



ESA-Astronaut Umberto Guidoni

Momentan leben drei Astronauten auf der ISS. Sie werden sechs Monate lang ununterbrochen an Bord bleiben. Dabei kommen regelmäßig weitere Kollegen hinzu, die mit dem amerikanischen Space Shuttle oder der russischen Trägerrakete Sojus zur ISS fliegen.

Der ESA-Astronaut Umberto Guidoni, der als erster Europäer die Raumstation betreten und immerhin schon zwei Space Shuttle Missionen absolviert hat, beschreibt das Leben im Weltall folgendermaßen:

„Zuallererst muss man zum totalen Ordnungsfanatiker werden. Man kann nicht einfach irgendwelche Dinge irgendwo ablegen, weil sie nicht abgelegt werden können. Alles, was nicht niet- und nagelfest ist, fliegt langsam aber sicher davon. Einmal wäre mir auf diese Weise beinahe eine Diskette abhanden gekommen, auf der wichtige Daten gespeichert waren. Man muss also alles irgendwie dingfest machen, mit Klebeband oder primitivem Klettverschluss – das klingt zwar technologisch nicht sehr anspruchsvoll, und doch sind dies zwei der elementarsten Erfindungen für das praktische Leben im Weltraum!“

Wie fühlt man sich denn im Zustand der Schwerelosigkeit?

Nun, man schwebt einfach im Raum herum, es ist ein bisschen wie unter Wasser. Vor meinem ersten Flug ins All war dies die Erfahrung, die der Schwerelosigkeit am nächsten kam. Man fühlt sich also wie unter Wasser, nur ohne Wasser, wenn Sie verstehen was ich meine... Man fühlt sich im wahrsten Sinne des Wortes „neben sich“, man hat einfach keine richtige Kontrolle über seinen Körper. Will man in eine bestimmte Richtung schauen und dreht den Kopf, merkt man am Ende des Bewegungsvorgangs, dass man ihn zu weit gedreht hat. Der Körper adaptiert sich allerdings relativ schnell an die neue Umgebung, obwohl es ungefähr 24 Stunden dauert, bis man sich von anfänglichem Schwindel und Übelkeit erholt hat. Danach ist das Leben in der Schwerelosigkeit eigentlich ganz lustig. Aber es dauert schon mehrere Tage bis eine Woche, bis man wirklich effizient arbeiten kann.

Die Gefahr ist groß, dass man die Orientierung verliert. Ich kann mich erinnern, wie ich einmal in einem der **Knoten** so vor mich hin gearbeitet habe. Ich war wohl zu konzentriert, um zu merken, dass ich langsam immer mehr nach oben driftete, und als ich dann von der Arbeit aufsaß, wusste ich plötzlich nicht mal mehr wo oben und unten war.



ESA-Astronaut Roberto Vittori, als er zum ersten Mal die ISS betritt.

Wenn man die Raumstation nach einem langen Flug im Shuttle betritt, ist es, als käme man von einem Einbettzimmer in eine geräumige Villa. Momentan ist die ISS ein einziges langes schlauchförmiges Gebilde, dessen Korridore mit den einzelnen Modulen verbunden sind. Man denkt sich: Super! Da rauschen wir jetzt einfach Mal von vorne bis hinten durch! Aber Astronauten, die nur auf Kurzzeitmission sind, wie ich, schaffen das einfach nicht. Kollegen, die dagegen längere Zeit auf der ISS sind, sind wahre Profis: Sie können von einem Ende zum anderen fliegen, ohne ein einziges Mal anzuecken. Angeber!“

Knoten sind "Korridorverbindungen", durch die die Astronauten von einem Modul oder "Raum" in einen anderen gelangen können und die einzelne Module miteinander verbinden. Manche Knoten haben Andockvorrichtungen, um der Crew angedockter Raumfahrzeuge Zutritt zur Raumstation zu verschaffen.



