

Astronautik



1 Könnte jeder beliebige Mensch ins All reisen oder benötigt man dafür bestimmte körperliche Voraussetzungen? Kann man sich einfach „anmelden“?

„Space agencies are looking for the best people possible. Training an astronaut is a considerable investment for any agency; training is lengthy and expensive, and the support needed both before and during a space mission is costly.

What qualities do you need?

A high level of education in scientific or technical disciplines, coupled with an outstanding professional background in research, application or education fields possibly supported by the use of computer systems and applications, is essential. Previous experience with aircraft operations is a bonus, particularly if it involved responsible tasks such as being a test pilot or flight engineer. The more skills and experience an applicant has the better, as this will increase their ability to undertake a variety of tasks.... Equally essential is excellent physical condition. Astronauts have to undergo intensive

periods of training and may participate in spaceflights that last for months. During this time their body will be subject to a great deal of stress and good health and physical endurance are essential.

(...) On the operational side, an ability to adapt quickly to changing situations and mature judgement will be of great help in performing tasks and optimising on-orbit routines and procedures.

(...)If you believe you have the above qualities and qualifications, and can remain dedicated to your goal of becoming an astronaut, even though it will mean years of hard work, preparation and patience as you wait for an opportunity to finally board a spacecraft, then you could apply to the European Astronaut Corps.

ESA astronauts can only be selected from countries that are ESA Member States.”¹

2 Wie lange dauert eine Ausbildung zum Astronauten?

Die Ausbildung zum Astronaut dauert an die vier Jahre. Die drei größten und bekanntesten Ausbildungsstationen der Welt befinden sich unter anderem in der ESA-Anstalt Köln, in Houston bei der NASA und in Russland im Juri-Gagarin-Kosmonautentrainingszentrum.²



3 Was verdient ein Astronaut?

Das Gehalt von Astronauten veränderte sich sehr stark mit der Zeit. Während Ulrich Walter früher 1.800 € netto im Monat verdiente³, liegt das Gehalt heutzutage anfangs bei 5.000 € pro Monat steuerfrei⁴. Was genau ein Astronaut verdient hängt von Faktoren, wie zum Beispiel Stationierung und Anzahl der Raumflüge ab.

4 Was gibt es auf der ISS zu essen? Wie wird „gekocht“?

Astronauten sind weit von Geschäften und Supermärkten entfernt und sind deshalb von regelmäßigen Lebensmittellieferungen abhängig. Alle paar Monate trifft ein automatisches Versorgungsschiff wie das ATV der ESA oder die russische Progress vollgeladen mit frischem Obst, Wasser und abgepackten Mahlzeiten auf der ISS ein.

Seit den Tagen der kalten Paste in Aluminiumtuben und der Happen in Würfelform hat sich in der Astronautenküche einiges getan. Die Weltraumnahrung ist heute mit den normalen Speisen auf der Erde vergleichbar. Sie umfasst tiefgefrorene Gemüse und Desserts, gekühlte Speisen, Obst und Milchprodukte. Die Speisekarte der Internationalen Raumstation bietet heute über 100 Auswahlmöglichkeiten. Lange, bevor sie ins All fliegen, wählen die Astronauten bereits ihre Tagesmenüs aus. Es gibt drei Mahlzeiten pro Tag und zusätzlich Snacks, die jederzeit gegessen werden dürfen. Nicht einmal auf Ketchup, Senf und Mayonnaise müssen die Astronauten verzichten. Salz und Pfeffer sind ebenfalls zu haben, allerdings nur in flüssiger Form.

Weltraumnahrung kann in Konserven oder in Alufolie verpackt sein. Es kann sich um gefriergetrocknete oder vorgekochte Speisen, dehydrierte (entwässerte) oder Speisen mit niedrigem Wassergehalt handeln. Dehydrierte Lebensmittel können erst ge-



essen werden, nachdem die Astronauten ihnen wieder Wasser zugeführt haben.

In Öfen werden die Mahlzeiten auf die richtige Temperatur aufgewärmt. Auch viele Getränke sind in entwässelter Form vorhanden. Auf der Raumstation wird durch Wiederaufbereitung eine gewisse Menge Wasser produziert, doch mit den Versorgungsmissionen muss zusätzlicher Wassernachschub hochgesendet werden. Zu den Getränken gehören beispielsweise Kaffee, Tee, Orangensaft, Fruchtpunsch und Limonade.

