

Kurs 1: Leben außerhalb der Erde – Aufbruch zum Mars



Einführung

OLAF FISCHER, CECILIA SCORZA,
LYNTON ARDIZZONE

Zu den größten Fragen an die Naturwissenschaft gehört die nach der Entstehung des Lebens. Im Zusammenhang mit den Erkenntnissen von Astronomen, Chemikern, Biologen und anderen Forschern entstand die Idee, dass Leben auch an anderen Orten als der Erde möglich sein sollte. Der nächste Ort im Universum, an dem sich Leben entwickelt haben könnte und vielleicht noch unter der Oberfläche existiert, ist der Mars.

Die Erforschung anderer Welten ist immer noch dann am effektivsten, wenn die Forscher vor Ort sein können. Eine bemannte Marsmission

ist daher schon lange ein Traum der Menschheit. Der Erfolg einer solchen Mission kann sich nur in enger Zusammenarbeit verschiedener Spezialisten einstellen.

Es werden Raumfahrtingenieure gebraucht, die Transportmittel und Behausungen konstruieren, um die Forscher sicher auf den Mars zu bringen und zu beherbergen. Raumfahrtmediziner sind gefragt, um die Gesundheitsprobleme durch die fehlende Schwerkraft und die starke Strahlenbelastung zu minimieren. Die Ernährung gilt es anzupassen und überhaupt erst einmal zu gewährleisten. Planetologen sind nötig, um z. B. Wasser u. a. Bodenschätze aufzuspüren. Die Astrobiologen untersuchen z. B. Bodenproben, die ihnen die Geologen übergeben, auf Lebensspuren hin. Die Astronomen schließlich betreiben Grundlagenforschung. Sie

sagen uns, woher die chemischen Elemente kommen, wie sie sich im Weltall verteilen und letztlich, wie Planeten entstehen, die Leben tragen können.

Die Thematik „Aufbruch zum Mars“ erforderte vom Astronomiekurs, die Spezialistenrollen zu verteilen und mit Leben zu füllen. Dies geschah zum einen dadurch, dass Spezialwissen möglichst in Begleitung von Aktivitäten präsentiert wurde. Zum anderen öffneten Gruppenarbeitsprojekte größere Spielräume für den forschenden Geist. Bei der Kursexkursion lernten die Kursteilnehmer einen Planetologen/Geologen, eine Astrobiologin und einen Infrarot-Astronomen persönlich kennen.



Abbildung 1: Marsforschung ist interdisziplinär.

Das Sonnensystem – Heimat des Planeten Mars

TOBIAS MÜNCHOW, SOPHIE KLETT
(ASTRONOMEN)

Was machen Astronomen?

Astronomen erforschen den Aufbau, die Entstehung und die Entwicklung der Himmelskörper sowie der Systeme, die diese bilden. Mittlerweile forscht man auf verschiedenen Spezialgebieten wie z. B. der Astrophysik, der Kosmologie, der Planetologie oder der Astrobiologie.

Grundlage für die Forschung der Astronomen ist die Analyse der ankommenden elektromagnetischen Strahlung, wie z. B. von Infrarotstrahlung, sichtbarem Licht oder Röntgenstrahlung. Mit den daraus gewonnenen Informationen kann man unter Anwendung der Naturgesetzte Erkenntnisse über Aufbau und Entstehung der das Licht abgebenden oder beeinflussenden Himmelskörper erlangen. Mars ist ein Planet, bei dem die Erforschung auch durch Sonden möglich ist.

Aufbau des Sonnensystems

Unsere Sonne wird von vielen verschiedenen Objekten umkreist. Dies sind Planeten, Zwergplaneten, Monde und Kleinkörper, welche sich wiederum in Asteroiden, Kometenkerne und Meteoroiden unterteilen lassen. Dazu kommen außerdem Gas und Staub. In relativer Sonnennähe befinden sich die Objekte in einem scheibenförmigen Gebiet um die Sonne. Weiter außen sind unzählig viele Kometenkerne sowie Gas und Staub in einer fast kugelförmigen Wolke (Oortsche Wolke) um die Sonne herum angeordnet.

Zu den Planeten gehören alle Objekte, die auf einer Bahn um einen Stern kreisen, deren Masse groß genug ist, damit sie durch ihre Eigengravitation Kugelgestalt annehmen und deren Bahn bereinigt ist, also alle Objekte in ihrer Umlaufbahn entweder eingesammelt oder wegkatapultiert haben.

In unserem Sonnensystem gibt es acht Planeten (siehe Abb. 2). Man unterscheidet zwischen



Abbildung 2: Unsere Sonne und die acht Planeten (Größenverhältnisse stimmen, Entfernungen nicht)
(Quelle: DLR, Martin Kornmesser)

den inneren und den äußeren Planeten. Die inneren Planeten sind wesentlich masseärmer als die äußeren. Sie bestehen aus schweren Elementen (z. B. Fe oder C oder auch Li) und haben alle einen metallischen Kern. Diese Gesteinsplaneten sind: Merkur, Venus, Erde und Mars. Die äußeren Planeten bestehen zum Großteil aus leichten Elementen, also Wasserstoff und Helium und haben alle einen Gesteinskern von mehreren Erdmassen. Diese Gasplaneten sind: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun.

Ist die Bahn der Objekte nicht bereinigt, die Masse jedoch trotzdem groß genug, um den Körper rund zu formen, so spricht man seit 2006 von einem Zwergplaneten. Beispiele für Zwergplaneten sind Ceres und Pluto.

Die Asteroiden zählen bereits zu den Kleinkörpern unseres Sonnensystems. Ihre Masse reicht nicht aus, um ihren Körper rund zu formen. Mit Durchmessern von durchschnittlich unter 50 km sind sie die größten Objekte in der Gruppe der Kleinkörper. Sie befinden sich zum Großteil im Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter und im Kuipergürtel jenseits des Neptun.

Eine andere Gruppe der Kleinkörper sind die Kometenkerne, deren Größen denen der Asteroiden ähnlich sind. Wenn sich diese, wegen ihrer Zusammensetzung als „schmutzige Schneebälle“ bezeichneten, Objekte der Sonne nähern, bildet sich eine Koma durch Sublimation von leicht flüchtigen Stoffen wie Wasser, Kohlenstoffmonoxid oder Kohlenstoffdioxid. Durch den Sonnenwind kommt es dann zur Ausbildung eines Schweifs.

Meteoroiden sind die kleinsten Objekte der Gruppe der Kleinkörper. Kleinere Meteoroiden, die nur ein Bruchteil eines Millimeters groß sein können, verglühen vollständig als sogenannte Meteore (volkstümlich: Sternschnuppen) in der Atmosphäre. Größere, bis zu mehreren Metern große Meteoroiden, schlagen auf der Erdoberfläche als Meteoriten ein und verursachen mehr oder weniger große Krater. [1], [2], [3]

Entstehung des Sonnensystems

Die Entstehung unserer Sonne und auch aller anderen Sterne begann mit einer Wolke aus interstellarer Materie. Diese interstellare Materie ist ein durch den Urknall und die Überreste ehemaliger Sterne entstandenes Gas- und Staubgemisch, das zu etwa 99 % aus Gas (vor allem Wasserstoff) und zu etwa 1 % aus Staub besteht. Irgendwann beginnt diese Wolke unter ihrer eigenen Schwerkraft zu kontrahieren und zu fragmentieren (Zerfallen in mehrere Fragmente bzw. Wolkenkerne, jedes Fragment kann sich individuell zu einem Stern weiterentwickeln).

Durch die Kontraktion eines Wolkenkerns erhöhen sich Druck und Temperatur, und die Rotationsgeschwindigkeit der Wolke nimmt zu. Um den kugelförmigen sogenannten Protostern im Zentrum bildet sich eine flache Scheibe aus Gas und Staubpartikeln. Durch weitere Kontraktion erreicht der Kern des Protosterns immer höhere Temperaturen, sodass ab einer Temperatur von etwa 15 Millionen Grad Kernfusionsprozesse einsetzen. In der protoplanetaren

Scheibe um den Stern herum verbinden sich die winzigen Staubpartikel zu immer größer werdenden Objekten. Irgendwann ist die Masse dieser dann Planetesimale genannten Objekte so groß, dass sie allein durch ihre Schwerkraft weiteres Material anziehen. So können u. a. Planeten entstehen (siehe Abb. 3). Der einsetzende Sonnenwind der jungen Sonne sorgt schließlich dafür, dass die verbleibenden Gas- und Staubmassen aus dem Sonnensystem hinaus geblasen werden. Diese Erkenntnisse wurden durch Beobachtungen von Sternentstehungsgebieten und durch Computersimulationen gewonnen. [1],[3]



Abbildung 3: In der protoplanetaren Scheibe verbindet sich die Materie zu Planeten.
(Quelle: Wikipedia, NASA)

Der Mars

Der Mars ist für die Menschen in vielerlei Hinsicht ein interessanter Planet. Er ist nicht nur, wie die Erde, ein Gesteinsplanet, sondern er liegt auch sehr dicht an der sogenannten habitablen Zone (eine Zone um die Sonne, in der flüssiges Wasser und damit Leben möglich wäre). So ist der Mars bei der Suche nach extraterrestrischem Leben ein „heißer Kandidat“. Auszeichnend für ihn ist vor allem seine typisch rote Farbe, welche ihm auch seinen Namen einbrachte. So wurde der Planet nach dem griechischen Gott des Krieges Ares benannt. Dieser entspricht in der römischen Kultur dem Gott Mars. Der Mars hat zwei Monde, deren namentliche Wurzeln ebenfalls in der Mythologie liegen. Phobos (siehe Abb. 4) und Deimos (im Deutschen Furcht und Schrecken) sind laut den

griechischen Sagen auch die Söhne und Diener des Ares.



Abbildung 4: Phobos, der größere Mond, ist vermutlich ein von Mars eingefangener Asteroid. [4]

Der Mars ist ca. 1,6-mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde. Für den Umlauf um die Sonne benötigt er, wegen der geringeren Bahngeschwindigkeit und der größeren Umlaufbahn, knapp 687 Tage. Dabei dauert ein Tag auf dem Mars (Sol) mit 24 h 37 min nicht merklich länger als ein Tag auf der Erde. [5], [6]

Unser Platz im Universum

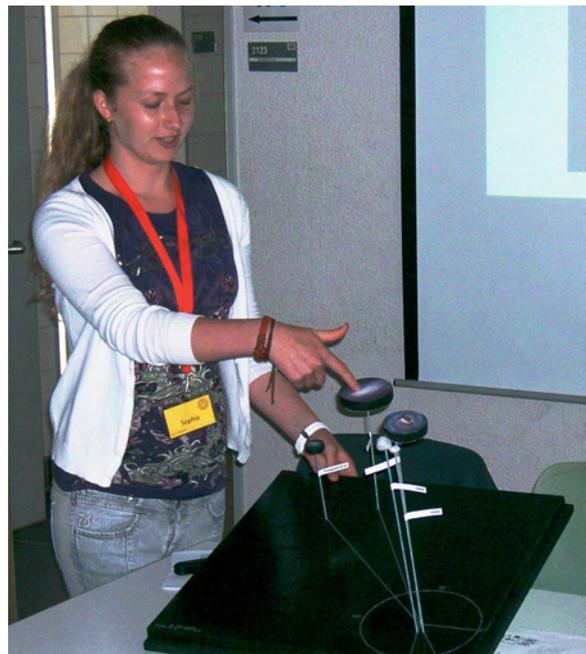


Abbildung 5: Modell der Lokalen Gruppe.

Unser Sonnensystem ist Teil der Galaxie, die wir Milchstraße oder Galaxis nennen und die zusammen mit einigen anderen Galaxien eine Galaxiengruppe bildet, deren plausibler Name „Lokale Gruppe“ lautet.

Um den Teilnehmern unsere Position und die des Mars in der Lokalen Gruppe zu zeigen, wurde ein maßstabsgetreues Modell (Entfernungen und Radien der Galaxien aber in unterschiedlichen Maßstäben) aus Styropor und Stäben angefertigt. Dargestellt sind fünf der größten Galaxien der Lokalen Gruppe (siehe Abb. 5). Ein abschließendes Quiz zum Thema Stern- und Planetenentstehung ermöglichte es den Teilnehmern zu überprüfen, ob sie die wichtigsten Inhalte der Präsentation verstanden haben.

Quellen

- [1] Brockhaus Enzyklopädie
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Sonnensystem>
- [3] Astronomie, eine Einführung in das Universum der Sterne, ISBN 978-3-89836-598-7
- [4] http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1199.html (29.9.11)
- [5] Udo Backhaus, Klaus Lindner: Astronomie plus, Cornelsen Verlag
- [6] [http://de.wikipedia.org/wiki/Mars_\(Planet\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet)) (28. 9. 2011)

Mars und Erde im Vergleich

ALICIA ROHNACHER, RONJA GEPPERT
(PLANETOLOGEN)

Wenn wir eine Mission auf den Mars planen und dort eine Raumstation bauen wollen, müssen wir uns auch über die physikalischen und „geographischen“ Voraussetzungen des Mars im Klaren sein. Wir sollten wissen, wo ein geeigneter Ort zum Landen und zum Wohnen ist und welchen Anforderungen die Astronauten und die Marsstation gerecht werden müssen.

Was machen Planetologen?

Planetologen sind Wissenschaftler, die sich mit Systemen nichtstellarer Objekte im Umkreis von Sternen im Allgemeinen und mit den Eigenschaften dieser Objekte (vor allem der Planeten) im Besonderen befassen. Dabei stützen

sie sich oft auf die Erkenntnisse von anderen Forschern des interdisziplinären Teams, wie Geologen, Geophysikern oder Mineralogen.

Die Planetologen nutzen zur Fernerkundung Teleskope auf der Erde, in der Erdumlaufbahn, auf interplanetaren Sonden bei Vorbeifügen oder sogar im Orbit verschiedener Objekte, um Detailinformationen über die Oberflächen zu erhalten. Ein solches Teleskop ist z. B. das Hubble Space Telescope in der Erdumlaufbahn. Inzwischen werden auch Untersuchungen vor Ort, wie die Suche nach Wasser, mit speziell entwickelten Landern und Rovern vorgenommen.

Mars und Erde – Ein Vergleich

Planetenaufbau

Um sich die Eigenschaften eines fremden Planeten besser vorstellen zu können, führen die Planetologen oft Vergleiche zur Erde durch. Die Methoden der Geologie kommen auf dem Mars zum Einsatz und finden dabei ihre Verallgemeinerung und evt. Erweiterung. Bei der Untersuchung des Mars lernen wir gleichzeitig etwas über die Erde.

Sowohl die Erde als auch der Mars gehören zu den Gesteinsplaneten, d. h., sie besitzen beide eine feste Oberfläche. Eine weitere Gemeinsamkeit besteht in dem ähnlichen Schalenaufbau. Wie die Erde besteht der Mars vermutlich auch aus einer Kruste, einem Mantel und einem Kern, der überwiegend aus Eisen besteht (siehe Abb. 6).

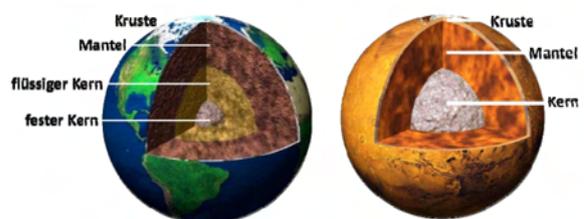


Abbildung 6: Der Schalenbau von Erde und Mars im Vergleich. (Quelle: WIS)

Allerdings ist der Mars nur etwa halb so groß wie die Erde (siehe Abb. 7) und seine Masse beträgt mit $0,64 \cdot 10^{24}$ kg nur knapp ein Zehntel der Erdmasse. Dadurch bedingt herrscht auf dem Mars auch eine geringere Schwerkraft.

