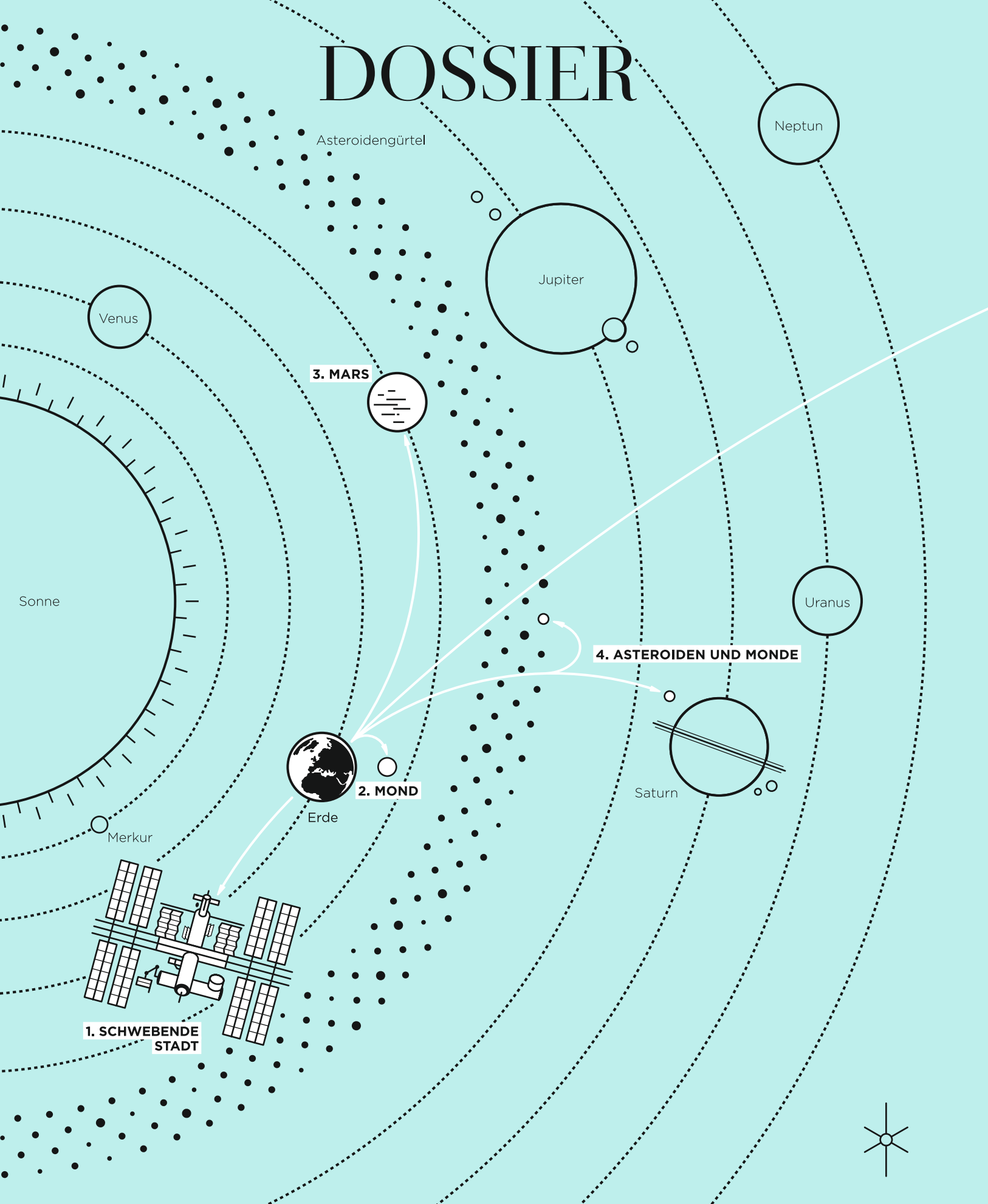


DOSSIER



Asteroidengürtel

Neptun

Jupiter

Venus

3. MARS

Sonne

Uranus

4. ASTEROIDEN UND MONDE

2. MOND

Saturn

Erde

Merkur

1. SCHWEBENDE
STADT





Wann fahren wir los? Wie weit ist es noch? Wann sind wir da?

