

Romans Asteroidenkunde



Roman Honigmann

Carl Fuhlrott Gymnasium

Qualifikationsphase 1

Eine Projektarbeit im Rahmen des Projektkurses MILENA 2021/2022

Projektkursleiter: Michael Winkhaus

Abgabetermin: 09.06.2022

Inhaltsverzeichnis :

1. Einleitung.....S.2-3
2. Astronomie.....S.3-4
3. Asteroiden.....S.5-7
4. Der blaue Planet, die Erde.....S.7-8
5. Die Atmosphäre der Erde.....S.8-9
6. Maßnahmen zur Prävention.....S.9-10
7. Das Konzept, um Asteroiden vom Kurs abzulenken.....S.11-12
8. Wie wird sich das Weltbild mit der Errungenschaft der Asteroidenabwehr verändern.....S.12-14
9. Verweise.....S.15
10. Bildverzeichnis.....S.15-17
11. Abschlusserklärung.....S.18

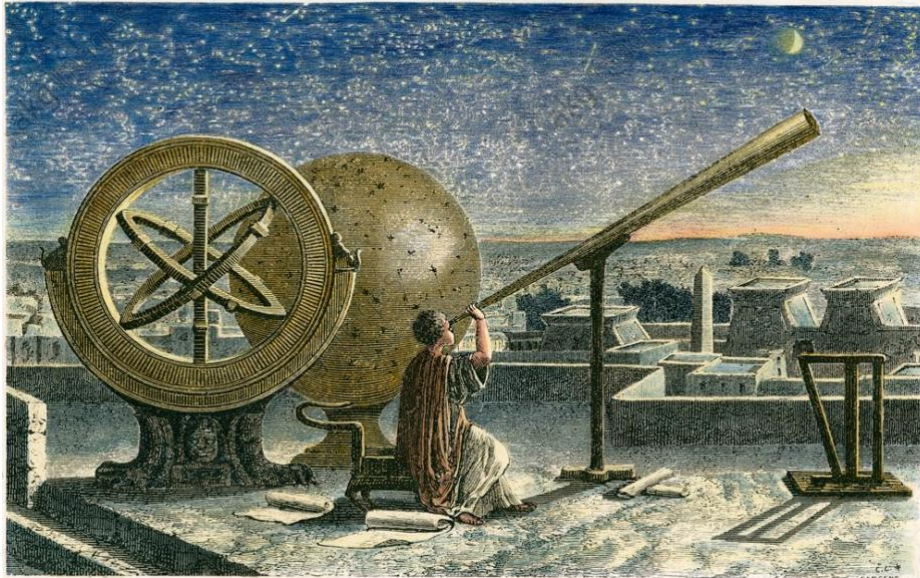
1. Einleitung

Jeder Oberstufenschüler hat im Laufe seiner letzten Schulzeit eine Fach- oder Projektarbeit zu einem bestimmten Thema, in einem ausgewählten Fach zu verfassen. Diese Projektarbeit stellt den theoretischen Arbeitsauftrag im Projektkurs MILENA dar. Dieser Projektkurs dient dazu den Oberstufenschülern die Möglichkeit zu geben städtischen Grundschulklassen Phänomene der Physik und der Astronomie, so verständlich wie möglich nahezubringen. Im theoretischen Teil des Kurses geht es darum sich selbst mit der Astronomie auseinander zu setzen, die Errungenschaften der Sternkunde zu begreifen und sich wissenschaftlich damit zu beschäftigen. Aber die Themenmöglichkeiten sind vielfältig, das Universum wirft tausende wissenschaftliche Fragen auf und der menschliche Verstand ist zu begrenzt, um alle komplexen Erkenntnisse der Forschung zu verstehen. Weniger komplexe Tatsachen, dass in unserem Sonnensystem neun Planeten beheimatet sind, sollten Schülern von weiterführenden Bildungsstätten bekannt sein. Auch die grobe Geschichte der Erde, der Einfluss, von dem erdnahen Mond, und der Sonne, sind vielen deutschen Schülern ein Begriff. Dieses Wissen wird von der Gesellschaft als Allgemeinwissen vorausgesetzt, weshalb mir die Suche nach einem außergewöhnlichen Thema wichtig war. Dabei ist es nicht einfach zu bestimmen welches Thema das größte Interesse weckt, wenn es zudem, an spezifischen Vorwissen, bis jetzt mangelte. Die Entscheidung wird zusätzlich erschwert, dadurch das Astronomie selten öffentliche, mediale Aufmerksamkeit bekommt. Denn trotz der täglichen, neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse, liegt das Augenmerk eher auf gesellschaftlichen Problemen. Dabei vergisst die Mehrheit die Wichtigkeit des Universums, indem unser Sonnensystem, die Milchstraße entstanden ist, die die Grundlage unserer Existenz bildet. Als Astronom sind Ursache und Wirkung nicht rein philosophischer Herkunft, sondern die wissenschaftliche Erklärung für die endliche Zivilisation der Menschheit. Das Leben auf dem blauen Planeten ist vielseitig. Pflanzen und Tierarten, Menschen und ihre Kulturen prägen das Weltbild über tausende von Jahren. Gerade deswegen kann die Kraft der Natur, mit ihren physikalischen und chemischen Prozessen, wie ein einschneidendes Ereignis auf unsere Existenz wirken. Schon Vulkanausbrüche, Erdbeben, Unwetter und Krankheiten können unserer doch so vulnerablen Zivilisation schaden. Ereignisse, die in der Geschichte ihre Einflusskraft gezeigt haben und bis heute die Menschen in Alarmbereitschaft versetzen. Der „Homo Sapiens“ (weiser/gescheiter Mensch) ist nach und nach in der Lage mit solchen Phänomen umzugehen und präventiv zu handeln. Doch wie will er sich vor Gefahren aus dem All schützen? Der äußerliche Einfluss auf unseren Heimatplaneten wird häufig vergessen und missachtet, dabei ist die Sonne und der Mond entscheidend für das Leben auf der Erde. Zudem befinden sich nicht nur Planeten, Monde und eine Sonne, sondern auch Kometen, Zwergplaneten und Asteroiden in unserem Sonnensystem. Sie umkreisen auf ihren eigenen Umlaufbahnen Nachbarplaneten, die Sonne und sogar die Erde. Manche Himmelskörper sind nahezu ungefährlich und bewegen sich kaum merklich durch das Weltall. Was passiert aber, wenn schwere Gesteinsbrocken b

die Umlaufbahn unseres Heimatplaneten kreuzen und drohen mit ihm zu kollidieren?

Dieser Fragestellung möchte ich mich in dieser Projektarbeit widmen und zugleich klären, wie weit die Forschungsinstitute, wie die NASA und ESA mit der Entwicklung von Asteroidenabwehrsystemen sind, mit dem Blick auf die Erhaltung der Menschheit und Artenvielfalt. Zusätzlich konzentriert sich meine Projektarbeit auf theoretische Grundlagen der Asteroiden.

Bild 1.