Genügend Kalorien, Vitamine und Mineralstoffe aufzunehmen, ist für Astronauten ebenso wichtig wie für die Menschen auf der Erde. Sie müssen täglich mindestens 2000 Kalorien zu sich nehmen. Während der Mission füllen die Besatzungsmitglieder auf dem Computer Fragebögen aus, um festzuhalten, was sie gegessen haben. Experten auf der Erde prüfen dann, ob sie ihre Essensgewohnheiten verbessern müssen.⁵

5 Wie viele Astronauten können auf der ISS leben und wie lange reicht der Sauerstoff und Lebensmittelvorräte?

Astronautenanzahl

Die Anzahl der Astronauten, die auf der ISS leben ist primär durch die An- und Abreisemöglichkeiten begrenzt. Es können momentan maximal zwei Sojuskapseln ange-dockt werden, welche jeweils Platz für drei Personen haben. Da in einem Notfall alle Personen evakuiert werden können müssen, dürfen maximal 6 Personen gleichzeitig auf der ISS sein.⁶

Sauerstoff

Es gibt auf der ISS ein sogenanntes Lebenserhaltungssystem, welches Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur und Luftdruck regelt. Dies recycelt auch die Luft auf chemischer Basis und filtert so giftige

Stoffe, wie CO₂ oder auch Gerüche heraus. Die Atemluft ist somit wiederverwertbar⁷. Desweiteren wird auf der ISS Sauerstoff aus Wasser durch Elektrolyse gewonnen und zusätzlicher Sauerstoff wird durch Raumfrachter auf die ISS gebracht⁸. Für Notfälle gibt es natürlich auch immer bereitstehende Sauerstofftanks.

Lebensmittelvorräte

In regelmäßigen Abständen treffen Lebensmittellieferungen auf der ISS ein. Diese werden mit Hilfe der automatischen Versorgungsschiffe wie das ATV der ESA oder die russische Progress auf die ISS transportiert. So sind immer genug Obst, Wasser und Mahlzeiten an Board der ISS.⁹

6 Wird der verbrauchte Sauerstoff bzw. das Wasser wieder aufbereitet? Kann der Sauerstoff bzw. das Wasser ausgehen?

Aus den FAQ, die von Tim Peake auf Facebook beantwortet wurden:

„We have a fairly normal atmosphere of about 21% oxygen (101.3 kPa (14.7 psi), the same as at sea level on Earth). We make our own oxygen on board by using a process called electrolysis which separates liquid water into hydrogen gas and oxygen gas. We can then use the hydrogen gas mixed with the carbon dioxide that we breathe out to make water again, and this leaves us with just methane as a waste product. There is also reserve oxygen stored in high pressure tanks inside and outside the Space Station if we need it to

recharge our atmosphere or our spacesuits (we breathe 100% oxygen inside our spacesuits). The one thing that is quite different with our atmosphere on the Space Station is our carbon dioxide level - which is about 10 times higher than on Earth.”

Für die Gewinnung von Trinkwasser, aber auch von Wasser für technischen Einsatz (wie Experimente, Brennstoffzellen, Hygiene, ...) werden je nach Erfordernissen wiederum verschiedene Systeme eingesetzt. In Raumstationen werden Wiederaufbereitungssysteme verwendet, die Wasser aus der Kabinenluft per Kondensation, dem anfallenden Abwasser (Hygiene, Experimente, ...)

sowie dem Urin der Raumfahrer gewinnen. Hier kommen beim Brauchwasser und Kondensat entsprechende Wasseraufbereitungssysteme (z. B. Sorptions- oder Ionenaustauscher) und zusätzlich Konservierungsmittel (z. B. Iod oder Silberoxid) zum Einsatz. Für die Wiederaufbereitung des

Urins existieren spezielle Raumfahrttoiletten, die erst mit aggressiven Chemikalien wie Ozon und Schwefelsäure eine Ammoniakbildung (Geruchsbelästigung) unterdrücken und dann den Urin per Destillation in Brauchwasser umwandeln¹⁰.

7 Wie wird der Strom erzeugt?

Die Stromversorgung der ISS geschieht ausschließlich über Sonnenenergie.