Das erstaunliche Comeback der bemannten Raumfahrt. Und fünf ernst gemeinte Pläne, die Erde zu verlassen. Für immer

Text **Niels Boeing und Max Rauner**

Illustration **Carsten Raffel**



Andrea Boyd hat auf der Erde eigentlich genug erlebt. Sie ist auf Sizilien zur Schule gegangen, hat Wüsten durchquert und in einer australischen Uranmine Maschinen repariert, die Antarktis steht noch auf ihrer To-do-Liste. Jetzt nippt sie in einer Kneipe der niederländischen Stadt Leiden an einem dunklen Bier, twittert nebenbei und redet über den nächsten logischen Schritt ihrer Biografie: die Reise zum Mars. Ohne Rückflug. Sie ist eine von 705 Kandidaten für einen Platz auf einer Marsfähre, die im Jahr 2025 starten und nie zurückkommen soll. Mars One heißt die private Initiative. »Ein unglaublich faszinierendes Experiment« hat der Physik-Nobelpreisträger Gerard 't Hooft sie genannt. Als »dumme Mission« bezeichnete sie Johann-Dietrich Wörner, Chef des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt (DLR). »Ein aufregendes Projekt«, sagt Boyd, »ich möchte unbedingt fliegen.«

Andrea Boyd ist keine Spinnerin, im Gegenteil. Wenige Menschen kennen den Alltag im Weltall so gut wie sie. Fast täglich hat sie Kontakt zu den Astronauten auf der Internationalen Raumstation (ISS). Vom Europäischen Astronautenzentrum in Köln aus koordiniert sie mit ihren Kollegen die Forschung im europäischen Modul der ISS. Sie ist 30 Jahre alt und hat alle medizinischen Eingangstests bestanden, die auch Bewerber für eine Astronautenausbildung absolvieren müssen. Was sagt ihre Familie zum Marstrip? »Die erwarten von mir nichts anderes.«

Es ist noch nicht lange her, da galt die bemannte Raumfahrt als überholt. Es sei billiger und ungefährlicher, Roboter ins All zu schicken, hieß es. Heute sind

Menschen im All wieder cool. Das Weltraumdrama *Gravity* heimste sieben Oscars ein. Der Astronaut Chris Hadfield begeisterte Millionen Menschen mit einem Musikvideo von der ISS. Und einige Internetmilliardäre haben nach dem Cyberspace nun den realen Weltraum entdeckt. Elon Musk etwa, reich geworden mit dem Bezahlendienst PayPal, baut mit seinem Unternehmen SpaceX Raketen, die aus Weltraumtransporten ein Geschäftsmodell machen sollen. Sogar Deutschland ist wieder oben: Alexander Gerst schwebt nun ein halbes Jahr lang auf der ISS um die Erde. »Die Menschen werden versuchen, andere Planeten zu besiedeln. Davon bin ich fest überzeugt«, sagt DLR-Chef Wörner.

Motive gibt es genug: die Entdeckernatur des Menschen, das Risiko eines Asteroideneinschlags, die Überbevölkerung, die Suche nach Rohstoffen. Spätestens in ein paar Hundert Millionen Jahren müssten sich unsere Nachfahren ohnehin eine zweite Heimat suchen. Dann werden die Ozeane verdampfen, weil die Sonne sich aufbläht und die Erde dabei immer stärker erhitzt. Aber können wir dauerhaft im All leben? Wie kommen wir da hin? Was essen wir? Und was machen wir den ganzen Tag?

Erstaunlich viele Forscher denken darüber nach. Mit ihrer Hilfe haben wir fünf Reiseziele im Weltraum verglichen: die Erdumlaufbahn, den Mond, den Mars, die Asteroiden und Trabanten der großen Gasplaneten – und das nächstgelegene Sonnensystem um den Stern Alpha Centauri. Kein Zweifel, es wartet noch viel Arbeit auf Forscher und Ingenieure, um Aussiedler dorthin zu bringen. Aber an Freiwilligen wird es nicht mangeln: Für die Hinfahrt zum Mars reichten 200 000 Erdenbürger eine Bewerbung ein.