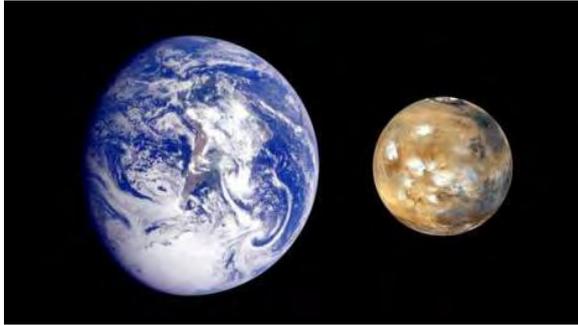


Abbildung 7: Erde und Mars im Größenvergleich (Quelle: NASA/JPL)

Vergleichsaspekt	Mars	Erde
Durchmesser	6794 km	12756 km
Masse	$0,64 \cdot 10^{24}$ kg	$5,97 \cdot 10^{24}$ kg
Fallbeschleunigung	$3,71 \text{ m/s}^2$	$9,81 \text{ m/s}^2$
Atmosphärendruck	6 mbar	1013 mbar
mittlere Dichte	$3,9 \text{ g/cm}^3$	$5,5 \text{ g/cm}^3$
Vulkanismus	ja	ja

Eigenschaften von Mars und Erde im Vergleich.

Planetenoberfläche

Auch bei der Betrachtung der Marsoberfläche fallen Gemeinsamkeiten mit der Erde auf. So lassen sich zum Beispiel auf dem Mars ebenso wie auf der Erde zwei Hemisphären finden. Die Nordhalbkugel, die aus flachen Ebenen besteht und die Südhalbkugel, welche durchschnittlich 6 km höher liegt, als die nördliche Hemisphäre und sehr stark verkratert ist. Außerdem herrschen auf dem Mars extrem hohe Schwankungen der Oberflächentemperaturen von -140°C bis 20°C . Diese entstehen, weil der Mars nur eine sehr dünne Atmosphäre besitzt, die dementsprechend wenig Wärmestrahlung zurückhalten kann.

In der Zeit, in der der Mars der Sonne am nächsten ist (Perihel), können riesige Staubstürme mit Geschwindigkeiten bis über 300 km/h entstehen. Da die Gravitationskraft nur $1/3$ der Erdgravitation beträgt, fliegen die Staubpartikel viel höher und weiter und können so beinahe den gesamten Globus einhüllen. 2001 fand der letzte globale Sandsturm statt, der über 100 Tage den Mars bedeckte.

Die Oberflächenstrukturen

Charakteristisch für den Mars ist eine rote, kahle Gesteinswüste, die den Großteil seiner

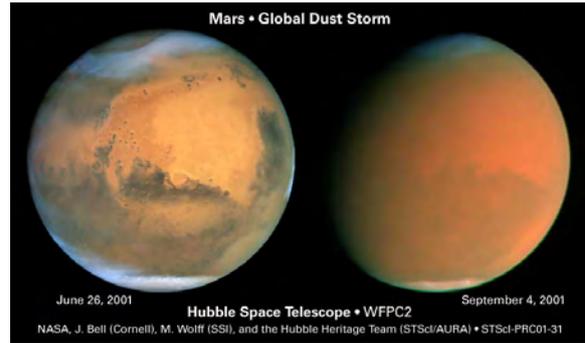


Abbildung 8: Globaler Staubsturm 2001 (Quelle: NASA, J. Bell, M. Wolff, Hubble Heritage Team)

Oberfläche bedeckt. Die rote Farbe stammt vom Roststaub, der sich auf der Oberfläche abgelagert hat. Er entstand vermutlich bei der Oxidation des im Marsgestein vorhandenen Eisens. Kürzlich fanden Forscher bei Experimenten im Labor eine weitere Erklärungsmöglichkeit. Danach kann Magnetit (eine im häufig auf dem Mars zu findenden Basalt enthaltene Eisenoxidverbindung) in das rote Mineral Hämatit allein durch mechanische Beanspruchung (durch Staubstürme) umgewandelt werden [4].

Die Marsoberfläche besitzt zwei offensichtliche Extreme. Zum Einen ist das Schluchtensystem Valles Marineris mit rund 4000 km die längste Schlucht des Sonnensystems. Zum Anderen stellt der Vulkan Olympus Mons (siehe Abb. 9) mit 25 km Höhe die größte Erhebung im Sonnensystem dar. Sein Ausmaß ist zu vergleichen mit der Größe Deutschlands.



Abbildung 9: Olympus Mons (Quelle: NASA/JPL)

Die Oberfläche des Mars besitzt viele Krater,

da diese nicht, wie auf der Erde, durch tektonische Prozesse und Erosion abgetragen werden. Außerdem gelangen Meteoroide viel leichter durch die dünne Atmosphäre des Mars als durch die Erdatmosphäre.

Wasser auf dem Mars

Um herauszufinden, ob jemals Leben auf dem Mars möglich war, ist auch die Frage nach flüssigem Wasser wichtig, da die uns bekannten Lebensformen nicht aktiv ohne dieses leben können. Nach Wasser zu suchen, war auch die Hauptaufgabe der Phoenix-Mission.

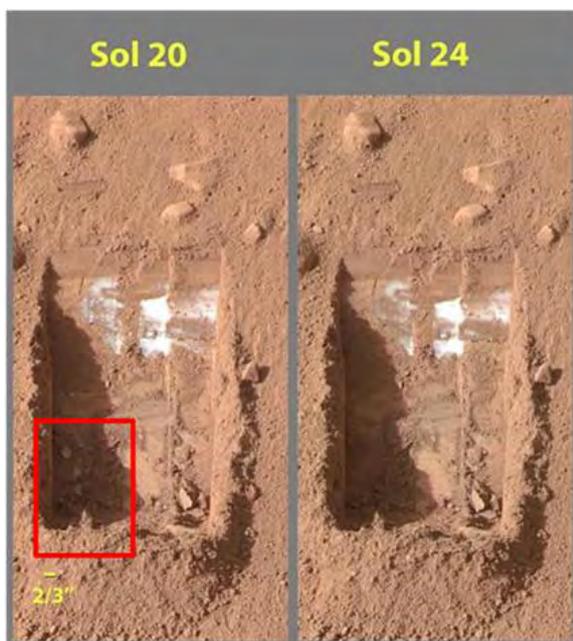


Abbildung 10: Bild der Phoenix-Mission 2008 (Quelle: NASA, University of Arizona/Texas A&M University)

Am 15.6.2008 (Sol 20) und 19.6.2008 (Sol 24) nahm die Sonde ein Bild von einer frisch gegrabenen Mulde auf (siehe Abb. 10). Auf dem linken Bild sind mehrere Eisklumpen (im roten Rahmen) zu sehen, die beim rechten Bild verschwunden sind. Das Eis ist aufgrund der Temperaturerhöhung durch die Sonne sublimiert (vom festen direkt in den gasförmigen Zustand übergegangen).

Forscher gehen davon aus, dass es in der Vergangenheit flüssiges Wasser auf der Oberfläche des Mars gegeben hat, da es Strukturen auf dem Mars gibt, die vertrockneten Flussbetten

sehr ähnlich sehen (s. Abb. 11).

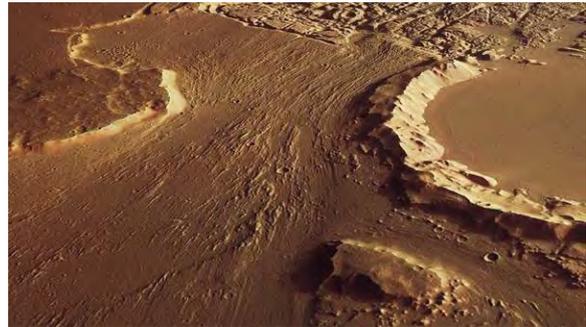


Abbildung 11: Kasei-Tal (Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, G. Neukum)

Ein weiteres Indiz für ehemalige Wasservorkommen sind Hämatitkügelchen (s. Abb. 12), die in dieser Form als Konkretionen (Körper, bestehend aus ausgefallenen Mineralsubstanzen) nur mit flüssigem Wasser entstehen können.

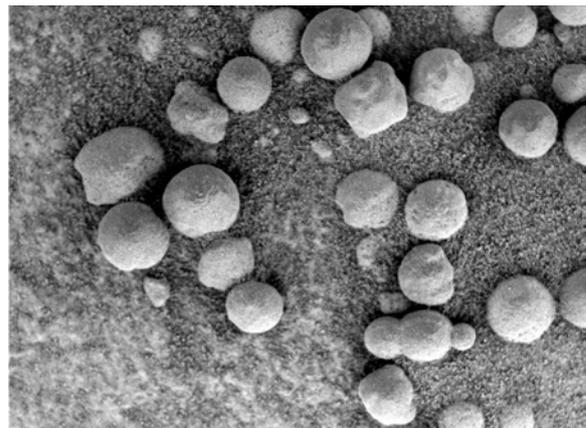


Abbildung 12: Hämatitkonkretionen (Quelle NASA/JPL)

Zum Phänomen der Sublimation führten wir ein Experiment durch, das den geringen Druck in der Atmosphäre des Mars in einer Vakuumglocke etwas annähert. Es zeigte sich, dass bei geringem Druck Wasser schon bei Raumtemperatur siedet.

Quellen

- [1] <http://www.jpl.nasa.gov>
- [2] <http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/1308/WiS-Mars.pdf>
- [3] <http://www.dlr.de>
- [4] Jonathan P. Merrison: beim Kongress „European Planetary Science“, Potsdam, 2011

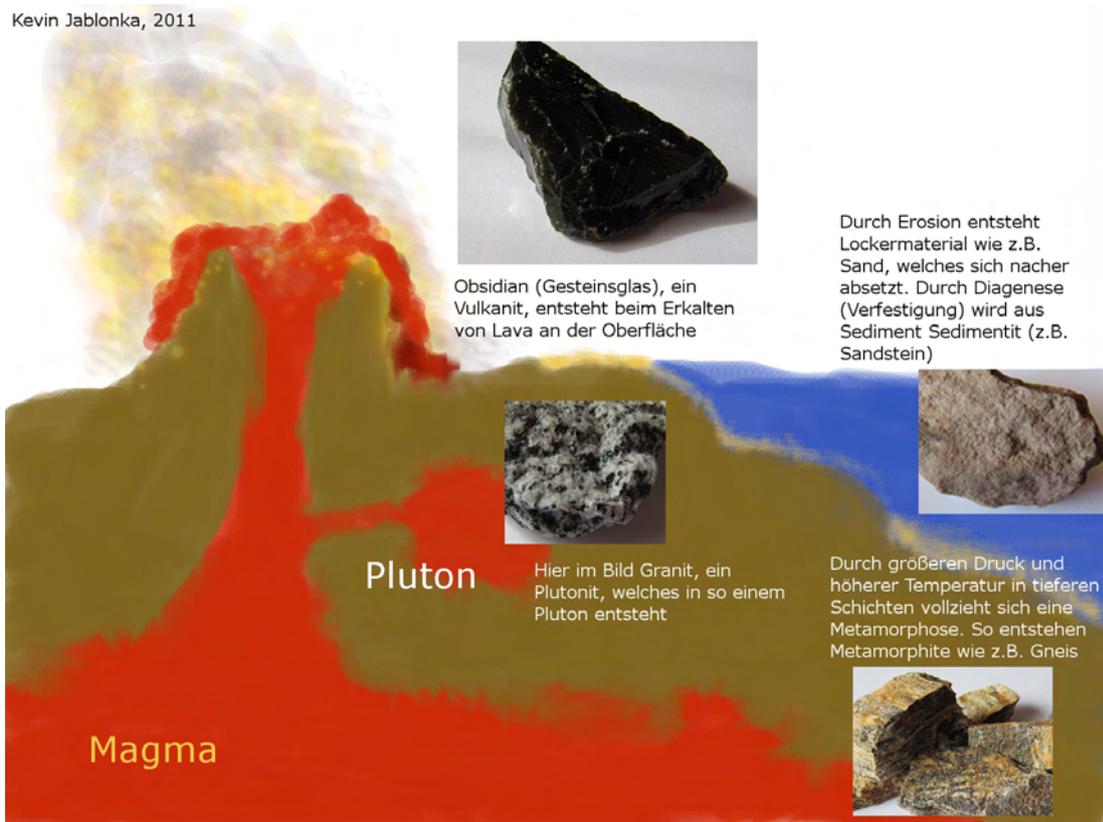


Abbildung 13: Wo entstehen welche Gesteine? – Ein stark vereinfachter Gesteinskreislauf zur Übersicht.

Gesteine überall – auf der Erde und auf dem Mars

KEVIN JABLONKA, CAROLIN KIMMIG
(GEOLOGEN)

Geologen auf dem Mars? Ja! Zwar erforschen Geologen normalerweise die Erde, ihren Aufbau, ihre Entstehung und Zusammensetzung. Bei unserem interdisziplinären Projekt jedoch erforschen die Geologen die Oberfläche, die Entstehung und den Aufbau des roten Planeten.

Was macht ein Geologe überhaupt?

Auf der Erde verbringen die Geologen viel Zeit im Gelände: Sie sammeln Steine, machen Bohrungen und schauen sich die Umgebung an. Aber der größte Teil der Arbeit geschieht im Labor, denn dort werden die Steine untersucht (z. B. per Dünnschliff unter dem Mikroskop) und auch klassifiziert. Mit diesen Ergebnissen

kann der Geologe dann Schlüsse ziehen und Gutachten, geologische Karten, sowie wissenschaftliche Veröffentlichungen erstellen. Heutzutage ist die Arbeit der Geologen wichtiger denn je, da die Fragen nach neuen Rohstoffen und sicheren Lagerplätzen für Atommüll nur von Geologen beantwortet werden können. Auch, um eine Mission zum Mars erfolgreich zu planen, braucht man Geologen, denn diese liefern die Kenntnisse über die Umstände über und unter der Marsoberfläche.

Gesteine und ihre Klassifizierung

Einen großen Teil seiner Zeit verbringt der Geologe mit Gesteinen. Was ist Gestein überhaupt? Gesteine setzen sich aus Mineralien zusammen. Und Mineralien wiederum sind natürliche, meist anorganische Verbindungen in Form von Kristallen. Sowohl auf der Erde, als auch auf dem Mars gibt es sehr viele Arten von Gesteinen.

Sie unterscheiden sich in Gefüge (räumlicher Anordnung der Kristalle), Struktur, mineralischer Zusammensetzung und Farbe. Diese Faktoren werden maßgeblich durch die Entstehung der Gesteine beeinflusst. Grundsätzlich werden die Gesteine in drei große Gruppen eingeteilt: die Magmatite, die Sedimentite und die Metamorphite. (Die nachfolgende Erklärung lässt sich mit Abb. 13 besser verstehen) Die Magmatite entstehen, wie der Name schon sagt, durch Erkalten von Magma. Allerdings werden die Magmatite noch in zwei weitere Gruppen eingeteilt; nämlich in Plutonite und Vulkanite. Plutonite (z. B. Granit) entstehen in einem Pluton (Magmakammer, die nach dem griechischen Gott der Totenwelt benannt ist) und haben dort viel Zeit zum Erkalten. Daher lässt sich auch die vollkristalline Struktur mit großen Kristallen erklären, denn so haben sie viel Zeit sich auszubilden. Bei Vulkaniten jedoch gelangt das Magma an die Oberfläche und erkaltet schnell. Darum sind Vulkanite, wie z. B. Basalt, nicht richtig auskristallisiert und besitzen nur kleine Kristalle.



Abbildung 14: Was ist das jetzt für ein Stein?
Großes Rätseln bei der Gesteinsklassifizierung.

Wenn Festmaterial durch Erosion abgetragen wird, entsteht Lockermaterial. Durch Diagenese (Verfestigung) kann so aus Lockermaterial unter geringem Druck und niedriger Temperatur ein Sedimentit entstehen. So wird z. B. aus Sand Sandstein. Charakteristisch für Sedimentite ist die Schichtung und der Fossilienreichtum.

In tieferen Schichten werden die Gesteine ho-

hem Druck und großer Temperatur ausgesetzt. Deshalb ändert sich das Gefüge – eine Metamorphose vollzieht sich – und es entsteht ein Metamorphit wie z. B. Gneis. Metamorphite weisen oft eine Schieferung oder eine „unechte Schichtung“ in Längsachse auf. Desweiteren sind sie auch gut auskristallisiert.

Aktivitäten

Um das neu erworbene Wissen zu verfestigen, gab es auch bei uns Geologen Aktivitäten wie das Klassifizieren von Gesteinen (Abb. 14), das Legen des Gesteinskreislaufes oder die „ultimative Quizshow der Gesteine“.