Der US-amerikanische Teil der ISS verfügt über 16 Solarpaneele, die durch photovoltaische Stromerzeugung elektrische Energie für die Station bereitstellen. Diese sind in acht sogenannten Photovoltaic Modules (PVMs) zu je zwei Elementen zusammengefasst, die durch Rotationsgelenke auf die Sonne ausgerichtet werden. An beiden Enden des „Rückgrats“ der ISS befinden sich jeweils zwei Module; auf der Backbordseite sind es die mit P4 und P6 bezeichneten Elemente und an Steuerbord S4 und S6.

Die acht Solarelemente arbeiten unabhängig voneinander. Während ein Teil des Stroms zur Speicherung in die Akkumulatoren (Nickel-Wasserstoff-Zellen) geleitet wird, geht der andere Teil direkt zu den zahlreichen Verbrauchern. Dazu wird der Strom über vier MBSU-Verteiler (Main Bus Switching Units) geleitet. Um eine gleichmäßige Energieversorgung auf der gesamten Station zu gewährleisten, kann eine MBSU über Kreuzschaltungen mit jeder anderen MBSU verbunden werden.

Zwei Paneele speisen einen Verteiler, der die Stromleitungen splittet und vier Leitungen ausgibt, die die Energie in DDCU-Gleichstromrichtern (Direct current-to-Direct

Current Converter Units) herunterregeln. Anschließend wird die elektrische Energie durch ein verzweigtes Leitungsnetz an jedes Element des US-amerikanisch basierten Teils der ISS verteilt. Die Photovoltaik-Module erzeugen eine Spannung von 160 Volt (Primary Power), die Verbraucher auf dem US-Teil der Station arbeiten jedoch mit 124 Volt Gleichspannung (Secondary Power) und einige Geräte auch mit 28 Volt. Der russische Teil der Station verfügt über mehrere Solarpaneele, die klassisch direkt an den größeren Modulen befestigt sind. Sie sind nur um eine Achse drehbar. Die Sonnenenergie des russischen Teils der Raumstation wird in Nickel-Cadmium-Akkus gespeichert, wobei alle Geräte mit 28 Volt Gleichspannung arbeiten. Über Konverter kann elektrische Energie zwischen den US-amerikanischen und russischen Systemen ausgetauscht werden.

Die Ausrichtung der Solarelemente hat einen relativ hohen Einfluss auf den Luftwiderstand der Station. Durch den Nachtgleitmodus kann der Widerstand im Mittel um 30 % reduziert werden und pro Jahr etwa 1000 kg Treibstoff eingespart werden¹¹.

8 Müssen elektrische Geräte an den Weltraum angepasst werden?

Bei Nutzung innerhalb der Raumstation funktionieren die Geräte wie auf der Erde – lediglich im freien Weltraum müssen Sie z.B. für die extremen Temperaturschwankungen und für die erhöhte Strahlungsrate adaptiert werden.

9 Wie groß ist der Treibstoffverbrauch des Raumschiffs?

Das ist natürlich abhängig vom Raumschiff. Betrachtet man den Verbrauch der Saturn V-Rakete für die ersten Reise zum Mond, so war das bereits in einer Sekunde 10 bis 15 Tonnen flüssiger Treibstoff. Die Saturn V bestand aus 3 Stufen, wobei die erste Stufe einen Tank mit 811 000 Liter Kerosin hatte. Heutzutage ist dies verbessert und der Verbrauch erheblich gesenkt.

Das Space Shuttle führte zum Beispiel 1,5 Mio Liter Treibstoff mit sich, der innerhalb von 16 Minuten total verbraucht worden ist. In dieser Zeit wurde das Shuttle von der Erde in ca. 116 km Höhe katapultiert und der leere Treibstofftank (das orange-

farbene Teil in der Mitte) wurde abgekoppelt und verglühte zum größten Teil beim Wiedereintritt in die Atmosphäre.¹²



10 Wie schläft man im Weltall?

Im Weltall schläft man in der Schwerelosigkeit, somit gibt es schon mal kein oben oder unten, was zu sehr anderen Schlafpositionen als auf der Erde führt. Man schläft in einem Schlafsack, den man irgendwo befestigen sollte, damit man nicht umher schwebt. Auf der ISS hat jeder Astronaut eine eigene Kabine mit einem Schlafsack an der Wand, da kann man während der vorgesehenen Schlafensstunden nicht ungewollt davon schweben.