1. Die Stadt im Orbit

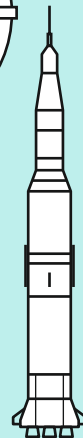
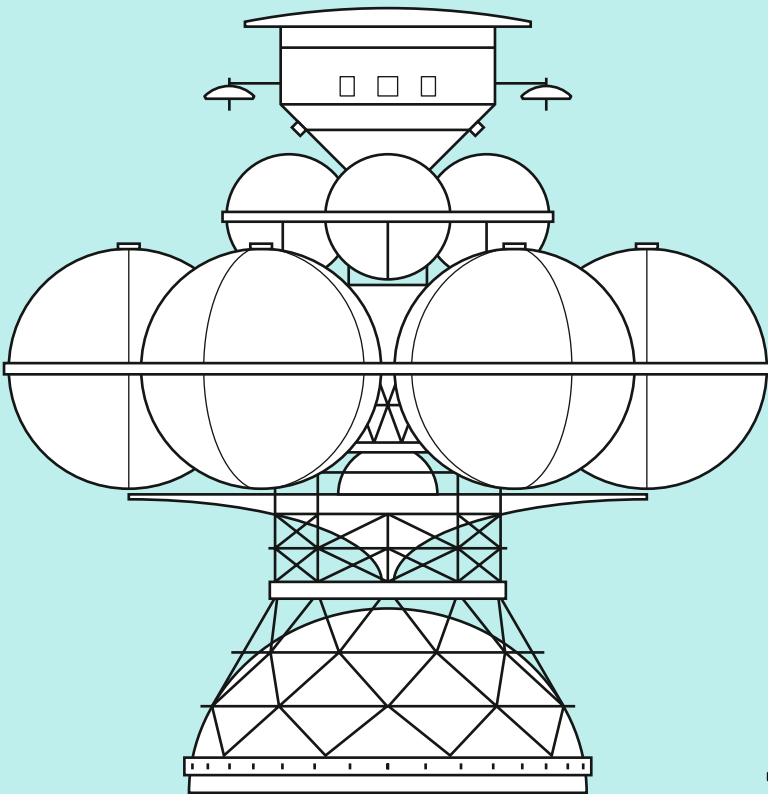
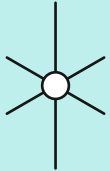
Sollen die Menschen Kolonien im Weltall errichten? »Wir haben schon längst damit begonnen«, sagt der kanadische Astronaut Chris Hadfield. Er sitzt er in einem Hamburger Luxushotel und gibt Interviews im Halbstundentakt. Er wirkt schmächtiger als in dem Video, mit dem er berühmt wurde, vielleicht weil die Schwerkraft wieder an ihm zieht. Hadfield sang vor einem Jahr auf der ISS *Space Oddity* von David Bowie, schwebend und Gitarre spielend, und filmte sich dabei. »Vor dreizehneinhalb Jahren haben wir mit der Kolonialisierung begonnen«, sagt er nun, »nicht als Nation, sondern als Spezies.« Damals starteten die ersten Astronauten zur ISS. Für Orbitalstädte mit mehreren Kilometern Durchmesser, wie sie der Physiker Gerard O'Neill in den siebziger Jahren entwarf, ist es zwar noch zu früh. Die Baupläne sind aber längst in Arbeit.

Wie kommen wir da hin? Die Raumfahrt nutzt seit jeher Wegwerf Raketen, die Hunderte Tonnen Treibstoff verbrennen, um eine Geschwindigkeit von über 28 000 Stundenkilometern zu erreichen. So schnell müssen sie sein, um in die Umlaufbahn der Erde zu kommen, und kein anderer Antrieb erreicht derzeit in so kurzer Zeit den nötigen Schub. »Das klassische Raketentriebwerk ist gar nicht so schlecht«, sagt der Raumfahrtingenieur Peter Rickmers von der Universität Bremen. Aber da geht noch was. Die britische Firma Reaction Engines entwickelt derzeit das »Skylon«, eine

Mischung aus Flugzeug und Rakete, das eine Nutzlast von zwölf Tonnen in den Orbit bringen und wieder landen soll. Es würde nicht nur Flüssigsauerstoff wie das Space Shuttle, sondern anfangs auch Sauerstoff der Atmosphäre nutzen und soll zwei Tage nach der Landung wieder startklar sein. Das Unternehmen SpaceX dagegen will seine Rakete nach der Rückkehr wieder aufrecht stehend landen – abgebremst nur durch die Triebwerke. Ein Testflug in 750 Meter Höhe war erfolgreich. Dadurch würden sich die Startkosten drastisch reduzieren.

Wie überleben wir? Eines der größten Risiken für Menschen im All ist die Teilchenstrahlung der Sonne und aus dem Kosmos. Auf der Erde schützen uns das Erdmagnetfeld und die Atmosphäre weitgehend davor, im All fehlt dieser Filter. Wer sich ein Jahr lang auf der ISS aufhält, bekommt eine Dosis von 160 Millisievert ab (die typische Jahresdosis von Piloten beträgt ein bis fünf Millisievert). Die Wahrscheinlichkeit, dadurch an Krebs zu erkranken, beträgt für einen 45-jährigen Astronauten etwa zwei Prozent, für Frauen etwas mehr. Eine raffinierte Idee, die Bewohner einer Raumstation zu schützen, ist ein künstliches Magnetfeld. Nasa-Forscher experimentieren mit supraleitenden Materialien und stellten im April eine Konzeptstudie vor, wie man einen magnetischen Schutzschirm erzeugen könnte.