<https://www.akg-images.de/archive/Hipparchos-auf-der-Sternwarte-von-Alexandrien-2UMDHUUWB8PR.htm>

2. Astronomie

Anfänglich sollte geklärt werden, wie es sich die Menschheit begreiflich machen konnte, dass unser Sonnensystem ein Komplex aus Planeten, Monden und anderen Himmelskörpern ist. Schon zu früheren Zeiten war der Mensch verwundert über die Geschehnisse am Himmel ihrer Erde. Zugern hätten die Fragenden gewusst, welche Rolle die Sonne und der Mond für den Tagesablauf auf der Erde gespielt haben. Das Hinterfragen und Erforschen der Ereignisse am Himmel werden später als Stern- oder Himmelskunde betitelt. Der Norm entsprechende Begriff, ist hierbei „Astronomie“, welcher sich aus dem altgriechischen ableiten lässt. (astronomía; ástron, Stern und nómos, Gesetz)¹ Die Astronomie fand ihren Anfang, zunächst in rituellen Zeremonien alter Volksstämme, wo das Verehren von Himmelsobjekten eine wichtige Rolle einnahm, um unerklärliche Naturgewalten eindämmen zu können.² Durch die kontinuierliche Beobachtung des Himmels, konnten Regel- und Unregelmäßigkeiten nach und nach immer mehr entdeckt werden. Menschen bekamen ein Gefühl für die Zeit, denn sie konnten zwischen Tag und Nacht, Frühling, Sommer, Herbst und Winter unterscheiden. Doch zunächst ist Astronomie sehr religiös geprägt, da alle Geschehnisse als unerklärlich galten.

¹ <https://de.m.wikipedia.org/wiki/Astronomie> Definition

² <https://www.spektrum.de/lexikon/astronomie/astronomie/22> : von Andreas Müller aus München

Erst um die Epoche der Aufklärung im 17. und 18. Jahrhundert kann sich Astronomie durchsetzen als rein wissenschaftliches Arbeitsfeld. Um faktennahe Ergebnisse erzielen zu können bedarf es immer einer präzisen Forschung. Die konnte aber nur gelingen, wenn die richtige Strategie und das nötige Arbeitsmaterial vorhanden waren. Glücklicherweise war es ab 1608 möglich, die Geschehnisse am Himmel näher zu betrachten, dank dem Erfinder des „Fernrohrs“, „Hans Lipperhey“. Dieses Gerät ist die treibende Kraft für die zukünftige Astronomie und sollte über die nächsten Jahre durch weitere Astronomen verfeinert werden, um bessere experimentelle Erfolge einbuchten zu können. Astronomie unterscheidet sich von anderen Naturwissenschaften, in der Art Erkenntnisse zu erlangen. Das heißt, dass Astronomen zunächst Theorien aufstellen müssen, die sie später versuchen mit Beobachtungen zu begründen. Es ist offensichtlich, dass zu dem Zeitpunkt der Aufklärung, die technischen Mittel zu begrenzt waren, um die Besonderheiten der Struktur oder Beschaffenheit einzelner Himmelskörper akribisch zu erforschen. Stattdessen wurden Ergebnisse und Erkenntnisse, so wie die ganz simplen Beobachtungen konkret zusammengefasst und mit anderen Astronomen geteilt, um Unterschiede in Forschung und Forschungsgebieten zu verdeutlichen. Mit der Zeit und mit der Evolution von Technik eröffneten sich in der Astronomie unterschiedliche Arbeitsfelder, die sich mit bestimmten Geschehnissen oder Theorien genauer auseinandersetzen. So ist, zum Beispiel die Astrophysik, ein aus der Astronomie entsprungener Arbeitssektor, der physikalische Ideen und Modelle herausarbeitet um Beobachtungen auf eine logische Art und Weise erklären zu können. Dabei dienen den Astrophysikern grundlegende mathematische Formeln als Hilfe für Berechnungen von Geschwindigkeit, Entfernungen und Masse einzelner Himmelskörper in unserem Weltall. So kann die Astrophysik, bekannte physikalische Gesetze, Theorien und Experimente auf die Forschung im Sonnensystem anwenden, gar ausweiten. Natürlich gibt es weitaus mehr Forschungsgebiete in der Astronomie, wie zum Beispiel die Kosmologie, Galaxienforschung und Planetologie³. Über die Jahre sollten die Forschungen, mit der Administration von Daten, der Beobachtungen und Erkenntnisse, intensiviert werden. Zudem hegten viele Forschende den Wunsch, Raumfahrten ausführen zu können. Dabei musste das nötige Material und die richtigen Gerätschaften finanziert und entwickelt werden. Erst die Verstaatlichung der Raumfahrtbehörde NASA am 29. Juli 1958, ermöglichte den gewünschten Durchbruch, in der Erkenntnisgewinnung. Die Sternenkunde wurde durch „Apollo 11“, der Mondmission, ausgehend von der NASA, revolutioniert. Das Projekt und viele weitere, sind der Grundbaustein für die 1971 errichtete „Internationale Space Station“.⁴ Diese Plattform ermöglicht es Forschern im Weltall zu arbeiten und den erdfernen Lebensbedingungen zu trotzen. Natürlich versuchten schon vorher manche Forschungsgruppen Raumstationen in der Erdumlaufbahn zu etablieren. Als großer Vorreiter dieser Ideen galt damals die sogenannte UdSSR, die viele Versuche gestartet hatte, solche Stationen erdnah festzusetzen. In enger Zusammenarbeit vieler bedeutsamer Nationen, konnte aus der ISS eine der wichtigsten Anlaufstationen der Raumfahrer erschaffen werden. Das Ergebnis: Astronomie ist in der Gegenwart und wird in der Zukunft weit mehr sein als nur ein Gebiet der Beobachtung. Denn nun ist es im Rahmen der Möglichkeit praktische,

³ <https://www.spektrum.de/lexikon/astronomie/astronomie/22> :

⁴ <https://www.nasa.gov/content/nasa-hoistory-overview>

wissenschaftliche Forschungen zu koordinieren, um die Erkenntnisgewinnung zu intensivieren.

Bild 2.



<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=bjM6PvCl&id=E1201884E3C836B658E59340D4F989652369797A&thid=OIP.bjM6PvCluSDjierrNkA9HwHaE7&mediaurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.6e333a3ef0a5b920e389eaeb36403d1f%3frik%3denlpl2WJ%252bdRAkw%26riu%3dhttp%253a%252f%252fclassifieds.usatoday.com%252fwf-content%252fuploads%252f2018%252f01%252fused-telescopes.jpeg%26ehk%3dL%252bPMMuort8NGeJ0hxI8UsGAkeAICMxyDrPG3LQ3oLF8%253d%26risl%3d%26pid%3dlmgRaw%26r%3d0&exph=1333&expw=2000&q=Teleskop+Himmel&simid=608049880636065830&FORM=IRPRST&ck=5FA293F05934DBCE8F4EEA26CD9C234F&selectedIndex=0&ajaxhist=0&ajaxserp=0>

3. Asteroiden

Die Arbeit der Astronomen ist weitaus mehr als nur die Lust der Erkenntnis über Besonderheiten aus dem All. Tatsächlich spezialisieren sich viele Forschungsgruppen auf Himmelskörper, die unserer Erdumlaufbahn gefährlich nah kommen und bei Kollisionen erheblichen Schaden anrichten könnten. Es gilt zu bestimmen, welche Objekte, wie schnell und mit welcher Bewegungsrichtung die Umlaufbahn, der Erde kreuzen können. Über Jahre hinweg wurden von berühmten Forschungsstationen, wie der NASA (National Aeronautics and Space) und Esa (European Space Agency), von klassischen Astronomen und Hobbysternkundlern die unterschiedlichsten Daten & Ergebnisse von Forschungen sowie von Beobachtungen einzelner Asteroiden, ausgewertet, geteilt und veröffentlicht. Experten tun sich schwer eine eindeutige Definition für Asteroiden zu nennen und versuchen stattdessen der Öffentlichkeit anhand von