Abbildung 15: Übergabe der Fernbedienung während der „ultimativen Quizshow der Gesteine“.

Der Mars rostet! Zur Geologie des Mars

Wer die Geschichte des Mars verstehen will, um die Möglichkeit von Leben auf diesem Planeten zu beurteilen, muss sich mit den Gesteinen auf dem Mars beschäftigen. Da der Begriff „Geologie“ nur die Gesteine auf der Erde einbezieht, wird die Erforschung der Steine auf dem Mars und auf anderen Planeten „Aerologie“ genannt.

Wachsende Vulkane

Die Vergangenheit des Mars ist geprägt durch starke vulkanische Aktivität, wovon der Vulkanberg Olympus Mons zeugt. Man unterscheidet zwei verschiedene Arten von Vulkanismus: Durch den basischen Vulkanismus entstehen die sogenannten „Schildvulkane“, denen auch der Olympus Mons angehört. Sie entstehen durch flüssige Lava, die konstant aus dem Planeteninneren austritt und daraufhin erkaltet. Dadurch wächst der Vulkan stetig weiter nach oben. Beim sauren oder explosiven Vulkanis-

mus hingegen entstehen Feuerfontänen, da die Lava mit Druck aus dem Planeteninneren herausbricht.

Marsgestein

Es ist äußerst verwunderlich, dass die Steine auf dem Mars relativ gleichmäßig angeordnet sind. Eine Erklärung dafür gibt die sogenannte „Steinwanderungs-Theorie“, wonach starke Winde den Sand unter den Steinen wegblasen, sodass sie langsam der Windrichtung entgegen rollen. Viele Steine auf dem Mars haben erdähnliches Gepräge. Es finden sich wie auf der Erde Magmatite, Sedimentite und Metamorphite. Sehr häufig vorkommend sind Kalzitgesteine und Basalt. Letzterer ist ein vulkanisches Gestein, das durch Erkalten säurearmer Lava entsteht. Auch wurde Sedimentgestein entdeckt, das sich in den Tiefen eines Meeres gebildet haben könnte.

Steine aus der Ferne

Steine kann man auch analysieren, wenn man sie nicht direkt in der Hand hält. Grundsätzlich bieten sich für die Gesteinsforschung auf dem Mars drei Möglichkeiten: 1. Lander auf dem Planeten, die Gesteinsproben vor Ort untersuchen, 2. Meteoriten, welche durch Kleinkörperereinschlag auf dem Mars in den Raum geschleudert wurden und durch Zufall in die Erdatmosphäre eingedrungen sind (s. Abb. 16) und 3. die Spektralanalyse, mit deren Hilfe man von der Erde oder von Sonden aus gesteinsbildende Elemente (z. B. Eisen, Calcium, Silizium, Nickel) identifizieren kann.

Gibt es lebensfeindliche Stoffe auf dem Mars?

Der Marsrover Opportunity entdeckte vor wenigen Jahren in einer Bodenprobe Perchlorat. Auf der Erde ist dieser Stoff eine gefährliche Verbindung. Er wird z. B. für Raketentreibstoff und in Sprengstoffen verwendet. Sind damit alle Hoffnungen auf Leben zerstört? Die Frage ist nicht leicht zu beantworten, da die Spuren von Perchlorat nicht zwangsläufig repräsentativ für den ganzen Planeten sind und zudem auch aus dem Treibstoff der Rakete stammen könnten. Das Projekt Mars bleibt spannend!

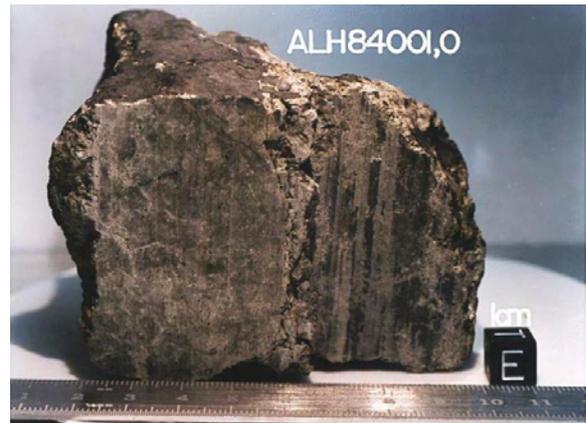


Abbildung 16: Der Meteorit ALH84001, der von dem Planeten Mars stammt.

Quelle: http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2001/ast28feb_1.

Quellen

- [1] Comins: Astronomie, 2011, S. 177-195
- [2] Murray: Mars – Expedition zum Roten Planeten, 2005, S. 28-49
- [3] Lorenzen: Mission: Mars, 2004, S. 34-45
- [4] Spektrum der Wissenschaft. Sterne und Weltraum 05/2011 S. 24-32
- [5] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,600738,00.html>
- [6] <http://www.uni-bonn.de/~uzsrcj/index/Geologie/Arbeiten/Mars/Mars-Referat.htm>

Der Flug zum Mars

DANIEL KIRCHHOFF, LEON KLING
(ASTRONAUTIKER)

Die Erforschung des Mars wäre am ergiebigsten, wenn der Mensch diese vor Ort durchführen könnte. Im Folgenden geht es um die Geschichte und Zukunft, Probleme und Lösungsansätze des bemannten und unbemannten Marsfluges.

Geschichte der Marsexploration

Unbemannte Missionen

Die ersten Versuche der UdSSR, zum Mars zu gelangen (Anfang der 1960-er Jahre) und nah an ihm vorbei zu fliegen, scheiterten. Vier Jahre später startete die USA ihre ersten Sonden

zum Mars (Mariner 3 und 4), wobei letzterer der erste erfolgreiche Vorbeiflug gelang. Weitere Vorbeiflüge und Bildübertragungen gelangen 1969 mit Mariner 6 und 7. Daraufhin verkündete die UdSSR, eine Marslandung anzustreben, obwohl nicht eine ihrer anderen Missionen geglückt war. 1971 starteten die beiden Sonden Mars 2 und 3, die beide erfolgreich in eine Marsumlaufbahn einschwenkten. Bei Mars 2 verglühte der Lander, doch mit Mars 3 schaffte die UdSSR die erste weiche Marslandung. Jedoch brach der Funkkontakt zum Lander schon 20 Sekunden nach der Landung ab. 1975 zogen die USA nach, indem sie die beiden Viking-Sonden 1 und 2 weich auf dem Mars landen ließen. Diese sendeten tausende Bilder der Marsoberfläche und Daten über Atmosphäre und Oberfläche.

Nach 15 Jahren Pause startete 1988 die UdSSR die Missionen Phobos 1 und 2 zum gleichnamigen Marsmond, gingen aber während des Fluges verloren. 1996 landete der erste Rover, Sojourner, auf dem Mars. Trotz technischer Probleme konnte der US-amerikanische Roboter Bilder aufnehmen und Gestein analysieren. Japan stieg 1998 auch in den Marsflug ein, die Sonde Nozomi ging jedoch nach diversen Problemen verloren. Im Jahr 2000 waren von 32 Missionen gerade einmal 9 geglückt. Die ESA sandte 2003 ihre erste Sonde zu unserem Nachbarplaneten: Mars Express. Der Lander ging zwar zu Bruch, der Orbiter aber sendet immer noch sehr detaillierte Bilder des Mars [1].



Abbildung 17: Der Rover Spirit (Quelle: NASA)

Als 2003 dann die Zwillingssrover Spirit (Abb. 17) und Opportunity Hinweise auf Wasser fanden, waren die Fachleute begeistert. Den endgültigen Beweis erbrachte der Lander Phoenix, der 2008 Wassereis auf dem Mars fand.

Bemannte Missionen

Ein bemannter Marsflug wurde bereits 1987 in das Programm der NASA aufgenommen (Ride Report). Man plante eine Mission für 2010, und 10 Jahre später sollte dann eine dauerhafte Marsbasis errichtet werden. 1989 forderte G. W. H. Bush einen Kostenvoranschlag, der als 90-Day-Study bekannt werden sollte. Um genug Treibstoff für die Reise zum Mars an Bord zu haben, wollte man das Marsraumschiff entweder im Erdorbit oder auf dem Mond zusammenbauen. Dies wurde mit rund 500 Milliarden Dollar veranschlagt, was zur Ablehnung des Programms führte.

Kritik äußerte auch Robert Zubrin 1990, der für die Umsetzung seines eigenen Projekts Mars Direct plädierte. Darin schlug er vor, 2016 ein Raumschiff für den Rückflug (ERV) zu schicken. Dieses sollte auf dem Mars mithilfe eines Atomreaktors aus dem Kohlenstoffdioxid der Marsatmosphäre und Wasserstoff, der von der Erde mitgebracht würde, Methan und Sauerstoff produzieren, welche als Treibstoff und zum Atmen benötigt werden. Nach 2 Produktionsjahren würde die eigentliche Crew mit einer Wohnanlage (HAB) zum Mars gebracht. Zur Erzeugung künstlicher Schwerkraft während des Flugs würden das HAB und die letzte ausgebrannte Raketenstufe, verbunden durch ein Seil, um den gemeinsamen Schwerpunkt kreisen. Zum Schutz vor tödlicher Strahlung hätte man eine Kammer, in der sich die Astronauten während einer Sonneneruption verschanzen könnten. Dort würden auch die Lebensmittel gelagert. Nach 6 Monaten würde das HUB neben dem ERV landen, und nach einem einjährigen Aufenthalt auf dem Mars würde die Besatzung wieder zurück fliegen.

Das 55 Milliarden Dollar teure Projekt fand zunächst großen Anklang bei der NASA. Da die Abteilung für Raumstationen jedoch fürchtete, an Bedeutung zu verlieren, überzeugte sie die NASA-Direktion, das Projekt abzulehnen.

Als die Führung wechselte, versuchte Zubrin erneut, die NASA zur Umsetzung seines Projekts zu bewegen und hatte Erfolg. Jedoch die Explosion der Raumfähre Columbia bedeutete das vorläufige Ende aller bemannten Raumfahrtprojekte der NASA [2].

Die Hohmannbahn

Welchen Weg wählt man, wenn man von einem Planeten zu einem anderen reisen möchte? Mit dieser Frage beschäftigte sich bereits der Physiker Walter Hohmann. In seinem Buch „Über die Erreichbarkeit der Himmelskörper“ (1925) schildert er die nach ihm benannte Hohmannbahn. Diese beschreibt den energetisch günstigsten Übergang zwischen zwei Planetenbahnen. Man kann nicht einfach den kürzesten Weg nehmen, da dieser starke Brems- und Beschleunigungsmanöver benötigen würde, was sehr energieaufwendig wäre. Stattdessen nutzt man die Geschwindigkeit des Erdumlaufs aus und kommt sehr treibstoffsparend in die Marsbahn.

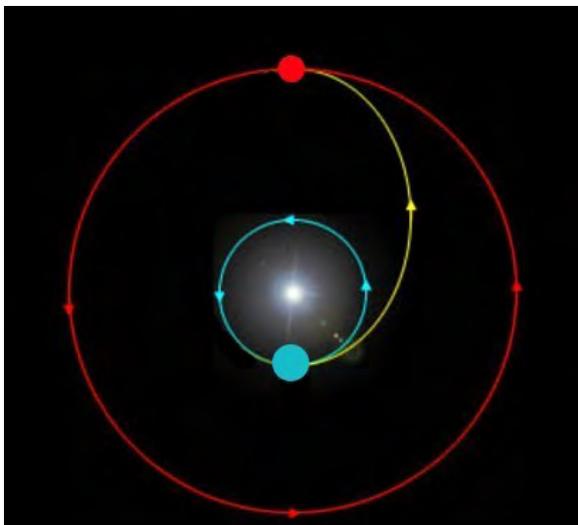


Abbildung 18: Die Hohmannbahn zwischen Erd- und Marsbahn (Quelle: Wikimedia, Rlandmann)

Die Hohmannbahn hat aber den Nachteil, dass der Flug zum Mars 11 Monate dauert. Daher verkürzt man die Flugzeit, indem man mehr beschleunigt und so schneller zur Marsbahn gelangt und statt 11 Monaten nur noch 6–7 Monate Flugzeit benötigt. [3]

Gesundheitliche Risiken

Nahezu alle Raumfahrer leiden in den ersten Tagen ihres Weltraumaufenthaltes an der Raumkrankheit, einer Form der Kinetose (Bewegungs-krankheit) im All. Die Symptome äußern sich durch Übelkeit, Erbrechen, Schweißausbrüche und Schwindel. Ursache ist, dass das vestibuläre System (Gleichgewichtsorgan), dessen Funktion eng an die Schwerkraft gekoppelt ist, durch deren Fehlen stark gestört wird. Das Vestibularorgan dient dazu, Beschleunigungen und die Lage des Körpers im Raum wahrzunehmen und die Augenbewegung an diese Faktoren anzupassen.

Kopfschmerzen wurden bis vor Kurzem auch den Symptomen der Raumkrankheit zugeordnet; nun wird aber vermutet, dass ihre Ursachen beim Blutandrang im Gehirn und beim chronischen Sauerstoffmangel zu suchen sind. Durch die Schwerelosigkeit entfällt die natürliche Belastung der Muskeln, Knochen und Gelenke. Dies führt u. a. zu Muskelatrophie, einer Abnahme von Muskelmasse, bei der sich der Durchmesser oder die Zahl der Muskelfasern vermindern. Auch Osteoporose, eine Erkrankung, bei der Strukturänderung und Substanzabnahme der Knochen auftreten, ist eine Folge der fehlenden Belastung.

Das Fehlen der Schwerkraft führt auch zu dem falschen Signal, dass der Körper ein zu hohes Maß an Blutvolumen enthält, woraufhin über die Nieren ein Teil des Blutplasmas ausgeschieden wird. Das blutbildende Hormon kann dies nicht ausgleichen, da seine Bildung unter der Schwerelosigkeit reduziert ist. Dadurch entsteht die sogenannte Weltraumanämie. Der durch diese Blutarmut hervorgerufene Sauerstoffmangel beeinflusst den Stoffwechsel. Dies und andere Faktoren wie Stress und kosmische Strahlung, die noch ungenügend erforscht sind, führt zu einer Schwächung des Immunsystems und dadurch zu einer erhöhten Anfälligkeit für Bakterien und Viren; die Wahrscheinlichkeit von Tumorerkrankungen steigt. [4]

Aufgaben der Weltraummediziner

Eine Aufgabe der Weltraummediziner ist es, die Astronauten nach medizinisch-psychologischen

Kriterien auszuwählen. Das heißt, sie müssen über einen guten gesundheitlichen Zustand verfügen, „fit“ sein und dürfen keine Vorerkrankungen gehabt haben. Außerdem wird darauf geachtet, dass möglichst wenige Tumorerkrankungen in ihren Familien vorliegen.

Weltraummediziner haben außerdem die Aufgabe, die Astronauten vor, während und nach ihrem Raumflug zu betreuen. Vor dem Weltraumaufenthalt werden die gesundheitlich relevanten Werte ermittelt, um später Vergleichsdaten zu haben. Im All wird der Gesundheitszustand der Astronauten mittels Sensoren permanent überprüft. Bei der Landung werden sie von Medizinern in Empfang genommen, die das Ausmaß der Gesundheitsbeeinträchtigung untersuchen und sie in der Regenerationsphase unterstützen.