Was machen wir den ganzen Tag? In künftigen Raumstationen würde geschraubt und geschweißt – so stellt es sich jedenfalls Reaction Engines vor. Die Firma hat eine Werft für Marsfähren entworfen. Die Orbital Base Station soll eine Länge von 100 Metern und einen Durchmesser von 40 Metern haben. Zehn Milliarden Dollar und 72 Skylon-Flüge wären nötig, um die Bauteile in die Umlaufbahn zu bringen. Außerdem sollten die Menschen viel Zeit auf Fitnessgeräten verbringen. Astronauten auf der ISS hatten nach sechs Monaten im Durchschnitt 13 Prozent ihres Wadenmuskelvolumens eingebüßt – obwohl sie 50 Minuten am Tag auf dem Laufband oder einem Rad trainiert hatten. Im All müsste man zwar keine Lasten heben, aber Muskeln sind wichtig für das Knochengestütze und das Herz-Kreislauf-System. Welche Folgen ihr Verlust für die Gesundheit hätte, müssten die Siedler erst am eigenen Leib ausprobieren. Sie wären ihre eigenen Versuchskaninchen.



2. Die Mondsiedlung

Seit den Apollo-Missionen kennen wir den Mond ziemlich gut. Er hat keine Atmosphäre, dafür Felsen, Sand und Staub. »Der Mond sollte kein strategisches Ziel der bemannten Raumfahrt mehr sein«, sagt Bernd Dachwald, Raumfahrtingenieur an der RWTH Aachen. Interessant sei er allenfalls als Testlabor und Tankstelle auf dem Weg ins Sonnensystem. Allerdings könnte die Wissenschaft auf dem Erdtrabanten noch einiges über die Entstehung des Sonnensystems lernen.

So wird auf dem Mond in einigen Jahrzehnten womöglich ebenso wie in der Antarktis eine Reihe von Stationen entstehen, in denen Spezialisten ihrem Geschäft nachgehen.

Wie kommen wir da hin? Die Nasa könnte heute keine Astronauten auf den Mond schicken – ihr fehlt eine geeignete Rakete. Die legendäre Saturn V wurde in den siebziger Jahren eingemottet. Inzwischen ist eine neue Rakete in Planung, das Space Launch System SLS. Auf ihr könnte in einigen Jahren die neue Raumkapsel Orion zum Mond fliegen. Sie soll ein Drittel mehr Schubkraft haben als die Saturn V, weil man ihr zur Unterstützung die beiden Feststoffraketen des Space Shuttle an die Seite schnallen würde.

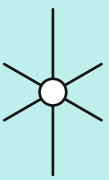
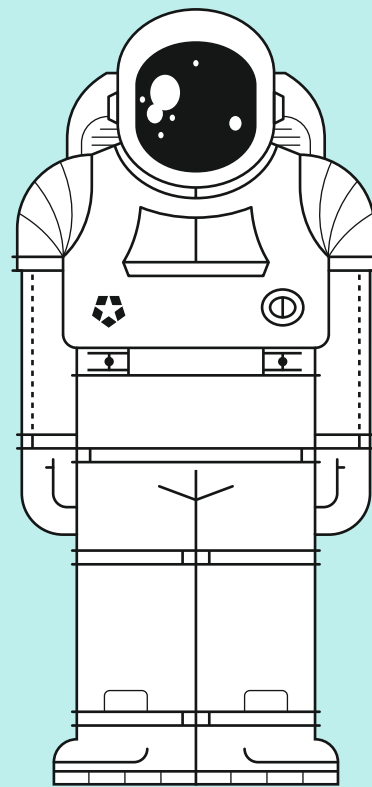
Wie überleben wir? Ob man Wasser zum Trinken und Sauerstoff zum Atmen aus dem Boden extrahieren könnte, will die Nasa 2018 am Südpol des Mondes mit Robotern testen. Die ersten Langzeitbewohner müssten wohl in natürlichen Lavaröhren wohnen, um vor der Teilchenstrahlung aus dem All und von der Sonne geschützt zu sein.

Was machen wir den ganzen Tag? Die ersten Ingenieure erkunden, wie man unterirdische Behausungen in Felsen anlegt. Astronomen errichten Teleskope auf der Rückseite des Mondes. Und Chemiker bauen Anlagen, um aus dem Mondgestein Helium-3 zu gewinnen, eine Zutat für die Kernfusion, die auf der Erde nicht natürlich vorkommt. Zur Entspannung hüpfen die Bewohner mit langen Sprüngen durch die Mondwüste – wie einst Neil Armstrong.

