

Kurs 1 – Aufbruch zum Mars: Wir erforschen den roten Planeten



Einführung

CECILIA SCORZA, OLAF FISCHER,
VALENTINA ROHNACHER

Kein anderer Planet im Sonnensystem ist erdähnlicher als der Mars. Felsformationen und Wassereis auf der nördlichen Polkappe deuten darauf hin, dass dieser Planet einen noch andauernden Klimawandel durchmacht und in ferner Vergangenheit ein blauer Planet mit Ozeanen und Flüssen gewesen ist. Ob diese feuchte Periode lang genug für die Entwicklung von Leben war, oder warum das Wasser heute auf dem Mars fehlt, das sind Fragen der aktuellen Marsforschung.

Ein Projekt mit derartig großen Fragen kann nur durch ein interdisziplinär wechselwirkendes Team von Spezialisten aus den verschiedensten Wissenschaftsbereichen bewältigt werden. Entsprechend wurden im Kurs Spezialistenteams gebildet. In der Gemeinschaft von je zwei Astronomen, Planetologen, Geologen, Robotikern, Astrobiologen und Raumfahrtingenieuren ha-

ben wir die Erforschung des Mars in Angriff genommen.

Die Astronomen gaben ihr aktuelles Wissen über Aufbau und Entstehung unseres Sonnensystems, die „Heimat“ des Planeten Mars, weiter. Die Planetologen beschrieben den Mars dann näher, wobei die Hinweise auf Wasser auf der Planetenoberfläche besonders interessierten. Das Erforschen des Marsgesteins, dessen Zusammensetzung etwas über die Bedingungen seiner Entstehung aussagt, war die Sache der Geologen. Die Robotiker hatten die Aufgabe, Maschinen zu entwickeln, die in der Lage sind, die Marsoberfläche zum Teil eigenständig zu untersuchen. Die Astrobiologen zeigten, dass einfaches Leben auch heute noch auf dem Mars existieren könnte. Mit den technischen Voraussetzungen für einen bemannten Marsflug und ein Marshabitat befassten sich die Raumfahrtingenieure. Alle Forscherteams stellten ihre Spezialkenntnisse vor und festigten und vertieften diese durch passende Aktivitäten.



Abbildung 1.1: Unsere Forschungsstrategie.

Drei Gruppenarbeitsprojekte öffneten Spielräume für mehr Praxis. Die Kursexkursion führte uns schließlich in den Hauptkontrollraum der ESA (ESOC Darmstadt), von dem aus die Planetenmission Mars Express kontrolliert wurde.

Das Sonnensystem: Heimat des Planeten Mars – Astronomen

VIKTORIA HERTER, MAREN LANZENDORFER

Die Arbeit der Astronomen

Die Astronomen erforschen den Aufbau, die Entstehung und die Entwicklung der Himmelskörper. Die Erkenntnisse beziehen sie dabei größtenteils aus der Beobachtung der Strahlung der Objekte. Körper des Sonnensystems – wie der Mars – können zum Teil auch vor Ort durch Sonden untersucht werden. Die Interpretation der Daten beruht auf der Annahme von der Universalität der Naturgesetze [1].

Aufbau des Sonnensystems

Unser Sonnensystem umfasst verschiedene Objekte, die die Sonne in ihrem Gravitationsfeld umlaufen. Dies sind der Größe nach: Planeten, Zwergplaneten (z. B. Pluto), Asteroiden, Kometen, Meteoroiden sowie Staub- und Gaspartikel. Die acht Planeten (siehe Abb. 2.1),

die Zwergplaneten, die meisten Asteroiden sowie einige Kometenkern befinden sich in einem scheibenförmigen Gebiet. Eine große Zahl von Kometenkernen verteilt sich in Form einer mächtigen Wolkenschale (Oortsche Wolke) nahezu kugelförmig um die Sonne.

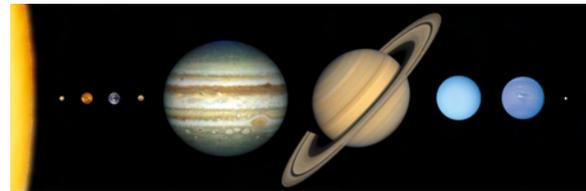


Abbildung 2.1: Sonne, Planeten und der Zwergplanet Pluto (ganz rechts) im Größenvergleich (Quelle: NASA / Lunar and Planetary Laboratory).

Die Planeten kann man entsprechend ihrem Aufbau in zwei Gruppen einteilen, die Gruppe der erdähnlichen und die der jupiterähnlichen Planeten. Die erdähnlichen Planeten bestehen aus schwereren Elementen (für die Erde gilt: Sauerstoff: 32 %, Eisen: 29 %, Silizium: 17 %, Magnesium: 16 %, [2]), die für den Namen „Gesteinsplaneten“ verantwortlich sind. Sie besitzen alle einen metallischen Kern (vor allem Eisen), was zu einer relativ großen mittleren Dichte führt. Ein weiterer Punkt, der maßgeblich zu der Gruppeneinteilung beigetragen hat, war die durchweg kleine Masse von Merkur, Venus, Erde und Mars im Vergleich zu den jupiterähnlichen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun), die alle eine sehr große Masse und einen sehr großen Durchmesser besitzen. Die jupiterähnlichen Planeten nennt man auch „Gasplaneten“, weil sie zu einem Großteil aus leichten Elementen (Wasserstoff und Helium), die wir als Gase kennen, bestehen. Betrachtet man die Bahnlagen der Planeten, so erkennt man, dass die erdähnlichen Planeten im Innenbereich und die jupiterähnlichen Planeten im äußeren Bereich des Planetensystems (Teil des Sonnensystems) anzutreffen sind. Gelegentlich hört man auch die Gruppenbezeichnungen „innere Planeten“ und „äußere Planeten“.

Die nächst kleineren Objekte des Sonnensystems sind die Zwergplaneten. Auch sie haben es neben den Planeten geschafft, durch ihre ausreichende Masse (Eigengravitation) eine näherungsweise kugelförmige Gestalt anzuneh-

men. Weil sie aber nicht fähig waren, alle anderen Körper in ihrer Umlaufbahn einzusammeln oder hinauszukatapultieren, können sie nicht als Planeten bezeichnet werden. Dies gilt auch für Pluto, der noch vor der Neudefinierung des Begriffes „Planet“ im Jahre 2006 als ein solcher zählte.

Die masseärmeren Objekte im Sonnensystem gehören entweder zur Gruppe der Kleinkörper mit den Asteroiden, Kometen und Meteoroiden oder zum interplanetaren Medium, das aus Gas- und Staubteilchen besteht.

In der Gruppe der Kleinkörper sind die Asteroiden die größten Körper mit Durchmessern von durchschnittlich weniger als 50 km. Einige wenige besitzen Durchmesser bis zu 1500 km. Die meisten Asteroiden bewegen sich auf Umlaufbahnen im Asteroidengürtel, der sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter befindet und im Kuiper-Gürtel jenseits der Bahn des Planeten Neptun.

Kometen, allgemein auch als Schweifsterne bekannt, bilden sich, wenn sich ihre Kerne (Kometenkerne: etwa 1–10 km große „schmutzige Schneebälle“) der Sonne nähern. Unter Welt-raumbedingungen sublimiert dann das Eis des „Schneeballs“. Dies führt zu einer Gashülle und in Verbindung mit dem Sonnenwind zur Ausbildung eines der Sonne entgegengesetzten Schweifes.

Als Meteoroiden bezeichnet man die kleinsten Körper im Sonnensystem. Geraten diese in die Erdatmosphäre, dann können wir sie als Sternschnuppen (Meteore) beobachten. Bei geringer Masse verflühen diese in der Atmosphäre (sie werden zu Staub). Wenn sie etwas größer sind, dann können sie bzw. ein Teil von ihnen den Erdboden erreichen, wo sie mehr oder weniger große Einschlagskrater verursachen (Meteorite).

Entstehung des Sonnensystems

Für die Entstehung unseres Sonnensystems gab es viele Theorien. Inzwischen sind wir aber in der Lage, die Entstehung von Sternen und Planetensystemen in der kosmischen Nachbarschaft der Sonne zu beobachten und können

daher die Entstehung unseres Sonnensystems im Geiste nachvollziehen.

Sie begann vor rund 9 Mrd. Jahren. Eine gewaltige Wolke aus Gas und Staub, die durch Vorgängersterne erzeugt bzw. mit schweren Elementen angereichert wurde, begann sich auf Grund ihrer Eigengravitation zusammenzuziehen. Im Zentrum bildete sich eine Verdichtung, aus der ein junger Stern, unsere Sonne, entstand. Der Großteil der restlichen Materie bildete wegen des enthaltenen Drehimpulses (Schwung in der Rotation) eine Scheibe um die junge Sonne herum. In dieser Scheibe wuchsen zunächst die Staubteilchen bis hin zu kilometergroßen Objekten, den Planetesimalen oder sogenannten Planetenbausteinen. Aus diesen bildeten sich infolge ihrer Gravitation die massiven Urplanetenkörper (siehe Abb. 2.2).



Abbildung 2.2: Die Planetesimale verbinden sich innerhalb ihrer Umlaufbahngebiete zu Planeten. Dabei werden die Umlaufbahnen mehr und mehr „bereinigt“ (Quelle: Pat Rawlings / NASA).

Je größer die Urplaneten waren, desto mehr Gas, welches den größten Teil der Scheibenmasse ausmachte, konnten sie aufsammeln. Während die erdähnlichen Planeten wegen ihrer relativ geringen Masse und des einsetzenden Sonnenwindes ihre Uratmosphären verloren, besitzen die jupiterähnlichen Planeten, die Gesteinskerne von mehreren Erdmassen besitzen, diese noch heute.

Mars: ein Steckbrief

Der Mars ist nach der Venus der Planet, der der Erde am nächsten kommt. Wegen seiner Farbe wird er auch der „rote Planet“ genannt. Die

Griechen verbanden diese Farbe mit dem bei Kriegen vergossenen Blut und benannten ihn nach ihrem Kriegsgott Ares – bei den Römern hieß er Mars. Die zwei Monde des Mars wurden nach den Söhnen des Kriegsgottes benannt und heißen demnach Phobos und Deimos, übersetzt Furcht und Schrecken. Der Planet Mars ist etwa 1,5-mal so weit von der Sonne entfernt wie die Erde. Seine Bahnellipse ist deutlich exzentrischer als die der Erde (siehe Abb. 2.3). Ein Marsjahr dauert 687 Erdentage, da er weiter von der Sonne entfernt liegt. Seine Rotationsdauer (Sol) ist etwa so lang wie die der Erde (Tag). Die Neigung der Rotationsachse ist in etwa gleich. Die der Achsneigung geschuldeten Jahreszeiten fallen in ihrer Ausprägung durch die Abstandsvariation des Mars für die beiden Hemisphären unterschiedlich aus.

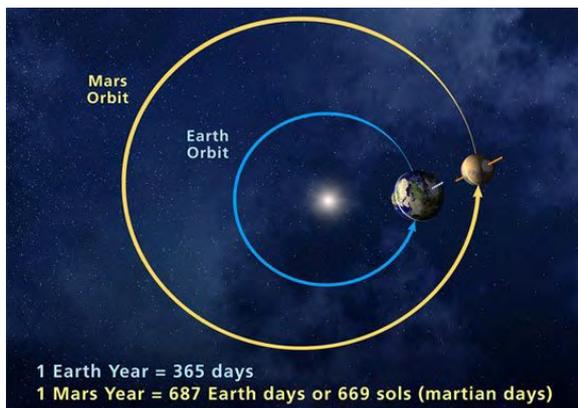


Abbildung 2.3: Die Umlaufbahnen von Erde und Mars im Vergleich (Quelle: NASA).

Der Mars ist deutlich kleiner als die Erde. Er besitzt etwa den halben Radius und ein Zehntel der Masse. Entsprechend kleiner ist die Anziehungskraft des Planeten auf seine Atmosphäre, die vor allem aus Kohlenstoffdioxid besteht. So existiert auf dem Mars der sehr geringe Atmosphärendruck von ca. 6 mbar, auf der Erde beträgt er ca. 1 bar. Im Gegensatz zur Erde besitzt der Mars keine Plattentektonik (mehr?) und auch kein globales Magnetfeld.