Abbildung 19: Auf der ISS werden die Kreislauf-funktionen mit Hilfe des Geräts „Pneumocard“ gemessen. (Quelle: MHH)

Um Osteoporose und Muskelatrophie entgegenzuwirken, müssen die Astronauten täglich 2 bis 2,5 Stunden trainieren, zum Beispiel auf einem Laufband oder einem Fahrradergometer. Weltraummediziner entwickeln Trainingsprogramme und kontrollieren deren Einhaltung. Doch allein durch diese Trainingsmaßnahmen können Muskel- und Knochenschwund nicht ausreichend bekämpft werden. Zurzeit läuft daher eine Studie, bei der die präventive Wirkung von Vibrationsplatten beim Training evaluiert wird. Es wird angenommen, dass deren Effekt bei gleicher Trainingszeit um ein Wesentliches höher ist. [5]

Quellen

- [1] <http://mars.jpl.nasa.gov/programmissions/missions/log/> (25.7.2011)
- [2] <http://www.marssociety.org/home/about/mars-direct> (25.7.2011)
- [3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Hohmannbahn> (25.7.2011)
- [4] Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, 258., neu bearbeitete Auflage. Berlin, 1998. siehe jeweilige Stichwörter
- [5] http://www.dlr.de/me/desktopdefault.aspx/tabid-1752/2384_read-30229/ (18.09.2011)

Ernährung und Kontrolle der Körpermasse im Weltraum

JOHANNA KROLL, JULIAN DANZER
(ERNÄHRUNGSWISSENSCHAFTLER)

Es ist allseits bekannt, dass die richtige Ernährung maßgeblich für die Erhaltung der Gesundheit ist. Dies gilt noch stärker für den Aufenthalt im Weltraum. Aber wer hat bei dem Gedanken an Weltraumnahrung keine Tuben mit püriertem Essen im Kopf? Hier wollen wir uns den Themen „Weltraummenü“ und „Bestimmung der Körpermasse bei Schwerelosigkeit“ zuwenden.

Was machen Ernährungswissenschaftler?

Ernährungswissenschaftler erforschen die Grundlagen, die Zusammensetzung und die Wirkungen von richtiger und falscher Ernährung. Sie beschäftigen sich mit der täglichen Nahrungsaufnahme, die in mehreren Hinsichten ausgewogen sein sollte, aber auch mit der Ernährung, die besondere Ansprüche mit sich bringt, z. B. der eines Sportlers oder eines Astronauten.

Grundsätzliches zur Ernährung

Wir ernähren uns, um dem Körper „Baumaterial“ und Energie zuzuführen. Um beiden Zwecken optimal gerecht zu werden, muss die Nahrung richtig zusammengesetzt sein. Der Körper muss mit der Nahrung verschiedene Stoffe aufnehmen: Kohlenhydrate (ca. 55 % der Kalorien), Fette (ca. 30 %), Eiweiß (ca. 15 %), Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe, Spurenelemente und Wasser.



Abbildung 20: Ernährungspyramide

Die sogenannte Ernährungspyramide hilft dabei, die grundlegenden Erkenntnisse in die Ernährungspraxis umzusetzen. Die Pyramide (siehe Abb. 20) ist so aufgebaut, dass an ihrer Basis die Nahrungsbestandteile stehen, von denen der Körper am meisten benötigt. In der Spitze findet man die Dinge, die man nur in Maßen essen sollte. Wenn man dies einhält, ist die Ernährung gesund und ausgewogen.



Abbildung 21: Vortrag über Astronautennahrung

Wie man in Abbildung 20 sieht, stellt Wasser die Basis der Ernährung dar. Immerhin besteht der menschliche Körper zu ca. 70 % aus Wasser. Da wir täglich Körperflüssigkeit verlieren, muss der Mensch pro Tag 1,5 bis 2 Liter Flüssigkeit zu sich nehmen. Weitere wichtige Ernährungsbestandteile sind Stärkeprodukte sowie Obst und Gemüse. Stärkeprodukte (Kartoffeln und Teigwaren wie Nudeln und Brot) haben viele Kohlenhydrate, die satt und leistungsfähig machen. Obst und Gemüse liefern dem Körper Vitamine, Mineralstoffe sowie sekundäre Pflan-

zenstoffe. Das sind chemische Verbindungen, die die Pflanze selbst nicht braucht, dem Menschen aber helfen. So nützt uns zum Beispiel die Phenolsäure aus Früchten bei der Bekämpfung von Bakterien. Etwas weiter oben in der Pyramide stehen Fleisch und Fisch, die dem Körper Proteine als Baustoff liefern und Milchprodukte, die Kalzium für den Knochenaufbau enthalten. In der Spitze stehen Fette, Öle und Süßigkeiten, von denen man weniger essen sollte, die aber schnell viel Energie liefern.

Ernährungsnotwendigkeiten im Weltraum

Weltraumnahrung muss zusätzlichen Anforderungen an die Gesunderhaltung sowie an Transport, Lagerung, Zubereitung und Aufnahme gerecht werden. Gewicht und Größe der Nahrung und ihrer Verpackung sind möglichst gering zu halten, um Transportenergie und Lagerplatz zu sparen. Die Nahrung muss lange haltbar und leicht zuzubereiten sein. Auch darf das Essen während der Zubereitung und dem Verzehr nicht frei herumschweben, weil Krümel und Flüssigkeiten die elektrischen Geräte verschmutzen und verstopfen könnten.

Um der bereits erwähnten Osteoporose vorzubeugen, müssen Astronauten vermehrt Kalzium zu sich nehmen. Oft sind Astronauten trotz sorgfältig geplanter Ernährung nach ihrem All-Aufenthalt mangelernährt, weil Astronauten im All das Essen fad schmeckend empfinden und deshalb weniger Hunger haben. Das kommt zum einen daher, dass den Astronauten wegen mangelnder Schwerkraft viel mehr Blut als auf der Erde in den Kopf steigt. Dadurch bedingt schwellen die Geschmacksknospen der Zunge zu. Zum anderen gelangt der Geruch des Essens durch fehlende Konvektion nicht in die Nase.

Arten von Weltraumnahrung

Den zuvor genannten Kriterien entsprechend kommen für einen Marsflug vier verschiedene Arten von Weltraumnahrung in Frage:

1. Rehydrierbare Nahrung, d. h. Nahrung, der all ihr Wasser entzogen wurde, so dass man zur Zubereitung nur noch Wasser hinzufügen muss. Das beste Beispiel dafür sind Getränke wie Kaffee, die dann als Pulver ver-

packt ins All transportiert werden.

2. Hitzebehandelte Nahrung (meistens Obst- und Fischarten in Dosen), die nach einer Hitzebehandlung bei Raumtemperatur lagerbar sind.
3. Mit ionisierender Strahlung behandelte Lebensmittel: Ionisierende Strahlung setzt sich aus freien Protonen, Elektronen und anderen geladenen Teilchen zusammen und hat eine sterilisierende Wirkung. Meist wird dieses Verfahren bei Rindfleisch angewandt.
4. Nachwachsende Weltraumnahrung, also essbare Pflanzen, die direkt in der Raumstation gezüchtet werden. Dieses Verfahren, Weltraumnahrung herzustellen, ist aber noch nicht ausreichend entwickelt und wird derzeit erforscht. Hierzu führten wir ein Experiment durch, welches man in Abb. 22 sehen kann.



Abbildung 22: In diesem Experiment haben wir versucht, nachwachsende Weltraumnahrung herzustellen. Als essbare Pflanze nahmen wir Kresse, weil sie nur Luft, Licht und Wasser zum Leben braucht. Auf einen Joghurtdeckel legten wir Watte und Kressesamen, welche wir mit einem Netz am Deckel fixierten, damit die Samen in der Schwerelosigkeit nicht wegschweben. Nach ein paar Tagen (Gießen nicht vergessen!) keimte die Kresse durch das Netz hindurch und konnte geerntet werden.

Massebestimmung ohne Schwere

Zur Gesunderhaltung der Astronauten ist es extrem wichtig, ihre Masse zu kennen. Da es in der Schwerelosigkeit keine Gewichtskraft gibt, kann man die Massebestimmung nicht mit ei-

ner gewöhnlichen Waage vornehmen. Jedoch hängt nicht nur die Gewichtskraft, sondern auch die Trägheit von der Masse ab. Sprich: Bei größerer Masse wird mehr Kraft benötigt, um eine bestimmte Beschleunigung zu erreichen, bzw. bei gleicher Kraft wird eine weniger starke Beschleunigung erreicht.



Abbildung 23: Astronautin auf einer Schwingungswaage im Raumlabor Skylab (Bild: NASA)

Daher lässt sich das Gewicht bestimmen, indem man den Astronauten auf einen Stuhl schnallt, der an zwei Federn hin und her schwingt (siehe Abb. 23). Je mehr der Astronaut wiegt, desto langsamer beschleunigen ihn die Federn, und desto länger braucht er, um einmal hin und her zu schwingen. Wir stellten uns das Ziel, ein Modell einer derartigen Schwingungswaage im Rahmen der Gruppenarbeit aufzubauen und zu testen.

Quellen

- [1] <http://www.vitalingo.com/news/allgemein/ernaehrungspyramide-lebensmittelpyramide/> (28.09.11)
- [2] http://www.esa.int/esaMI/Lessons_online/SEM8PS3KV5G_2.html (28.09.11)
- [3] <http://www.beikost.de/grund1.shtml> (4.10.2011)

Architektur für den Weltraum

LEON SCHMID, JOSIAS OLD
(RAUMFAHRTARCHITEKTEN)

Einmal angekommen auf dem Mars stellt sich die Frage nach dem Überleben. Wie muss die Unterkunft aussehen, damit sie den harten Bedingungen trotzen kann? Welche weiteren Faktoren spielen bei der Konzeption der Raumstation eine Rolle? Die Raumfahrtarchitekten

haben sich mit diesen und weiteren Fragen auseinandergesetzt und eine Raumstation geplant.

Was macht ein Raumfahrtarchitekt?

Ein Raumfahrtarchitekt erstellt bewohnbare Raumstationen, die entweder auf einem Planeten oder in der Schwerelosigkeit eingesetzt werden. Bei der Gestaltung muss er die jeweiligen Gegebenheiten beachten. Die Raumfahrtarchitekten müssen sich Gedanken über die Wohn- und Arbeitsstätten der Astronauten machen, wie z. B. für den Flug und den Aufenthalt auf dem Mars. Einige der dabei zu beachtenden Gesichtspunkte werden im Folgenden angesprochen.

Psyche

Die Reise zum Mars dauert mindestens 15 Monate. Diese lange Zeit stellt hohe Anforderungen an die Psyche der Astronauten. Der Raumfahrtarchitekt muss dementsprechend gute psychologische Kenntnisse besitzen und bei seinen Planungen dafür sorgen, dass die psychische Belastung der Astronauten durch die Umgebung möglichst gering ist. Mit Privaträumen ist den Astronauten ein Rückzugsort gegeben, durch den auch Lebens- und Arbeitsbereich getrennt werden. Diese Trennung garantiert, dass die Astronauten nicht in Versuchung kommen, in ihrer Freizeit zu arbeiten. Bei der Innengestaltung der Raumstation muss der Architekt beachten, dass die Astronauten für 15 Monate aus ihrem gewohnten Umfeld gerissen werden. Deshalb sollte die Raumstation erdähnlich ausgestattet sein.

Anforderungen

Wenn man eine Raumstation auf dem Mars plant, muss man sich bewusst machen, dass dort ganz andere Bedingungen herrschen als auf der Erde. Die Marsstation muss vor der kosmischen Strahlung schützen, da diese aufgrund der dünnen Atmosphäre und des fehlenden Magnetfelds des Mars nahezu ungehindert auf die Oberfläche auftrifft. Dasselbe gilt für Meteoriten. Natürlich muss die Station auch den Temperaturunterschieden, dem Unterdruck und den auf dem Mars herrschenden Staubstürmen gewachsen sein.



Abbildung 24: Ungünstige Innenarchitektur der ISS, Lebens- und Arbeitsraum sind nicht getrennt. [1]

Der Raumfahrtarchitekt muss sich auch überlegen, wie man alltägliche Aufgaben bei Schwerelosigkeit erledigen kann. Dabei wird er mit neuen Problemen konfrontiert, wie z. B. dem Duschen. Die Wassertropfen fallen im Weltraum nicht herunter, sondern sie schweben herum und können so auch in die Elektronik gelangen. Früher haben sich die Astronauten deshalb mit feuchten Tüchern abgewischt. Für die Haare haben sie Trockenshampoo verwendet.

Heute gibt es in der ISS eine sogenannte Duschkammer, in die sich die Astronauten stellen. Dann wird Wasser eingesprüht, welches sich auf der Haut des Astronauten in kleinen Tröpfchen ablagert. Dieser kann sie dann abwischen und sich auf diese Weise reinigen. Danach werden die verbleibenden Schwebetröpfchen abgesaugt, und der Astronaut trocknet sich ganz normal ab. Da sich die Wassertröpfchen überall ablagern können, also auch in den Augen oder Ohren, ist das Duschen im Weltraum lange nicht so angenehm wie auf der Erde. Um noch effizienter zu duschen (Wasserverbrauch etc.), wollen die Forscher in Zukunft die Wassertröpfchen durch ein elektromagnetisches Feld gezielt auf den Körper lenken.

Autarkie

Betätigt man auf der Erde einen Lichtschalter, geht das Licht an. Dreht man den Wasserhahn auf, strömt sofort Wasser heraus. Hat man Hunger, geht man in den Supermarkt. Eine solche Versorgung funktioniert auf dem Mars jedoch nicht.

Dort spielt es eine wichtige Rolle, dass die Station autark ist. Das bedeutet, sie muss sich selbst mit elektrischer Energie, Wasser, Sauerstoff und Nahrung versorgen können, also unabhängig sein. Unser Experte hat sich bei der Stromversorgung für eine Kombination aus Solar- und Atomenergie entschieden. Eine Solaranlage ist zwar sicherer, jedoch ist diese bei Staubstürmen nutzlos. Deswegen ist der Einsatz eines kleinen Atomkraftwerks als zusätzliche Energiequelle wichtig.

Wie bereits erwähnt, gibt es auf dem Mars Vorkommen von gefrorenem Wasser, mit dem die Marsstation ihren Bedarf decken könnte. Der nötige Sauerstoff ließe sich durch Elektrolyse von Wasser oder der Aufspaltung von CO_2 , das zu 95 % in der Marsatmosphäre vorkommt, gewinnen. Die Nahrung würde ein Gewächshaus produzieren, in dem Pflanzen CO_2 und Wasser mithilfe von Chlorophyll und Sonnenlicht in Glukose umwandeln. Nebenbei entstünde nützlicher Sauerstoff.

Aktivitäten

Unser Innenarchitekt wollte eine möglichst genaue Vorstellung davon vermitteln, wie es später in der Marsstation aussehen sollte. Deshalb entschied er sich dazu, mit dem Programm Google SketchUp ein Modell der Inneneinrichtung zu entwerfen. Die Aufgabe der Kursteilnehmer war, ihre eigene Inneneinrichtung zu zeichnen und sich zu überlegen, welche Aspekte beachtet werden müssen.



Abbildung 25: Eine Arbeitsgruppe stellt ihren Entwurf zur Raumgestaltung der Marsstation vor.

Die selbst entworfene Marsstation

Der Experte für die Außenarchitektur baute in seiner Freizeit ein Modell einer Raumstation auf dem Mars, das er sich selber ausgedacht hatte. Dieses Modell (siehe Abb. 26) stellte er uns im Kurs vor und erklärte uns, wie er in seinem Modell die Anforderungen an die Station umgesetzt hatte. Einige seiner Überlegungen sind im Folgenden dargelegt.



Abbildung 26: Der Außenarchitekt stellt seine selbst entworfene Raumstation vor.

Entwurf

Was beim Modell (Abb. 26) sofort ins Auge sticht, ist die große Glaskuppel. Unter dieser befindet sich der Garten. Einzelne Metallgerüste, die Bäumen nachempfunden sind, tragen die Glaskuppel. An diesen „Bäumen“ befestigt sind die einzelnen Wohnmöglichkeiten, die kugelförmig gestaltet sind, da solche Strukturen platzsparend und leicht mit einer Rakete zu transportieren sind. Unter jedem Baum gibt es ein sogenanntes Unterhaltungszentrum, in dem die Forscher ihre Freizeit mit verschiedenen Aktivitäten verbringen können. Um die Glaskuppel verläuft ein Ring, in dem Büros und Werkstätten untergebracht sind. Einzelne fahrbare Forschungsstationen sind um die Raumstation verteilt angeordnet. Diese können bei Bedarf an den Ring andocken und sich gegebenenfalls auch im Boden verankern.