Aus den FAQ, die von Tim Peake auf Facebook beantwortet wurden:

„I sleep in my crew quarter (ISS), which is a bit smaller than a public telephone box, but big enough for everything I need. We try to get about 8 hours of sleep per night, but this varies and we can go to bed anytime from 10 p.m. to midnight (we're on GMT). I strap my sleeping bag loosely to the wall and then zip myself into it and let myself float. Our sleeping bags are quite close fitting, which is good because you don't want to move around inside them too much. I find it

easy to sleep in space but it's probably not as good quality sleep as I get on Earth. It's sometimes hard to get your arms into a comfortable position - I normally just fold them across my

chest. I am actually looking forward to sleeping in a proper bed again and having the feeling of gravity pull me down into a comfy mattress!".¹³

11 Wie duscht man in der Schwerelosigkeit?

Einige tolle Videos zum Thema Körperhygiene in der Schwerelosigkeit gibt es auf der Website der Canadian Space Agency ¹⁴.

„Nahezu jeder Tropfen Wasser, der auf der ISS benötigt wird, muss mit dem Space Shuttle oder mit automatischen Versorgungsschiffen wie der russischen Progress oder dem ATV der ESA von der Erde angeliefert werden. Dieses Wasser dient den Raumfahrern zum Trinken und zur Zuberei-

tung von Speisen.

Einige der früheren Raumstationen waren mit Duschen ausgestattet. Weder das Space Shuttle noch die ISS verfügen über einen solchen Luxus. Stattdessen waschen sich die Astronauten mit einem feuchten, seifigen Tuch. Allerdings muss auch kein Geschirr gespült werden. Die gebrauchten Lebensmittelbehälter werden zerdrückt und weggeworfen.¹⁵“

12 Gibt es bestimmte Krankheiten bzw. welche Veränderungen macht der Körper im Weltall durch?

Im Weltall macht der Körper viele Veränderungen durch, insbesondere durch die Mikrogravität. Es kommt zu einer Umverteilung des Blutes im Körper, was insbesondere zu mehr Blut im Kopf sorgt, als wir es hier auf der Erde gewöhnt sind. Dies führt öfters zu einem roten, aufgedunsen Gesicht der

Raumfahrer. Dies drückt jedoch auch auf die Sehnerven, und so kommt es öfters zu Schwierigkeiten mit den Augen. Ausserdem nimmt die Muskelmasse im All erheblich ab. Um dem entgegen zu wirken, trainieren Astronauten täglich 2 Stunden auf der ISS.

13 Was passiert bei Krankheiten? (Übelkeit, Fieber etc.) Was passiert wenn ein Raumfahrer schwerwiegend erkrankt?

Es gibt eine private Konferenz mit dem Flight Surgeon, bei der entschieden wird, ob die Krankheit Impakt auf die Mission hat und wie weiter vorgegangen wird. Die AstronautInnen sind aber sehr gut mit Medikamenten ausgestattet.

14 Wie stark sind die Auswirkungen des Muskelschwunds?

AstronautInnen trainieren jeden Tag 2.5 Stunden um den Auswirkungen entgegen zu wirken, wenn sie sich also an diesen Trainingsplan halten, gibt es kaum Muskelschwund [Student vom King's College].

„Zum Laufen, Heben von Gegenständen und Treppensteigen sind wir auf unsere Muskeln angewiesen. Im Weltraum aber werden die Muskeln schwächer, weil es keine Schwerkraft gibt, die man überwinden muss. Wenn Raumfahrer auf die Erde zurückkehren, wo normale Schwerkraft herrscht, fühlen sie sich plötzlich sehr schwer und haben Schwierigkeiten, das Gleichgewicht zu halten. Ähnliche Wirkungen lassen sich bei älteren Leuten feststellen und bei Menschen, die aus Krankheitsgründen lange Zeit das Bett hüten müssen.

Die Weltraumforschung gibt uns die Möglichkeit, mehr über die Effekte des langfristigen Muskelabbaus zu lernen.