Aktivitäten

Nach unseren Präsentationen suchten wir nach Möglichkeiten, dass sich die anderen Kursteilnehmer aktiv mit den astronomischen Inhalten

auseinandersetzen. Zum Aufbau des Sonnensystems baute Viktoria ein maßstabgetreues Modell (ein Maßstab für die Abstände und ein anderer für die Radien) des Sonnensystems mit Bindfaden und Pappscheiben, die die Planeten darstellten. Außerdem stellte sie ein Memory her, bei dem man Steckbriefe zu Bildern der Objekte zuordnen musste, um seine neu erlangten Kenntnisse testen zu können. Das Wissen um die Entstehung des Sonnensystems vertieften wir durch ein Quiz mit Fragen zum Thema und durch ein Puzzle, welches Maren im Zuge ihrer Expertenpräsentation im Vorfeld angefertigt hatte, um uns ihre Präsentationsinhalte auf aktiver Ebene näher zu bringen.



Abbildung 2.4: Die Kursteilnehmer beim Ausüben der Aktivitäten (oben: Memory, unten: Puzzle).

Quellen

- [1] Brockhaus Enzyklopädie, 19. Auflage, 2. Band, Seiten 223–225
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Häufigkeiten_chemischer_Elemente
- [3] Backhaus, Udo; Lindner, Klaus: Astronomie Plus, Cornelsen Verlag, Berlin (2005)

Mars und Erde im Vergleich – Planetologen

TIM SÖHNER, DANIEL HAUCK

Wie Planetologen denken

Die Planetologie ist die Wissenschaft, die sich mit den nichtstellaren Himmelskörpern beschäftigt. Ein Planetologe wird bei der Antwort auf die Frage nach Leben auf dem Mars etwas zu seinen grundlegenden Eigenschaften, zu seiner Landschaft, seiner Atmosphäre und zu seinen Bodenschätzen aussagen können. Dabei wird er immer wieder den Vergleich zur Erde suchen, um die Unterschiede besser zu verstehen.

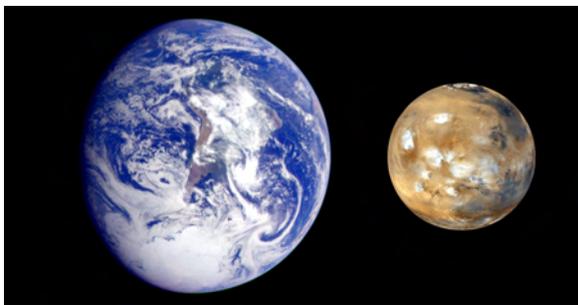


Abbildung 3.1: Mars und Erde im richtigen Größenverhältnis (Quelle: NASA).

Mars und Erde im Vergleich

Eine wichtige Eigenschaft eines Planeten ist seine Masse. Mit ihrer Hilfe lassen sich viele Gegebenheiten auf einem Planeten erklären. Die Masse des Mars beträgt mit $6,41 \cdot 10^{23}$ kg rund ein Zehntel der Erde. Dies ist auch der Grund, warum die Gravitationskraft des Mars im Vergleich zur Erde geringer ausfällt. Die nächste wichtige Größe ist das Volumen, welches sich mit Hilfe des Marsradius berechnen lässt. Aus den Größen Masse und Volumen kann man die mittlere Dichte bestimmen, welche uns wiederum Aufschluss über das Innere des Planeten gibt. Mit einer mittleren Dichte von $3,9 \text{ g/cm}^3$ ist diese etwas geringer als die der Erde ($5,5 \text{ g/cm}^3$). Für einen Marsflug, sei es bemannt oder unbemannt, ist natürlich auch die Entfernung zwischen Sonne und Mars, und auch die Dauer eines Marstages wichtig. Der Mars ist ca. 1,5-mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde und ein Marstag (Sol)

dauert rund 24 h 37 min. Daneben gibt es noch einige weitere wichtige Faktoren wie Atmosphärendruck, Vulkanismus und Magnetfeld. Diese Werte sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

	Mars	Erde
Masse	$6,41 \cdot 10^{23}$ kg	$5,96 \cdot 10^{24}$ kg
Äquatorradius	3397 km	6378 km
Fallbeschleunigung	$3,69 \text{ m/s}^2$	$9,81 \text{ m/s}^2$
Magnetfeld	nein	ja
Plattentektonik	nein	ja
Vulkanismus	ja	ja
Atmosphärendruck	6 mbar	1013 mbar

Tabelle 3.1: Wichtige Eigenschaften von Mars und Erde im Vergleich.

Die MOLA-Karten

Um einen besseren Überblick über die Marstopographie zu bekommen, braucht man zuverlässige Höhenkarten. Da aber auf den Fotos Höhen und Tiefen nur schlecht sichtbar sind, startete die NASA 1996 die MGS (Mars Global Surveyor) Sonde. An Bord befand sich u. a. das MOLA-Gerät (Mars Orbital Laser Altimeter). Dieses Gerät tastete die Oberfläche des Mars mit Hilfe eines Lasers Stück für Stück ab, und errechnete aus dessen Signallaufzeit die Entfernung (ähnlich, wie bei einem Echolot). So entstand nach und nach eine präzise Höhenkarte des Mars, die sogenannte MOLA-Karte (siehe Abb. 3.2).

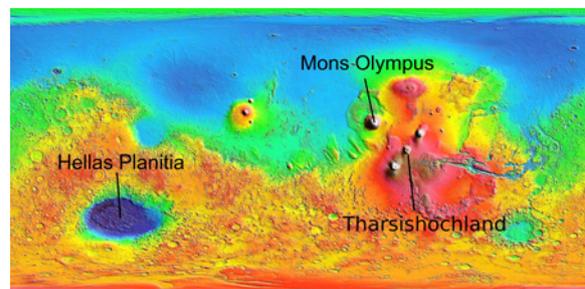


Abbildung 3.2: Die MOLA-Karte mit markanten Marsregionen. (Quelle: NASA).

Die Mission Mars Express

Viele der Forschungsergebnisse stammen von Marsmissionen der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA. Aber auch Europa ist an der

Marsforschung beteiligt, allerdings wurde bisher nur eine europäische Mission zum Mars geschickt, eine weitere wird folgen. Bis dahin ist jedoch Mars Express die einzige europäische Sonde, die den Mars genauer untersucht hat.

Mars Express wurde am 2. Juni 2003 vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur, dem mit 6.717 km² größten Raketenstartplatz der Welt, gestartet. Eine russische Sojus-Rakete brachte die Sonde erfolgreich zum Mars. Sie erreichte am 25. Dezember ihren Orbit, von dem aus sie bis heute Daten über den Mars sendet, obwohl die Mission eigentlich nur für 1 Marsjahr (687 Erdentage) geplant war.

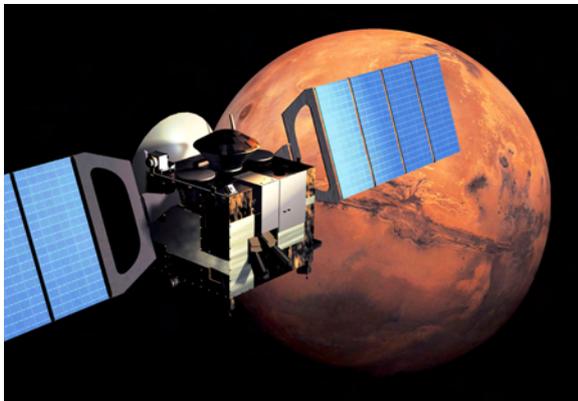


Abbildung 3.3: Mars Express im Orbit mit dem Vallis Marineris im Hintergrund (Quelle: ESA).

Mars Express sollte die Marsoberfläche komplett kartografieren. Außerdem wurden meteorologische, geologische und mineralogische Daten über den Mars gesammelt. Der Lander der Mission, Beagle 2, wurde nach dem Forschungsschiff HMS Beagle, auf dem Darwin Forschungsergebnisse gesammelt hat, benannt. Er sollte sich genauer mit dem Gestein und der Suche nach Leben auseinandersetzen. Das konnte er allerdings nie tun, da er auf seinem Weg zur Oberfläche verscholl. Später wurde dann ein Einschlagskrater gefunden, von dem man vermutet, dass er von Beagle 2 stammt. Dieser war von Anfang an der Teil der Mission, der am wenigsten erfolgversprechend war. Er wurde nur mitgenommen, da auf der Sojus noch 100 kg Nutzlast übrig waren. Da er nicht von der ESA, sondern von dem Wissenschaftler Colin T. Pillinger geplant und gebaut wurde, durfte die Weltraumbehörde keine Entscheidungen tref-

fen. Weil die geplanten Sponsoren nicht gefunden und das Projekt teurer als geplant wurde, stand schon im Jahr 2000 zu wenig Geld für den Lander zur Verfügung. Also sollte dieser ausgelassen werden, was das Entwicklungsteam mithilfe der Presse erfolgreich verhinderte. Das fehlende Geld, ca. 24 Mio. Euro, bezahlte die ESA. Mit diesen knappen Mitteln musste an der Landetechnik gespart werden, was sich später als Fehler erweisen sollte.

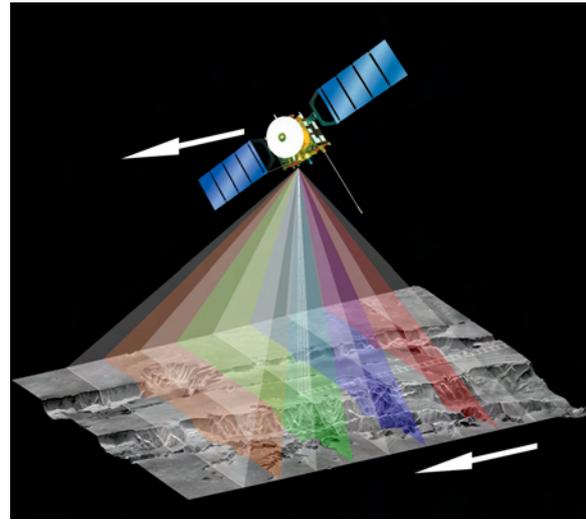


Abbildung 3.4: Mars Express scannt die Marsoberfläche mit Hilfe der HRSC (Quelle: DLR).

Abgesehen von der Bruchlandung von Beagle 2 war Mars Express aber sehr erfolgreich und liefert auch heute noch Daten von seinen sieben Instrumenten. Darunter ist die HRSC (High-Resolution Stereoscopic Camera), die die Marsoberfläche in 3D kartografierte. Diese Technik ist im Vergleich zur Laserhöhenmessung zwar nicht so genau, aber dafür viel schneller, da nicht jeder Punkt einzeln abgetastet wird, sondern eine ganze Zeile bzw. Fläche gleichzeitig aufgenommen wird. Die ca. 20 kg schwere Kamera hat eine Auflösung von 10 m bis 30 m, d. h. ein Pixel des Bildes erfasst einen Bereich von mindestens 10 m Kantenlänge. Durch den SRC (Super Resolution Channel), einem zusätzlichen quadratischen Sensor, können einzelne Gebiete mit einer Auflösung von bis zu 2 m fotografiert werden. Die eigentliche Kamera besteht aus 9 CCD-Sensor-Zeilen (CCDs werden auch als Sensoren in Digitalkameras verwendet) mit je 5.184 Pixeln. Fünf davon sind in unterschiedli-

chen Winkeln angeordnet, woraus die Forscher die 3D-Informationen bekommen. Die anderen vier sind mit Farbfiltern ausgestattet, um zusätzlich Farbinformationen zu bekommen. Mit den Zeilen wird die Oberfläche „abgescannt“ (siehe Abb. 3.4).

Mars Express wird nicht die letzte europäische Mars-Mission gewesen sein. ExoMars, eine Mission bei der auch die NASA mitbeteiligt ist, soll 2016 starten und dann ab 2018 mit einem Rover den Mars auf Spuren nach Leben absuchen. Vielleicht werden dann auch Lebewesen gefunden. Man kann nur auf das gespannt sein, was die Marsforschung in der Zukunft bringen wird.

Aktivitäten

Eine Aktivität bestand darin, eine Höhenkarte des Mars als Puzzle zusammensetzen (siehe Abb. 3.5). Anschließend besprachen wir noch die Besonderheiten einzelner Marsregionen, z. B. das Tharsishochland (siehe Abb. 3.2). Dieses liegt rund 10 km höher, als der Rest des Mars. Außerdem befinden sich dort drei große Vulkane. In der Nähe dieses Hochlandes liegt zudem der Mons Olympus. Dieser Vulkan ist mit etwa 25 km Höhe der höchste Berg im Sonnensystem.



Abbildung 3.5: Wir puzzeln die Höhenkarte des Mars zusammen.