Wie laufen ganz alltägliche Vorgänge auf der ISS ab – Essen, Schlafen, usw.?

„Das mit dem Essen ist gar nicht so einfach. Meistens nimmt man die Nahrung mit einem Löffel aus einem Plastikbeutel zu sich – ganz vorsichtig! Eine hastige Bewegung, und schon fliegt der Bissen davon und klatscht irgendwo an die nächste Wand. Trotzdem versuchen wir, die Mahlzeiten zivilisiert und in geselliger Runde einzunehmen. An Bord des russischen Swesda-Moduls gibt es sogar einen

Esstisch, der mitunter als willkommener Referenzpunkt dient, wenn man mal wieder nicht weiß, wo gerade „unten“ und „oben“ ist. Die Füße steckt man am besten in die am „Boden“ befindlichen Schlaufen, sonst fliegt man ganz einfach davon. Deshalb ist auch das Schlafen eigentlich nur eine Frage des richtigen Fixings. Man befestigt seinen Schlafsack an irgendeiner Stelle und kriecht dann hinein. Da die Geräuschkulisse an Bord ziemlich heftig sein kann, benutzen viele Astronauten Ohrenschützer.“

Die Geräusche werden hauptsächlich von den Ventilatoren erzeugt, die unbedingt notwendig sind, damit die Luft ständig zirkulieren kann. Auf der Erde sorgen **Konvektionsströme** für eine permanente Umwälzung der Luftmassen, aber solche gibt es im schwerelosen Raum nicht, da es generell keine Masse gibt, die leichter oder schwerer ist als irgendeine andere. Ohne die Ventilatoren würde z.B. das von einem/r Astronauten/in im Schlaf ausgeatmete Kohlendioxid nicht gleichmäßig verteilt werden und seinen oder ihren Kopf wie eine große Blase umgeben.

Ein Konvektionsstrom entsteht, wenn warme, leichtere Luft aufsteigt und kalte, schwerere Luft absinkt.

Guidoni fügt hinzu:

„Die Ventilatoren sind auch Endstation für viele Gegenstände, die uns abhanden gekommen sind und früher oder später dort ihren Irrflug beenden. So konnte ich übrigens auch meine verlorene Diskette wieder einfangen.“



Umberto Guidoni beim Eintritt in das Sarja-Modul der ISS.

Und wie ist das mit der Toilette?

„Also das fragt wirklich jeder! In Weltraumtoiletten werden die Exkremente mit einer Luftpumpe abgesaugt – laut aber gründlich! Und natürlich besteht absolute Anschnallpflicht! Leider gibt es keine Dusche an Bord, für die Körperpflege benutzen wir also nur feuchte Tücher und Schwämme mit schaumfreier Seife.“

Das Wasser an Bord der ISS wird zuerst der Luft entzogen, kondensiert und so oft wie möglich wiederaufbereitet. Dieser Vorgang ist unbedingt erforderlich, damit sich ja nirgends Wassertröpfchen bilden können. Trinkwasser muss genau wie Nahrung, Sauerstoff zum Atmen und sonstige Ausrüstung von der Erde heraufgebracht werden.

Viele der an Bord durchgeführten Experimente beschäftigen sich damit, wie der menschliche Körper auf einen langen Aufenthalt im Zustand der Schwerelosigkeit reagiert. Muskeln und Knochen erschlaffen, wenn sie der auf der Erde vorhandenen Schwerkraft nicht ständig Widerstand leisten müssen. Selbst die Gewebeflüssigkeit wird von der Schwerkraft nicht mehr nach unten gezogen und steigt nach oben, so dass man spindeldünne Beine und ein aufgedunsenes Gesicht bekommt. Aus diesem Grund müssen Astronauten jeden Tag zirka eine Stunde lang auf einem Laufband trainieren. Man kann die Symptome damit nicht völlig zum Verschwinden bringen, aber es tritt doch eine erhebliche Besserung ein. Nach der Rückkehr von einem mehrmonatigen Aufenthalt im All müssen Astronauten daher auch wochenlang ärztlich betreut werden, bevor sie der Belastung durch die Schwerkraft wieder standhalten können, die ein normaler Erdenbürger nicht einmal wahrnimmt.