Tests mit Raumfahrern haben gezeigt, dass täglich mehrere Stunden Training notwendig sind, um den Muskelabbau zu verhindern. Maschinen, die im All verwendet werden, sind unter anderem Laufbänder zum Laufen auf der Stelle und Fahrradergometer. Sie sind zur Stärkung der Muskeln und zur Verbesserung der Blutzirkulation wichtig. Raumfahrer können auch spezielle Hosen tragen, die das Blut in ihre Beine ziehen und ihr Herz fester schlagen lassen. Diese und andere Maßnahmen, wie die Behandlung mit Medikamenten, können möglicherweise bei Patienten auf der Erde eingesetzt werden.¹⁶“

15 Kann es vorkommen, dass die ISS mit Weltraumschrott kollidiert? Gab es kritische Situationen?

Ein kleines Beispiel an dieser Stelle. Beschreibung und Bild aus¹⁷:



“...ESA astronaut Tim Peake took this photo from inside Cupola last month, showing a 7 mm-diameter circular chip gouged out by the impact from a tiny piece of space debris, possibly a paint flake or small metal fragment no bigger than a few thousandths

of a millimetre across. The background just shows the inky blackness of space.

“I am often asked if the International Space Station is hit by space debris. Yes – this is the chip in one of our Cupola windows, glad it is quadruple glazed!” says Tim.

To cater for such possibilities, the Station is provided with extensive shielding around all vital crew and technical areas, so that minor strikes, like this one, pose no threat.

While a chip like the one shown here may be minor, larger debris would pose a serious threat. An object up to 1 cm in size could disable an instrument or

a critical flight system on a satellite. Anything above 1 cm could penetrate the shields of the Station's crew modules, and anything larger than 10 cm could shatter a satellite or spacecraft into pieces.

“ESA is at the forefront of developing and implementing debris-mitigation guidelines, because the best way to avoid problems from orbital debris is not to cause them in the first place,”

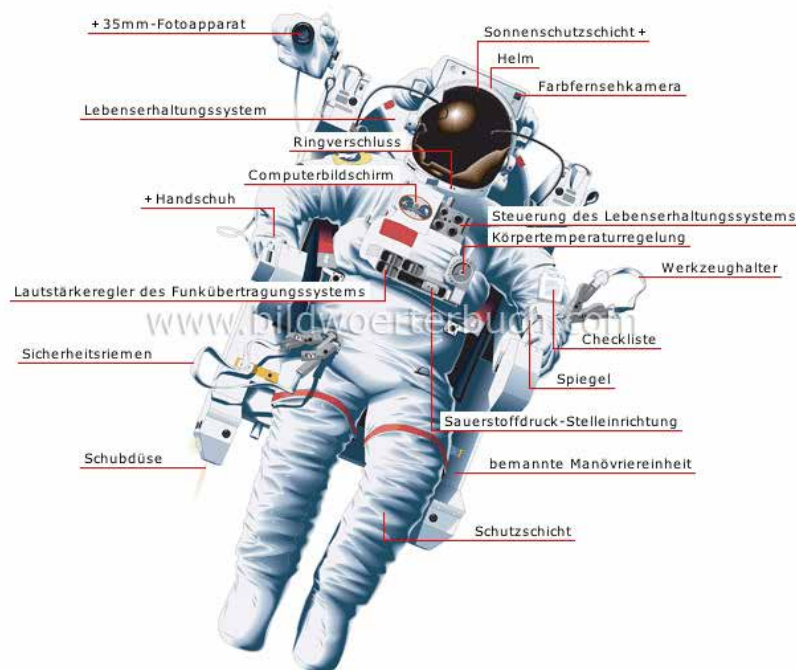
says Holger Krag, Head of ESA's Space Debris Office.

“These guidelines are applied to all new missions flown by ESA, and include dumping fuel tanks and discharging batteries at the end of a mission, to avoid explosions, and ensuring that satellites reenter the atmosphere and safely burn up within 25 years of the end of their working lives.””

16 Was kostet ein Raumanzug und woraus besteht er?

Kosten- An die zwölf Millionen Dollar kostet ein Raumanzug für Außenarbeiten auf der ISS. Er dient quasi als persönliches Raumschiff und schützt den Space Walker vor den extremen Temperaturen, Mikro-

meteoriten, kosmischer und ultravioletter Strahlung. Zusätzlich liefert dieser auch den lebensnotwendigen Sauerstoff und dient als Kommunikations- und Fortbewegungsmittel.¹⁸