Des Weiteren haben wir uns mit einer Methode beschäftigt, die die Forscher zur Altersbestimmung einer Gegend benutzen. Dabei werden die Krater auf einer bestimmten Fläche gezählt

und mit einer Aufnahme eines anderen Gebiets mit gleicher Auflösung und Größe verglichen. Da bei jüngeren Gebieten die Zeitspanne, in der andere Körper einschlagen können, relativ kurz ist, haben diese auch weniger Krater. Diese Gebiete findet man überwiegend im nördlichen Teil des Mars. In den älteren Regionen auf der südlichen Halbkugel dagegen sind mehr und teilweise ineinander liegende Krater vorhanden.

Quellen

- [1] <http://www.dlr.de/mars> (18.09.2010)
- [2] http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express (18.09.2010)

Gesteine auf der Erde und auf dem Mars – Geologen

DERYA HEPER, THERESA REUSTLE

Geologie

Traditionell erforschen Geologen den Aufbau und die Zusammensetzung der Erde. Heute dehnt sich ihre Forschung zudem auch auf andere Körper im Sonnensystem aus. Die geologische Forschung erfordert die Betrachtung der Formen der Planetenoberfläche, die Erkundung der Strukturen sowie der physikalischen und chemischen Bedingungen im Inneren und die genaue Klassifikation der Gesteine, die von allen möglichen Orten (Steinbrüche, Bergwerke, Bohrungen, ...) gesammelt werden. Geologen arbeiten viel im Gelände oder auch unter Tage. Mit Bohrungen kann Gesteinsmaterial aus bis zu 10 km Tiefe an die Oberfläche gebracht werden. Geologen klassifizieren die Gesteine schon vor Ort, genauere Untersuchungen finden im Labor statt. Die Ergebnisse liefern Informationen darüber, ob ein bestimmtes Gebiet geologisch interessant ist, Bodenschätze enthält, wie die Bedingungen waren, unter denen die Erde entstand und das Alter und den Aufbau der Erde (oder eines anderen Himmelskörpers).

Gesteinsarten

Es gibt über 100 Gesteinsarten. Jede Gesteinsart lässt sich in eine der drei Gesteinsgruppen Magmatite, Sedimentite und Metamorphite einordnen, die sich hinsichtlich ihrer Entstehung

unterscheiden. Diese zeigt sich im Gesteinsgefüge, das aus der Textur (räumliche Anordnung der Minerale) und der Struktur (Größe, Form und Kristallentwicklung der Minerale) besteht, der Farbe (sie gibt häufig Auskunft über die enthaltenen Minerale), der Korngröße und der Dichte.



Abbildung 4.1: Magmatisches Gestein auf der Marsoberfläche (Quelle: NASA/Lyle.org Private).

Magmatische Vulkanite weisen häufig zahlreiche Hohlräume auf und besitzen nur einzelne große Kristalle. Sie bestehen aus einer feinen bis dichten Grundmasse, in der keine Minerale erkennbar sind. Beispiele hierfür sind Basalt, Lava und Porphyr. Magmatische Plutonite hingegen besitzen große, gut entwickelte Mineral Körner und Kristalle. Sie sind sehr kompakt und besitzen eine hohe Festigkeit und Dichte. Granit, Gabbro und Syenit sind Plutonite. Sedimentgesteine sind meistens geschichtet und enthalten gelegentlich Fossilien. Manchmal sind sie porös (vgl. bei Sandstein) und können aus Bruchstückchen aufgebaut sein. Metamorphite werden auch Umwandlungsgesteine genannt, da sie aus bereits vorhandenen Gesteinen nach starker Temperatur- oder Druckzunahme entstehen. Metamorphe Gesteine sind oft gestreift oder lagig angeordnet, die Minerale sind gut auskristallisiert und sie sind meistens sehr kompakt. Dies zeigt sich gut bei Marmor, Gneis und Schiefer.

Gesteinsbildung

Gesteine unterliegen einem ständigen Kreislauf, indem sie zu anderen Gesteinsarten umgewandelt werden. Wenn aufsteigendes, flüssiges Magma (Gesteinsschmelze) abkühlt, kristallisieren die enthaltenen Minerale aus, und es entstehen magmatische Gesteine. Bei der Entstehung der Kristalle spielt die Geschwindigkeit der Abkühlung eine große Rolle. Je schneller das Magma abkühlt, desto kleiner werden die Kristalle. Kristallisieren magmatische Gesteine in großer Tiefe der Erdkruste, entstehen grobkörnige Tiefengesteine, auch Plutonite genannt.



Abbildung 4.2: Hämatitkugeln, ein so genanntes „Blue-berry“ (kugelförmiger Einschluss im Bild rechts), in fein geschichtetem Sedimentgestein, gefunden im Landekrater des Rovers Opportunity (Quelle: NASA).

Wenn die Gesteinsschmelze hingegen an der Erdoberfläche kristallisiert, entstehen magmatische Oberflächengesteine, die Vulkanite (Ergussgesteine). Durch chemische und physikalische Verwitterung entstehen aus ihnen verschieden große Bruchstücke, die von Flüssen, Wind und Eis transportiert und schließlich abgelagert werden. Man spricht hier von lockeren Sedimentgesteinen. Geraten die zunächst lockeren Sedimente unter zunehmenden Druck, entstehen verfestigte Sedimentgesteine. Den Vorgang vom Lockergestein zum Festgestein nennt man Diagenese. Aus jeder Art von Ausgangsgestein entstehen unter sehr hohem Druck und/oder bei sehr großer Temperatur (bei der Gesteinsmetamorphose) Metamorphite. Kommt es dann zu einer Aufschmelzung der Metamorphite, ent-

steht Magma, aus der sich wieder Magmatite bilden – der Kreislauf schließt sich.

Marsgestein

Auf dem Mars ist die Vielfalt der Gesteine im Vergleich zur Erde viel geringer. Überwiegend magmatische Gesteine, die vom Aussehen irdischen Basalten ähneln, wurden auf der Marsoberfläche gefunden (siehe Abb. 4.1). Außerdem sind auf dem Mars lockere Sedimente, wie z. B. Eisenoxidstaub in Becken und Kratern aufzufinden. Metamorphite wurden nicht gefunden, vor allem deshalb, weil der Mars keine Plattentektonik besitzt. Somit können die Tiefengesteine nicht gehoben werden.

Für Aufregung sorgte der Fund von Hämatit und Goethit (siehe Abb. 4.2). Diese Mineralien entstehen unter Einfluss von flüssigem Wasser. Daraus lässt sich schließen, dass es früher einmal flüssiges Wasser auf dem Mars gegeben hat.



Abbildung 4.3: Teilnehmer des Astrokurses bei der Gesteinsbestimmung.

Aktivitäten

Zur Festigung und Anwendung unseres geologischen Grundwissens sind wir aktiv geworden. Eine Aktivität bestand aus einem Memory-Spiel über Gesteine. Es galt, zwei zusammen passende Kärtchen zu finden, bei denen z. B. eine Definition einem Stichwort zugeordnet ist, ein Bild zu einem Stichwort passt oder ein unvollständiger Satz mit dem zweiten Kärtchen vervollständigt wird. Bei einer anderen Aktivität galt es, selbst Gesteine zu bestimmen.

Dazu hat jeder Teilnehmer eine Probe erhalten und ihr die Gesteinsart, den Gesteinsnamen und eine Besonderheit des jeweiligen Gesteins zuordnen müssen (siehe Abb. 4.3 und 4.4).



Abbildung 4.4: Gesteinsprobe, die es zu klassifizieren galt (siehe auch Abb. 4.3).

Beispiel 1

Der in Abb. 4.3 links untersuchte Stein kann in Abb. 4.4 groß betrachtet werden. Es handelt sich um einen Metamorphit. Dies erkennt man am Gefüge. Der Stein enthält keine Poren und keine Fossilien, ist kompakt und gestreift. Die weiße Farbe und die CO_2 -Bildung nach Beträufeln mit verdünnter Salzsäure (Säuretest) lassen auf das Mineral Calcit schließen. Reiner Calcit bedeutet, dass es sich um Marmor handelt.

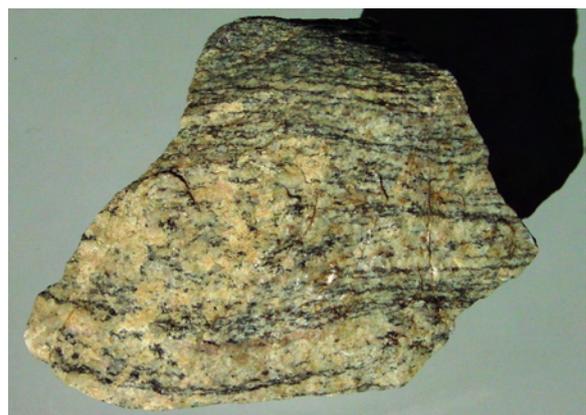


Abbildung 4.5: Gesteinsprobe, die es zu klassifizieren galt (siehe auch Abb. 4.3).

Beispiel 2

Der in Abb. 4.3 untersuchte rechte Stein kann in Abb. 4.5 groß betrachtet werden. Es han-

delt sich ebenso um einen Metamorphit. Das Gefüge ist lagig. Die überwiegend enthaltenen Mineralien sind Feldspat und Quarz (helle körnige Schichten) und Eisen-Magnesium-Mineralie (dunkle Schichten). Es ist ein Gneis.

Quellen

- [1] Price, Monica; Walsh, Kevin: Gesteine & Minerale, DK-Verlag, Naturführer, Seiten 3–14, Starnberg, 2006
- [2] Geographie, Basiswissen Schule, Duden Verlag, S. 104–108
- [3] http://www.lehrer-online.de/gesteine.php?show_complete_article=1 (20.9.2010)
- [4] Klein, Johannes: Herder Lexikon Geologie und Mineralogie, Seiten 18–25, Freiburg, 1990

Roboter auf dem Mars – Robotiker

PATRICK MOURS, SONJA HÄFFNER

Was ist ein Roboter?

Per Definition sind Roboter stationäre oder mobile Maschinen, die nach einem bestimmten Programm festgelegte Aufgaben erfüllen. Der Begriff stammt ursprünglich von dem slawischen Wort „rabota“ ab, was so viel wie „Arbeit“ bedeutet. In der Astronomie, sowie in der Planetologie werden Roboter zur Erkundung und Erforschung des Weltalls eingesetzt. Die Gründe dafür sind vielfältig. So können Roboter in Situationen eingesetzt werden, die für den Menschen viel zu gefährlich oder nicht abschätzbar wären. Kosmische Strahlung stellt im Regelfall kein Problem für die selbständigen Maschinen dar, und die moderne Technik operiert auch bei großen Temperaturschwankungen. Sofern die Stromversorgung gesichert ist, werden Roboter niemals müde, und psychologische Probleme durch Heimweh, Enge, Stress und fehlende Kontaktpersonen sind ihnen ebenfalls völlig fremd. Einmal programmiert, sind Roboter in der Lage, eigenständig vielfältige Aufgaben zu erfüllen. Eine klassische Fernbedienung benötigt der Roboter nicht, denn durch vorher im Detail festgelegte Arbeitsabläufe und Reaktionsschemata kann er relativ eigenständig auf seine Umgebung reagieren, um z. B. Gesteinsproben zu entnehmen, Fotos zu machen oder

seine Fahrtroute, je nach den Gegebenheiten, neu zu bestimmen.

Spirit und Opportunity

Spirit und Opportunity (Abb. 5.1), auf Deutsch „Aufbruch“ und „Gelegenheit“, gehören zu den Robotern, die neue Maßstäbe setzten. Als robotische Marsrover erkunden sie seit mehr als sechs Jahren die Marsoberfläche und suchen nach Hinweisen für das Vorhandensein von flüssigem Wasser, also einer Grundlage von Leben.

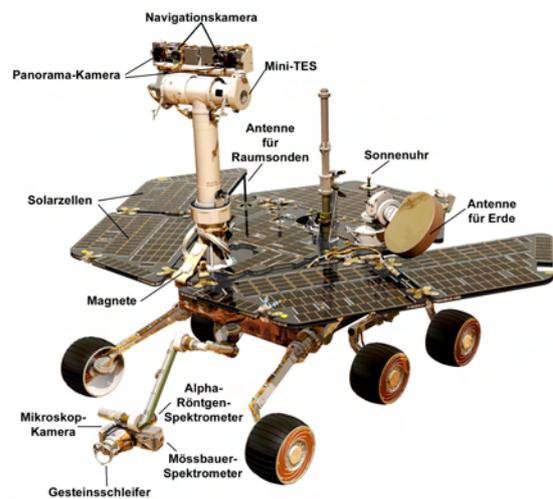


Abbildung 5.1: Wesentliche Teile von Spirit (Quelle: MPI für Chemie, Daniel Maas).