Guidoni ans „Rad“ der Station gefesselt.

Das hört sich aber alles recht unbequem an. Warum will jemand überhaupt Astronaut werden und nimmt bereitwillig das jahrelange Training auf der Erde in Kauf, nur um ein einziges Mal ins All zu fliegen?

„Die meisten Astronauten finden diese Frage völlig absurd. Warum erlernen andere Menschen andere Berufe? Die Erfahrung mit der Schwerelosigkeit hat ihren ganz besonderen Reiz. Man ist stolz, einen wirklich anspruchsvollen Job ausüben zu können, eine Chance bekommen zu haben, die nur ganz wenige Menschen auf der Welt bekommen – dafür lohnt sich der Einsatz! Und der Blick von dort oben ist einfach unvergleichlich! Ein paar Minuten aus einem der Bullaugen ins All zu schauen, das ist die faszinierendste Art Entspannung, die, glaube ich, jeder Astronaut genießt, wann immer er sich ein paar freie Minuten gönnen kann. Ich meine damit nicht, ins endlose schwarze Nichts zu starren, sondern die Erde zu beobachten, die für uns neun Zehntel des ganzen Fluges sichtbar ist. Sie verändert sich ständig, offenbart jedes Mal neue Facetten und erscheint jedes Mal noch schöner!“



Claudie Haigneré beobachtet die Erde aus einem Bullauge der ISS

3.1 – Alltag im All

Alltag im All

Wie verläuft dein Alltag?

1. Schreibe auf, wie dein Alltag abläuft und wie viel Zeit du für die einzelnen Aktivitäten aufwendest.
2. Unterhaltet euch darüber, wie andere Menschen ihren Tag verbringen und warum die Tagesabläufe unterschiedlich sind.
3. Vergleiche deinen Tagesablauf mit dem der Astronauten an Bord der ISS.
4. Könntest du deinen typischen Tagesablauf auch auf der ISS verwirklichen oder müsstest du ihn ändern?

Da die ISS die Erde im 90-Minuten-Takt umkreist, gibt es keinen normalen 24-stündigen Tag-und-Nacht-Rhythmus, wie wir ihn auf der Erde gewohnt sind. Während **einer Erdumkreisung** befindet sich die ISS 45 Minuten im Sonnenlicht und 45 Minuten im Erdschatten. Nichtsdestotrotz versuchen die Astronauten, so gut es geht den gewohnten 24-Stunden Rhythmus künstlich aufrecht zu erhalten. Sie richten sich nach der **GMT** und versuchen, „nachts“ acht

Stunden **Schlaf** zu bekommen und wochentags acht Stunden zu **arbeiten**. Während der restlichen Zeit des Tages nehmen sie ihre Mahlzeiten ein, machen Fitnesstraining, entspannen sich und versuchen, sich ein bisschen **Freizeitspaß** zu gönnen.



Astronaut Philippe Perrin schwebt schwerelos neben der Microgravity Science Glovebox im Destiny-Labor der ISS.

Samstags arbeiten die Astronauten gewöhnlich vier Stunden, Sonntags haben sie frei. Manchmal allerdings müssen auch an diesen Tagen Experimente überwacht und Instandsetzungsarbeiten ausgeführt werden.

Fertige eine Packliste für deine Mission an

1. Fertige eine Liste all der Dinge an, die du für eine zehntägige Mission an Bord der ISS mitnehmen müsstest.
2. Wenn du einen Gegenstand mitnehmen dürftest, um deine Freizeit an Bord der ISS zu gestalten, welcher wäre das?