Unterscheidungen mit anderen Himmelskörpern, wie Kometen und Zwergplaneten die Existenz von Asteroiden begreiflich zu machen. Kriterien der Unterscheidung sind dabei die Umlaufbahnen, die Beschaffenheit und Positionierung der Flugobjekte in unserem Sonnensystem. Häufig verglichen werden die Asteroiden mit Kometen, einem Gemisch aus Felsbrocken, Eis und Gasen. Diese Himmelskörper sind im Durchmesser sehr klein. Viele ihrer Art durchqueren das Sonnensystem auf, seit Jahren unveränderten elliptischen Bahnen, oder durchkreuzen einmal in ihrem Kometenleben das System Milchstraße.⁵ Im Kontrast steht der Asteroid, der mehrere Kilometer im Durchmesser besitzen kann und zudem von fester Beschaffenheiten ist. So besteht er auffallend oft aus kompaktem Gestein, Kohlenstoff, Silikaten und Metallen, wie Nickel. Viele dieser Gesteinsbrocken umrunden auf elliptischen Bahnen das Zentrum des Sonnensystems, die Sonne. Zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter konnten Wissenschaftler eine Anhäufung von tausenden Asteroiden feststellen. Schätzungen zur Folge beheimatet der sogenannte „Asteroidengürtel“ 1.1Mio bis 1.9Mio solcher Himmelskörper.⁶ Die Geschichte der Asteroiden und auch anderer Flugobjekte lässt sich auf die Entstehung des Sonnensystems zurückführen. Vor gut 4.6 Milliarden Jahren soll das uns bekannte Sonnensystem entstanden sein. Dieses Ereignis setzte Abermillionen feinsten Staubpartikel frei, die zahlreichen Kollisionen ausgesetzt waren. Ein Prozess, der über die Jahrtausende unsere neun größten Planeten Erde, Mars, Jupiter etc. entstehen ließ. Doch diese Zusammenstöße von Staub erschufen nicht nur die uns bekannten Planeten, sondern auch Himmelskörper, wie die Kometen, Zwergplaneten und natürlich die Asteroiden. Forscher sind fasziniert von diesen Objekten, da sie historisch wertvoll sind und weitaus genauer unsere Entstehungsgeschichte darlegen können. Asteroiden können sich aufgrund ihrer Umlaufbahn, nicht nur von Kometen, sondern auch von sich selbst unterscheiden. Die Position einzelner Asteroiden bestimmt, ob es Jupiter-Trojaner, Neptun-Trojaner, oder gar Erd-Trojaner sind.⁷ Die Namen dieser Himmelsobjekte kommt nicht von ungefähr. Asteroiden werden erst dann als Trojaner bezeichnet, wenn sie sich auf der Umlaufbahn der Planeten bewegen.



B
Bild 3.

⁵ Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen von S.338-339

⁶ Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen von S.312-313

7

Für viele Sternkundler sind vor allem die sogenannten NEAs (Near Earth Asteroids) sehr interessant. Um Objekte als NEAs klassifizieren zu können, berechneten Astrophysiker die Astronomische Einheit (Astronomical Unit) der entdeckten Himmelskörper und erkannten, dass sie weniger als 1.3 AE von der Sonne entfernt waren. Dabei beträgt eine Astronomische Einheit 150 Millionen Kilometer. Der Grund für dieses unermüdliche Interesse an den Asteroiden, ist die von ihnen ausgehende Bedrohung auf unseren so verletzlichen blauen Planeten. Objekte wie die Asteroiden sind selten statisch und verändern ihre Umlaufbahn stetig. Dabei können sie unkontrolliert die Umlaufbahnen anderer Himmelskörper kreuzen. Unsere Erde ist prädestiniert für Einschläge solcher Objekte auf ihrer Oberfläche. Geschwindigkeit und Masse können und haben für enorme Zerstörungen auf der Erdoberfläche gesorgt. Die Beobachtung von NEAs soll sie berechenbarer machen. Zudem gibt es Überlegungen die Beschaffenheit der Asteroiden zu nutzen. Die in Asteroiden enthaltenen Rohstoffe, wie Nickel, lösen ein großes Interesse aus. Dazu später mehr. Die Dokumentation der NEAs verläuft sehr akribisch. Auf bestimmten Webseiten kann man Beobachtungen dieser Objekte live mitverfolgen und sogar selbst entdeckte NEAs eintragen. Forschende können anschließend die neuen Daten auswerten und die entdeckten Objekte nachverfolgen. Das ist vor allem wichtig, um zwischen relevanten und irrelevanten Asteroiden differenzieren zu können. Natürlich hängt die Entdeckung von Flugobjekten im All von der richtigen Nutzung eines Teleskopes ab. Zur hobbymäßigen Sternenbeobachtung werden häufig zwei Arten von Instrumenten genutzt. So gibt es zunächst das Linsenteleskop und das Spiegelteleskop. Beide sammeln einfallendes Licht und bündeln es. Anschließend wird das gebündelte Licht über einen Spiegel aus dem Tubus gelenkt, um durch das angeschlossene Okular den Effekt der Bildvergrößerung zu erlangen. Als Anfänger Objekte im Weltall zu identifizieren ist gar nicht so einfach und bedarf einiger Übung.

4. Der blaue Planet: Die Erde

Das Leben auf dem blauen Planeten ist einzigartig. Denn als der fünfgrößte Planet des Sonnensystems, ist die Erde zudem der einzige Planet auf dem Leben existieren kann. Erstaunlicherweise haben sich über die 4.5 Milliarden Jahre Existenzzeit diverse Lebewesen entwickeln können. Die Erde ist gezeichnet durch extreme Wetterbedingungen und Naturschauspiele. Über Jahrmillionen, über Jahrtausende, passten sich die Geschöpfe des blauen Planeten an oder gingen in Naturkatastrophen völlig unter und verschwanden vollkommen von der Bildfläche. Auch zeugen Einschläge vergangener Asteroiden von ereignisreichen Zeiten, in denen das Leben völlig ausgelöscht sein musste. Dem war nicht so, denn neue Tierarten und Pflanzenarten befreiten die Welt von ihrer Trostlosigkeit. So hat sich in den letzten Jahrtausenden die Kultur des Homo Sapiens entwickeln und immer mehr ausdehnen können. Der Mensch hat schon immer mit den natürlichen Begebenheiten kämpfen müssen. Gerade die körperlichen Voraussetzungen sind weitestgehend mangelhaft und scheinen ein Überleben in freier Wildbahn unmöglichen zu machen. Resultate unserer Evolution, die uns immer mehr zur Sesshaftigkeit zwang. Mit der Zeit unterstützen den Menschen immer mehr Maschinen und Gerätschaften. Die körperliche Arbeit wird ersetzt und dem Menschen ist es gestattet sein Überleben durch seine hohe Denkleistung und seine Erfindungen zu sichern. Dazu gehörte vor allem, sich den Gefahren der Natur zu stellen. So schaffen sie Infrastrukturen, die so weit es geht auf die natürlichen Hürden angepasst sind. Geschützt vor Unwettern, geschützt vor Hitze. Und trotzdem, in ihrem doch so

