man-made-synthetic-biological-leaf-space-travel/>
- <http://www.sueddeutsche.de/wissen/wasseraufbereitung-im-all-cheers-1.440590>
- <https://www.helles-koepfchen.de/artikel/485.html>
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Polytetrafluorethylen>
- <https://www.product-release.com/product-release-news/teflons-use-apollo-space-program/>
- <https://www.welt.de/wirtschaft/article136641044/Elon-Musk-ist-die-Menschwerdung-von-Ironman.html>
- <https://www.boringcompany.com/>
- <http://www.spacex.com/hyperloop>
- <https://www.trendsderzukunft.de/starklink-spacex-legt-den-grundstein-fuer-breitband-satelliteninternet/>
- https://www.huffingtonpost.de/2015/10/27/astronauten-kehren-zur-erde-zurueck_n_8397728.html
- <http://www.spiegel.de/politik/ausland/uss-gerald-r-ford-das-ist-das-teuerste-kriegsschiff-der-welt-a-1159275.html>
- <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/157935/umfrage/laender-mit-den-hoechsten-militaerausgaben/>
- https://www.focus.de/wissen/weltraum/tid-7453/meteoriteneinschlag_aid_133305.html
- <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/tscheljabinsk-meteorit-anatomie-einer-beinahe-katastrophe-a-932197.html>
- <https://www.abendblatt.de/kultur-live/article122144339/Die-Menschheit-muss-dem-Krieg-ein-Ende-setzen.html> John F. Kennedy 25. September 1961, vor den Vereinten Nationen)

Videoquellen:

- Youtube TED Talks Julian Melchiorri: https://www.youtube.com/watch?v=8y5_-xkBV2U
- Youtube The Overview Effect, 2012 <https://www.youtube.com/watch?v=CHMIfOecrlo>
- SpaceX Making Life Multiplanetary: <http://www.spacex.com/mars>

Reden/Zitate:

- Stephen Hawking(1942-2018, Rede unbekannt)
- Apple, "Think different" Werbekampagne, 1997
- SpaceX Making Life Multiplanetary: <http://www.spacex.com/mars>
- Star Trek Intro: <https://www.youtube.com/watch?v=sb8jUAbaKJA>
- Youtube The Overview Effect, 2012 <https://www.youtube.com/watch?v=CHMIfOecrlo>
Zitate übernommen aus dem Kurzfilm "The Overview Effect"
- John F Kennedy: Die Menschheit muss dem Krieg ein Ende setzen, oder der Krieg setzt der Menschheit ein Ende."
(25. September 1961, vor den Vereinten Nationen)
<https://www.abendblatt.de/kultur-live/article122144339/Die-Menschheit-muss-dem-Krieg-ein-Ende-setzen.html>
- Carl Sagan: „Speech at Cornell University, October 13, 1994 (Öffentliche Vorlesung am 13. Oktober 1994 an der Cornell-Universität)“, bigskyastroclub.org

Buchquellen:

- Projekt Apollo(1970, Werner Buderler)Bertelsmann Sachbuchverlag
- Geschichte der Raumfahrt (Erscheinungsjahr unbekannt, Werner Buderler Sigloch Edition
- Der Mond und die Abenteuer der Apollo-Astronauten(2009, Alexis von Croy) Herbig Verlag
- Chronik des 20. Jahrhunderts(1983, Bodo Harenberg und weitere) Chronik Verlag
- Aufbruch zum Mars(1988, Frank Miles) kosmos Verlag
- Elon Musk (2015, Ashlee Vance) FBV Verlag
- Hobby Nr. 4 1959, „Wer baut die erste Mondstadt?“ Autor unbekannt, Postverlagsort Stuttgart
- Hobby Nr. 11 1962, „US Raumstation startklar“ Autor unbekannt, Postverlagsort Stuttgart

Bildquellen:

- Titelbild: <http://www.spacex.com/falcon-heavy>
- BFR+ Raketenvergleich: <http://www.spacex.com/mars>
- Idee Melchiorris zur Produktion von Sauerstoff auf geringem Raum:
<https://www.dezeen.com/2014/07/25/movie-silk-leaf-first-man-made-synthetic-biological-leaf-space-travel/>
- Bild der Erde Apollo 8: https://archive.org/details/337051main_p_2
- „Pale blue dot“: <https://herr-kalt.de/nwt/faszination/pale-blue-dot>

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken (dazu zählen auch Internetquellen) entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

X

Florian Petermann