Ein Blick von der ISS auf die Erde

In ihrer Freizeit können die Astronauten Musik hören oder sich Videos ansehen. Manche fotografieren unheimlich viel oder verbringen Stunden damit, unsere Erde aus dem Weltall zu betrachten. Am Tage kann man sogar einzelne Bauwerke auf ihr erkennen, Großstädte und Autobahnen. Wenn es auf der Erde Nacht ist, funkeln die hell erleuchteten Städte wie Diamanten, verbunden durch Autobahnen, die wie Lichterketten strahlen. Man kann auch Seen, Berge und Wolkenformationen erkennen. Nachts können die Astronauten aktive Vulkane und die grellen Blitze von Unwettern beobachten.



Die Astronauten wenden ungefähr die Hälfte ihrer Arbeitszeit für die Durchführung wissenschaftlicher **Experimente** auf. Die übrige Zeit kümmern sie sich darum, dass der Betrieb der ISS ordnungsgemäß vonstatten geht, indem sie ab und zu diverse **Wartungsarbeiten** und Kontrollmaßnahmen durchführen. Da die ISS immer noch nicht komplett fertig gestellt ist, wird noch viel Zeit investiert, die Verbindungen zwischen den Modulen herzustellen und einzelne Anlagen an den dafür vorgesehenen Stellen zu installieren. Für diese Arbeiten sind auch Außeneinsätze erforderlich. Sämtliche Vorgänge an Bord werden in einem **Logbuch** verzeichnet.

Ein Tag an Bord der ISS.

1. Stelle dir vor, du würdest einen Tag an Bord der ISS verbringen. Notiere deine Aktivitäten in deinem Astronautenlogbuch.
2. Stelle dir vor, du würdest dich mit einem/r Astronauten/in über seinen/ihren Tag an Bord der ISS unterhalten. Notiere die entsprechenden Fragen und Antworten.
3. Überlege dir, für welche Zeitschrift oder Tageszeitung du gerne schreiben würdest. Schreibe einen Artikel über einen Tag an Bord der ISS. Berücksichtige beim Schreiben auch die Interessen deiner Leser.
4. Zeichne einen Cartoon über das Leben an Bord der ISS.



ESA-Astronaut Wubbo Ockels geht schlafen

Noch mehr Infos...

...über die **europäischen Astronauten**, über ihr Leben im All oder wie man die einmalige Chance erhält, Astronaut zu werden unter:

<http://www.esa.int/export/esaHS/astronauts.html>

Auf dieser Webseite kannst du unter „European astronauts“ ein Interview mit ESA-Astronautin Claudie Haigneré lesen, ihr persönliches Trainingstagebuch und ihr Mission-Logbuch. Lies das Trainingstagebuch der Odissea-Mission und informiere dich über bevorstehende Missionen.

Europe, vom Weltraum aus gesehen

Zeichne in die Karte Folgendes ein:

- a) Die Namen der europäischen Länder.
- b) Die Hauptstädte Europas und andere Großstädte.
- c) Die Namen der in der Abbildung sichtbaren Meere.

Zusätzliche Übung: Zeichne Staatsgrenzen ein und trage ferner die Namen großer Seen, Inseln, Flüsse und Berge ein.



Körperpflege ist an Bord der ISS natürlich genauso wichtig wie auf der Erde. Für die tägliche Körperhygiene haben alle Astronauten einen kleinen **Kulturbeutel** mit allen wichtigen Utensilien: einen Kamm, eine Schere, eine Zahnbürste, Zahncreme, Seife, Shampoo, Handtücher und Papiertücher. Für die männlichen Crew-Mitglieder gibt es einen Rasierer, Rasiercreme und Aftershave, Astronautinnen dürfen Make-up benutzen. Am Kulturbeutel ist ein Klettverschluss angebracht, so dass man ihn an der Wand befestigen kann, damit er nicht klammheimlich davonfliegt, während man mit Zähneputzen beschäftigt ist!