⁸ Erd-Trojaner: <https://www.24hamburg.de/welt/erdtrojaner-2020x15-kilometergrosser-asteroid>

unsicherem Leben, vergessen die Menschen, dass weitaus größere Gefahren auf sie warten. Die Annahme, dass vor 65 Millionen Jahren alle Dinosaurier durch einen Einschlag auf der Erde ausgelöscht wurden kommt nicht von ungefähr. Zum einen sind sich viele Wissenschaftler sicher, dass eine solche Katastrophe stattgefunden haben muss und zum anderen wieder einmal stattfinden kann. Der sogenannte „Chicxulub-Krater“, soll laut den Astronomen dem Asteroideneinschlag zuzuordnen sein, der das Zeitalter der Dinos vernichtend beendete. Mit einem Durchmesser von geschätzten 11-81km wirbelte er beim Aufschlag tonnenweise feinste Staubpartikel in den Himmel. Dadurch verdunkelte sich die Welt und 70% der Pflanzen- und Tierarten starben vollkommen aus. Es sei auch in der heutigen Zeit damit zu rechnen das, sogenannte NEOs durchaus ihre Bahn verlassen und unserer Erde gefährlich nah kommen können. Der Schaden würde unerheblich werden, da der Mensch grundlegend viel zu verlieren hat



Bild

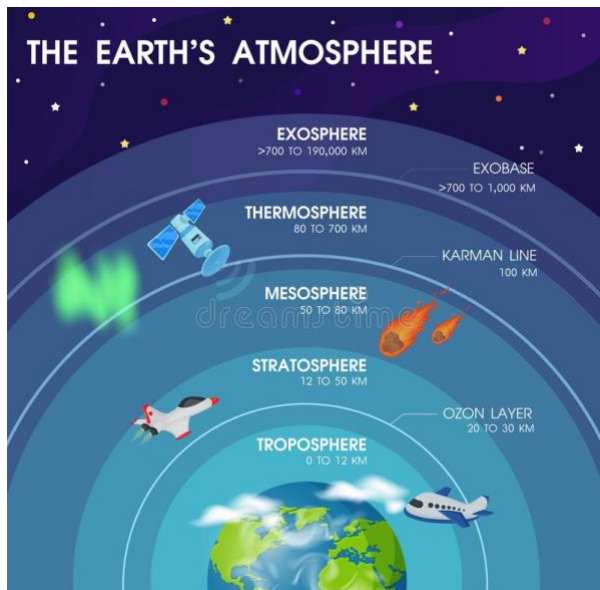
4.

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf40VWSHSAbs12wHaGn&mediaurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yexOfR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%252525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bpmYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHmY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw

5. Die Atmosphäre der Erde. Teilweise kann die Erde durch natürliche Begebenheiten vor von außen eintretenden Eindringlingen, Himmelsobjekten geschützt werden. Die Atmosphäre ist vielen Menschen ein Begriff und wird sehr wohl als gewisser Schutz assoziiert. Denkt man an den Begriff der Atmosphäre, ist der Schutz vor zu viel UV-Strahlen wohl die einzige Verbindung, die hergestellt werden kann. Dabei bietet sie weitaus mehr. Bis zu 10.000 Kilometern Höhe unterteilt sich die Luftschicht in diverse atmosphärische Schichten. Zudem werden den bestimmten Typen, verschiedenste Faktoren und Erkennungsmerkmale zugesprochen. Für die ersten 14 Kilometer Höhe über der Erdoberfläche interessieren sich vor allem die Meteorologen, da in der sogenannten „Troposphäre“ sich alle Wetterphänomene ereignen. Während die Troposphäre besonders gut bekannt ist für die höchste Dichte, schützt uns die „Stratosphäre“ vor dem Eindringen zu vieler krebserregender UV-Strahlen und konvertiert das Sonnenlicht in der wohl für den Menschen wichtigsten Ozonschicht in natürliche Wärme. Astronomen assoziieren mit der „Mesosphäre“ das Phänomen des Verglühens kleinerer Gesteinsbrocken, die unerwarteterweise in die Atmosphäre der Erde eingedrungen sind. In diesem Bereich ist der Kräftewiderstand so enorm, dass vor allem kleinere Meteoriten mit einer gewissen, hohen Bahngeschwindigkeit abgebremst werden. Es entsteht ein Prozess, wobei kinetische Energie (Bewegungsenergie) in Wärme umgewandelt wird und dabei schutzlose Objekte in feinste Einzelteile zerstört. Würde die Erde nicht im Besitz der „Ionosphäre“ sein, könnten Sonnenwinde die Erdoberfläche ohne weiteres erreichen und beschädigen. Sie ist zudem nicht nur ein

Schutz, sondern auch der Ort, an dem Radiowellen die Kommunikation des einundzwanzigsten Jahrhunderts ermöglichen. In einer Höhe von bis zu 600 Kilometer über der Erdoberfläche kreisen die meisten Satelliten in der sogenannten „Thermosphäre“. Hier entstehen auch die atemberaubenden Polarlichter, die Nord- und Südlichter (Auroa borealis, Auroa australis)⁹. Die Besonderheiten der „Exosphäre“ sind nicht eindeutig und doch bildet sie die äußerste Schicht der Erdatmosphäre. Grundsätzlich haben die meisten einzelnen Schichten ihre Aufgaben und Wirkungen auf unser Leben. Doch im Endeffekt muss der Mensch sich zugestehen, dass die Atmosphäre vor größeren Gefahren, vor unkontrollierbaren Himmelskörpern, wenig geschützt ist. Dementsprechend müssen Lösungen gefunden werden, die das Überleben auf der Erde garantieren.

Bild 5.



Herkunft der Quelle im Bildverzeichnis zu finden, da der Link zu lang

ist.

6. Maßnahmen zur Prävention

Die Vorstellung, dass der Mensch von jetzt auf gleich in Katastrophen untergehen kann, versetzt die Wissenschaftler, über Jahre hinweg in Aufruhr. Der Entscheidungsdruck wächst mit den technischen Möglichkeiten mehr und mehr. Denn Tatsache ist, dass Astronomen nicht mehr auf die Arbeit der Beobachtungen zu beschränken sind, da die Aufgabenfelder heutzutage weitaus mehr bieten und fordern. Die Sternenkunde hat sich den Schwerpunkt auf die Erhaltung der menschlichen Spezies gelegt und ist drauf und dran ihre Arbeiten zu spezialisieren und zu intensivieren, um überraschende Gefahren aus dem All mit der größten Genauigkeit abzuwenden. Dazu gehört natürlich die richtige Beobachtung durch das passende Equipment. Es ist eine vernünftige Administration von Daten gefordert, sodass ein schnelles Zugreifen ermöglicht wird. Missionen können so dann in strukturierter Form und mit einem genauen Ziel angepeilt und ausgeführt werden. Im Bezug auf die „Bomben aus dem All“ haben Raum- und Luftfahrtorganisationen einige Projekte in Erwägung gezogen und bereits versucht auszuführen. Für Wissenschaftler sind Observatorien grundlegend für die Beobachtung Erdnaher Himmelskörper. Auch wenn es das Arecibo-Observatorium aufgrund einiger Mängel nicht mehr gibt, erfüllte das technische Gerät in Puerto Rico international wichtige Aufgaben. Mit dem damals