Psyche

Beim vorgestellten Modell wird besonders auf die Trennung des Arbeits- und des Privattraums der Astronauten Wert gelegt. So befinden sich unter der Kuppel der Privat- und Unterhaltungsbereich, während im Ring und in den Forschungsstationen der Arbeitsbereich vertreten ist. Die Forscher jeder Station wohnen in einem gemeinsamen „Baum“, sodass sie immer beisammen sind. Die Wohnmöglichkeiten sind im Sinne von WGs organisiert. Die Unterhaltungszentren unter jedem Baum dienen der Stärkung des Teamverhaltens in den einzelnen Forschungsgruppen. Da in einer Raumstation Forscher aus verschiedenen Ländern leben, sollten sie sich auch mit den anderen Kulturen auseinandersetzen. Damit sich die einzelnen Forschergruppen nicht distanzieren, sollte es mindestens einmal im Monat ein größeres Programm geben, bei dem eine der Gruppen Gastgeber für alle anderen ist. Das Gewächshaus, das zur Erzeugung von Nahrung gebraucht wird, soll auch als eine Art Garten dienen. Die Astronauten haben so „ein Stück Erde“ auf dem Mars.

Forschungsstationen

Dadurch, dass es mehrere Forschungsstationen gibt, kann jedem Team eine einzelne zugeteilt werden. So kann man individuelle Forschungsgruppen zusammenstellen. Entweder können verschiedene Forscher ein Team bilden oder Wissenschaftler eines Fachgebiets teilen sich eine Station. Ein weiterer Vorteil der gesonderten Labors ist die Mobilität; d. h., man kann mit den Stationen auch Expeditionen durchführen oder, wenn kein Bedarf besteht, einfach am Ring angedockt bleiben.

Quellen

- [1] http://www.acclaimimages.com/_gallery/_free_images/0124-0611-0118-1136_astronaut_jeffrey_n_williams_floating_in_the_destiny_laboratory_s.jpg (14.11.2011)
- [2] [http://de.wikipedia.org/wiki/Mars_\(Planet\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Mars_(Planet)) (14.11.11)
- [3] M.Widter, Ulrike Schmitzer: 3sat-Dokumentation „Space Architecture“, 2007

Leben auf dem Mars

JULIO MAGDALENA, LAURA VIEGAS,
ALICIA GRUPP
(ASTROBIOLOGEN)

Bis jetzt haben wir uns nur damit auseinandergesetzt, welche Bedingungen auf dem Mars herrschen und wie sich diese auf die Astronauten auswirken. Doch nun stellen wir uns die Frage, ob es unter den genannten Bedingungen auf dem Mars auch Leben geben kann. Dies ist die Aufgabe der Astrobiologen.

Astrobiologie

Die Suche nach extraterrestrischem Leben beschäftigt die Menschheit seit einigen Jahrzehnten. Wenn es so viele Sterne (100 bis 200 Milliarden) im Milchstraßensystem gibt, und bis heute mehr als 690 Planeten entdeckt wurden, die um andere Sterne kreisen, warum sollte es also nur Leben auf der Erde geben?

Laut den Astrobiologen gibt es drei Faktoren, die die Entstehung von Leben ermöglichen: a) Eine Energiequelle (z. B. ein Stern), b) Kohlenstoffchemie und c) flüssiges Wasser. Da es viele Sterne im Milchstraßensystem als Energiequelle gibt, und Kohlenstoff ein häufiges Element ist, bleibt nur die Frage nach dem flüssigen Wasser. Dieses kann in flüssiger Form wegen der mäßigen Temperaturen, die dort herrschen, nur in der Lebenszone (habitable Zone) eines Sonnensystems existieren.

In unserem Sonnensystem befinden sich Venus, Erde und Mars innerhalb beziehungsweise am Rand der Lebenszone. Obwohl nicht auf all diesen Planeten die optimalen Lebensbedingungen wie auf der Erde herrschen, hätte trotzdem dort Leben entstehen können. Dies zeigen Organismen, die auf unserer Erde unter sehr extremen Bedingungen leben.

Extremophile – No limits for life!

Auch dort, wo man gar kein Leben erwartet, gibt es welches. Diese Lebewesen (in der Regel Mikroorganismen) nennt man Extremophile. Je nach Lebensraum werden sie in verschiedene Gruppen eingeteilt.

Hyperthermophile

Ihr Name bedeutet so viel wie „hitze liebend“. Sie leben in der nächsten Nähe von Black Smokern. Das sind Tiefseevulkane, aus denen heiße Gase und erhitztes Meerwasser ausgestoßen werden. Dort können Temperaturen über dem Siedepunkt von Wasser entstehen. Hyperthermophile können nur unter solch hohen Temperaturen (400 °C) überleben. Sinkt die Temperatur stark, sterben sie.

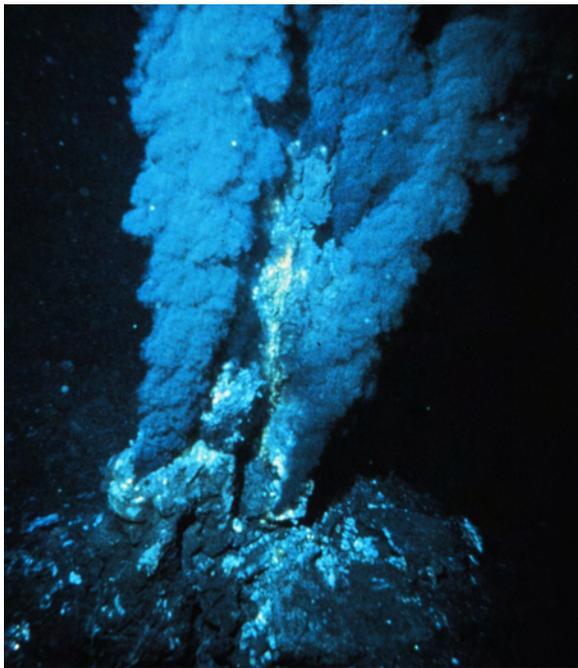


Abbildung 27: Ein Black Smoker – Lebensraum für Hyperthermophile.

Psychrophile

Ein anderes Beispiel für ein Extremophil ist das Psychrophil („kälte liebend“). Sie leben im arktischen Eis. Dort herrschen Temperaturen um -15 °C . Psychrophile benötigen dies, um zu überleben.

Halophile

Auch in Salzseen existieren Extremophile. Diese sind an die hohe Salinität (Salzkonzentration) angepasst. Sie nennen sich Halophile (Salz liebend) oder halotolerante Organismen. Allerdings gibt es hier eine Unterscheidung zwischen schwach, moderat (mittel) und extrem halophil. Wichtig ist, dass es sich hier nicht nur um Kochsalz handelt, sondern auch um jedes andere

Mineralsalz. Bei zu niedriger Salinität (ca. unter 9%) sterben die Organismen oder stellen ihr Wachstum ein. Der Vergleich mit Meerwasser (ca. 3,4%) zeigt, dass der Lebensraum der Halophile eine sehr hohe Salinität besitzt.

Bärtierchen – Überlebenskünstler

Extremophile sind allerdings nicht sehr komplexe Lebewesen, sondern meist nur kleine Einzeller. Gibt es auch etwas komplexere Lebewesen, die unter für uns lebenswidrigen Bedingungen überleben können? Ja, es gibt sie! Sie nennen sich Bärtierchen und können verschiedenste Extremsituationen überleben.

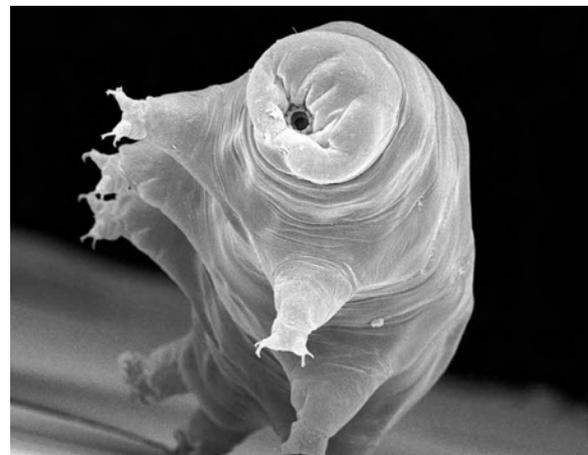


Abbildung 28: Bärtierchen unter dem Mikroskop [4].

Körperaufbau

Bärtierchen sind zwischen 0,2 und 1,2 mm große Tiere und haben einen plumpen, zylindrischen, bauchseitig abgeflachten Körper. Dieser besteht aus fünf, und der leicht abgetrennte Kopf aus drei verwachsenen Segmenten.

Zur Fortbewegung besitzen Bärtierchen acht Stummelbeine, welche gelenklose Ausstülpungen des Rumpfes sind. An jedem Bein sitzen jeweils 4 bis 13 Klauen (siehe Abb. 29). Des Weiteren besitzt das Bärtierchen keine Knochen. Seine Haut ist $0,5\text{ }\mu\text{m}$ dick und besteht aus der Epidermis (untere Hautschicht) und der Cuticula (Außenhaut). Sie ist ein Sekretionsprodukt der Epidermis.

Die Muskeln der Bärtierchen sind dünne Längs-

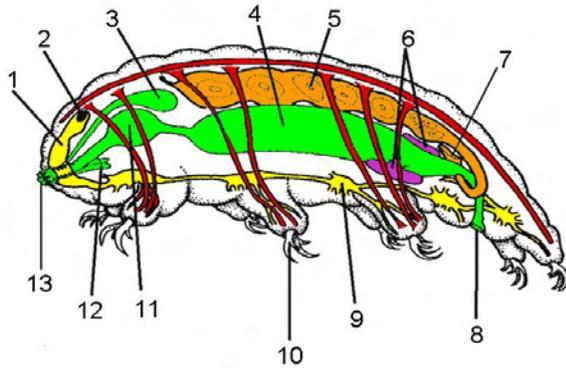


Abbildung 29: Anatomie des Bärtierchens: 1 Gehirn, 2 Auge, 3 Speicheldrüse, 4 Mitteldarm, 5 Eierstöcke, 6 Ausscheidungsorgane, 7 weibl. Geschlechtsorgane, 8 After, 9 Strickleitersystem, 10 Füße, 11 Speiseröhre, 12 Kiefer, 13 Mund, [3].

muskeln, welche meistens nur aus einer Muskelzelle bestehen und an der Haut befestigt sind. Sie brauchen für ihre Arbeit Sauerstoff, welcher durch die Haut diffundiert. Um zu atmen, muss die Haut mit einem dünnen Wasserfilm bedeckt sein. Jegliche Nahrung, die das Bärtierchen zu sich nimmt, muss verdaut werden. Dazu hat es einen Verdauungstrakt, einen von vorn nach hinten durchlaufenden Schlauch, welcher in Mund, Schlund, Speiseröhre, Mitteldarm, Enddarm und After aufgeteilt wird. Der Mund befindet sich endständig oder etwas bauchseitig kurz vor dem Ende des Kopfes.

Das Bärtierchen hat des Weiteren zwei Stiletten (Kiefer) und eine Speicheldrüse (sekretiert Verdauungssäfte), die in den Mund münden und die Verdauung unterstützen (siehe Abb. 29). Nach der vollständigen Verdauung wird die Nahrung auf verschiedene Weise ausgeschieden. Die Epidermis kann Schadstoffe in die Cuticula einbauen, sodass sie bei der nächsten Häutung abgegeben werden, und sie durch den After über spezialisierte Ausscheidungsorgane (malpighische Gefäße) abgeben (siehe Abb. 29).

Um seine Umgebung wahrzunehmen und sich zu Recht zu finden, besitzt das Bärtierchen verschiedene Sinnesorgane. Es hat zwei Augen am Kopf und andere offene Nervenenden auf dem Körper, welche zum Beispiel chemisch gelöste Stoffe in der Luft wahrnehmen. Die Sinnesreize werden über das Strickleiternervensystem weitergeleitet.

Verbreitung

Das Bärtierchen ist weltweit verbreitet und wird anhand des Lebensraums in drei große Gruppen geteilt. Meeres- (marine), Süßwasser- (limnische) und landlebende (terrestrische) Arten. Egal wo sie leben und wie austrocknungsresistent sie sind, zum aktiven Leben müssen sie von einem Wasserfilm umgeben sein. Die Verbreitung der Bärtierchen erfolgt meist passiv. Zum Beispiel werden sie vom Wind oder von Wasserströmungen mitgenommen. Die landlebenden Arten können sich mit ihren Beinen auch aktiv fortbewegen.

Resistenzstadien

Man unterscheidet zwischen sechs Resistenzstadien: die Cyclomorphose, Zysten, Anoxybiose, Osmobiose, Kryobiose und das wohl bekannteste Resistenzstadium, die Anhydrobiose (Überbegriff: Kryptobiose).

Die Anoxybiose schützt – wie der Name schon sagt (an – kein; Oxygen – Sauerstoff) – die kleinen Tierchen gegen Sauerstoffmangel. Diese Situation kann zum Beispiel in großen, ruhenden Wassermassen in einem der Weltmeere auftreten. Sobald die Sauerstoffkonzentration im Umfeld des Bärtierchens sinkt, nimmt es Wasser auf und bläht sich auf. Da kein Sauerstoff vorhanden ist, muss der Stoffwechsel, um zu überleben, anaerob (ohne Nutzung von Sauerstoff) funktionieren. Deshalb wird der Stoffwechsel des Tierchens umgestellt. In diesem Zustand kann ein Bärtierchen bis zu 5 Tage überleben. Die Umwandlung in den Normalzustand – die sogenannte Restitution – dauert einige Minuten bis einige Stunden. Mit dieser Eigenschaft sind Bärtierchen evolutionstechnisch die ersten Organismen, die Sauerstoffmangel ohne, auf lange Sicht gesehen, gesundheitliche Schäden davon tragen.

Die Kryobiose lässt Bärtierchen niedrige Temperaturen (bis zu -272°C) überleben. Dabei muss die Temperatur so langsam abfallen, dass sich der Stoffwechsel ideal an die Bedingungen anpassen kann. Die Umstellung des Stoffwechsels besteht hauptsächlich darin, dass das Wasser, welches gefrieren könnte, durch die zuvor freigesetzte Zucker-Trehalose ersetzt wird. Auf

diese Weise wird der Stoffwechsel beim Unterschreiten des Gefrierpunkts von Wasser nicht durch das gefrierende Wasser gestoppt. Erst durch diese Methode, sich niedrigen Temperaturen anzupassen, konnten die Bärtierchen Polargebiete und Hochgebirge besiedeln.



Abbildung 30: Bärtierchen im Tönnchenstadium [1]

Das bekannteste und wissenschaftlich interessanteste Resistenzstadium ist die Anhydrobiose, oder auch Kryptobiose. Sie schützt ein Bärtierchen vor Austrocknung. Sobald das Tierchen realisiert, dass Wasser verloren geht, werden die Beine eingezogen und die Körperfläche auf ein Minimum verkleinert (siehe Abb. 30). Gleichzeitig werden fettlösliche Stoffe ausgeschieden, was die Wasserverdunstung verhindert und welches den Austrocknungsprozess verlängert. Nun wird auch bei diesem Resistenzstadium Trehalose ausgeschüttet, um hauptsächlich dem Verlust wichtiger Stoffe, die an das Wasser gebunden sind, vorzubeugen. Dieser Bildungsprozess des sogenannten Tönnchenstadiums dauert circa 5 h bis 7 h. Neben Austrocknung können die Tierchen in diesem Resistenzstadium viele andere lebenswidrige Situationen, wie zum Beispiel radioaktive Bestrahlung, zum Teil überleben. Während des Tönnchenstadiums liegt der Sauerstoffverbrauch des Tierchens bei Null, und man kann keinen Alterungsprozess bemerken. Sie sind folglich scheinbar tot. Sobald wieder Wasser vorhanden ist, erfolgt innerhalb von 10 Minuten bis zu einigen Tagen die Restitution. Die Dauer hängt von der im Tönnchenstadium verbrachten Zeit ab.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat ein Experiment bezüglich der Bärtierchen durchgeführt. Leiter dieses Experiments waren Dr. Ralph O. Schill und sein schwedischer Kollege Dr. Ingemar Jonsson. Außerdem arbeiteten deutsche Forscher vom DLR und schwedische Forscher von der Uni Stockholm an diesem Experiment. Dieses bestand darin, dass man zwei verschiedene Bärtierchenarten für 10 Tage in der Kryptobiose in eine Höhe von ca. 270 km geschickt hat. Alle Tierchen waren dem Vakuum und der Kälte ausgesetzt, die im Weltraum herrschen. Zusätzlich gab es einige Versuchsgruppen: Eine war außerdem der energiereichen UV-Strahlung des Weltraums, eine andere nur der ionisierenden Strahlung und eine Weitere der Gesamtstrahlung des Weltraums ausgesetzt. Außerdem betrachtete man eine Vergleichsgruppe auf der Erde, um das Ergebnis zum Schluss bewerten zu können. Man hat zwischen den Bärtierchen, die nur dem Vakuum und der Kälte ausgesetzt waren, keine großen Unterschiede zu der Vergleichsgruppe auf der Erde feststellen können. Von denen, die der UV-Strahlung ausgesetzt waren, haben ca. 50% überlebt. Deren Kinder waren zum größten Teil gesund. Wissenschaftlich von größter Bedeutung war, dass 2% der Tierchen sogar die kosmische Strahlung überlebten. Kein anderes Lebewesen hätte dies geschafft.