Was allerdings die Körperpflege auf der Erde von der an Bord der ISS ganz grundlegend unterscheidet, ist die Art und Weise, wie sich **Wasser** unter nahezu schwerelosen Bedingungen verhält.

Wasser und Schwerkraft

Du benötigst: Wasser, eine Pipette, eine Schüssel

1. Fülle Wasser in die Schüssel. Beschreibe die Oberfläche des Wassers und versuche zu erklären, warum es diese Oberfläche aufweist. Sauge etwas Wasser in die Pipette ein. Drücke aus der Pipette vorsichtig einen Tropfen Wasser heraus, ohne dass er zu Boden fällt. Beschreibe die Form des Wassertropfens.
2. Versuche die Form eines Tropfens im freien Fall zu beschreiben. –Was fällt dir auf?



In schwerelosem Zustand bildet Wasser kugelförmige Gebilde.

Wasser im schwerelosen Zustand

Im schwerelosen Zustand kann Wasser nicht zu „Boden“ tropfen, die Wassertropfen schweben vielmehr frei im Raum umher. Dabei wirkt zwischen den Wassermolekülen eine Kraft, die man als Oberflächenspannung bezeichnet, sie übt Anziehungskraft auf die Moleküle an der Oberfläche aus. Dadurch bildet das Wasser scheinbar eine Art Haut, was erklärt, warum Insekten beispielsweise auf der Wasseroberfläche laufen können und warum Wasser in schwerelosem Zustand zu kugelförmigen Gebilden wird. Deshalb werden sämtliche Flüssigkeiten an Bord der ISS in fest verschlossenen Behältnissen aufbewahrt, selbst der Orangensaft fürs Frühstück.



Coffeetime für ESA-Astronautin Claudie Haigneré

Wasser wird zu kugelförmigen Gebilden

Wie Wasser zu kugelförmigen Gebilden wird, kannst du beobachten, indem du ein paar Tropfen Tinte in ein Glas mit Öl gibst. Verwende dazu beispielsweise Olivenöl und löse ein wenig Lebensmittelfarbe in Wasser auf. Auf diese Weise kannst du die Tropfen genau beobachten, wenn sie ins Öl eintauchen.

Stelle dir vor:

- wie es wäre, an Bord der ISS zu duschen
- was passieren würde, wenn du versuchen würdest, an Bord der ISS Wasser in ein Waschbecken zu gießen
- was passieren würde, wenn du versuchen würdest, an Bord der ISS aus einer Tasse zu trinken

Fertige eine Zeichnung an, formuliere schriftlich oder versuche in eigenen Worten zu beschreiben, was deiner Meinung nach passieren würde.

Duschen

Noch gibt es keine Dusche an Bord der ISS. Obwohl Absaugvorrichtungen vorhanden sind, die das Wasser in Beutel ableiten, ist es ein schwieriges Unterfangen, sämtliche Wassertropfen „einzufangen“. Zudem hat Wasser die Eigenschaft, sich an Oberflächen abzulagern, und solange es frei im Raum schwebt, kann es überall hin gelangen, sogar in die Ohren und Nasen der Astronauten!

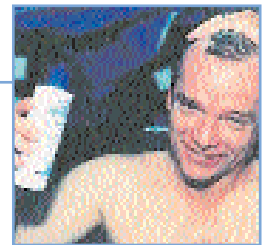


So würden die Wassertropfen im schwerelosen Zustand also nicht so herrlich auf der Haut prickeln wie bei einem Duschbad auf der Erde. Deshalb halten viele Astronauten das Duschen im All auch nicht für so entspannend wie auf der Erde. Als ideale Alternative gibt es an Bord der ISS Waschtücher, die mit Trockenseife behandelt oder spezielle Frischetücher, die mit einer desinfizierenden Lotion getränkt sind. Auf diese Weise kann eine Menge Wasser eingespart werden.