⁹ Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen 5. von S.112

leistungsstärksten Radar weltweit, konnten Himmelskörper mit einer beachtlichen Akribie untersucht werden. Daraus resultierte eine wichtige Erkenntnisgewinnung über jedes Flugobjekt, was hätte zur Gefahr werden können. Die Informationen über die Beschaffenheit der Asteroiden entsteht, indem das Objekt die vom Radar ausgesandten Echo reflektieren. Mit der Erkenntnis über die Oberfläche der Asteroiden können Kategorien geschaffen werden, die die Gesteinsbrocken in Gruppen der akuten und nicht akuten Gefahr unterteilen. Ein wichtiger Aufgabenteil zur Verteidigung der Erde. Leider veralten die Systeme und die Forschungsgruppen müssen sich neu erfinden und ihre Arbeiten ausweiten. Tatsächlich sind Forschende sehr daran interessiert, die Oberflächen anderer Planeten genauer unter die Lupe zu nehmen. Denn wie auch bei der Erde, sind Einschläge von Asteroiden nicht weniger unwahrscheinlich. Das nicht nur Asteroiden eine zerstörerische Kraft haben, wird den Wissenschaftlern am 21. Juni, 1994 sehr wohl bewusst. Vor ein paar Tagen ist auf dem Jupiter ein Komet eingeschlagen und hat gravierende Schäden auf der Oberfläche hinterlassen. Ein Beweis, dass die Gefahr solcher Ereignisse eine unwiderlegbare Tatsache ist. Dementsprechend wollen einzelne Länder sofort handeln und die Forschungen intensivieren. Es entsteht in Amerika die sogenannte „Air Force 2025“, die sich dem Problem der erdnahen Gefahren stellen sollte. In ihrem Bericht „SpaceCast 2020“ wird ein nationales Sicherheitsrisiko ausgerufen und der Begriff der „planetaren Verteidigung“ als Schlüsselwort angehängt. Erste Ideen werden geteilt, wie eine Ablenkung von Asteroiden aussehen kann. Die Arbeit zur Verteidigung der Erde teilen sich im Laufe der Zeit viele Forschungsinstitute. Auch die NASA hat ihre Finger im Spiel und gründet das „Planetary Defense Coordination Office“ unter der Leitung Lindley Johnsons. Johnsons Arbeitsstrategie ist es, Teleskope weltweit zu vernetzen. So werden die Observatorien der „University of Arizona“, und der „University of Hawaii“ zu Überwachungsstationen, erdnaher Himmelskörper (NEOs). Zu den arbeitsintensivsten Teleskopen, zählt das „Space Surveillance Telescope“ in Australien. Bislang konnten an die 26 000 erdnahe Asteroiden entdeckt werden, wobei Forschende weiterhin davon ausgehen, dass die Anzahl der Objekte weitaus höher ist. Das soll die Nationen aber nicht vor unüberwindbare Hürden stellen. Stattdessen wächst die Bereitschaft der Zusammenarbeit über die Jahre und mehr als dreißig Nationen schließen sich dem Projekt an. Als Reaktion auf diese Bereitschaft gründet sich 2013 das „International Asteroid Warning Network“(IAWN). Anhand von ausgewählten Asteroiden simuliert dieses Netzwerk eine vermeintlich akute Gefahr. Hierbei analysieren sie den Asteroiden über verschiedenste Daten, durch die verschiedensten Teleskope und antizipieren die mögliche Umlaufbahn des Objektes. Das ist wichtig, um Vorherkehrungen treffen zu können im Sinne der verbleibenden Zeit. Des Weiteren wird mit dem Radar die Beschaffenheit und Form des Asteroiden geprüft. So kann das vermeintliche Abwehrsystem genaustens an das Objekt angepasst werden. Mit dieser Art zu arbeiten und Erkenntnisse daraus zu ziehen ist ein hohes Gut unserer Spezies und ein evolutionärer Erfolg. Im Vergleich zu anderen Lebensformen und Vorfahren ist der Homo Sapiens ein hochentwickeltes Lebewesen.¹⁰

¹⁰ Spektrum der Wissenschaft, Ausgabe 9.21 : Gefahr aus dem Weltall. Die gesamte 6 basiert auf den Seiten: 14,15,16

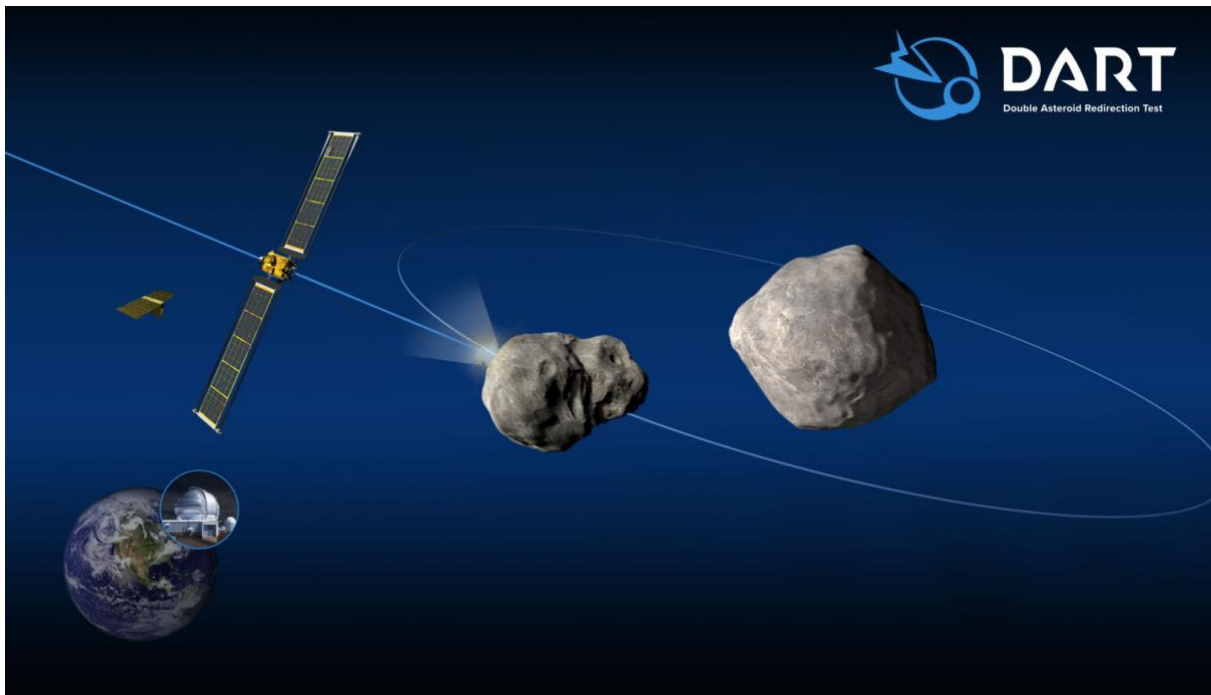


Bild 6.