Das ursprüngliche Ziel von 90 Sol (Marstage) wurde weit übertroffen und ermöglichte einen deutlich größeren Forschungsradius als zunächst gedacht. Beide Rover wurden vom JPL der NASA geplant, gebaut und betrieben. Spirit startete am 10. Juni 2003, einem Jahr, in dem der Mars vergleichsweise nahe zur Erde stand, so dass viel Treibstoff gespart werden konnte. Einige Wochen später, am 7. Juli, begann auch Opportunity seine große Reise. Beide Rover konnten rund ein halbes Jahr später erfolgreich in zwei unterschiedlichen Gebieten auf dem Mars gelandet werden. Spirit begann seine Untersuchungen am Gusev Krater, auf der anderen Seite des Mars rollte Opportunity bei der Landung in den Eagle Krater. Dieser erwies sich letztendlich als wahre Goldgrube an geologischen Informationen, da eine Gesteinsformation frei von Bodengeröll vor dem Robo-

ter lag. Ausgestattet mit zwei Spektrometern, einem neu entwickelten Mobilitätssystem namens Rocker Boogie, einem Schleifgerät zum Abschleifen verwitterter Oberflächen, einem Mikroskop und verschiedenen Antennen sendeten die Rover seither unzählige Daten über die geologische Beschaffenheit und Bilder der Marsoberfläche zur Erde. 3D-Aufnahmen der Panoramakameras (Abb. 5.2) ermöglichen eine bessere Vorstellung der Umgebung, können bei der Volumenbestimmung von Gegenständen helfen und waren unter anderem für die Software notwendig, mit der die beiden Rover angesteuert wurden.

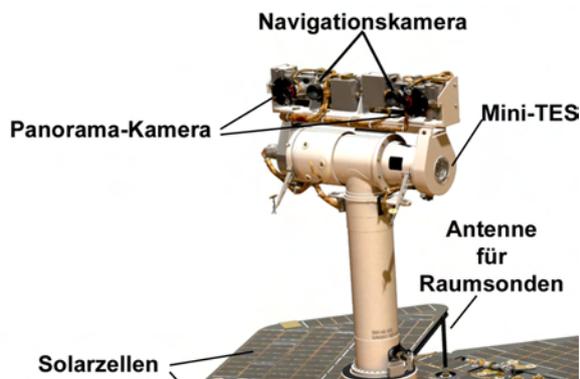


Abbildung 5.2: Kameramast von Spirit (Ausschnittsvergrößerung aus Abb. 5.1).

Nur aufgrund einer durch ein defektes Rad verursachten Schleifspur fand Spirit Siliziumdioxid im Boden und außerdem Goethit im Gestein, beides wiederum Hinweise auf flüssiges Wasser. Nachdem auch noch Sedimentstrukturen, die auf ein Fließgeschehen hindeuten, gefunden wurden, gilt es als nahezu sicher, dass einmal flüssiges Wasser auf dem Mars zu finden war.

Die Phönix-Mission

Die polnahen Regionen des Mars wurden durch Spirit und Opportunity nicht untersucht. Deswegen wurde die stationäre Planetensonde „Phönix“ mit der Aufgabe, Wassereis in großen Breiten nachzuweisen, zum Mars geschickt. Aus Kostengründen wurden Instrumente des 1999 zerschellten Mars Polar Lander zur Konstruktion verwendet. Daher kam auch der Name der Mission: Phönix, der Vogel, der aus seiner Asche auferstanden ist.



Abbildung 5.3: Künstlerische Darstellung von Phönix (Quelle: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona).

Phönix landete am 25. Mai 2008 ohne Probleme bei 68° Nord und 234° Ost (an dieser Stelle wurde Wassereis vermutet). Der Roboter hatte vier optische Systeme dabei, eine Panoramakamera, eine Roboterarmkamera und zwei Mikroskope. Um die Zusammensetzung des Bodens zu erfassen, wurde das „Wet Chemistry Laboratory“ eingesetzt, das Bodenproben erst mit Wasser versetzte. Daneben wurde der „Thermal and Evolved Gas Analyzer“ (TEGA) eingebaut, in dem Bodenproben auf bis zu 1000 °C erhitzt werden können. Durch die freigesetzten Gasmoleküle konnten Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Bodens gezogen werden. Mit dem Greifarm (siehe Abb. 5.3) konnte auch auf die mechanische Konsistenz des Bodens geschlossen werden. Das daran befestigte Instrument „Thermal and Electrical Conductivity Probe“ (TECP) konnte die elektrische Leitfähigkeit des Bodens bestimmen. Eine Wetterstation sollte außerdem noch Daten über das Wetter auf dem Mars liefern. Die Mission gab viele neue Einblicke in die Bodenzusammensetzung des Mars. Völlig überraschend war die Entdeckung von ungewöhnlich großen Mengen Perchlorat. Diese Entdeckung wirft jedoch weitere Fragen auf: Kann es nun überhaupt noch Lebewesen geben, da Perchlorat giftig ist? Lag das von früheren Sonden entdeckte Chlor auch als Perchlorat vor? Diese Fragen müssen von späteren Missionen noch geklärt werden.

Interessant waren auch die Daten von TEGA. Bei 800 °C konnte TEGA CO₂ freisetzen, was auf einen Kalziumkarbonatanteil im Boden von drei bis fünf Gewichtsprozent schließen lässt.

Da kein Schwefeldioxid freigesetzt wurde, ist folglich kein Magnesiumsulfat im Boden enthalten (Magnesiumsulfat würde sich unterhalb von 1000 °C zersetzen). Man vermutet, dass der Marsboden Kalziumsulfate enthält, denn diese zersetzen sich erst bei 1400 °C und geben Schwefeldioxid frei. Die vier Probenadeln des TECP bestimmten die elektrische Leitfähigkeit über den Widerstand. Da der Widerstand überall groß war, konnte an diesen Stellen kein Wasser im Marsboden enthalten sein (Wasser senkt den Widerstand). Das Eis musste also tiefer liegen. Eine vom Roboterarm ausgegrabene Probe verschwand nach ein paar Tagen, wie in Abb. 5.4 zu sehen ist, so dass vermutlich Eis gefunden wurde.



Abbildung 5.4: In der Grabschaufelspur von Phönix wurden vermutlich Eisklumpen freigelegt (im linken Bild links unten), die nach 4 Marstagen durch Sublimation verschwanden (Quelle: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University).

Aktivität mit der Vakuumpumpe

Was passierte aber mit dem Eis? Dazu muss das Phasendiagramm (Abb. 5.5) von Wasser zu Hilfe genommen werden. Da der Druck auf dem Mars 6 mbar beträgt, kocht Wasser auf dem Mars schon bei etwa 0 °C. Zum aktiven Verstehen dieser Tatsache brachten wir Wasser unter einer Vakuumpumpe bei Raumtemperatur zum Kochen (Abb. 5.5). Folglich schmilzt das Wassereis auf Mars nicht, sondern sublimiert direkt. Aus dem Phasendiagramm wird auch ersichtlich, dass es flüssiges Wasser auf dem Mars nur in sehr großer Tiefe, wo der Druck höher ist, geben kann.

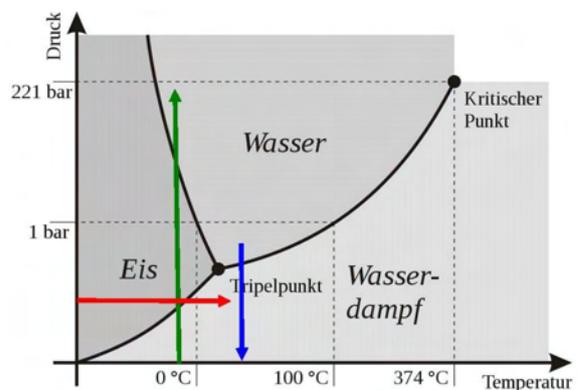


Abbildung 5.5: Wasser kocht im oben gezeigten Versuch bei 20 °C, wenn der Druck niedrig wird (blauer Pfeil im Phasendiagramm). Auf dem Mars sublimiert das Wassereis (roter Pfeil), bei hohem Druck wird es flüssig (grüner Pfeil).

Quellen

- [1] Scorza, Cecilia; Fischer, Olaf: Spurensuche auf dem Mars, didaktisches Material in *Sterne und Weltraum* 07/2009; (Sonderheft „Sieben Blicke in den Himmel“)
- [2] Goetz, Walter: Phoenix – Der Vogel, *Sterne und Weltraum* 08/2009, S. 40
- [3] <http://www.nasa.gov>

Leben auf dem Mars – Astrobiologen

MATTHIAS SINNWELL, THORSTEN HUBER

Astrobiologie

Die Astrobiologie ist noch ein sehr junger Wissenschaftszweig, bei dem sich die Forscher mit der Evolution, der Verbreitung, und damit auch

der Biodiversität (Artenvielfalt) beschäftigen. Astrobiologen müssen interdisziplinär arbeiten, da ihr Thema so umfassend und komplex ist, dass man verschiedene Experten braucht. So beschäftigt sich die Astrobiologie mit der Bildung der Sterne und ihrer Planetensysteme, der geologischen und geochemischen Entwicklung der Planeten und ihrer Atmosphären und der Suche nach Exoplaneten und deren Erforschung.

Untersuchungsmethoden

Mit Hilfe von astronomischen Beobachtungsmethoden, wie z. B. der Spektralanalyse, wird nach biologischen Signaturen von Leben gesucht. In unserem Sonnensystem ist es noch möglich, zu den Planeten zu fliegen und diese direkt zu untersuchen, und wenn es geht auch mit einer Untersuchung von Proben. Auch mit der Suche nach außerirdischer Technologie beschäftigen sich einige Wissenschaftler. So wird mit dem Seti-Projekt versucht Radiowellen oder Lichtsignale von fremden Zivilisationen zu finden. Doch 90 % aller Untersuchungen von Astrobiologen finden auf der Erde statt. Dort versuchen sie herauszufinden, welche Lebewesen unter extremen Bedingungen überleben können, um daraus besser einschätzen zu können, wo es auf einem Himmelskörper Leben geben könnte. Dazu werden auf der Erde die Wirkung extremer Lebensräume auf Lebewesen untersucht. Die Extremophilen sind Organismen, die sich extremen Umweltbedingungen angepasst haben. Sie leben in der Tiefsee in hydrothermalen Quellen, in Steinen, in Salzseen, unter dem Permafrost in der Arktis bzw. Antarktis in kleinen Wasserbläschen. Es gibt sogar auch Lebewesen, die radioaktive Strahlung als Energiequelle nutzen. Sie können hohe und niedrige Temperaturen sowie hohe Drücke überleben und ohne Licht und Nährstoffe auskommen.

Überlebenskünstler Bärtierchen

Um herauszufinden, ob Leben unter den extremen Marsbedingungen überhaupt möglich ist, hat man ein mikroskopisch kleines Lebewesen ins All geschickt, das Bärtierchen, das als Überlebenskünstler gilt.

Bärtierchen, oder Englisch Tardigrade, sind ca. 0,5 mm große Tierchen und leben bei uns auf der Erde praktisch überall, in Moosen, Ozeanen, Flüssen, in Gletschern und sehr wahrscheinlich auch direkt vor unserer Haustür.



Abbildung 6.1: Bärtierchen stark vergrößert: hier ca. 0,2 mm lang (Quelle: Deutsches Museum).

Bärtierchen gehören zu den vielzelligen Tieren. Sie haben 4 Rumpsegmente und 8 Stummelfüße, Stummelfüße, weil es gelenklose Ausstülpungen sind. Punktförmige, blau oder schwarz gefärbte Augen bilden mit einem Mund das Gesicht (siehe Abb. 6.1).

Erstaunlich ist, dass so ein Bärtierchen weder ein Herz, einen Blutkreislauf, geschweige denn eine Lunge besitzt. Eindrucksvoll ist, dass sie den schweren Umweltbedingungen des All standgehalten haben.

10 Tage lang umkreisten sie in einer Höhe von 270 km die Erde. Sie waren dabei extremer Kälte, dem Vakuum, kosmischer Strahlung, Nahrungs- und Wassermangel ausgesetzt! Trotzdem haben sie es dank einer raffinierten Prozedur überlebt und konnten sich auf der Erde wieder fortpflanzen.

Was haben sie gemacht? Dank verschiedener Resistenzstadien können sie allen Umweltbedingungen trotzen. Das bekannteste davon ist die sogenannte Kryptobiose. Es ist charakterisiert durch eine nahezu totale Drosselung des Stoffwechsels. Der Sauerstoffverbrauch fällt auf null und sie verwandeln sich in sogenannte Tönnchen (siehe Abb. 6.2).