Bestandteile eines Raumanzugs

Jeder Raumanzug besteht aus zahlreichen Schichten verschiedener Textilien, Kunststoffe und häufig auch Metalle. In der innersten Schicht sind Schläuche ein-

gelegt, durch die kaltes Wasser gepumpt wird, damit der Raumfahrer in seinem Anzug nicht überhitzt. Darüber befindet sich eine Schicht Neopren, die gasdicht, aber flexibel ausgeführt ist, und so den Über-

druck halten kann. Damit sich der Anzug im Vakuum nicht übermäßig aufbläht und den Raumfahrer unbeweglich macht, wird der Druck im Anzug im Vergleich zur Erdatmosphäre so weit wie physiologisch möglich gesenkt. Zudem ist die Neoprenschicht von einer weiteren kräftigen Textilschicht umgeben. Die äußeren Anzugsschichten bestehen aus widerstandsfähigen feuerhemmenden Aramidfasern. Raumanzüge für Außenboardarbeiten sind zudem an der Außenseite mit Aluminium oder anderen Stoffen beschichtet, um Sonnenstrahlung zu reflektieren. Diese beiden Außenschichten schützen den Träger auch vor Mikrometeoriten und Strahlung. Der Kopf des Raumfahrers steckt in einem nahezu kugelförmigen Helm, der gasdicht an den Raumanzug angeschlossen und mit einem



klappbaren Visier gegen die aggressive UV-Strahlung der Sonne versehen ist. Meist im Rumpfbereich befinden sich die Anschlüsse für Sauerstoff, Abluft, Kühlwasser und Kommunikationssysteme.¹⁹

17 Wie schwer ist der Raumanzug?

Der Overall der Shuttle-Astronauten ist für die besonderen Bedingungen im Orbit konstruiert. Das Spezialgewebe schützt vor Außentemperaturen von minus 130 Grad Celsius bei Dunkelheit und plus 150 Grad bei Sonnenlicht; das goldbeschichtete Visier bewahrt das Gesicht vor der intensi-

ven UV-Strahlung. Das weiter entwickelte Lebenserhaltungssystem ermöglicht bis zu acht Stunden lange Aufenthalte im Welt- raum. Insgesamt wiegt die Ausrüstung, im Nasa-Jargon „Extravehicular Mobility Unit“, fast 120 Kilogramm - dank der Schwerelosigkeit im Orbit kein Problem.²⁰

18 Wie groß ist eine Raumkapsel?

Eine Sojus Raumkapsel hat gerade mal soviel Platz, dass 3 Raumfahrer eng nebeneinander Platz haben. Mit der Sojus TMA konnte das neue Raumschiff 150 bis 190 cm große und 50 bis 95 kg schwere Raumfahrer aufnehmen (für Sojus TM waren 164 bis 182 cm große und 56 bis 85 kg schwere Raumfahrer zugelassen).²¹

19 Warum schoss man zu Beginn Tiere ins Weltall?

Am 20. Februar 1947 schoss man als erste Tiere Fruchtfliegen ins All. Diesen folgten mehrere Tiere. Zum einen wollte man das Überleben der Tiere sichern, bevor man Menschen in Weltall schickt, zum anderen wurden auch spezifischere Dinge getestet wie die Wirkung der Strahlen oder Wärmeisolierungen. Diese Tests sorgten jedoch für Proteste von Tierrechtlern. Bei einem Bankett nach seiner Rückkehr sagt Gagarin:



„Ich weiß immer noch nicht, wer ich bin:
der erste Mensch oder der letzte Hund im All.“²²

20 Nach welcher Zeitzone richtet man sich im All?

Die Besatzung auf der Internationalen Raumstation (ISS) richtet sich nach der koordinierten Weltzeit (Universal Time Coordinated, kurz UTC).

21 Wie lange würde ein Flug von der Erde zum Jupiter dauern?

Die Strecke, die ein Raumschiff von der Erde zum Jupiter zurücklegen müsste, ist mindestens 588 Millionen Kilometer – zehn mal weiter als der Mars. Die Astronauten wären ungefähr 600 Tage unterwegs. Sie müssten also mehr als eineinhalb Jahre in einem en-

gen Raumschiff verbringen, jederzeit der Gefahr ausgesetzt, von massiven Sonnenstürmen verstrahlt oder von Asteroiden getroffen zu werden. Funksignale zur Erde wären viele Minuten, gar Stunden unterwegs.²³

22 Gibt es Notfallpläne für den Fall eines Kontakts mit einer anderen Art?

Theoretisch ist dafür die **UNOOSA** (United Nations Office for Outer Space Affairs) zuständig.