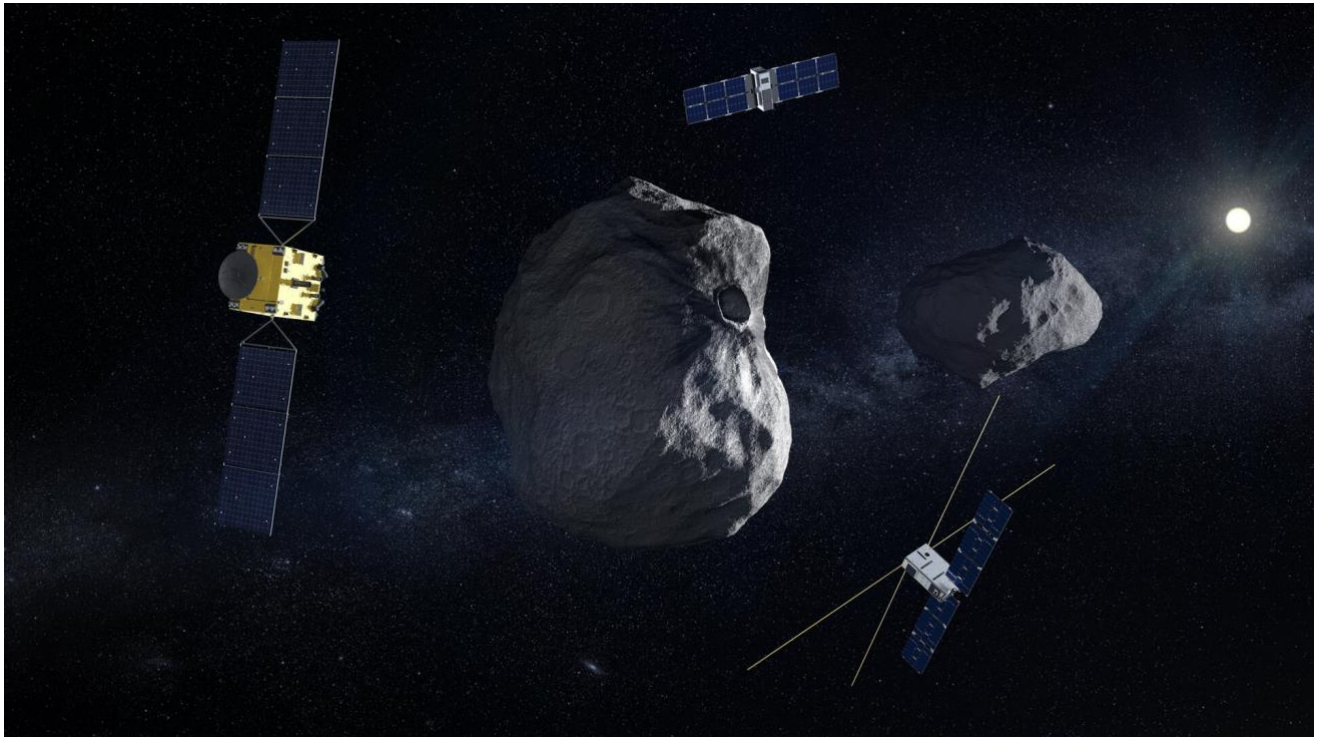
6.1. Das Konzept, um Asteroiden vom Kurs abzulenken

Grundsätzlich gibt es nicht „das Konzept“. Forschende arbeiten an mehreren Möglichkeiten die Asteroiden mit der nötigen Effektivität umzulenken. Dabei waren der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Zum Beispiel entwickelten Wissenschaftler Modelle eines „Gravitationstraktors“¹¹, der das angepeilte Objekt auf eine erdferne Umlaufbahn ziehen könnte. Des Weiteren hegten Astronomen ein Interesse daran Raketendüsen zu entwickeln, die Gesteinsbrocken aus der Gefahrenzone schieben sollen. Auch können Forschende die Detonation einer Atombombe als Lösungsvorschlag nicht ganz abwägen. Um aber den Konzeptionen Ausdruck zu verleihen müssen aussagekräftige Testmissionen geplant und ausgeführt werden. Den Weg zur gewinnbringenden Erkenntnis über die Gefahrenabwehr soll die sogenannte DART-Mission bringen (Double Asteroid Redirection Test). Die Vorbereitungen auf dieses Projekt fallen zunächst schwer, da man interdisziplinär arbeiten muss. Astrophysiker werden Aufgaben zugesprochen zur Berechnung der Bahn, während Astronomen die Flugobjekte kategorisieren. Dabei entstehen Probleme, denn die Himmelskörper weisen etliche Distinktionsmerkmale auf. Trotzdem konnten Entwickler der NASA ihre Arbeit mit der Arbeit der Astronomen vereinbaren und erreichten das Lossenden der Falcone-9-Rakete in Richtung der Doppelasteroiden „Didymos“ (griechisch: Zwilling) mit einem Durchmesser von 780 Metern und seinen Nachbarn Dimorphos mit einem Durchmesser von 163 Metern. Dabei ist das zentrale Ziel, dass die Sonde im Herbst des Jahres 2022, mit einer Geschwindigkeit von 24000 Kilometern pro Stunde auf der Oberfläche des kleineren Asteroiden einschlägt und ihn aus der gewohnten Umlaufbahn lenkt. Forscher haben sich bewusst dafür entschieden, den kleineren Planetoiden als Testobjekt auszuwählen, da die Befürchtung aufkam beim Didymos kaum Durchschlagskraft erringen zu können. Stattdessen soll der Idealfall eintreten und der größere Asteroid wird durch die Gravitation zwischen ihm und Dimorphos bei der Kursänderung mitgezogen und weicht ebenfalls von der jetzigen Umlaufbahn. Dieses Szenario soll von dem „Minisatelliten LICIACube“ beobachtet werden, der von dem DART mit ins All befördert wird. Damit der Satellit beim

¹¹ Spektrum der Wissenschaft, Ausgabe 9.21 : Gefahr aus dem Weltall. Zu Rate gezogen, Seite 17

Einschlag nicht zu Bruch geht, entkoppelt er sich von dem Geschoss und distanziert sich in eine praktische Position.¹² Als Reaktion auf den Einschlag soll im Jahr 2024 das Resultat begutachtet werden. Die von der ESA ausgehende „Hera-Mission“ ist zukunftsorientiert organisiert. 2027 soll die Hera-Sonde den durch die DART-Mission entstandenen Einschlagkrater auf dem Dimorphos aufzeichnen. Zur technischen Unterstützung haben Erfinder zwei Miniatursatelliten an die Hera-Sonde installiert und sie zusätzlich mit einer Radarantenne und einem Spektrometer ausgestattet. Die sollen das Innere des Asteroiden aufzeichnen und zugleich seine Beschaffenheit prüfen.

Bild 6.



7. Wie wird sich das Weltbild mit der Errungenschaft der Asteroidenabwehr verändern?

Ein weiterer Schritt in der Geschichte des Homo Sapiens wird unsere Schulbücher füllen. Der Mensch erweitert sein Einflussgebiet bis ins All. Mit Raketen und Sonden sollen nun Gefahren, ausgehend von Gesteinsbrocken abzuwenden sein. Teile der Forschung werden sich nur noch auf solche Flugobjekte konzentrieren und versuchen effektiver und effizienter zu arbeiten. Wieder einmal ist es gelungen sich in der Geschichte der Menschheit der Natur entgegenzustellen. Dabei spielen die Herkunft und das Erscheinungsbild des Individuums keine Rolle. Das Allgemeinwohl aller Menschen ist zentral und Zusammenhalt gegeben. Ohne weiteres kann das Projekt als positiv gewertet werden, da die Verbundenheit und das Grundbedürfnis zu leben, im Mittelpunkt des Geschehens stehen. Aber es nicht alles Gold was glänzt. Unser Einflussgebiet wird jetzt immer unübersichtlicher und die Folgen unseres Handelns möglicherweise erheblicher. Die Welt wird umgekrempelt und den eigentlichen Einfluss haben die Nationen mit ihrem