So können sie Temperaturen von knapp -280°C überstehen, auch Wasser oder Sauerstoff ist nicht mehr lebensnotwendig. Wenn

dann wieder genügend Wasser und Sauerstoff vorhanden sind, können sich die Bärtierchen wieder in ihre Normalform zurückbilden und weiter leben, als wäre nichts passiert.



Abbildung 6.2: Draufsicht auf ein Bärtierchen-Tönnchen (Trockenform): hier 0,15 mm lang und 0,04 mm hoch (Quelle: Bärtierchenjournal, Nr. 51).

Auf Bärtierchensuche

Um uns diese unglaubliche Überlebenskunst besser vorstellen zu können, haben wir selbst Bärtierchen gesucht (siehe Abb. 6.3). Wir haben Moos gesammelt und dieses auf Bärtierchen hin untersucht. Nach gewissen Anlaufschwierigkeiten haben wir auch einige Bärtierchen gefunden – diese kleinen Geschöpfe schauen unter dem Mikroskop wirklich wie kleine Bären aus.

Zwei von den Bärtierchen haben wir tiefgefroren, zwei mussten ihre Standhaftigkeit unter der Vakuumpumpe beweisen, zwei wiederum wurden von einer UV-Lampe ca. 2 Stunden bestrahlt und zwei ließen wir zur Kontrolle unter lebensfreundlichen Umständen. Die Versuche klappten zwar nicht ganz wie geplant, dennoch war es sehr interessant zu sehen, wie so ein Bärtierchen mit solchen lebensfeindlichen Umständen umgeht. Bärtierchen sind „klein aber oho“ könnte man jetzt zurückblickend sagen. Auf jeden Fall hat es aber einen riesigen Spaß gemacht, so ein Bärtierchen zu untersuchen und sich darüber zu informieren.



Abbildung 6.3: Auf Bärtierchensuche.

Grundlagen des Lebens

Die Frage, die man sich im Zusammenhang mit Leben stellen muss, ist, was dafür notwendig ist. Für Leben sind drei Dinge wichtig. Diese sind eine Energiequelle, flüssiges Wasser als Lösungsmittel sowie zum Transport von Stoffen und eine Chemie auf Kohlenstoffbasis, da Kohlenstoff die Fähigkeit zur Bildung komplexer Moleküle besitzt und das Element mit der größten Vielfalt an chemischen Verbindungen ist. Damit es auf einem Himmelskörper flüssiges Wasser geben kann, darf er nicht zu nah oder zu weit von seinem Stern entfernt sein. Diesen Abstandsbereich, in dem flüssiges Wasser möglich ist, nennt man die habitable Zone (siehe Abb. 6.4).

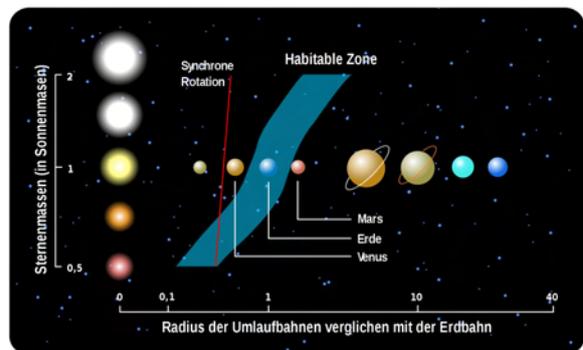


Abbildung 6.4: Habitable Zonen bei Sternen verschiedener Massen (Quelle: FrancescoA).

Wie sieht es auf dem Mars mit unseren Voraussetzungen für Leben aus? Da alle Planeten aus sehr ähnlichem Gas- und Staubmaterial entstanden sind, müssen sie auch alle die gleichen

Bestandteile, die Elemente, beherbergen.

Der Mars liegt nahe an der habitablen Zone (siehe Abb. 6.1), aber bei seiner derzeitigen Durchschnittstemperatur von -65 °C wird man auf seiner Oberfläche kein flüssiges Wasser finden. Doch aus Funden von Mineralien, welche zu ihrer Entstehung flüssiges Wasser benötigen, weiß man, dass es auf dem Mars einmal flüssiges Wasser gegeben haben muss. Inzwischen wurde durch Messungen herausgefunden, dass es unter der Oberfläche des Mars Wasser gibt. Die Vermutungen gehen dahin, dass es tief unter der Oberfläche sogar flüssiges Wasser geben könnte. Doch was könnten Lebewesen als Energiequelle benutzen? Könnten Lebewesen auf dem Mars wie unsere Pflanzen die Sonne als Energiequelle benutzen? Leider nein, denn der Mars besitzt keine schützende Ozonschicht und auch kein globales Magnetfeld. So sind sie dem Sonnenwind und der UV-Strahlung schutzlos ausgeliefert. Das ist auch der Grund, warum man davon ausgeht, dass es auf der Oberfläche kein Leben gibt. Unter der Erde wären die Lebewesen vor dem Sonnenwind und den UV-Strahlen sicher, doch können sie dort die Sonne als Energiequelle nicht nutzen. Dort könnten sich Lebewesen von der Umwandlung anorganischer Verbindungen ernähren. Leben auf dem Mars wird nur unterirdisch vermutet. Dort könnten Mikroorganismen in ökologischen Nischen leben. Eine andere Vermutung ist, dass es in der Nähe der großen Vulkane einmal hydrothermale Quellen gab, bzw. immer noch gibt. Dort würde es dann flüssiges Wasser geben, und die Temperaturen wären lebensfreundlicher. Auch könnte es wie auf der Erde unter den riesigen Eismassen an den Polkappen flüssiges Wasser, vielleicht auch nur kleine Wasserbläschen geben, in denen Leben möglich wäre. Aber damit man die Chance hat, extraterrestrisches Leben zu finden, muss verhindert werden, dass Lebewesen von der Erde auf andere Planeten eingeschleppt werden. Um dies zu gewährleisten, gibt es seit 1967 einen internationalen Vertrag, der Missionen genau vorschreibt, wie rein bis steril sie sein müssen. Auch wenn es kein Leben auf dem Mars mehr gibt, so könnten immer noch Überreste (Fossilien) von Lebewesen, die in der lebensfreundlicheren Frühphase des Mars entstanden sind, gefunden werden.

Quellen

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Exobiologie> (20.09.2010)
- [2] Horneck, Gerda: Leben auf dem Mars, Sterne und Weltraum 10/2008
- [3] www.innovations-report.de (20.09.2010)
- [4] www.wikipedia.org/wiki/Bärtierchen (20.09.2010)

Zukunftsmusik – Raumfahrtingenieure

JOSCHA ERBIS, MARKUS BAUR

Was machen Raumfahrtingenieure

Raum- und Luftfahrtingenieure bauen und entwickeln Luft- und Raumfahrzeuge aller Art und Größe. Auch der Betrieb von Raumsonden oder Satelliten gehört zu ihrem Arbeitsfeld. Wichtig ist ein gutes Fachwissen in den Bereichen Physik, Mechanik und Werkstoffkunde sowie Kenntnisse in der Aerodynamik, im Triebwerksbau und in der Elektronik.

Der bemannte Marsflug

Der unbemannte Marsflug ist schon lange möglich, und es werden in diesem Bereich zahlreiche Forschungen durchgeführt. Doch der bemannte Flug zum Mars ist momentan noch eher unpopulär. Im Ergebnis früherer Studien zum bemannten Marsflug war dieser zu teuer und technisch noch nicht machbar. Der US-amerikanische Raumfahrtingenieur und Gründer der Mars Society (Organisation, die sich für den bemannten Marsflug einsetzt) Robert Zubrin hat sich zum Ziel gesetzt, den bemannten Marsflug wieder bekannter und interessanter zu machen. Er entwickelte das Mars Direct Szenario (Abb. 7.1), mit dem es möglich ist, den Mars zeitnah und relativ kostengünstig zu erreichen.

Der Schlüsselgedanke dieses Szenarios ist es, den Treibstoff für den Rückflug durch die Anwendung eines einfachen chemischen Prozesses auf der Marsoberfläche zu produzieren. Lediglich 6 Tonnen Wasserstoff von der Erde reichen aus, um die benötigten 96 Tonnen Treibstoff

mit Hilfe des Kohlenstoffdioxids aus der Marsatmosphäre zu produzieren.

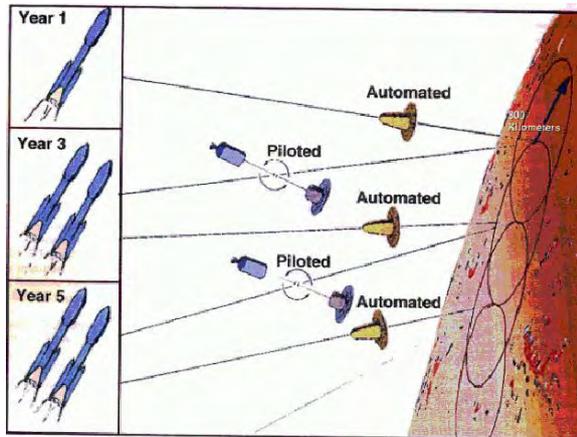


Abbildung 7.1: Missionsplan von Mars direct (Quelle: Mars Society, J. Lagarde, Robert Murrey).

Ein weiterer entscheidender Punkt des Szenarios ist die Aufteilung der Mission in 3 Starts, die je 2 Jahre auseinander liegen. Mit dem ersten Start wird die Chemiefabrik zur Treibstoffherzeugung, eingebaut in das Raumschiff für die Rückkehr, auf den Mars gebracht. Dieses sogenannte ERV (Earth Return Vehicle) wird auf einer Transferbahn zum Mars fliegen, die den Bahnen früherer unbemannter Missionen recht ähnlich ist. Sie ist so gewählt, dass das Raumschiff einigermaßen schnell (ca. 7 Monate) und treibstoffsparend zum Mars gelangt.

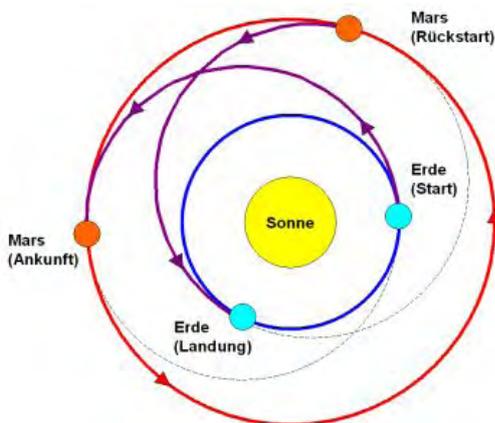


Abbildung 7.2: Transferbahnen Erde-Mars und Mars-Erde (Quelle: online-astronomie.de).

Diese Transferbahn ist der so genannten Hohmannbahn nachempfunden. Entwickelt wurde

sie von dem deutschen Ingenieur Walter Hohmann und ist die energetisch günstigste Bahn um zwischen den beiden Umlaufbahnen zweier Planeten zu wechseln. Sie bildet eine Ellipse, die sich an beide Umlaufbahnen schmiegt. Beim Erreichen des Zielplaneten steht dieser in Konjunktion zur Position des Startplaneten beim Start der Raumfähre. Konjunktion bezeichnet den weitesten Abstand zweier Planeten, also wenn sie in einer Linie mit der Sonne in ihrer Mitte stehen.

Nach der erfolgreichen Produktion des Treibstoffes und gelungenem Test der Systeme auf dem Mars startet 2 Jahre später das Raumschiff mit den Astronauten, das HAB (von Habitat), welches ihnen auf dem Mars als Wohn- und Forschungsstation dienen wird. Dessen Flugbahn ist kürzer, sodass die Astronauten den Mars schneller erreichen werden, was aber deutlich mehr Treibstoff kostet. Ist der Mars erreicht, steht den Astronauten genügend Sauerstoff für die knapp 1,5 Jahre Aufenthalt zur Verfügung, da auch dieser von der Chemiefabrik produziert werden kann. Doch dazu, wie auch zu den weiteren Überlebensproblemen später. Ist der Marsaufenthalt beendet, kehrt das ERV mit den 4 Astronauten wieder zur Erde zurück. Nach einer sorgfältigen Prüfung durch die NASA und einigen Modifikationen zur Erhöhung der Sicherheit der Astronauten wurde das Projekt für durchführbar erklärt und der Preis auf ca. 50 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Überleben auf dem Mars

Eine Aufgabe der Raumfahrtingenieure besteht auch darin, die Technologie zu entwickeln, um das Überleben auf dem Mars zu ermöglichen. Hierzu stellen sich verschiedene Fragen:

- Wie gewinnt man Energie?
- Wie kann man Energie speichern?
- Woher kommt der Atmensauerstoff?
- Wie erzeugt man Wasser und Nahrung (man kann nicht genug mitnehmen)?
- Wie schützt man die Astronauten vor der Strahlung aus dem Weltraum?
- Wie entwickelt sich die Psyche, ohne Kontakt zu anderen Menschen?