Name des Raumfahrers

.....

Was waren Ihre Aufgaben im Weltraum?

.....
.....
.....

Welche Erfahrungen haben Sie gesammelt?

.....
.....
.....



Wie ist es alleine im Weltraum zu sein?

.....
.....
.....

Was darf man bzw. haben Sie an persönlichen Dingen mit ins All genommen?

.....
.....
.....

Wie ist es wieder festen Boden unter den Füßen zu haben?

.....
.....
.....

Wie kamen Sie auf die Idee Astronaut / Kosmonaut zu werden?

.....
.....

Quellenangaben

- 1 ESA, How to become an Astronaut: http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Astronauts/How_to_become_an_astronaut
 - 2 http://www.helpster.de/was-verdient-ein-astronaut-wissenswertes-zu-berufsbild-und-verdienst-moeglichkeiten_134477
 - 3 <http://www.sueddeutsche.de/geld/reden-wir-ueber-geld-walter-astronauten-sind-arme-schweine-1.163457-2>
 - 4 <http://www.n24.de/n24/Nachrichten/Wissenschaft/d/4819616/zehn-erstaunliche-fakten-ueber-astronauten.html>
 - 5 ESA kids, Leben im Weltraum: http://www.esa.int/esaKIDSde/SEM-7QP6TLPG_LifeinSpace_0.html
 - 6 https://de.wikipedia.org/wiki/Internationale_Raumstation
 - 7 <https://www.wissenschaft-im-dialog.de/projekte/wieso/artikel/beitrag/wie-kann-eine-raumstation-genug-sauerstoff-speichern-um-damit-mehrere-menschen-monatelang-zu-versor/>
 - 8 <http://www.astronews.com/frag/antworten/3/frage3575.html>
 - 9 http://www.esa.int/esaKIDSde/SEM-7QP6TLPG_LifeinSpace_0.html
 - 10 Wikipedia Lebenserhaltungssysteme: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lebenserhaltungssystem>, aufgerufen am 7.7.2016
 - 11 Wikipedia ISS: https://de.wikipedia.org/wiki/Internationale_Raumstation#Energieversorgung, aufgerufen am 7.7.2016
 - 12 <http://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/wie-viele-liter-treibstoff-braucht-eine-rakete-auf-dem-weg-zum-mond.html>
 - 13 http://www.dlr.de/next/desktop-default.aspx/tabid-6654/10916_read-24812/
 - 14 Canadian Space Agency: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/astronauts/living-in-space/personal-hygiene-in-space.asp>, aufgerufen am 7.7.2016
 - 15 ESA kids, Waschen im All, http://www.esa.int/esaKIDSde/SEMBD8X-JD1E_LifeinSpace_0.html
 - 16 ESA kids, Schwache Muskeln http://www.esa.int/esaKIDSde/SEM-DOXDE2E_LifeinSpace_0.html
 - 17 ESA, Space in Images: http://www.esa.int/spaceinimages/Images/2016/05/Impact_chip, aufgerufen am 7.7.2016
 - 18 Quelle: <http://www.spektrum.de/magazin/wissenschaft-im-alltag-der-raummanzug/826975>
 - 19 <https://de.wikipedia.org/wiki/Raummanzug>
 - 20 <http://www.spiegel.de/wissenschaft/weltall/astronauten-anzuege-ruestung-fuer-raumreisende-a-304341-2.html>
 - 21 https://de.wikipedia.org/wiki/Sojus_%28Raumschiff%29
 - 22 <http://www.zeit.de/wissen/geschichte/2011-03/gagarin-tiere-raumfahrt>
 - 23 <http://www.wiwo.de/technologie/forschung/sternstunde-weltraum-forscher-planen-bemannte-reise-zum-jupiter/8665574.html>
- Icons by Giuditta Valentina Gentile from the Noun Project

Kontakt



Österreichisches
Weltraum Forum Austrian Space Forum

ÖWF Büro Innsbruck /
PolAres Spacesuit Laboratory
Sillufer 3a
6020 Innsbruck
Austria

info@oewf.org
www.oewf.org

Othmar Coser
Konsulent für Umweltfragen
Projektleiter Erdbeobachtungs-
vorträge („Eye in the Sky“)

+43 660 67 22 191
othmar.coser@oewf.org