Abbildung 31: Die Astros sind aktiv: Bärtierchenanatomie lernen.

Doch was bringt uns dieses Ergebnis für unser Kursthema, den Mars? Durch die Forschung

an diesen Überlebenskünstlern können wir uns besser als zuvor vorstellen, dass es extraterrestrisches Leben geben kann.

Wichtig für die Marsforschung

In der fernen Vergangenheit erfüllte Mars sehr wahrscheinlich die zu Beginn genannten Faktoren, die die Lebensbildung ermöglichen. Es gibt jedoch bisher keine Anzeichen für Leben auf seiner Oberfläche. Dafür ist unter anderem die kosmische Strahlung, die nicht, wie auf der Erde, durch ein Magnetfeld abgeschirmt wird, zu stark. Allerdings vermutet man, dass sich unter der Oberfläche Leben entwickeln konnte, da dort flüssiges Wasser vermutet wird (siehe Beitrag der Planetologen). Um herauszufinden, ob es wirklich flüssige Wasservorkommen oder sogar Leben unter der Oberfläche gibt, wurde die Mission Exo-Mars geplant. Ein Rover soll dabei einige Meter unter die Oberfläche bohren und dort nach möglichen Lebenszeichen suchen.

Quellen

- [1] <http://www.geo.de/div/image/63774/baertierchen-tot-zusammengefalted-toennchen-ferntransport-wind-gross.jpg>
- [2] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/Blacksmoker_in_Atlantic_Ocean.jpg
- [3] <http://www.plingfactory.de/Science/Atlas/KennkartenTiere/Tardigrada/TardigradaMorph/TardigradaMorph4.gif>
- [4] <http://ais.badische-zeitung.de/piece/00/4e/c5/d2/5162450.jpg>

Quellen entnommen am 24.09.2011

Miniforschung in Gruppen

Das durch die Vorträge erworbene Wissen sollte nun auch praktisch angewandt werden. Daher wurden drei Teams aus unterschiedlichen Spezialisten gebildet, die sich mit den folgenden Forschungsaufgaben befassten: Ernährung im Weltall, Bärtierchenforschung und der Massebestimmung in Schwerelosigkeit. Ein wichtiger Aspekt dabei war die interdisziplinäre Arbeit, bei der Teamfähigkeit und Organisationstalent gefordert waren bzw. gefördert wurden.

Ernährung im Weltraum

DANIEL KIRCHHOFF, ALICIA ROHNACHER

Ziel unserer Gruppenarbeit war zum einen das Herstellen eines Speiseplans für Astronauten. Dabei musste beachtet werden, dass an das Essen im All andere Anforderungen gestellt werden als auf der Erde, sowohl an die Inhaltsstoffe als auch an die Verpackung. Zum anderen sollten die Mahlzeiten, die der Speiseplan enthält, auch von uns hergestellt werden.

Der Nährstoffbedarf eines Menschen

Der tägliche Energiebedarf des Menschen berechnet sich aus Grund- und Leistungsumsatz. Der Grundumsatz beschreibt die Menge an Energie, die ein Mensch ohne Bewegung braucht. Er ist abhängig von seiner Masse (m in kg), seinem Alter (t in Jahren) und seiner Größe (h in cm) und berechnet sich wie folgt in kcal/Tag:

$$66,47 + 13,7 \cdot m + 5 \cdot h - 6,8 \cdot t$$

Ein durchschnittlicher Astronaut von 27 Jahren, 180 cm Größe und einer Masse von 80 kg hat am Tag daher einen Grundumsatz von 1879 kcal. Diesen muss man anschließend mit einem arbeitsabhängigen Faktor multiplizieren (Leistungsumsatz), um den Gesamtenergiebedarf zu erhalten. Für die Tätigkeiten eines Astronauten beträgt er 1,6. Mit diesem Faktor kommt man auf einen Gesamtenergieumsatz von ca. 3000 kcal.

Schmecken in Schwerelosigkeit – ein Experiment

Den Effekt des nachlassenden Geschmacksvermögens bei erhöhtem Blutdruck im Kopf wollten wir nachprüfen und führten dazu das in Abb. 32 sichtbare Experiment durch, welches im Folgenden beschrieben wird: Zu Beginn wird der Mund mit Wasser ausgespült, sodass keine Geschmacksverfälschung stattfindet. Daraufhin essen die Probanden ein Stück Schokolade und prägen sich den Geschmack ein. Anschließend wird der Mund erneut mit Wasser ausgespült. Jetzt machen die Probanden drei Minuten lang einen Kopfstand, um die stärkere Durchblutung des Kopfes zu simulieren. Zur

	Gewicht [g]	Energie [kcal]	Proteine [g]	Kohlenhydrate [g]	Fett [g]	Ballaststoffe [g]
Tagesbedarf		3000	100	420	90	>10
Frühstück						
getrocknete Aprikosen	55	140,8	2,75	26,4	0,275	
Joghurt	200	145	10	12,4	3,6	10
Haferflocken	50	200	7	33	3,5	3,5
Mittagessen						
Terrine	189	663	20,1	100	18,9	12
Paradiescreme	90	108	3,42	15,66	3,42	1,17
Abendessen						
Kartoffelpüree	200	212	6	32	6	6
Fleischbällchen	100	280	14	11	20	0
Karotten	100	29	1	6	0	3
Snack						
Apfelringe	75	223,5	1,275	51,3	1,5	10,35
Studentenfutter	75	371,25	8,25	28,5	24	0
Gummibärchen	100	343	6,9	77,4	0,1	0
Gesamt	1236 (ohne Wasser)	3104	109	510	108	49

Die Angaben beziehen sich auf einen 27-jährigen, 1,80 m großen und 80 kg schweren Mann.

Polsterung des Kopfes werden Kissen verwendet. Dann wird ein weiteres Stück Schokolade gegessen.



Abbildung 32: „Geschmacksexperiment“

Alle Probanden waren der Meinung, dass die Schokolade nach dem Kopfstand „wie durch Glas geschmeckt“ habe. Einige weitere Folgeerscheinungen waren Kopfweg und ein eingeschränktes Hörvermögen. Man sollte dieses Experiment also nicht zu lange ausdehnen...

Das Tagesmenü für einen Astronauten – Theorie

Beim Erstellen eines Speiseplans muss auf strenge Ernährungsrichtlinien geachtet werden. Nun müssen Lebensmittel ausgewählt werden, aus

denen drei schmackhafte Mahlzeiten und 2 Snacks hergestellt werden können, die einigermaßen gut haltbar sind und gleichzeitig den täglichen Normen entsprechen. Im Großen und Ganzen ist das nichts weiter als ein großes Puzzlespiel, das es zu lösen gilt.



Abbildung 33: Erstellen des Speiseplans.

Das Tagesmenü für einen Astronauten – Praxis

Zum Herstellen unserer Mahlzeiten durften wir die Leiterküche benutzen (die danach bestimmt noch viel sauberer aussah als zuvor). Zuerst wurde das Frühstück zubereitet. Die Aprikosen wurden zerschnitten und mit Joghurt und Haferflocken in einer Tüte vermischt.

Astronauten im All könnten sich das Essen nun direkt aus der Tüte in den Mund drücken. Danach stellten wir noch das Mittagessen und das



Abbildung 34: Herstellen des Astronautenfrühstücks.

Abendessen her. Für das Abendessen wurden Karotten und Hackfleisch püriert und mit Kartoffelbrei vermischt. Diese festere Masse könnte ein Astronaut auch mit einem Löffel essen, da das Essen am Löffel kleben bleiben würde, so dass es gefahrlos gegessen werden kann.

Im Vergleich zu dem theoretischen Zusammenstellen des Speiseplans, war dieser Teil unserer Gruppenarbeit abwechslungsreicher, da man nun praktisch arbeiten konnte und vor allem auch ausprobieren konnte, wie Astronauten im All ihre Mahlzeit im All zu sich nehmen könnten.

Die richtige Verpackung

Ein weiteres Problem war nun, eine richtige Verpackung für unsere Mahlzeiten zu finden.

Bei Schwerelosigkeit kann man z. B. nicht einfach aus einem offenen Glas (saugend) trinken, da die Gefahr groß ist, dass die Flüssigkeiten mehr oder weniger fein verteilt durch den Raum schweben können. Deshalb müssen Getränke, wie unser Kaffee, mit einem Röhrchen aus einem geschlossenen Gefäß getrunken werden. Das lose Kaffeepulver könnte man auch in einem leeren Teebeutel verpacken. Dann muss

der Beutel (z. B. innerhalb des Gefäßes) nur noch mit heißem Wasser in Kontakt gebracht werden und schon kann man einen einigermaßen schmackhaften Kaffee genießen. Auch die Paradiescreme kann nicht einfach so verrührt werden. Das Vermischen von Pudding- und Milchpulver mit Wasser muss ebenso innerhalb eines geschlossenen Behälters erfolgen (oder, wie bei uns, durch Schütteln in einer kleinen Tüte). Wie das Frühstück kann man den Pudding nun direkt aus der Tüte in den Mund drücken.



Abbildung 35: Das Team der „Weltraumcaterer“ mit den hergestellten Mahlzeiten

Quellen

- [1] <http://www.novafeel.de/ernaehrung/kalorientabelle/kalorientabelle.htm>

Bärtierchenforschung

KEVIN JABLONKA

Wir machten uns auf die Suche nach lebenden Bärtierchen. Unser erklärtes Ziel war es, sie in das Tönnchenstadion zu versetzen. Allerdings stießen wir dabei auf einige Probleme ...

Die Suche nach Bärtierchen – Bärtierchen ins Labor holen

Da Bärtierchen bevorzugt in feuchtem Moos (auf Kalkstein) leben, begaben wir uns auf die Suche nach diesem. Allerdings machte uns die Trockenheit einen Strich durch die Rechnung – unsere Suche wurde sehr erschwert.

Wir weichten das gefundene Moos ein, um die Tierchen „hinauszuspülen“. Später nahmen wir mit der Pipette Tropfen des „Bärtierchen-Ele-

xiers“ und brachten diese auf einen Objektträger mit Mulde auf, welche wir dann mit einem Deckglas abdeckten. Nun konnte die Bärtierchensuche unter dem Mikroskop beginnen.

Bärtierchen unter dem Mikroskop

Auch die Bärtierchen selbst machten uns die Forschung nicht sehr leicht. Zum Einen kamen sie in unserem Moos nicht sehr zahlreich vor und zum Anderen „versteckten“ sie sich unter Moosstückchen. Zum Glück sind die Bärtierchen relativ groß und konnten so schon mit einer geringen Vergrößerung entdeckt werden. So suchten wir die Probe Reihe für Reihe ab und wurden schließlich fündig.



Abbildung 36: Die fleißigen und unermüdlichen Bärtierchenforscher auf der Suche nach Bärtierchen.

Die gefundenen Bärtierchen wollten wir dann genauer kennenlernen. Zum Bestimmen der Größe verwendeten wir eine Millimeterpapier-Folie. Diese legten wir über den Objektträger und fotografierten durch das Okular. Anschließend konnten wir auf dem Foto die Länge des 1-mm-Balkens und des Bärtierchens messen (siehe Abb. 37) und dann mittels einer Verhältnismessung ausrechnen, wie groß das Bärtierchen ist.

Wir beschäftigten uns nicht nur mit der Größe, sondern auch mit dem Verhalten dieser Lebe-

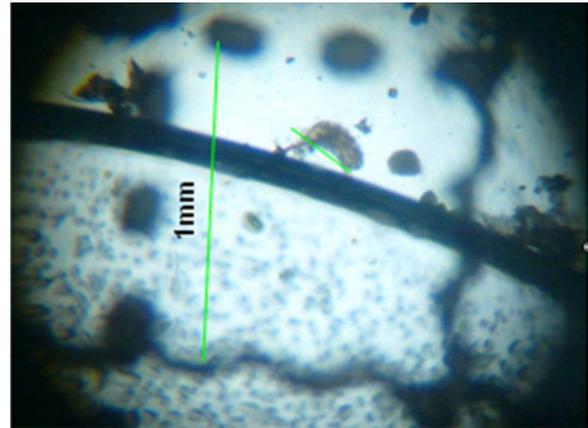


Abbildung 37: Die Millimeterpapier-Folie und das Bärtierchen durch das Okular fotografiert. Der 1-mm-Balken ist grün markiert. Die Länge des Bärtierchens (oben rechts) wurde so zu 0,22 mm bestimmt.

wesen. Dabei fiel uns auf, dass Bärtierchen ihre Pfoten als „Multifunktionswerkzeuge“ verwenden. Sie halten mit ihnen ihre Nahrung (Moos und andere kleinere Mikroorganismen) und bewegen sich auch damit fort.



Abbildung 38: Zum Studium des Verhaltens der Bärtierchen wurde fotografiert und gefilmt, wie es in der Abbildung zu sehen ist. Am Ende konnten wir deshalb eine stattliche Sammlung an Bildmaterial vorweisen.

Wie schon genannt, war unser größtes Ziel, die Bärtierchen dazu zu bringen, dass sie verschrumpeln, also in das Tönchenstadium kommen. Um sie in dieses Stadium zu bringen, wollten wir das Wasser langsam verdunsten lassen. Die Objektträger, die wir verwendeten,

hatten eine Mulde – so wurden die Bärtierchen während des Austrocknens nicht an das Deckglas gepresst. Aber auch hier mussten wir einen Rückschlag erleiden, denn die Bärtierchen waren über die Nacht verschwunden.

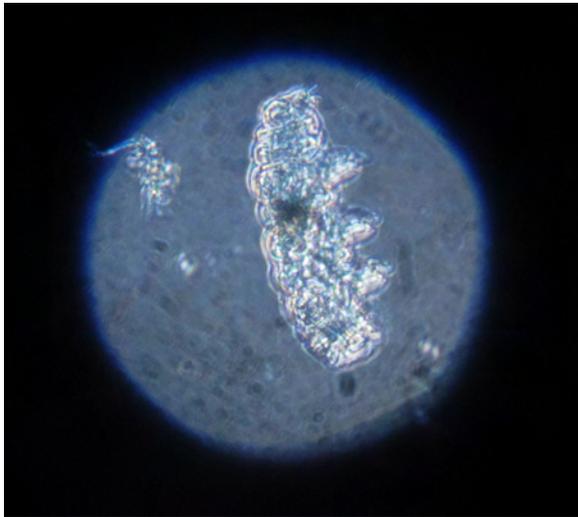


Abbildung 39: Lynton Tardigradus – das nach unserem Schülermentor benannte Bärtierchen.

Im Nachhinein...

können wir empfehlen, Moos vom Heidelberger Königstuhl, das wir bei der Exkursion zum MPIA sammelten, zu verwenden. Dieses erwies sich bei uns als besonders ergiebig. Man sollte auch ziemlich viel Zeit und Geduld haben, da man nie weiß, auf was man stößt, oder ob man überhaupt auf etwas stößt. Wir haben gesehen, dass Forschung sehr frustrierend sein kann, man aber trotzdem nicht aufgeben darf. Wahrscheinlich hatten wir einfach nur Pech und zu wenig Zeit und konnten deshalb nicht alle Ziele erreichen. Aber eins ist ganz klar: Bärtierchen sind wirklich faszinierende Lebewesen!