Abbildung 7.3: So könnte eine Marsstation aussehen. Die großen Objekte sind hinten das HAB und das ERV und weiter vorn das Gewächshaus. Die Station liegt geschützt in einer Senke, würde wahrscheinlich über einer Wassersader errichtet und hat vmtl. einen Kernreaktor als Energiequelle. (Quelle: marsociety.org).

Zur Energiegewinnung wird wahrscheinlich die Kernkraft einen großen Beitrag leisten, da Solarzellen auf dem Mars wegen seiner größeren Entfernung zur Sonne nur ca. die halbe elektrische Leistung haben wie auf der Erde. Doch was passiert, wenn der Strom bzw. der Generator einmal ausfällt? Genau dann wird eine effiziente Speicherung von elektrischer Energie lebenswichtig, da ohne Strom weder die Heizung noch die Lüftung oder die Kommunikation funktionieren werden. Dies ist ein großes, noch nicht gelöstes Problem. Einige Technologien sind schon erforscht, wie z. B. die Brennstoffzelle, die aber nur eine Effizienz von ca. 60 % hat. Hierzu haben wir im Kurs verschiedene Experimente an Brennstoffzellen (z. B. die Messung der gelieferten Spannung) und mit einem Fahrzeug, dessen Elektromotor auch von einer Brennstoffzelle die Energie erhält, durchgeführt (siehe Abb. 7.4). Eine Speichertechnologie, die heute sehr vielversprechend scheint, ist die Redox-Flow-Batterie (siehe Kurs Theo-Prax).

Um Sauerstoff zu erzeugen, gibt es drei verschiedene Möglichkeiten. Die erste wäre, Wasser durch Elektrolyse zu spalten, um reinen Sauerstoff und reinen Wasserstoff zu erhalten. Wasser, auch Trinkwasser, erhielte man auf dem Mars durch Schmelzen und Filtern des dort vorhandenen Wassers in 10–10000 m Tiefe. Die



Abbildung 7.4: Ein mit einer Brennstoffzelle und Solarzellen versehenes Fahrzeug wird vorbereitet.

zweite Möglichkeit der Sauerstoffgewinnung basiert auf einem komplizierten chemischen Prozess, bei dem in der Atmosphäre vorhandenes CO_2 mit mitgebrachtem oder dort erzeugtem Wasserstoff zu Methan und Sauerstoff reagiert. Allerdings werden bei dieser Reaktion für 22,4 Liter Sauerstoff ca. 900 kJ Energie benötigt. So viel Energie benötigt man, um einen 1000 W-Tauchsieder 15 min lang zu betreiben. Die dritte Variante der Sauerstoffgewinnung beruht auf der Photosynthese von Pflanzen, die die Astronauten mitnehmen müssen, um genügend Nahrung für eine so lange Mission zu erzeugen. Diese Pflanzen würden in einem Gewächshaus (siehe Abb. 7.3) auf dem Mars wachsen.

Sehr kontrovers diskutiert wird der Schutz vor der Strahlung, der ein Astronaut außerhalb des Erdmagnetfelds bzw. der Erdatmosphäre ausgesetzt ist. Dieses Problem ist bisher nur teilweise lösbar. Um einen möglichst großen Schutz zu gewährleisten, ist es nötig, starke Magnetfelder um die Station (oder das Raumschiff) zu erzeugen, oder die Station weit unter der Marsoberfläche zu bauen. Alle diese Maßnahmen können die Stärke der Strahlung nur verringern, nicht komplett ausschalten. Nun zu einem der größten Probleme der bemannten Raumfahrt, der Frage, was passiert, wenn ein Mensch nahezu zwei Jahre keinen direkten Kontakt zu seinen Angehörigen hat und tagein tagaus mit den selben Menschen auf engstem Raum zusammen leben muss. Eine Antwort sollen Isolationsversuche geben. Einer dieser

Versuche ist das Mars 500-Projekt (siehe Abb. 7.5), in dem sechs Astronauten für 520 Tage eingesperrt werden, um Daten über das Verhalten der Probanden während dieser Zeit zu sammeln [1].



Abbildung 7.5: Mannschaft und Habitat nach dem Ende der 1. Phase der Isolationsstudie Mars500 am 14. 7. 2009 in Moskau (Quelle: ESA).

Quellen

- [1] <http://www.esa.int/SPECIALS/Mars500> (26.09.2010)
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzelle> (28.08.2010)
- [3] <http://www.raumfahrer.net/astronomie/planetmars/marsdirect.shtml> (05.09.2010)
- [4] <http://www.zumstein.org/default.asp?id=173> (02.10.2010)

Marsforschung im Team

Mars-Planetologen brauchen Modelle

VIKTORIA HERTER, TIM SÖHNER

Planetologen wollen u. a. verstehen, wie sich die Oberfläche eines Planeten formt. Dazu können Reliefmodelle hilfreich sein. Entsprechend hatte ein Team aus dem Astronomiekurs den Auftrag, ein Modell des Marsvulkans Mons Olympus anzufertigen. Ein erstes Ziel dieses maßstabsgetreuen Nachbaus war es, die unglaublichen Ausmaße des größten Vulkans im Sonnensystem zu begreifen und ihn mit der ebenfalls zu modellierenden Hauptinsel von Hawaii mit den beiden Vulkanen Mauna Kea und Mauna Loa zu vergleichen. Beim Bau dieser Modelle gingen wir wie folgt vor:

Zuerst übertrugen wir mit Hilfe einer Nadel oder mittels Projektion von einer Folie der Höhenlinienkarte die Umrisse jeder Höhenlinie auf dünne Styropopplatten (siehe Abb. 8.1). Wir wählten den Maßstab so, dass eine Platte samt Klebstoffschicht (ca. 4 mm) bei einer 5-fachen Überhöhung des Maßstabs in vertikaler Richtung jeweils immer 1000 Höhenmetern entspricht.

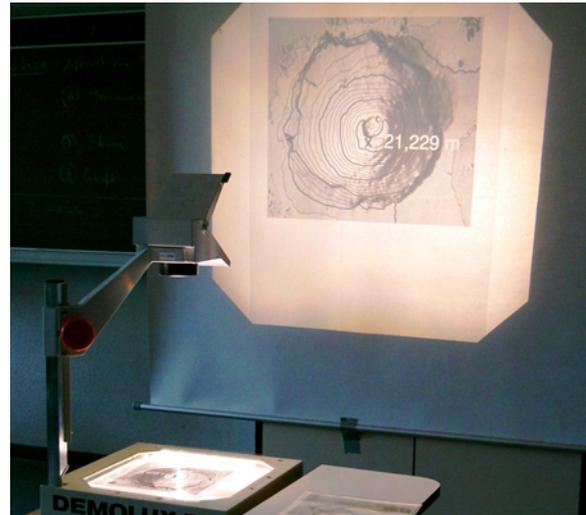


Abbildung 8.1: Übertragung der Höhenlinien.

Die ausgeschnittenen einzelnen Platten haben wir dann auf einem Grundbrett in der richtigen Reihenfolge und Lage mit einem Styroporkleber aufeinander geklebt (Abb. 8.2).

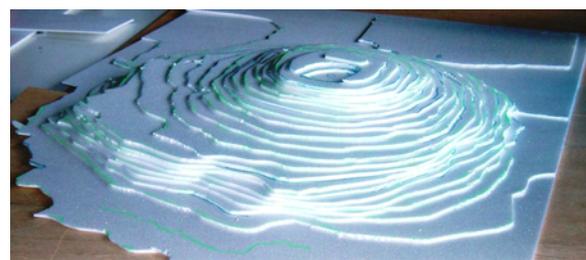


Abbildung 8.2: Modell von Olympus Mons.

Um die Modelle zu glätten, verwendeten wir Gipsbinden, mit denen wir die Oberflächen überzogen. Kleine Unebenheiten konnten nach dem ersten Trocknen mit Modellergips ausgeglichen werden (siehe Abb. 8.3).

Schließlich bemalten wir zusammen mit Cecilia die Modelle kunstvoll mit den passenden Farben (Abb. 8.3).

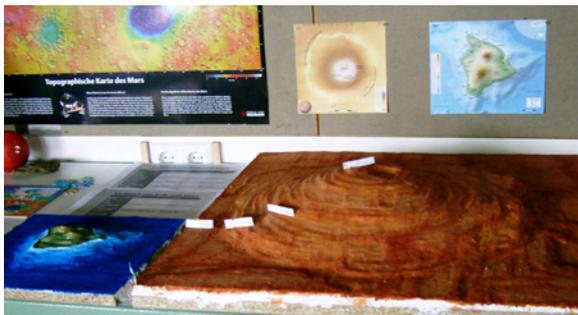


Abbildung 8.3: Oben: Glättung der Unebenheiten der Gipsbinden mittels Modelliergips, unten: unsere fertigen Vulkanmodelle.

Auf den Spuren von Mars Express

MAREN LANZENDORFER

Mars Express ist eine noch aktive Raumsonde im Umlauf um den Mars (ein Orbiter). An Bord von Mars Express befindet sich eine 3D-Kamera. Die Bilder dieser Kamera verschaffen den Forschern einen räumlichen Eindruck von der Marsoberfläche. 3D-Bilder unterstützen unser räumliches Vorstellungsvermögen und ermöglichen schnell eine Übersicht über das Relief einer Oberfläche. Für genauere Angaben benötigt man aufwendigere Laserhöhenmessungen. Aus 3D-Bildern von Mars Express wurde z. B. ersichtlich, dass der Mars eine ausgesprochen bewegte Klimageschichte hinter sich hat. Darauf deuten tiefe Täler auf der Marsoberfläche hin, die vor drei bis vier Milliarden Jahren Flüsse beherbergt haben könnten.

In der Gruppenaktivität haben wir eigene 3D-Bilder von verschiedenen Objekten hergestellt (siehe Abb. 8.4). Dazu nahmen wir jeweils zwei Bilder von einem Objekt auf, wobei wir die

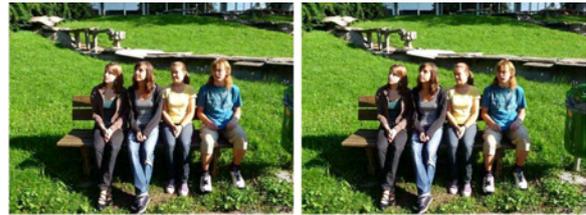


Abbildung 8.4: Oben: Vom linken zum rechten Bild wurde der Fotoapparat um 7 cm nach links verschoben. Unten: Das fertige 3D-Bild nach der Bearbeitung mit dem Programm GIMP.

Position des Fotoapparates nach dem ersten Bild um einen Augenabstand (ca. 7 cm) waagrecht verschoben haben. Für das Fotografieren ist es günstig, ein Stativ zu verwenden. Außerdem darf sich das fotografierte Objekt nicht bewegen.

Die beiden aufgenommenen Bilder bearbeiten wir mit dem Bildbearbeitungsprogramm GIMP (GNU Image Manipulation Program). Zunächst konvertierten wir beide Bilder in ein Graustufenbild, um danach ein Bild in Grün und das andere in Magenta (Komplementärfarbe zu Grün) umzuwandeln. Beide Bilder wurden nun übereinander gelegt, dass sie gleichzeitig sichtbar sind. Nach einigen leichten Lagekorrekturen (solange, bis keine magentafarbenen oder grünen Ränder mehr auftraten und die dritte Dimension gut erkennbar wurde) waren die Bilder schließlich fertig.

Um das erzeugte 3D-Bild betrachten zu können, benötigt man eine 3D-Brille. Diese ermöglicht es den Augen, jeweils nur einen Teil des farbig „kodierte“ Bildes zu sehen, indem sie für jedes Auge nur das Licht einer Farbe bzw.