¹² HÖRZU WISSEN, Ausgabe vom 2.April/Mai 2022 : S.75 : Aus der Bahn geschubst

gewählten Politiksystem. Politiker einzelner Staaten wollen die volle Verantwortung für die Gefahrenabwehr übernehmen. Die Aufgabe sei dem Militär aufzutragen, die mit vermeintlichen Experten darüber bestimmen, wie die konkrete Herangehensweise aussehen soll. Ich habe da so meine Zweifel. Klar werden die Nationen vereinzelt Astronomen engagieren, mit einigem Wissen, dennoch kann nicht jedes Aufgabenfeld in der Astronomie voll umgesetzt werden. Die Verantwortlichen sollten nicht vergessen, dass jedes Arbeitsfeld in der Astronomie voneinander abhängt, um vor allem Risiken und Folgen vernünftig antizipieren zu können. Ziel ist es immerhin das Gesamtausmaß in der Gefahrenabwehr so gering wie möglich zu halten. Was wäre aber wenn ein Staat sich dazu entscheidet den einfachsten Weg zu gehen und Flugobjekte atomar beschießen will? Die Gründe scheinen dieses Verfahren mehr als zu bestärken, denn die Kosten für die Herstellung und der Herstellungszeitaufwand halten sich in Grenzen. Die Konsequenzen sind dafür viel weitreichender. Eine Herstellung von Atomraketen wäre nun politisch legitimiert und würde die Produktion um einiges erweitern, sodass das Massenvernichtungswaffenlager ohne weiteres eine größere Dimension annehmen könnte. Sollten die Entscheidungen und Missionen vom Staat ausgehen, könnten soziale, ökonomische und vor allem ökologische Probleme in den Schatten gestellt werden. Die „militärische Operation“ stellt sich in meinen Augen eher als Deckmantel dar und sorgt dafür, dass weltliche Probleme an Bedeutung verlieren könnten. Wenig bedacht scheint das ökologische Ausmaß, was mit der Produktion von Abwehrraketen einhergeht. Die Materialien zum Bau finden sich zwar in der Erde unserer Welt wieder, sind aber limitiert. Der Rohstoffabbau fördert zwar Arbeitsplätze, doch den Preis den wir dafür Zahlen, ist weitaus größer und langlebiger als der Mensch. Die Vorstellung, dass Lebensräume schrumpfen werden auf der Suche nach Rohstoffen, ist mehr oder weniger eine reale Tatsache. Soziale Probleme werden aufkommen. Auch wenn die Gefahrenabwehr ein grundlegendes Projekt aller Nationen ist, wird es Staaten geben, die sich den Vorrang in der Produktion zuschreiben. Das Konfliktpotenzial verstärkt sich, da auch wissenschaftliche Interessen sich den politischen Interessen beugen müssen. Sollte die Arbeit der Forschenden, den staatlichen Interessen schaden, kann ohne zu zögern ihr Einfluss genommen werden. Natürlich spreche ich über fiktive Szenarios, die trotzdem nicht von der Hand zu weisen sind. Des Weiteren werde ich nicht den Gedanken los, wie wir das Problem mit dem Weltraumschrott lösen wollen, wenn wir stattdessen mehr von unseren Erfindungen ins All schicken. In der Umlaufbahn des blauen Planeten befinden sich bereits 8500 Tonnen Schrott, der sich aus ausgebrannten Raketenstufen, kaputten Satelliten, verlorenen Schraubenziehern usw. zusammensetzt. Dieser Schrott könnte, wenn er mehr werden sollte, die bemannte Raumfahrt massiv beeinflussen. Die Bewegungskraft im Weltall sollte durchaus nicht unterschätzt werden. So entsteht aus einer Aluminiumkugel ein schweres Geschoss, mit der Kraft eines Mittelklassenwagens. Herumschwirrende Teile gefährden Flugeinsätze somit immer mehr. Nach einem Zusammenprall zweier Satelliten im November 2021 mussten sich die Besatzung der ISS in Sicherheit bringen, für den Fall einer Kollision. Zerspringt ein Satellit in seine Einzelteile, kann man mit mehr als tausend Trümmerteilen rechnen.¹³ Auf die Frage, wie sich Forschungsinstitute auf mögliche Asteroideneinschläge vorbereiten, ließen sich im Laufe meiner Recherche gute Ansätze finden. Zentral und nennenswert ist hierbei die vorsichtige Herangehensweise. Die Erkenntnis, dass Asteroiden sich in jeglicher Form unterscheiden, ist grundlegend für die Gefahrenabwehr. Die Prozesse müssen sehr bedacht sein und wenig impulsiv. Sollte ein Asteroid auf der Abschussliste stehen, ist es wichtig, effektiv zu handeln. Das bedeutet eine genaue Beobachtung und akribische Untersuchung der Beschaffenheit. Das Ziel hierbei muss es sein, auch nach dem Eingriff

¹³ <https://www.br.de/wissen/weltall/raumfahrt/.weltraumschrott-satelliten-truemmer-bruchstuecke-100.html>

keine Kettenreaktion auszulösen, wobei sich Felsbrocken vom Zielobjekt lösen und unerwartet Kurs auf unseren Heimatplaneten nehmen. Erstaunlicherweise konnte die NASA eine gute Strategie vorschlagen und teils 2021 umsetzen. Bleibt nur noch darauf zu warten, welche Ergebnisse im Herbst 2022 erzielt werden können. Ich bin grundlegend davon überzeugt, dass die Gefahrenabwehr aus dem All ein Gedanke wert ist, da die potenzielle Gefahr für sich spricht. Mit Missionen wie der DART-Mission glaube ich, kann man kleinschrittig, großes bewirken, ohne weitreichende Folgen auszulösen. Wie so immer sollte der Mensch seine Stellung in der Natur nicht vergessen und damit rechnen, dass er nicht alles beherrschen kann. Die bereits existierenden, sozialen Konflikte sollten nicht durch die politisch motivierte Forschung untergehen. Die Wissenschaft steht den Experten zu, die diesen Job erlernt haben. Dilettanten könnten unserer Welt eher schaden. Das Ziel jeder Forschung sollte es sein, eine Erkenntnis zu gewinnen die sich zukunftsorientiert und nicht rückschrittig auf unsere Gesellschaft auswirkt.

Verweise:

<https://de.m.wikipedia.org/wiki/Astronomie> Definition

² <https://www.spektrum.de/lexikon/astronomie/astronomie/22> : von Andreas Müller aus München

³ <https://www.spektrum.de/lexikon/astronomie/astronomie/22> :

⁴<https://www.nasa.gov/content/nasa-hoistory-overview>

⁵Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen von S.338-339

⁶Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen von S.312-313

⁷Erd-Trojaner: <https://www.24hamburg.de/welt/erdtrojaner-2020x15-kilometergrosser-asteroid>

⁸ Das Universum: lonely planet Verlag: in Zusammenarbeit mit der NASA 2019 : Informationen 5. von S.112

⁹Spektrum der Wissenschaft, Ausgabe 9.21 : Gefahr aus dem Weltall. Die gesamte 6 basiert auf den Seiten: 14,15,16

¹⁰Spektrum der Wissenschaft, Ausgabe 9.21 : Gefahr aus dem Weltall. Zu Rate gezogen, Seite 17

¹¹HÖRZU WISSEN, Ausgabe vom 2.April/Mai 2022 : S.75 : Aus der Bahn geschubst

¹²<https://www.br.de/wissen/weltall/raumfahrt/weltraumschrott-satelliten-truemmer-bruchstuecke-100.html>

Bildverzeichnis:

Bild 1 : <https://www.akg-images.de/archive/Hipparchos-auf-der-Sternwarte-von-Alexandrien-2UMDHUUWB8PR.htm>

Bild 2 :