Schwingungswaage – Wiegen in Schwerelosigkeit

JULIO MAGDALENA, JOSIAS OLD,
JULIAN DANZER

Auf der Erde bestimmt man die Masse eines Körpers in der Regel durch die Messung der Gewichtskraft. Das ist durch die Schwerkraft der Erde möglich. In der Schwerelosigkeit funktioniert dies natürlich nicht. Doch wie bestimmt

man die Masse der Astronauten während des Aufenthalts im Weltraum? Dieser Frage ist eine Teilgruppe unseres Kurses auf den Grund gegangen. Mit Hilfe eines Spezialisten unseres Teams sind wir zu einer auch auf der Erde nutzbaren Lösung gekommen: einer Schwingungswaage (auch Federwaage genannt). Das Prinzip einer solchen Waage besteht darin, das zu messende Objekt in Schwingung zu versetzen, die Periodendauer zu messen und daraus die Masse zu errechnen. Wir fertigten mit einfachen Mitteln das Modell einer Schwingungswaage an und testeten es.

Versuchsaufbau

Aus der Physiksammlung des Eckenberg-Gymnasiums konnten wir uns Federn, ein Versuchswägelchen, Massestücke, eine Waage, Stoppuhren und etwas Stativmaterial ausleihen. Außerdem benötigten wir Klebeband zur Befestigung der Massestücke auf dem Wägelchen.



Abbildung 40: Die Gruppe beim ersten Test der endgültigen Waage (im Hintergrund).

Nachdem wir wussten, dass wir eine Schwingungswaage bauen sollten, machten wir uns Gedanken, wie man diese auf der Erde am besten nachstellt. Uns wurde schnell klar, dass wir das Massestück waagrecht schwingen lassen müssen. So kamen wir zunächst zu der Idee, das Gewicht frei hängend zwischen zwei Federn schwingen zu lassen. Bereits beim ersten Test merkten wir jedoch, dass das Gewicht auch vertikal schwingt und sich nicht gleichmäßig genug bewegt. Daher mussten wir diese Version verwerfen. Schließlich stellten wir das Gewicht

mit dem Wägelchen auf einen Tisch und befestigten es an beiden Enden an je einer Feder zwischen zwei Stativstangen. So bewegte sich das Massestück sehr gerade und gleichmäßig (siehe Abb. 41). Zwar kommt nun zur Masse noch die des Wagens hinzu. Diese kann man jedoch vom Ergebnis abziehen.



Abbildung 41: Physik macht Spaß!

Funktionsweise

Das zentrale Element der Schwingungswaage ist die Schraubenfeder. Durch einmalige Krafteinwirkung in Richtung der Federachse wird diese in Verbindung mit dem Massestück in Schwingung versetzt, d. h. sie zieht sich periodisch zusammen und dehnt sich wieder aus. Die Dauer einer Periode (T) hängt zum einen von der Härte der Feder (D) ab. Diese gibt an, mit welcher Kraft man die Feder ziehen muss, um eine bestimmte Auslenkung zu erreichen. Zum anderen hängt die Schwingungsdauer von der gesuchten Masse m ab. Die Größen T , D und m stehen in einem gewissen Zusammenhang, mit dem wir anfangs unsere Probleme hatten. Es stellte sich schließlich heraus, dass der uns gegebene Zusammenhang ($m = D \cdot T^2$) nur eine Proportionalität und keine Gleichung war. Korrekt ist also: $m \propto D \cdot T^2$. Uns fehlte noch die Proportionalitätskonstante, die wir schließ-

lich herausfanden: $1/4\pi^2$. Damit hatten wir die Gleichung zur Bestimmung der gesuchten Masse:

$$m = \frac{D \cdot T^2}{4\pi^2}$$

Anwendung

Um die Messung zu starten, lenkt man mit der Hand den Wagen in eine Richtung aus und lässt ihn los. Daraufhin schwingt der Wagen mehrere Perioden lang, deren Dauer man mit einer Stoppuhr messen kann. Die Periodendauer der Federschwingung verlängert sich bei steigender Masse aufgrund der Masseträgheit. Die Genauigkeit der Massebestimmung steigt mit der Präzision der Messung der Periodendauer. Da die relativ kurze Zeitdauer einer Schwingung (in unserem Fall ca. 2/3 Sekunde) mit einer Stoppuhr nicht sehr genau messbar ist, überlegten wir uns zwei Wege zur Steigerung der Genauigkeit. Einmal maßen wir die Zeit über 10 Perioden hinweg und teilten diese durch zehn. Zum anderen nahmen wir ein Video auf. Da dieses aus 25 Einzelbildern in der Sekunde besteht, konnten wir anschließend mit Hilfe eines Filmschnittprogramms die Zeit einer Periode auf 1/25 Sekunde genau messen. Beide Methoden erwiesen sich als sehr genau und wir konnten die Messungenauigkeiten auf weniger als 3 Gramm reduzieren!



Abbildung 42: Vorversuche zur Kalibration der Federwaage: Bestimmung der Härte verschiedener Schraubenfedern.

Kalibration der Schwingungswaage

Zuerst muss die Federhärte bestimmt werden, indem man verschiedene bekannte Massen an

die Federn hängt und misst, wie weit diese heruntergezogen werden.

Massebestimmung

Mit der fertig gestellten Schwingungswaage konnten wir nun mit den ersten Testmessungen beginnen. Zunächst wurde die Masse des Wagens ermittelt. Diese beträgt 272 g und muss am Ende vom Ergebnis subtrahiert werden.



Abbildung 43: Die fertige Schwingungswaage.

Test 1:

Wir legten ein Massestück mit der Masse m_{Test1} auf den Wagen und maßen eine Periodendauer von 0,80 s.

$$m = \frac{D \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{35,04 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,8 \text{ s})^2}{4\pi^2} \approx 0,568 \text{ kg}$$

$$m_{\text{Test1}} = 0,568 \text{ kg} - 0,272 \text{ kg} = 0,296 \text{ kg}$$

Die tatsächliche Masse betrug 250 g, die Messungenauigkeit lag somit bei 46 g Abweichung. Wir führten die große Abweichung auf die ungenaue Zeitmessung (über zu wenige Perioden) zurück.

Test 2:

Wir legten nun ein zweites Massestück mit der Masse m_{Test2} auf den Wagen. Die Periodendauer bestimmten wir nun aus dem Mittel von 10 Perioden. Sie betrug 0,65 s.

$$m = \frac{D \cdot T^2}{4\pi^2} = \frac{35,04 \frac{\text{N}}{\text{m}} \cdot (0,65 \text{ s})^2}{4\pi^2} \approx 0,375 \text{ kg}$$

$$m_{\text{Test2}} = 0,375 \text{ kg} - 0,272 \text{ kg} = 0,103 \text{ kg}$$

Die tatsächliche Masse betrug 100 g. Damit lag der absolute Fehler bei nur 3 g. Ein erster Schritt der Verbesserung der Messgenauigkeit war getan.

Exkursion zum Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) und zur Landessternwarte Heidelberg

DANIEL KIRCHHOFF, ALICIA ROHNACHER

Am Montag, den 5. 9. 2011 unternahm der Astronomiekurs zusammen mit dem Physikkurs eine Exkursion zum MPIA in Heidelberg. Eigentlich war für den Astro-Kurs eine Exkursion nach Stuttgart geplant, aber diese musste leider abgesagt werden. Deshalb entschädigten uns Cecilia und Olaf mit einem tollen Tag am Max-Planck-Institut für Astronomie auf dem Königsstuhl in Heidelberg. Direkt nach dem Frühstück machten wir uns auf den Weg nach Osterburken. Dort stiegen wir in einen Zug nach Heidelberg. Nach 1,5 Stunden Zugfahrt durch das schöne Neckartal kamen dort an und fuhren dann mit der Bergbahn auf den Königsstuhl. Allein das war eigentlich schon die Reise wert gewesen.



Abbildung 44: Tor der Landessternwarte Heidelberg.

Weiter ging es zur Landessternwarte, wo Cecilia und Olaf etwas über deren Entstehungsgeschichte und später über einige Teleskope, die wir besichtigen durften, erzählten. Nach einer Pause, während der wir die hart erkämpften Brötchen vom Frühstückstisch verzehrten, gingen wir weiter zum eigentlichen Institut. Dort hörten wir einen Vortrag über Infrarotastronomie (siehe Physikkurs), bevor wir uns von den Physikern trennten. Olaf erzählte uns nun

einiges über die Teleskope, an denen das MPIA mitgearbeitet hatte, zum Beispiel das Large Binocular Telescope und denen des Calar-Alto-Observatoriums.

Nachdem uns Olaf und Cecilia ihr Büro gezeigt hatten, machten wir uns auf zum nächsten Vortrag. Hier ging es um die Suche nach Exoplaneten und extraterrestrischem Leben, zwei wichtige Ziele des MPIA. Exoplaneten sind Planeten, die um einen anderen Stern kreisen. Man sucht diese auf verschiedene Weisen. Z. B. kann man nach winzigsten Helligkeitsschwankungen des Sterns suchen, die dadurch entstehen, dass der Planet vor dem Stern vorbeizieht und dieser dadurch minimal dunkler wird. Diese Helligkeitsschwankungen misst man mit den Satelliten, die für die Exoplanetensuche gebaut sind, CoRoT und Kepler, oder mit großen Teleskopen auf der Erde. Diese Methode hat allerdings den Nachteil, dass man nur Planeten entdeckt, die von uns aus gesehen direkt vor dem Stern vorbeilaufen. Darum bedient man sich einer zweiten Methode, bei der man überprüft, ob der Stern leicht wackelt. Der Exoplanet muss schließlich auch den Stern anziehen, und da er sich um den Stern herum bewegt, schwankt dessen Position ein wenig.

Mit viel Glück kann man einen Exoplaneten auch fotografieren, aber das ist so, als wolle man ein Glühwürmchen aus mehreren Kilometern Entfernung neben einem Flutlichtmasten erkennen. Daher muss man das Licht des Sterns abdunkeln. So sind aber nur sehr wenige der inzwischen knapp 700 bestätigten Exoplaneten entdeckt worden. Hat man nun einen Exoplaneten gefunden, will man wissen, ob Leben dort möglich wäre. Hier geht man von den Bedingungen aus, die Leben auf der Erde benötigt, da man sonst auf jedem Planeten Leben vermuten könnte. Uns bekanntes Leben benötigt flüssiges Wasser, und somit muss der Planet in der sogenannten habitablen Zone liegen. Dies ist der Bereich, in dem an der Oberfläche dauerhaft flüssiges Wasser existieren kann. Nimmt man diese Bedingung an, sind nur noch sehr wenige der bestätigten Exoplaneten in der Lage, Leben zu beherbergen. Trotzdem glauben wir und die Wissenschaftler fest daran, dass außerirdisches Leben existiert.



Abbildung 45: Das Haus der Astronomie auf dem Königstuhl in Heidelberg.

Bevor wir das MPIA verließen, machten wir noch eine Pause auf dem Dach des Instituts. Eigentlich wollten wir anschließend die Baustelle des Hauses der Astronomie besichtigen, doch dazu fehlte uns leider die Zeit. Darum gingen wir sofort weiter in die Redaktion der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ (SuW), wo uns der Geologe Dr. Tilmann Althaus einige Fragen beantwortete. Wir wollten zum Beispiel wissen, ob die rote Farbe des Mars wirklich nur vom Eisen-III-Oxid stammt, oder ob es Grundwasser auf dem Mars gibt. Es ist tatsächlich so, dass die Farbe des Mars vom Eisen-III-Oxid stammt und es ist sehr wahrscheinlich, dass es früher flüssiges Wasser auf dem Mars gab. Bevor wir Heidelberg verließen, durften wir uns noch ein paar alte SuW-Ausgaben aussuchen, die wir dann auch gleich auf der Heimfahrt durchlasen. Ein toller Tag war zu Ende.

Nachthimmel über dem LSZU in Adelsheim

Laura Viegas, Alicia Grupp

Fast jeden Abend gegen 21:15 Uhr versammelte sich der Astronomiekurs auf dem Sportplatz des LSZU, um den Sternenhimmel über Adelsheim zu erkunden. Olaf und Cecilia zeigten uns einige hilfreiche Tricks, mit denen man die Sternbilder einfacher finden kann. Hierfür gibt es mehrere Beispiele:

Wenn man die Achse durch die beiden hinteren Kastensterne des Großen Wagens um ihr Fünf-

faches verlängert, gelangt man zum Polarstern, welcher den Himmelsnordpol markiert (siehe Abb. 46). Um diesen kreisen alle Sternbilder, Jene, die das ganze Jahr zu sehen sind, nennt man zirkumpolar.

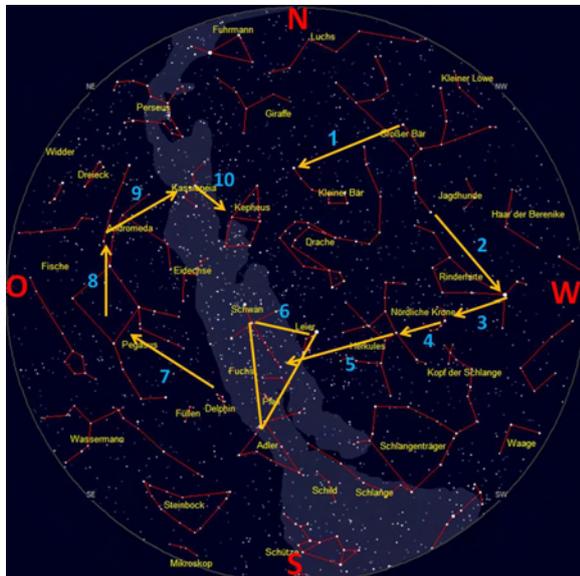


Abbildung 46: Auf der Sternkarte sind die folgenden Sternbilder des Sommerhimmels zu sehen (die Pfeile zeigen die im Text genannten Verbindungen zwischen verschiedenen Sternbildern an): 1. Große Bärin → Polarstern, 2. Große Bärin → Rinderherde, 3. Rinderherde → Nördliche Krone, 4. Nördliche Krone → Herkules, 5. Herkules → Sommerdreieck, 6. Sommerdreieck, 7. Delfin → Pegasus, 8. Pegasus → Andromeda, 9. Andromeda → Kassiopeia, 10. Kassiopeia → Kepheus.

Verlängert man hingegen den Bogen der Deichsel des Großen Wagens, so findet man Arktur, den hellsten Stern des Sternbildes Bärenhüter bzw. Rinderherde (Bootes; siehe Abb. 46). Zieht man von diesem Stern eine Linie nach Osten, erreicht man Gemma, den hellsten Stern des Sternbilds Nördliche Krone (Corona Borealis). Dieses ist ein Halbkreis aus sieben noch gut sichtbaren Sternen.

Verlängert man die Linie von Arktur zu Gemma weiter nach Osten, entdeckt man das Sternbild Herkules. Es liegt damit zwischen der Leier und der Nördlichen Krone (siehe Abb. 46). Ein Trapez aus Sternen bildet seinen Körper, aber zur Frage, wie die Arme und Beine angeordnet sind, findet man von Quelle zu Quelle sehr ver-

schiedene Angaben. Außerdem handelt es sich um kein zirkumpolares Sternbild; man kann Herkules nur am Sommerhimmel finden.

Schaut man weiter nach Südosten erreicht man die Mitte des markanten Sommerdreiecks (siehe Abb. 46). In jeder Jahreszeit gibt es ein augenfälliges Vieleck am Himmel, das das Auffinden von Sternbildern erleichtern soll. Neben dem eben genannten Sommerdreieck (Deneb, Wega und Atair) gibt es auch das Frühlingsdreieck (Regulus, Arktur und Spika), das Herbstviereck (Algenib, Scheat, Markab und Sirrah) und das Wintersechseck (Kapella, Aldebaran, Rigel, Sirius, Prokyon und Kastor). Das Herbstviereck wird auch als Pegasusviereck bezeichnet, da sich alle Sterne bis auf Sirrah im Sternbild Pegasus befinden.