3. Mars, nur Hinflug

In den Archiven der Raumfahrtbehörden liegen mehr als 1000 Studien über einen bemannten Flug zum Roten Planeten. Doch die Kosten – je nach Studie 25 bis 400 Milliarden Euro – ließen Politiker immer wieder davor zurückschrecken. Auch Barack Obama hat zwar Vorbereitungen für eine Marsreise gebilligt, will aber zunächst einen Asteroiden anfliegen lassen. Der Mars ist von allen Planeten im Sonnensystem der Erde am ähnlichsten. Im Permafrostboden ist Eis vorhanden, das Menschen auftauen, entsalzen und trinken könnten. Ein Marstag dauert nur 40 Minuten länger als ein Erdentag, und die Schwerkraft ist etwa ein Drittel so groß wie die der Erde. Lebensfeindlich ist jedoch die Atmosphäre: Hundertmal dünner als die Erdatmosphäre, besteht sie zu 95 Prozent aus Kohlendioxid.

Wie kommen wir da hin? Generationen von Ingenieuren haben Raketen entworfen, um Menschen in rund 200 Tagen zum Roten Planeten zu bringen. Soll die Besatzung zur Erde zurückkehren, müsste die Rakete Unmengen an Treibstoff transportieren. Raumfahrtexperten sind sich einig, dass klassische, chemische Antriebe eine Notlösung sind. Eleganter wären sogenannte

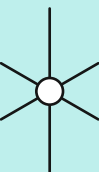


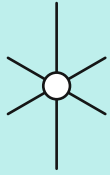
Ionentriebwerke: Sie stoßen elektrisch geladene Atome aus, vorzugsweise die schweren Ionen des Edelgases Xenon, und erzeugen damit einen Rückstoß, der die Rakete antreibt. Während klassische Raketen ihren Treibstoff in wenigen Minuten abbrennen, feuert der eher sanfte Ionenstrom unablässig – und erreicht über einen längeren Zeitraum einen viel größeren Schub. Dabei brauchen Ionentriebwerke zwar weniger Treibstoff, dafür aber viel elektrische Energie. Die Raumschiffe müssten Isotopenbatterien oder riesige Solarmodule mitführen. Zweite Herausforderung: Ionentriebwerke, die heute schon Satelliten antreiben, nutzen durch das Bombardement der geladenen Teilchen stark ab. Neue Konstruktionen sollen die Erosion auf ein Tausendstel verringern und so die Lebensdauer verlängern.

Wie überleben wir? Die genetische Vielfalt von 500 bis 5000 Bewohnern würde ausreichen, um der Gemeinschaft ein dauerhaftes Überleben zu sichern, schätzen Biologen. Die Siedler müssten die Luft zum Atmen selbst herstellen, indem sie Eis schmelzen und mithilfe von Solar- oder Nuklearstrom in Sauerstoff und Wasserstoff spalten. Außerdem müssen sie mit dem Strom heizen, denn an der Marsoberfläche herrschen im Mittel nur minus 60 Grad. Das größte Problem ist wieder die Strahlung. Der Astrobiologe Dirk Schulze-Makuch schlägt als natürliche Heimstatt Lavaröhren vor. Anzeichen für solche Hohlräume wurden vom Weltraum aus erspäht. Mars One dagegen möchte die Raumfahrtmodule mehrerer Flüge zu einer Wohnung zusammenstöpseln und mit Geröll abdecken. Fünf Meter Gestein liefern denselben Schutz wie die Atmosphäre der Erde. Die Bewohner sollen sich nur wenige Stunden in der Woche draußen aufhalten. Die Lebens-

Oben: Wer sich im Freien aufhalten will, braucht überall im Sonnensystem einen Schutzanzug. Vielleicht kann es aber gelingen, Planeten mit Sauerstoff anzureichern

Links: Im Vergleich zu dem hypothetischen Raumschiff Daedalus mit Fusionsantrieb ist die Saturn-V-Rakete ein Winzling





erwartung der ersten Siedler wird 20 Jahre niedriger sein als auf der Erde, schätzt Schulze-Makuch.