Haare waschen

Astronauten benutzen zum Haare waschen ein Spezialshampoo ([Trocken-shampoo](#)). Es wird genau wie normales Shampoo angewendet, aber nicht ausgespült, sondern mit dem Handtuch abfrottiert. Solche Shampoos sind auch in Drogerien erhältlich, sie werden gerne auf Reisen mitgenommen, bei denen Wasserknappheit zu erwarten ist.



Zähneputzen

Zum [Zähneputzen](#) benutzen die Astronauten ganz normale Zahncreme. Sie nehmen dazu Wasser aus einem Spender, aber es gibt kein Becken, in das sie das Wasser ausspucken könnten. Sie spucken es anstatt dessen in ein Papiertuch und werfen es weg. Alternativ dazu kann auch essbare Zahncreme verwendet werden, die speziell für den Gebrauch ohne Wasser entwickelt wurde.



Absaugrohr, um die abgeschnittenen Haare aufzufangen.

Rasieren

Die Elektrorasur ist kein Problem an Bord der ISS, doch auch sie muss in der Nähe eines [Absaugrohrs](#) vorgenommen werden, um zu verhindern, dass überall Härchen herumfliegen. Die Nassrasur dagegen kann zur echten Herausforderung werden, denn es gibt kein Waschbecken, und Wasser und Rasierschaum haften extrem an der Gesichtshaut. Er muss zusammen mit den entfernten Stoppeln mit einem Papiertuch von der Klinge abgewischt und vorsichtig entsorgt werden – Bart- und Schaumreste dürfen auf keinen Fall durch die Luft entkommen.

Toilette

Das erste, was Astronauten tun, wenn sie die Toilette betreten haben, ist, sich auf selbiger anzuschnallen – täten sie das nicht, würden sie langsam aber sicher abdriften.



Anstelle einer Wasserspülung verfügt die Toilette über ein Absaugrohr, das die Fäkalien nach unten in eine Auffangvorrichtung abführt. Die Feststoffe werden gepresst und bis zur späteren Entsorgung gelagert, während Urin separat aufgefangen und wiederaufbereitet wird. Der komplett gereinigte und desinfizierte Urin wird aufbereitet und daraus unter anderem Atemluft für die Crew gewonnen.

Wie muss man für die tägliche Körperhygiene an Bord ausgerüstet sein?

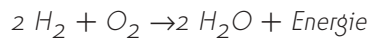
Entwerfe deine persönliche Körperpflegeausstattung und den passenden Weltraumkulturbeutel. Die Körperpflegeausstattung sollte klein und handlich und so leicht wie möglich sein. Der Weltraumkulturbeutel sollte so konzipiert sein, dass er selbst sowie die Utensilien darin befestigt werden können. Versuche Materialien zu verwenden, die den Anforderungen unter Schwerelosigkeitsbedingungen genügen. Geeignete Produkte für die Körperpflegeausstattung findest du in jeder Drogerie.



3.3 Wasserwiederaufbereitung an Bord der ISS

Wasserknappheit

Wasser ist ein rationierter und teurer Rohstoff an Bord der ISS, weil es nur **begrenzte Lagerkapazitäten** für das kostbare Nass und schon gar kein **fließendes Wasser** gibt. Jeder einzelne Tropfen muss von der Erde zur ISS gebracht werden. Man kann es entweder mittels Trägerraketen einfliegen oder vom Space Shuttle beziehen, dort wird es generiert, wenn die Brennstoffzellen an Bord des Space Shuttle Sauerstoff mit Wasserstoff zu einer chemischen Reaktion bringen, um Strom zu erzeugen.



Das ISS-Lebenserhaltungssystem ist so konzipiert, dass es so viel Wasser wie möglich **wiederaufbereiten** kann – sogar Urin und die an Bord herrschende Luftfeuchtigkeit. Um den **Wasserverbrauch zu minimieren**, darf es nur effizient genutzt werden. Bei einem Duschbad auf der Erde werden zirka 50 Liter Wasser verbraucht – im Vergleich dazu benötigt ein Astronaut für seine tägliche Körperhygiene weniger als vier Liter und nicht mehr als zehn Liter Wasser pro Tag insgesamt.