Abbildung 8.5: Astrokurs beim Betrachten von 3D-Bildern.

ihrer Komplementärfarbe hindurch lässt. Mit einer 3D-Brille sieht das rechte Auge durch den grünen Farbfilter nur das Bild, das aus der rechten Kamera-Perspektive aufgenommen wurde, und das linke Auge sieht durch den magentafarbenen Farbfilter entsprechend nur das Bild aus der linken Kamera-Perspektive. Nur wenn diese beiden Bilder im Gehirn zusammengefügt werden, sehen wir ein 3D-Bild. (siehe auch: www.3d-brillen.de)

Ein Roboter für den Mars

PATRICK MOURS

Nachdem wir während des Kurses einiges über die Missionen der Marsrover Spirit und Opportunity erfahren hatten, ging es im Gruppenprojekt darum, ein möglichst getreues Modell der Rover nachzubauen, welches auch einige der Funktionen nachempfinden sollte. Dafür standen uns das Lego Mindstorms NXT-Set 2.0 und ein entsprechender Erweiterungskasten zur Verfügung.

Um aus den typischen Lego-Technik-Teilen, einigen Sensoren, drei Antriebs-Motoren und einem programmierbaren „intelligenten“ Baustein ein den Rovern ähnliches Modell zu entwickeln, war neben Teamgeist und Einfallsreichtum der vier „Robotiker“ auch schon einige Vorbereitungsarbeit im Vorfeld der Akademie nötig. So entstanden ein erster Nachbau sowie die Solarmodul-Modelle bereits in Heimarbeit vor der Akademie. Dieses Modell wurde dann während der Gruppenarbeitsphasen mit dem Akademie-Mindstorms-Set nachgebaut und dabei gemeinsam optimiert.

Allerdings ist auch ein naturgetreuer Nachbau (Abb. 8.6) noch lange kein Rover, der selbstständig steuerbar ist und bestimmte vorher festgelegte Abläufe durchführen kann. Hier kam die im Lego-Mindstorms-Set enthaltene grafische Software (mit selbigem Namen, wie der Roboter) ins Spiel, mit deren Hilfe wir ein kleines Programm entwickelten, das dem Rover erlaubte, Hindernisse zu erkennen, um diese anschließend zu umfahren.



Abbildung 8.6: In der „Roverwerkstatt“.

Das Auge des Rovers ist in unserem Fall der am „Kameramast“ befestigte Ultraschallsensor. Dieser kann Hindernisse (ab einer Gegenstandsgröße von ca. 30 cm) wahrnehmen und sendet dann ein Signal mit der Entfernung des Hindernisses an den programmierten Baustein („Brick“). Daraufhin erfolgt der Ausweichbefehl an die beiden Lenkungsantriebe an den Vorder- und Hinterrädern des Rovers. Die Stellung der Räder ermöglicht dabei einen möglichst kleinen Wendekreis. Das den echten Rovern eigene Mobilitätssystem (Rocker Boogie), in dem jedes Rad einzeln angesteuert wird, konnte man-

gels ausreichender Antriebssysteme leider nicht nachempfunden werden, und auch der Roboterarm musste auf einen eigenen Antrieb verzichten. Das Ausweichmanöver erfüllt der Rover inzwischen völlig selbständig.



Abbildung 8.7: Unser robotischer Rover.

Durch die Fertigung eines eigenen Rovers wurde uns bewusst, welche enormen Fähigkeiten Spirit und Opportunity auf kleinstem Raum vereinen und welchen unschätzbaren Wert sie für die Erkundung des Mars haben.

Exkursion in den „Tower“ für europäische Weltraumflüge

MARKUS BAUR

Der zehnte Akademietag brachte einen Höhepunkt für den diesjährigen Astronomiekurs. Wir fuhren zur ESA nach Darmstadt. Um 9:39 Uhr starteten wir in Adelsheim Nord mit der S-Bahn, und kamen um ca. 13:00 Uhr in Darmstadt auf dem Gelände des European Space

Operations Centre ESOC (Europäisches Raumflugkontrollzentrum) an. Am Eingang mussten wir unsere Pässe abgeben und bekamen eine Chipkarte. Dann führte uns ein ESOC-Mitarbeiter, Herr Dr. Landgraf, in den Hauptkontrollraum, von wo aus die meisten kritischen Manöver der Raumflugmissionen gesteuert werden. Er berichtete einiges über die Arbeit in diesem Raum und die zuweilen große Anspannung der dort Beschäftigten. Danach gab er uns einen Einblick in seine Tätigkeit als Missionsanalytiker. In dieser Funktion muss er die optimalen Routen der Raumflugobjekte berechnen. Dann erzählte er die Geschichte der ESA, die am 30. Mai 1975 aus der ELDO (European Launcher Development Organisation) und der ESRO (European Space Research Organisation) entstand.



Abbildung 9.1: Vor dem Haupteingang der ESOC.

Im zweiten Teil unseres ESOC-Besuchs bekamen wir eine Führung über das Gelände. Dabei beobachteten wir Wissenschaftler in Kontrollräumen von aktuellen und zukünftigen Missionen der ESA. So kamen wir am Missionskontrollraum für die Rosetta-Sonde vorbei, von der wir auch das völlig identische (etwa so groß wie ein Kleinwagen) und funktionsfähige Ingenieurmodell betrachten konnten. Rosetta wird voraussichtlich im November 2014 einen Lander auf dem Kometkern 67P/Tschurjumow-Gerasimenko absetzen und ihn dann auf seiner Bahn um die Sonne begleiten.

Wir konnten auch einen Blick in den Kontrollraum der Missionen Herschel und Planck werfen. Herschel beobachtet den Weltraum im infraroten Bereich und ermöglicht so z. B. Einbli-



Abbildung 9.2: Auf dem Gelände der ESOC vor einem Modell der Ariane-Trägerrakete.

cke in dichtere kosmische Staubwolken. Eine wichtige Führungsetappe war das Modell einer Ariane-5 Rakete. Vor diesem leistungsstarken „Transportpferd“ für die verschiedenen Satelliten, wie z. B. Herschel und Planck, entstand natürlich auch ein Gruppenfoto (Abb. 9.2). Abschließend wurde uns ein Film über aktuelle und schon beendete Satellitenmissionen und die Beteiligung der ESA an der ISS gezeigt. Unser Ausflug zur ESOC brachte uns den Sternen ein Stück näher.

Wir schauen zurück

SONJA HÄFFNER, THERESA REUSTLE

Die Akademie bot uns in vielen Bereichen fantastische Erfahrungen. Da wir in der Sommerakademie auf viele Gleichgesinnte trafen, entstand im Kurs eine gelockerte und freundschaftliche Atmosphäre, die uns die Möglichkeit bot, neue Freundschaften zu schließen. Es war toll, zu erleben, wie sich in nur zwei Wochen ein Zusammengehörigkeitsgefühl und eine richtige Gemeinschaft bildete, da schon nach kurzer Zeit ein jeder seinen Platz in der Gruppe gefunden hatte und die Kursteilnehmer sich gegenseitig ergänzten. Der herangewachsene Teamgeist

und Zusammenhalt waren die Voraussetzungen für das erfolgreiche interdisziplinäre Arbeiten im Kurs Astronomie.

Zusammen die unendlichen Dimensionen des Alls zu entdecken, ließ unsere Begeisterung für den Mars und den Sternenhimmel stetig wachsen. Uns erschlossen sich durch die Akademie einmalige Möglichkeiten, den Sternenhimmel genauer zu erforschen. Die Einführung in die griechische Mythologie der Sterne war ein sehr besonderes Ereignis für uns. Der Wunsch, andere Menschen mit der Flamme der Begeisterung anzustecken, wuchs in uns und wir sahen es künftig als unsere Aufgabe an, die griechischen Erzählungen weiterzugeben.

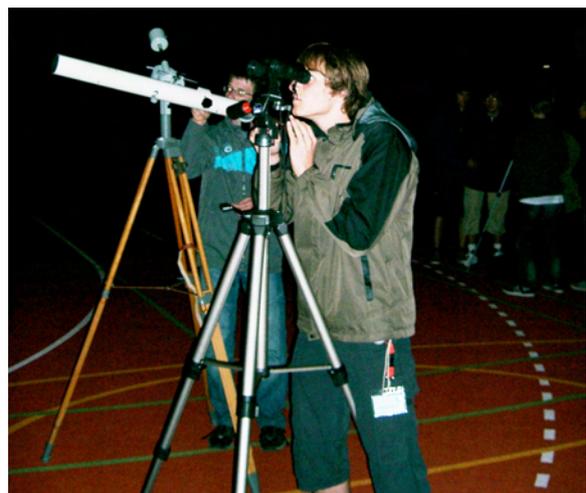


Abbildung 10.1: Beobachtungsabend auf dem Sportplatz.

Die gemeinsamen Präsentationen bei der Rotation und dem Abschluss der Akademie gaben uns die Möglichkeit, das neu Gelernte und Erforschte zu vertiefen und anderen zu vermitteln. Konstruktive Kritik der Kursteilnehmer gab uns weitere Möglichkeiten, uns zu verbessern und zu steigern. Zu sehen, was in zwei Wochen machbar ist, war für uns eine schöne Belohnung für das gemeinsame Arbeiten und Durchhaltevermögen. Wir werden diese wunderbare Zeit in Adelsheim niemals vergessen, und sind sehr dankbar für diese Chance!

Die Marsexperten stellen sich vor

Die Astronomen

Fasziniert vom Thema Mars, brachte Maren den Kurs durch ihren Wissensdurst voran. Im Astronomie-Kurs fand sie den Partner fürs Leben: Spirit war ja auch sooo süß Wenn sie gerade nicht im Kurs war, fanden wir Maren auf der Theaterbühne, wo sie in der Theater-KüA ihr Talent fürs Schauspielern unter Beweis stellte.

Die gewissenhafte Viktoria ließ mit ihrem warmen Lächeln jeden Morgen die Sonne aufgehen. Besonders war sie vom Sternbild Delfin begeistert, das sie jeden Abend mühelos am Sternenhimmel fand.



Abbildung 10.2: Astronominnen

Die Planetologen

Tim ist unser wandelndes Lexikon, der mit seinem unglaublichen Allgemeinwissen viel zu unserer Marsforschung beitragen konnte. Vor allem sein Lieblingssatz „We choose to go to the moon“ wird uns noch lange in Erinnerung bleiben!

Daniel war der Hilfsbereite und Gelassene des Kurses, und sein Humor brachte uns oft zum Lachen. Bei den Gruppenaktivitäten war er voll in seinem Element und konnte geniale 3D-Bilder herstellen. Zusammen mit Patrick setzte er die Tradition fort, dass sich mindestens eine Gruppe bei der Nachtwanderung verirrt.

Die Geologen

Theresa begeisterte uns nicht nur mit ihrem schönen Lächeln, sondern auch mit ihrem musi-



Abbildung 10.3: Die Planetologen.

kalischen Talent beim Konzert- und Abschlussabend. Schon vor der Akademie hatte sie sich mit Derya auf einer Geologie-Exkursion in ihr Thema eingearbeitet und gab ihr Wissen mit Freude an uns weiter.

Derya war durch ihre gewissenhafte und hilfsbereite Art ein wichtiger Bestandteil des Kurses. Neben ihrem umfangreichen Wissen über Gesteine glänzte sie auch bei der Orientierung am Sternenhimmel.



Abbildung 10.4: Die Geologinnen.

Die Robotiker

Sonja heiterte durch ihre kontaktfreudige und fröhliche Art die Stimmung im Kurs auf. Ihr sportliches Talent zeigte sie nicht nur beim gemeinsamen Tischtennispielen, sondern trug auch beim Sportfest erheblich zu unserem Kursieg bei.

Patrick hatte den vollen Überblick beim LE-

GO-Mindstorm und begeisterte uns mit seinen hervorragenden Programmierkenntnissen. Nur bei der Nachtwanderung machte sein Orientierungssinn ein kleines Nickerchen.



Abbildung 10.5: Die Robotiker.

Die Astrobiologen

Matthias war eher eine ruhigere Person, doch sobald es ums Präsentieren des Gelernten ging, glänzte er mit seiner Fähigkeit, komplizierte Sachverhalte, anschaulich und verständlich zu erklären. Das brachte ihm den Spitznamen „Fremdwörterbuch“ ein.



Abbildung 10.6: Die Astrobiologen.

Thorsten, auch der Powerpoint-Master genannt, entwarf zusammen mit Joscha eine geniale Abschlusspräsentation. Er zeigte sich als großer Bärtierchenfinder und sammelte beim Sportfest als Gummistiefelweitwurfchampion viele Punkte für unseren Kurs. Sein cooler Dialekt

war nicht nur in unserem Kurs sehr beliebt.

Die Raumfahrtingenieure

Joscha brachte uns nicht nur mit seinen Slack-Line-Künsten zum Staunen, auch im Kurs konnte er mit seinem Computerwissen glänzen. Er wird wahrscheinlich der erste Mensch auf dem Mars sein, da er schon für 2037 seine Marsmission geplant hat.