Was machen wir den ganzen Tag? Terraforming heißt die Idee, den Mars durch Klimamanipulation bewohnbar zu machen. Dafür extrahieren Chemieanlagen aus den Salzen im Marsboden das Element Fluor. Daraus werden Super-Treibhausgase wie Perfluorpropan (C_3F_8) hergestellt, die in der Atmosphäre eine globale Erwärmung in Gang setzen. Nach 100 Jahren beträgt die Temperatur minus 20 Grad, und man könnte Cyanobakterien und erste Flechten anbauen, nach 200 Jahren Moose. Die Pflanzen erhöhen den Sauerstoffgehalt, und nach 900 Jahren wären Nadelbäume überlebensfähig, schätzt der Botaniker James Graham von der University of Wisconsin. Allmählich schmelzen dann die Gletscher, es bilden sich Wolken, es regnet. Vielleicht würden die Pflanzen nach Hunderttausenden Jahren genug Sauerstoff zum Atmen produziert haben.



4. Asteroiden und mehr

Im Sonnensystem gibt es Hunderte Monde und Asteroiden, und auf einigen von ihnen könnten Menschen theoretisch Fuß fassen. Saturn und Jupiter werden jeweils von mehr als 50 Monden umkreist. Die beiden größten, der Saturnmond Titan und der Jupitermond Ganymed, sind mit über 5000 Kilometer Durchmesser größer als der Planet Merkur. Asteroiden umkreisen die Sonne zu Hunderttausenden, zumeist zwischen Mars und Jupiter. Ceres, 900 Kilometer im Durchmesser, hat eine Oberfläche so groß wie Argentinien. Weitere 200 Asteroiden bieten immerhin mehr Platz als Griechenland. Sobald diese unwirtlichen Orte Wasser und Rohstoffe enthalten, werden sie für eine Besiedlung interessant – wenn auch nicht gemütlich.

Wie kommen wir da hin? Die Schwerkraft der Asteroiden ist so gering, dass Raumschiffe für den Rückflug keinen starken Schub brauchen. So genügte der japanischen Raumsonde Hayabusa 2005 ein herkömmliches Ionentriebwerk, um eine Gesteinsprobe auf dem

Asteroiden Itokawa einzusammeln und zur Erde zurückzubringen. Eine Premiere. Um weiter als zum Mars zu reisen, wären stärkere Triebwerke nötig. Ein Favorit ist derzeit der Vasimr-Antrieb, den die Nasa entwickelt. Er würde geladene Teilchen nicht elektrisch, sondern magnetisch beschleunigen. Sein spezifischer Impuls – ein Maß für den Rückstoß pro Kilogramm Treibstoff – wäre zehn Mal größer als der von heutigen Ionentriebwerken und hundert Mal größer als der der neuen SLS-Rakete. Die benötigte Energie ließe sich aber nur mit einem Kernreaktor erzeugen. Und der müsste erst einmal sicher in die Erdumlaufbahn gebracht werden. Man könnte auch 15 herkömmliche Ionentriebwerke auf einem Raumschiff bündeln. »Damit können Sie schon ganz gut zum Jupiter oder zum Saturn fliegen«, sagt Rainer Killinger, Antriebsexperte bei Airbus Defence and Space. Vier bis fünf Jahre würde der Flug aber immer noch dauern.

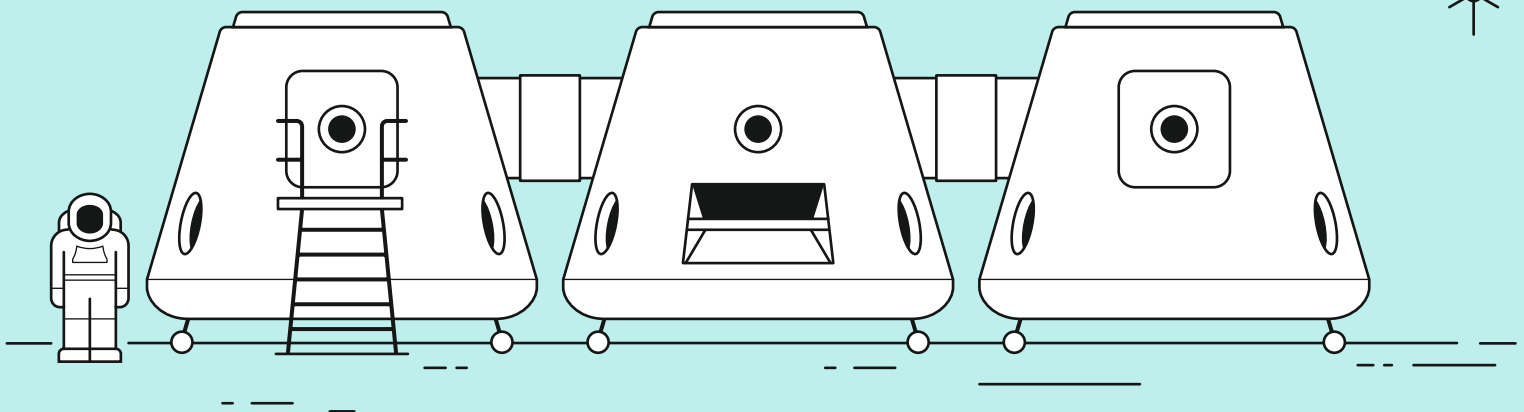
Wie überleben wir? Das Magnetfeld des Jupiters lenkt Elektronen und Protonen der Sonne in die Umlaufbahnen der Monde. Auf dem Mond Europa würden Menschen nach einigen Stunden tödlich verstrahlt sein. Sie könnten dort allenfalls in Iglus überleben. Der Mond Kallisto ist weiter entfernt, dort kommt weniger Strahlung an. Daher wurde er von Nasa-Forschern im Projekt »Hope« 2003 als potenzielles Reiseziel für sechs Astronauten auserkoren. Unter freiem Himmel herrschen dort allerdings minus 140 Grad Celsius.