Am nördlichen sehr hellen Stern des Sommerdreiecks, Wega, befindet sich die Leier mit vier weiteren etwas schwächeren Sternen an den Eckpunkten ein kleinen Parallelogramms. Der Stern Deneb bildet die mitten in der Milchstraße gelegene Ecke des Dreiecks. Er ist die Schwanzfeder des Schwans (Cygnus), einer kreuzförmigen Sternenformation. Der Schwanz scheint entlang der Milchstraße zu fliegen. Sein Kopf wird von dem hellen Doppelstern (zwei eng beieinander stehenden Sternen) Albireo geprägt. Atair ist der südliche Stern des Sommerdreiecks und der hellste Stern im Sternbild Adler (Aquila), welcher leicht aufzufinden ist. Atair liegt in einer kleinen Dreierreihe von Sternen. Diese deuten die Schwanzfedern des Adlers an.

Durch das Sommerdreieck verläuft die Milchstraße, die „Innenansicht“ unserer Heimatgalaxie. Sie ist als milchiges, trübes Band am Himmel zu erkennen. Zwischen Deneb und Atair befindet sich der Pfeil, ein eher kleines Sternbild. Er besteht aus vier Sternen und zeigt in Abbildung 46 in Richtung Osten. Ein weiteres Stück östlich ist das kleine aber auffällige Sternbild Delfin (Delphinus). Es besteht aus einer kleinen Raute und einem kurzen Schwanz, der in Abbildung 46 in Richtung Süden zeigt. Das Sternbild erinnert an einen Papierdrachen.

In Richtung Osten erkennt man in den Sommermonaten über dem Horizont ein quadratähnliches Viereck, das den Körper des Sternbildes Pegasus darstellt. Im Herbst ist das Pegasus-

viereck weiter im Süden. An den nordöstlichen Stern des Herbstvierecks schließt sich in Abbildung 46 weiter in Richtung Osten das Sternbild Andromeda an. Am Gürtel der Andromeda sieht man einen kleinen, milchigen Fleck, die Andromedagalaxie (M 31), unsere Nachbargalaxie. Im Nordwesten erkennt man das auffällige „Himmels-W“ – das Sternbild Kassiopeia. Weiter nördlich befindet sich das fünfeckige Sternbild Kepheus. Es erinnert an das „Haus vom Nikolaus“, dessen Spitze Richtung Norden zeigt.

Am Anfang zeigten und erklärten uns Olaf, Cecilia und Lynton die Sternbilder noch mit einem Laserpointer. Danach teilten wir uns in fünf Gruppen zu je drei Kursteilnehmern auf, um das Präsentieren der Sternbilder und das Erzählen der griechischen Mythen für die Nachtwanderung zu üben. Wir hielten aber nicht nur nach gewöhnlichen Sternbildern Ausschau, sondern auch nach einigen speziellen Objekten am Himmel. Der mittlere Stern Mizar in der Deichsel des großen Wagens ist beispielsweise ein Doppelstern (wenn auch nur ein scheinbarer), d. h. man sieht bei genauem Hinsehen zwei dicht nebeneinander liegende Sterne. Auch die ISS (Internationale Raumstation) sahen wir einige Male über unsere Köpfe fliegen.



Abbildung 47: Beobachten durch das Schulteleskop

Einige andere Objekte lassen sich dagegen nur mit dem Teleskop auffinden. Zum Ausrichten des Teleskops müssen zwei Sterne angepeilt werden. Nach dieser Justierung war es möglich, mit dem Teleskop andere Objekte am Himmel aufzusuchen und zu beobachten, wie z. B. den Hantelnebel im Sternbild des Fuchschens. Dies ist ein planetarischer Nebel, in dessen Mitte

ein Weißer Zwerg liegt. Auch die Andromedagalaxie im Sternbild Andromeda sahen wir als verschwommenen Fleck am Himmel. Sie ist das fernste noch mit bloßen Augen sichtbare Objekt am Nachthimmel.

Quellen

- [1] <http://www.sternenhimmel-aktuell.de/Sternhaufen-Herkules.htm>
- [2] <http://www.sternenhimmel-aktuell.de/Sommerdreieck.htm>
- [3] Martin Rees, das Universum, Dorling Kindersley Verlag GmbH, Starnberg 2006

Wir vom Astrokurs

„Bärtierchen!“ war der Schlachtruf unseres Kurses, der unseren Zusammenhalt ausdrückte. Wie das Bärtierchen haben wir alle Extremsituationen als Gemeinschaft ohne bleibende Schäden überstanden. Teamarbeit war immer selbstverständlich. Das ist unser Kurs:

Alicia Grupp Alicia war unsere absolute Bärtierchenspezialistin. Mit ihrem Wissen half sie uns allen, im Dschungel der biologischen Fachbegriffe zurechtzukommen und auch bei der Gruppenarbeit war sie mit vollem Körpereinsatz dabei. Neben dem Kurs war Alicia vor allem in der Theater-KüA aktiv, in der sie ihre schauspielerischen Talente unter Beweis stellen konnte.

Alicia Rohnacher Alicia beeindruckte uns mit ihrer konzentrierten und ruhigen Arbeitsweise immer wieder aufs Neue. Egal, ob bei den Vorbereitungen für die Nachtwanderung oder in der Küche beim Kochen von Astronautennahrung, auf Alicia war immer Verlass. Auch in der Jogging-KüA war sie jeden Morgen mit viel Power dabei, Spontanität zeigte sie auch im Theater als sie kurzerhand vor der Aufführung noch eine weitere Rolle übernahm, deren Schauspielerinnen ausfiel.

Carolin Kimmig Carolin, mit ihrer stets freundlichen Art, war begeistert von der Astronomie. Das merkte man nicht nur an ihrem spannenden Vortrag über die Geologie des Mars, sondern auch, wenn es darum ging,

die Sternbilder am Sternenhimmel zu finden und ihre Geschichten zu erzählen. Auch bei der Bärtierchensuche war sie sofort mit dabei und suchte solange, bis sie eins gefunden hatte.

Daniel Kirchhoff Klein aber oho! Daniel haben wir unsere geniale Abschlusspräsentation zu verdanken! Ohne seine Überstunden hätten wir es nie geschafft, alle einzelnen Folien in einer gesamten Präsentation zu zeigen. Seine Kenntnisse über Raketen und die orangenen Flecken in seinen Augen faszinierten nicht nur uns. Wenn man Daniel abends während der KüA-Schiene suchte, gab es eigentlich nur zwei Möglichkeiten: Entweder er machte Überstunden oder er war beim Bärenzählen, denn Daniel war der Erste der Akademie, der die Prüfung bestand.

Johanna Kroll Obwohl es sich herausstellte, dass unsere Hockeyspielerin aus dem Glottertal kiwisüchtig ist, hat der unfreiwillige Kiwientzug ihre gute Laune und ihre hilfsbereite Art in keiner Weise beeinträchtigt. Auch bei unserem Nahrungsprojekt war sie mit vollem Eifer dabei und hat mit Freude eine sehr leckere Frühstückspampe hergestellt. Auf jeden Fall sind wir froh, dass sie den weiten Weg aus dem tiefen Schwarzwald auf sich genommen hat, um mit uns zusammenzuarbeiten.

Josias Old Josias war nicht nur immer gut gelaunt, sondern munterte oftmals auch den ganzen Kurs auf, unter anderem mit seinen Gesangseinlagen. Er glänzte nicht nur mit seinem Fachwissen zur Innenarchitektur und der Schwingungswaage, sondern warf in manchen Situationen auch die springende Idee in den Raum.

Julian Danzer Wenn man eine Frage zu Raketen und Raumfahrt hatte, war Julian immer der richtige Ansprechpartner. Aber auch zum Thema Schwingungswaage konnte er sich sehr gut aus und brachte erstklassige Beiträge ein. Auch bei KüAs wie Scotland Yard oder Werwolf war er mit vollem Einsatz dabei.

Julio Carlos Magdalena de la Fuente Durch seine offene und interessierte Art bereicher-

te Julio Carlos Magdalena de la Fuente unseren Kurs ungemein. Als Astrobiologe präsentierte er mit viel „Rumgefuchtel“ seine Forschungsergebnisse. Seine sportlichen Fähigkeiten stellte er regelmäßig in der Sport-KüA und beim morgendlichen Joggen unter Beweis. Mit seinem langen Namen wurde er nicht nur schnell bekannt, sondern nahm auch als einziger zwei Zeilen auf den Akademie-Shirts ein.

Kevin Jablonka Kevin war unser Experte für Geologie, und was für einer! Während seines Vortrags steckte er uns mit seiner lebendigen Art an und wir wurden allesamt zu Geologen. Das schaffte wirklich nur Kevin. Auch außerhalb des Kurses und in den Gruppenarbeiten war er immer fröhlich, und so konnte er ganz schnell eine langweilige Aufgabe in einen Riesenspaß verwandeln.

Leon Kling Unser kleiner Professor Leon Kling wusste stets sich auszudrücken. Streng nach dem Motto „Erst denken, dann reden“ teilte er uns seine Beiträge bedächtig, präzise und sachlich mit. Gegenüber den anderen Kursteilnehmern war er offen, nett und hilfsbereit. Auch als Moderator gab er eine gute Figur ab und lockerte bei seiner sportlichen Aktivität unsere Muskeln und die Atmosphäre im Kurs auf.

Leon Schmid Leons fantasievolle Ideen bei unserer Gruppenarbeit waren in der Praxis zwar manchmal schwer umzusetzen, aber immer gut durchdacht. Er konnte sich die griechischen Mythen schnell einprägen und hatte immer gute Laune.

Laura Viegas Laura hatte immer brillante Ideen in der Gruppenarbeit und konnte sich dort wunderbar einbringen. Es machte viel Spaß mit ihr zu arbeiten, da sie immer lachte und für gute Laune sorgte. Im Präsentieren der Ergebnisse war sie einsame Spitze. Auch ihre kreative Seite kam beim Theaterspielen zur Geltung als sie uns alle mit ihrem Talent umhaute.

Ronja Geppert Ronja war immer freundlich, gut gelaunt und hilfsbereit. Innerhalb der Gruppenarbeiten sorgte sie auch immer wieder für Spaß. Doch sie konnte auch sehr

konzentriert arbeiten und bei Fragen hatte sie stets ein offenes Ohr für uns alle. Auf jeden Fall werden wir sie nicht vergessen.

Sophie Klett Sophie war immer sehr engagiert. Mit ihrer aufgeweckten Art war sie ein sehr wichtiges Kursmitglied und brachte den Kurs voran. Sie glänzte beim Orientieren am Himmel und gab ihr Wissen mit leuchtenden Augen und strahlendem Lächeln an uns weiter.

Tobias Münchow Tobias war während des Kurses eher zurückhaltend. Gingen wir abends jedoch nach draußen, erkannte er sofort die meisten Sternbilder und Sterne. Auch das Teleskop bediente er meisterhaft und bescherte uns somit tolle Beobachtungen.

Cecilia, Olaf und Lynton Unsere Leiter waren das Herz und die Seele unseres Kurses. Sie unterstützten uns bei den Vorbereitungen für unseren Vortrag, aber auch während des Kurses waren sie immer für uns da. Auch bei den Gruppenarbeiten und beim Lernen von Vortragstechniken boten sie immer eine helfende Hand an. Doch nicht nur das Vortragen brachten sie uns bei. Cecilia erklärte uns zum Beispiel alle Sternbilder und die Mythen dazu, Olaf stellte uns die verschiedenen Himmelskörper vor, und auch Lynton brachte uns viel bei, in dem er uns bei allem unterstützte, was wir vorhatten. Außerhalb des Kurses in den KüAs schoss er gerne Raketen in die Luft und erklärte jedem, wie man mehr aus seiner Kamera rausholen konnte.

Projekt Nachtwanderung

JOHANNA KROLL, ALICIA GRUPP

Der Astronomiekurs beschäftigte sich abends mit den Sternen, Sternbildern und anderen Objekten am Himmel. Um dieses scheinbare Durcheinander an Objekten auch den anderen Akademieteilnehmern näherzubringen und sie für die Sterne zu begeistern, organisierte der Astronomiekurs eine Nachtwanderung.

An einem Nachmittag sind wir den Weg einmal abgewandert. Die Strecke verlief hauptsächlich durch den Wald. Um sich an den kritischen

Punkten nicht zu verlaufen, zeichneten einige eine Wegskizze oder filmten den Weg mit ihren Kameras. Wir trafen uns auch an den Abenden vor der Nachtwanderung, um alles noch einmal gemeinsam durchzugehen, aber auch, um jeder Gruppe zu ermöglichen, noch einmal zu üben.

Wir planten, dass je drei Astros eine kleinere Gruppe aus den anderen Kursen zu einer Wiese mit guter Rundumsicht führen. Jede Gruppe bereitete sich individuell vor und machte sich mit den griechischen Mythen, die es zu den verschiedenen Sternbildern gibt, vertraut. Wenn man Geschichten zu einem Sternbild hört, kann man es sich oft besser merken und vorstellen. Es wurden Skizzen von Sternbildern angefertigt, um sie der Gruppe zuerst auf dem Papier und dann am Himmel zu zeigen. Damit konnten die Teilnehmer die Sternbilder leichter finden.



Abbildung 48: Wir lernten die Hierarchie der kosmischen Objekte kennen.

Es war soweit

Am Abend der Nachtwanderung trafen sich die Gruppenführer aus dem Astrokurs mit den anderen Teilnehmern vor der Mensa. Der Marsch zur Wiese dauerte eine gute halbe Stunde. Keine einzige Gruppe verlief sich bei der diesjährigen Nachtwanderung, womit wir eine jahrelange Tradition brachen. Als wir an der Wiese ankamen, machten wir es uns auf einer der großen, vorbereiteten Planen gemütlich und entführten unsere Zuhörer in die Weiten des Universums und die griechische Mythologie. Wir erzählten Geschichten von Göttern, Nymphen oder, wie die Milchstraße entstanden sein soll, zeigten die dazugehörigen Sternbilder mit einer Taschenlampe am Himmel. Eine Geschichte erzählt,

wie das Sternbild Leier an den Himmel kam:

Der Mythos der Leier

Es war einmal ein Sänger namens Arion. Er konnte wunderschön singen und Leier spielen und hatte auf seinen Reisen mit seinem Gesang viel Geld verdient. Nun sehnte er sich aber nach Hause und bestieg ein Schiff. Sobald aber das Ufer außer Sichtweite war, umringten habgierige Seeleute den Sänger, die von seinen Reichtümern wussten. Sie wollten ihn gerade töten als er bat, noch ein letztes Lied vor seinem Tod singen zu dürfen. Die Seeleute ließen ihn gewähren. Das Lied, das er nun anstimmte, erinnerte an den Gesang eines sterbenden Schwans und zog die Seeleute so in seinen Bann, dass sie für kurze Zeit nicht aufmerksam waren. So konnte Arion ins Meer springen. Er hatte Angst, er würde ertrinken, doch wunderlicherweise war er auf dem Rücken eines Delfins gelandet, der seinen traurigen Gesang gehört hatte. Voller Dankbarkeit spielte er auf seiner Leier, selbst das Meer lauschte seinem wunderschönen Gesang, bis der Delfin ihn an Land brachte. Zur Erinnerung an seine außergewöhnliche Kunstfertigkeit und an die wundersame Rettung erhoben die Götter Arions Leier, den Delfin und einen Schwan sinnbildlich für seinen traurigen Gesang an den Himmel.

Am Teleskop vorbei nach Hause

Am Anfang war der Himmel noch leicht bewölkt und man konnte nicht alle Objekte am Himmel erkennen. Gegen Ende wurde es aber immer klarer, und man sah die Sterne und andere Objekte sehr deutlich, wie beispielsweise Jupiter – den größten Planeten unseres Sonnensystems. Nach unserem Vortrag und den Fragen gingen wir zu den Teleskopen, die von Georg und unseren Gruppenleitern Olaf und Cecilia aufgebaut worden waren. Durch die Teleskope sah man die großen Monde des Jupiter und den Doppelstern Albireo im Sternbild Schwan.

Nach ein bis eineinhalb Stunden machten wir uns auf den Rückweg durch den stockfinsternen Adelsheimer Wald zum Akademiegelände. Wir fanden die Nachtwanderung interessant und spannend, weil sich jeder so vorbereiten musste, dass er in der Lage war, die Dinge auch „Unwissenden“ zu erklären. Faszinierend war es auch, in diesem „Durcheinander“ andere Objekte, wie Planeten, Nebel und Sternenformationen am Himmel zu finden.



Abbildung 49: Die Astros zeigen den Teilnehmern Sternbilder und Objekte am Himmel.