Als Bühnentechniker und DJ integrierte Markus sich in viele Bereiche der Akademie. Mit seinem unglaublichen Taschenrechnergehirn verblüffte er uns immer wieder aufs Neue.



Abbildung 10.7: Die Raumfahrtingenieure.

Kursleiter

Olaf schaffte es, uns die schwer vorstellbaren Dimensionen des Alls mithilfe des Flaschenglobus zu erklären. Als Astronom mit Leib und Seele war sein obligatorischer Laserpointer wie immer mit von der Partie.

Die gutmütige und herzliche Cecilia konnte uns mit ihrem unglaublichen Wissen über den Sternenhimmel und die griechische Mythologie immer wieder aufs Neue begeistern. Selbst am letzten Tag hatte sie noch eine Überraschung für uns parat – Kakao nach venezolanischer Art.

Valentina, die gute Seele unseres Kurses, war immer zur Stelle, wenn Not am Mann war. Mit ihrer freundlichen Art, ihrem Fachwissen und Geschick trug sie zu einem erfolgreichen Arbeiten im Kurs bei. War unser Energievorrat

aufgebraucht, versorgte sie uns fürsorglich mit leckeren Süßigkeiten.



Abbildung 10.8: Die Kursleiter.

Zeig mir die Sterne (KüA)

JOSCHA ERBIS, DANIEL HAUCK

Die Vorarbeit

Eine Nachtwanderung durchzuführen, ist schon sehr schwierig und mit viel Vorbereitung verbunden. Doch eine Nachtwanderung mit Führung durch die Sternenwelt ist noch umfangreicher und man braucht ein großes Wissen, das man sich erst einmal aneignen muss. Der wichtigste und komplizierteste Teil der Nachtwanderung ist das Zeigen der Sternbilder und Sterne. Um uns am sommerlichen Sternenhimmel zurechtzufinden, bastelten wir uns schon am Vorbereitungswochenende eine drehbare Sternenkarte, auf der wir die markanten Figuren markierten.

Mit dieser kann die Position eines Sterns für einen beliebigen Zeitpunkt des Jahres bestimmt werden, und der Stern ist am Himmel somit leichter zu finden. Auch die Namen von Sternen und Sternbildern, die am Himmel zu sehen sind oder die Auf- und Untergangszeiten einzelner Sterne können abgelesen werden. So konnten wir die scheinbare Bewegung des Himmelszettes und der Sterne nachvollziehen und begreifen, warum manche Sterne die ganze Nacht, und andere nur für wenige Stunden zu sehen sind.

Hinter jedem Sternbild steckt eine Geschichte, die den Zusammenhang zwischen den Sternbildern und der griechischen Mythologie erklärt. Einige, von Cecilia selbst verfasste und illustrierte Texte bekamen wir auch schon am Vorbereitungswochenende ausgeteilt und konnten uns somit auch zu Hause mit den Sternbildern und deren Geschichten befassen. Näheres zu den Geschichten erfahren Sie später.

Weiß man die Form eines Sternbildes, und kann es auf der Sternkarte auffinden, hat man es noch lange nicht am wirklichen Himmel entdeckt. Es ist einige Übung nötig, um dies zu bewerkstelligen. Und Möglichkeiten, das Auffinden zu üben boten sich glücklicherweise fast jeden Abend. Meist verdeckten nur wenige Wolken den Himmel, sodass der Großteil der Sterne sichtbar war.

Dann konnten wir uns auf dem Sportplatz direkt vor unserem Wohngebäude die Sterne von Olaf mit einem starken Laser zeigen lassen, selbst versuchen, sie zu erkennen und markante Objekte mit einem Teleskop oder den Ferngläsern genauer beobachten. Er zeigte uns die Einteilung des Sternenhimmels in Frühjahrs-, Sommer-, Herbst- und Winterhimmel und in den zirkumpolaren Bereich, in dem die Sterne liegen, die nie untergehen, und somit immer sichtbar sind. Dieser Bereich erstreckt sich kreisförmig um den Polarstern, somit ist der Kleine Wagen ein zirkumpolares Sternbild.

Sommersternbilder, die im Sommerhimmelbereich liegen, sind beispielsweise die Leier oder der Schwan. Waren wir nun also wissenstechnisch für die Nachtwanderung bereit, mussten wir noch den Weg und den Aussichtspunkt kennen lernen, damit wir ihn auch in der Dunkelheit finden konnten.

Bis zum Aussichtspunkt, einem Feld auf einer Hügelkuppe mit freier Sicht auf den gesamten Himmel mussten wir ca. 20 Minuten laufen.

Die Wanderung

Am ersten möglichen Termin für die Nachtwanderung bedeckten Wolken den Himmel, sodass die Wanderung verschoben werden musste. An diesem Abend war der Himmel dann unbedeckt,



Der Astrokurs erkundet die Wanderungsstrecke bei Tage. Das Foto entstand am Zielort – dem Beobachtungsplatz.

womit der Wanderung nichts mehr im Wege stand.

Da wir so viele Teilnehmer an der Akademie waren, konnten diese zwischen 6 Gruppen wählen, die jeweils im Abstand von einer halben Stunde starteten. Die erste Gruppe, die von Markus und Tim geführt wurde machte sich schon um 21.00 Uhr auf den Weg, und die letzte Gruppe lief erst kurz vor 23.00 Uhr los. Die erste Schwierigkeit war nun, den Weg, den man bei Tageslicht kannte, auch in der Dunkelheit zu finden.

Eine der Gruppen bog an einer Kreuzung falsch ab und fand sich dann direkt vor einer unbekanntem Straße wieder. Doch es bestand immer die Möglichkeit, einen der Leiter anzurufen, der die Gruppe dann telefonisch wieder auf den richtigen Pfad lotste.

War man dann am Feld angelangt, konnte man sich auf einer großen Plane niederlassen und die Sterne in einer gemütlichen Position beobachten. Die beiden Sternführer zeigten dann die einzelnen Sternbilder, nannten die Namen der hellsten Sterne und erzählten die passende Geschichte. Es war aber teilweise sehr schwierig, die Lage der Sterne so zu erklären, dass alle anderen diesen Stern auch fanden und nicht einen ganz anderen Stern fokussierten. Daher waren kleine Sternbilder wie der Pfeil und der Delfin ohne Laserpointer schwer zu zeigen.

Doch die meisten Sternbilder wurden dann gefunden und erkannt, und so konnte nun auch

ein Bezug auf die Geschichte, die anschließend erzählt wurde, hergestellt werden. An diesem Abend waren Leier, Adler und Schwan, die Schlange, der Schlangenträger, die beiden Bären, Herkules, Kassiopeia und Cepheus sehr gut zu sehen. Anschließend bestand dann noch die Möglichkeit, Jupiter und seine Monde durch ein Teleskop zu betrachten, oder die Andromedagalaxie durch das Fernrohr zu begutachten. Dann konnte der Rückweg angetreten werden, denn nun hatten wir uns unseren Schlaf redlich verdient.

Sternbildgeschichten

Eine der bei der Nachtwanderung erzählten Mythen versucht die Herkunft der Sternbilder Großer und Kleiner Bär sowie des Bärenhüters zu erläutern.



Die Sternbilder Bärenhüter und Jagdhunde. (Quelle: C. Scorza)

Beim Großen Bären handelt es sich eigentlich um eine Bäarin, da Hera aus Eifersucht Kallisto in jene verwandelte, nachdem diese einen Sohn von Zeus bekommen hatte. Später, als die Bäarin auch noch einen Bärensohn hatte, traf sie

ihren menschlichen Sohn Arkas, den Bärenhüter, im Wald, der seine Mutter jedoch nicht erkannte und die vermeintliche Bärin töten wollte. Gerade, als er mit der Keule ausholte, verhinderte Zeus aus Mitleid das Unglück und brachte alle drei an den Himmel. So kann man die Bärin mit ihrem kleinen Bärenjungen und den Bärenhüter bis heute am Himmel sehen.

Eine andere Geschichte beschäftigt sich mit dem Schwan und der Leier, deren hellste Sterne Teil des Sommerdreiecks sind. Außerdem spielt noch ein kleineres Sternbild, der Delphin, eine wichtige Rolle. Die Sage handelt von dem berühmten Sänger Arion. Er konnte mit seinem wunderschönen Gesang die Richtung eines Baches lenken und wilde Tiere zähmen. Auf dem Heimweg nach einer langen Reise, auf der er durch seinen Gesang viele wertvolle Schätze bekommen hatte, wurde er auf seinem eigenen Schiff überfallen. Der Anführer der Seeleute wollte ihn umbringen, aber Arion bat darum, noch ein letztes Lied singen zu dürfen. Dies wurde ihm unter großer Zustimmung erlaubt. Sein Gesang klang wie der eines sterbenden Schwans und lenkte die Seeleute so sehr ab, dass Arion unbemerkt ins Wasser springen konnte. Dort ertrank er aber nicht, sondern wurde von einem Delphin gerettet, der durch seinen Gesang angelockt wurde. Zum Gedenken an diese Geschichte wurden die Leier Arions, der Schwan und der Delphin als Sternbilder an den Sommerhimmel erhoben.

Der Akademievortrag: „Leben auf dem Mars“ von Frau Prof. Dr. Gerda Horneck

MATTHIAS SINNWELL, THORSTEN
HUBER

Montag, 30. 8. 2010. Die ganze Akademie ist gespannt und freut sich auf den Themen-Abend „Astrobiologin“! Dazu hat die Akademieleitung Frau Prof. Dr. Gerda Horneck eingeladen. Sie ist von Beruf Astrobiologin und hat uns mit ihrem Vortrag über den Mars einen Einblick in ihre aktuellen Forschungsarbeiten gegeben.

Frau Horneck ist eine weltbekannte Spezialisten

auf ihrem Fachgebiet, der Astrobiologie. Sie arbeitet beim DLR, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, in Köln. Sie leitet dort ein Labor und erforscht Mikroorganismen unter Weltraumbedingungen u. a. auf der ISS. Ihre amerikanischen Forscher-Kollegen waren von ihr so fasziniert, dass sie ihre Arbeit damit würdigten, einer neuen Bazillenart den Namen „Bacillus horneckiae“ zu geben.



Die Astrobiologin, Frau Prof. Dr. Horneck, beim Besuch des Astronomiekurses.

Ihre aktuelle Zeit und Konzentration widmet Frau Horneck der Frage, ob auf dem Mars Leben möglich ist, bzw. ob es dort Leben gibt oder gab. Mit einem interessanten und sehr informativen Vortrag ließ sie uns an ihrem Wissen teilhaben.

„Die höchste Priorität liegt bei der Suche nach flüssigem Wasser auf dem Mars, denn Wasser gehört zu den 3 Voraussetzungen für Leben.“ (Zitat Horneck). Diese sind eine Energiequelle, eine Chemie auf Kohlenstoffbasis und eben flüssiges Wasser. Ohne diese 3 wichtigen Dinge ist kein Leben möglich. Als Energiequellen könnten anorganische Verbindungen dienen, auch die Chemie ist vorhanden. Man weiß auch, dass es auf dem Mars Wassereis gibt. Ob es aber auch flüssiges Wasser auf dem Mars gibt, ist immer noch ungeklärt.

Sie machte mit uns einen kleinen Ausflug in die Vergangenheit und zeigte uns, dass sich Mars und Erde früher sehr ähnlich waren. Doch während sich auf der Erde vor rund 3,5 Milliarden Jahren die ersten Lebewesen entwickelten, ver-

lor der Mars immer mehr von seinem Wasser und wurde von einem blauen zum heutigen, wüsten Roten Planeten.

Frau Horneck hat schon bei vielen Marsmissionen mitgearbeitet. Sie berichtete über vergangene und zukünftige Missionen. Der Vortrag war durch und durch interessant und gefüllt mit spannenden Informationen. Er hat uns neugierig gemacht, und jeder hat die Faszination für den Mars aufgenommen, die von Frau Horneck ausging. Sie erweckte in jedem von uns einen kleinen Astrobiologen.

Am Ende des Vortrags gab es dann noch Zeit für Fragen. Erstaunt von dem bereits erworbenen Wissen beantwortete Frau Horneck alles was gefragt wurde. Vor allem interessierte uns ihr zuletzt angesprochenes Thema, eine mögliche Marssiedlung und ein Terraforming des Roten Planeten.

Mit viel neuem Wissen und einer Neugierde in Sachen Mars konnten wir beruhigt schlafen gehen. Doch eine Frage lässt uns nicht los: Ob es wohl Leben auf dem Mars gibt?