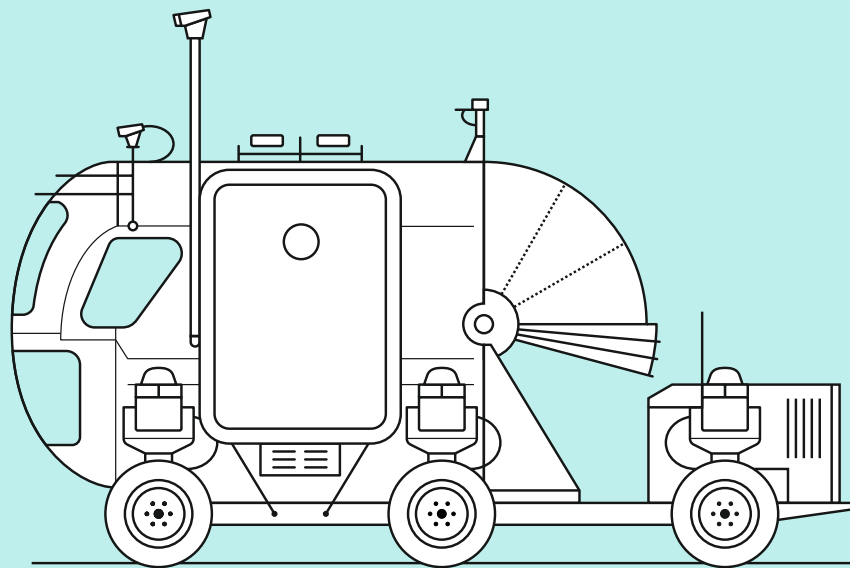
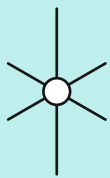
Von den Saturnmonden ist Titan noch der interessanteste Wohnort. Am Äquator ist er meist trocken, an den Polen regnet es Flüssiggas (Methan, Ethan). Die Atmosphäre ist eineinhalb mal dichter als die der Erde und schützt vor Strahlung. Aber sie besteht überwiegend aus Stickstoff. Den Sauerstoff zum Atmen und Heizen müsste man auch hier aus Wasser erzeugen: 100 Kilometer unter der Oberfläche befindet sich ein Ozean aus Wasser und Ammoniak, schließen Forscher aus Radarmessungen der Cassini-Sonde. Größte Herausforderung: Temperaturen von minus 180 Grad Celsius.

Nicht weniger spekulativ als die Besiedlung des äußeren Sonnensystems sind Dörfer auf Asteroiden.

Rechts: In einem abgeschlossenen Rover könnten Raumfahrer auch mal ihre Anzüge ausziehen. Hier ein Design der Nasa

Unten: Wie ein Reihenhause sollen die Module des Mars-One-Projekts zusammengestöpselt werden. Fünf Meter Geröll darüber würde ausreichend vor Strahlen schützen





Der Science-Fiction-Autor Isaac Asimov hatte die bizarr-geniale Idee, Siedlungen nicht an der Oberfläche, sondern innerhalb ausgehöhlter Asteroiden aufzustellen. Dort sind sie vor der kosmischen Strahlung geschützt. Licht müsste man über Prismen ins Innere lenken, und eine künstliche Schwerkraft ließe sich auch erzeugen: indem man den Asteroiden in Rotation versetzt. Durch die Fliehkraft könnten die Menschen dann an den Wänden spazieren.