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=bjM6PvCl&id=E1201884E3C836B658E59340D4F989652369797A&thid=OIP.bjM6PvCluSDjierrNkA9HwHaE7&medi aurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.6e333a3ef0a5b920e389eae36403d1f%3frik%3denlp12WJ%252bdRAkw%26riu%3dhttp%253a%252f%252fclassifieds.usatoday.com%252fwp-content%252fuploads%252f2018%252f01%252fused-telescopes.jpeg%26ehk%3dL%252bPMMuort8NGeJ0hxl8UsGAkeAICMxyDrPG3LQ3oLF8%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exp=1333&expw=2000&q=Teleskop+Himmel&simid=608049880636065830&FORM=IRPRST&ck=5FA293F05934DBCE8F4EEA26CD9C234F&selectedIndex=0&ajaxhist=0&ajaxserp=0>

Bild

3

:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=ReNrx501&id=167059D192E793567639FAC1CA0D41E89C384D38&thid=OIP.ReNrx501XuTvVfVfEUH7kLQHaEH&medi aurl=https%3A%2F%2Fth.bing.com%2Fth%2Fid%2FR.45e36bc79d355ee4efbc5bc4507ee42d%3Frik%3DOE04nOhBDcrB%252bg%26riu%3Dhttp%253a%252f%252f>

entauri-

[astronomie.de%252fobjekte_im_universum%252fbilder%252fasteroiden%252fida.jpg%26ehk%3D1tF4orXho4i8ojeUr2UBK5GdOLVGkOyQe7elmnMW%252bq4%253d%26risl%3D%26pid%3DImgRaw%26r%3D0&exph=320&expw=576&q=asteroiden&simid=608042149689103254&form=IRPRST&ck=DC31B3E88C8B0A8CAFD546718AE67B3C&selectedindex=87&ajaxhist=0&ajaxserp=0&vt=0&sim=11](https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf4OVWSHSAbs12wHaGn&mediurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yex0fR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%2525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bmpYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHrnY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=655&expw=733&q=artenvielfalt+erde&simid=607995257231056503&FORM=IRPRST&ck=73871CB1E392D76EC4F3AB798EF0A8AD&selectedIndex=1&ajaxhist=0&ajaxserp=0https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf4OVWSHSAbs12wHaGn&mediurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yex0fR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%2525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bmpYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHrnY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=655&expw=733&q=artenvielfalt+erde&simid=607995257231056503&FORM=IRPRST&ck=73871CB1E392D76EC4F3AB798EF0A8AD&selectedIndex=1&ajaxhist=0&ajaxserp=0https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf4OVWSHSAbs12wHaGn&mediurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yex0fR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%2525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bmpYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHrnY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=655&expw=733&q=artenvielfalt+erde&simid=607995257231056503&FORM=IRPRST&ck=73871CB1E392D76EC4F3AB798EF0A8AD&selectedIndex=1&ajaxhist=0&ajaxserp=0)

Bild4:

%26r%3d0&exph=655&expw=733&q=artenvielfalt+erde&simid=607995257231056503&FORM=IRPRST&ck=73871CB1E392D76EC4F3AB798EF0A8AD&selectedIndex=1&ajaxhist=0&ajaxserp=0https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf4OVWSHSAbs12wHaGn&mediurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yex0fR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%2525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bmpYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHrnY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw

Bild

5

:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=uxkpYD7W&id=CEB245CC660A99BECC93D8D147C79E9CDFD727C6&thid=OIP.uxkpYD7Wf4OVWSHSAbs12wHaGn&mediurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.bb1929603ed67f83955921d201b4b5db%3frik%3dxifX35yex0fR2A%26riu%3dhttp%253a%252f%252fwww.iva.de%252fsites%252fdefault%252ffiles%252fstyles%252fgallery_popup%252fpublic%252fbenutzer%252f%2525uid%252fmagazinbilder%252fartenvielfalt_globus_22821743_s_fotolia.jpg%253fitok%253dHhbCYBUx%26ehk%3d%252bmpYmE0RvUg5NQ8u5%252biR5cDD3LHrnY1aFJxjXp0cOU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=655&expw=733&q=artenvielfalt+erde&simid=607995257231056503&FORM=IRPRST&ck=73871CB1E392D76EC4F3AB798EF0A8AD&selectedIndex=1&ajaxhist=0&ajaxserp=0

Bild

6

:

<https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=9hILGdLk&id=11643307E9FFF3F7584D97248A3DA6017A200AAF&thid=OIP.9hILGdLkRjnsy1gkrkk0OgHaHP&mediurl=https%3a%2f%2fthumbs.dreamstime.com%2fb%2fdiagramm-der-schichten-innerhalb-atmosph%c3%a4re-erde-150524246.jpg&cdnurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.f6120b19d2e44639eccb5824ae49343a%3frik%3drwogegGmPYoklw%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=783>

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=s8GLsjpg&id=5054D6AA938CF6A4D01B4BCA395B59CEB7BBB56B&thid=OIP.s8GLsjpgQWv8tVVgcWZ6eqHaEO&mediaurl=https%3a%2f%2ftherobustframe.in%2fwp-content%2fuploads%2f2021%2f11%2fdart-poster3_-1536x878.jpeg&cdnurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.b3c18bb23a6a416fcb5556071667a7a%3frik%3da7W7t85ZWznKSw%26pid%3dImqRaw%26r%3d0&exph=878&expw=1536&q=dart+mission&simid=608036879762665830&FORM=IRPRST&ck=27E57AB9375E243A2B7D0A2D5A86EE28&selectedIndex=5&ajaxhist=0&ajaxserp=0

Bild

7

:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=pjmsFEHj&id=35829B21E14D295C917216D78E984FE32FA84329&thid=OIP.pjmsFEHjPC1XQIES83_sSQHaEK&mediaurl=https%3a%2f%2fwww.esa.int%2fvar%2fesa%2fstorage%2fimages%2fesa_multimedia%2fimages%2f2015%2f06%2fhera_networking_with_cubesats%2f15477209-17-eng-GB%2fHera_networking_with_CubeSats_pillars.jpg&cdnurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.a639ac1441e33c2d57425112f37fec49%3frik%3dKUOoL%252bNPmI7XFq%26pid%3dImqRaw%26r%3d0&exph=1080&expw=1920&q=hera+mission&simid=608048622207833444&FORM=IRPRST&ck=0590678AF930489106DCF60DF92422AA&selectedIndex=66&ajaxhist=0&ajaxserp=0

Bild

8

:

https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=pjmsFEHj&id=35829B21E14D295C917216D78E984FE32FA84329&thid=OIP.pjmsFEHjPC1XQIES83_sSQHaEK&mediaurl=https%3a%2f%2fwww.esa.int%2fvar%2fesa%2fstorage%2fimages%2fesa_multimedia%2fimages%2f2015%2f06%2fhera_networking_with_cubesats%2f15477209-17-eng-GB%2fHera_networking_with_CubeSats_pillars.jpg&cdnurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.a639ac1441e33c2d57425112f37fec49%3frik%3dKUOoL%252bNPmI7XFq%26pid%3dImqRaw%26r%3d0&exph=1080&expw=1920&q=hera+mission&simid=608048622207833444&FORM=IRPRST&ck=0590678AF930489106DCF60DF92422AA&selectedIndex=66&ajaxhist=0&ajaxserp=0

Abschlussklärung:

Hiermit erkläre ich, dass diese Projektarbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet und die Stellen der Projektarbeit, die dem Wortlaut oder Inhalt nach aus anderen Werken entnommen wurden, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Roman Honigmann