Was machen wir den ganzen Tag? Wegen ihrer geringen Schwerkraft könnten Raumschiffe regelmäßig zwischen Asteroiden hin- und herpendeln, um Baumaterial zu besorgen. Denn einige der Brocken sind reich an Eisen, andere enthalten Kohlenstoff, Stickstoff, Wassereis oder Edelmetalle. Außerdem könne man den Asteroiden selbst beschleunigen und als Taxi durchs Sonnensystem nutzen. Seriöse Szenarien dazu gibt es keine, nur die Ausbeutung der Rohstoffe mithilfe von Robotern wird ernsthaft diskutiert – und von einigen Firmen als Geschäftsmodell verfolgt. Laut neuen Berechnungen amerikanischer Raumfahrtingenieure lässt sich ein sieben Meter dicker Asteroid mit herkömmlicher Technik einfangen und in eine Umlaufbahn um den Mond bugsieren. Wenn solche Manöver mit größeren Brocken gelängen, könnte man diese an lebensfreundlichen Orten im All parken.

5. Ab zum Exoplaneten

Jeder der 300 Milliarden Sterne unserer Galaxie, der Milchstraße, ist im Durchschnitt von 1,6 Planeten umgeben, schätzen Astronomen. Es scheint nur eine Frage der Zeit zu sein, bis sie einen erdähnlichen Planeten aufgespürt haben. Mit den heutigen Raketenantrieben würde jedoch selbst die Reise zu unserem Nachbarstern Alpha-Centauri 75 000 Jahre dauern. Dieses Sternsystem, in dem bereits ein Exoplanet entdeckt wurde (Alpha Centauri Bb), ist 41 Billionen Kilometer entfernt.

Die British Interplanetary Society entwarf in den siebziger Jahren mit Daedalus ein gewaltiges Raumschiff

für interstellare Reisen. Die Energie für den Antrieb sollte aus der Kernfusion von Deuterium und Helium-3 kommen und das Schiff auf sieben Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigen. Schnell genug, um Alpha Centauri in weniger als 50 Jahren zu erreichen. Allerdings wären dafür 50 000 Tonnen Brennstoff nötig. Weltweit werden heute nur acht Kilogramm Helium-3 pro Jahr verbraucht. Außerdem tun sich die Physiker mit der Kernfusion schwer. Daedalus bleibt eine Utopie.

Auf den Physiker Robert Forward geht die Idee zurück, einen gewaltigen Laserstrahl auf ein Solarsegel zu richten. Der Impuls des Lichts würde dann einen Schub erzeugen, der das Raumschiff bis auf zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Alpha Centauri wäre damit nach 40 Jahren erreicht. »Es ist das einzige neue Konzept für Reisen außerhalb des Sonnensystems, das ich nach heutigem Wissen für physikalisch wirklich realisierbar halte«, urteilt Bernd Dachwald von der RWTH Aachen. Möglich heißt aber nicht machbar. Der Laser müsste in einer sonnennahen Umlaufbahn installiert werden und eine Leistung von mindestens 65 Gigawatt haben – ein Drittel der Leistung aller Energieerzeuger in Deutschland.

Marc Millis, ehemaliger Leiter des Breakthrough Propulsion Physics Project der Nasa, sieht in der Energieversorgung denn auch das größte Problem für den Flug zu den Sternen. Er spekuliert, dass die Menschheit frühestens im Jahr 2200 in der Lage wäre, die nötigen Energiemengen zu erzeugen. Der Astronaut Chris Hadfield sagt: »Wir sind in der bemannten Raumfahrt da, wo sich Kolumbus 1491 kurz vor seiner Atlantik-Überquerung befand.« Es habe danach Jahrhunderte gedauert, bis die Europäer Amerika tatsächlich besiedelt hatten. »Wir sind nicht in Eile. Es gibt zurzeit keinen Grund für ein Wettrennen zu den Sternen.« –

Niels Boeing und Max Rauner haben für diesen Artikel zwei »Unkonferenzen« der SpaceUp-Bewegung besucht. Dort diskutieren Raumfahrtingenieure und -enthusiasten in spontanen Referaten über neue Ideen. Eine ganze Session widmeten die Beteiligten prompt diesem ZEIT Wissen-Dossier. Danke!

MEHR WELTALL

Für alle, deren Astronautenträume nie wahr wurden.

Chris Hadfield:
»Anleitung zur Schwerelosigkeit«
Heyne, 368 S., 20 Euro

Gute Übersicht zur Marsforschung bis 2009. Noch aktuell.

Ulf v. Rauchhaupt:
»Der neunte Kontinent«, Fischer Verlag,
288 S., 9,95 Euro

So funktioniert Terraforming im Science-Fiction-Drama.

Red Planet, DVD,
100 Min., 13,90 Euro