Auch Astronauten schwitzen

Ein Astronaut nimmt pro Tag ungefähr 2,7 Liter Wasser über Nahrung und Getränke zu sich. Das Meiste davon wird vom Körper wieder ausgeschieden – entweder ebenfalls in flüssiger Form (als Urin oder Schweiß) oder als Wasserdampf (durch die Poren der Haut oder beim Ausatmen). Würde der vom Körper ausgeschiedene **Wasserdampf** nicht aus der Luft extrahiert, würde sich das Innere der Raumstation innerhalb kürzester Zeit in eine wahre Sauna verwandeln, und die hohe Luftfeuchtigkeit würde zudem die Atmung erschweren.

Das ISS-Lebenserhaltungssystem erfüllt verschiedene Funktionen: Es reinigt die Luft in der Kabine (filtert Partikel und Mikroorganismen heraus), es sorgt für die verträgliche Konzentration einzelner Gase in der Luft, den optimalen Luftdruck und angenehme Raumtemperatur. Wie bereits oben beschrieben, steuert es auch die Luftfeuchtigkeit. In dem Moment, in dem diese zu hoch wird, sorgt das ISS-Lebenserhaltungssystem dafür, dass überschüssiger Wasserdampf aus der Luft abgezogen wird.

Wir alle wissen, was passiert, wenn ein Brillenträger aus der Kälte in einen warmen Raum mit hoher Luftfeuchtigkeit kommt – die Brillengläser beschlagen sofort. Dieser "Dampf" setzt sich als feine Schicht winziger Wassertröpfchen auf der Glasoberfläche der Brille ab. Auf der ISS funktioniert das ganz ähnlich: Die warme feuchte Luft wird über eine kalte Oberfläche



geleitet, wo sie sich sofort in Form winziger Wassertröpfchen niederschlägt (**Kondensation**). An Bord der ISS herrscht allerdings Schwereelosigkeit, was bedeutet, dass die Wassertröpfchen nicht schwerer als die Luft sind und demzufolge auch nicht von einer Oberfläche nach unten abfließen, wo sie aufgefangen werden können. Dieses Problem wird gelöst, indem man die **Oberfläche in Rotation versetzt**. Durch die Rotation werden die Tröpfchen ans äußerste Ende der Oberfläche gedrückt, wo sie schließlich aufgefangen werden können. Oberflächen mit hydrophiler Beschichtung und so genannten Slurpers (winzige Löcher, an deren rückwärtigem Ende Absaugröhrchen angebracht sind) können ebenfalls verwendet werden. Die hydrophile Beschichtung dient dazu, das Wasser an der Oberfläche zu binden, die Slurper saugen das Wasser von der Oberfläche ab.

3.3 Wasserwiederaufbereitung an Bord der ISS

Nachdem das kondensierte Wasser auf diese Weise aufgefangen wurde, muss es gereinigt und desinfiziert werden, hierbei werden unerwünschte Bakterien, Ionen und Moleküle entfernt. Dies ist für die Gesundheit der Crew unabdingbar. Dieser Vorgang erfolgt im Wasseraufbereiter, für Reinigung und Desinfektion sind mehrere Arbeitsschritte erforderlich:

1. Sobald das Abwasser in den Wasseraufbereiter gelangt ist, **entfernt** ein Gas/Flüssigkeitsseparator sämtliche **Gasbläschen** aus der Flüssigkeit. Daraufhin können Gas und Wasser getrennt voneinander behandelt werden, was mithilfe einfacherer Anlagen und Verfahren wie folgt durchgeführt werden kann:
2. Sobald dem Wasser das Gas entzogen ist, wird es **gefiltert**, wie Kaffee durch einen Kaffeefilter. Sämtliche Partikel mit einem Durchmesser von mehr als 0,5 Mikron bleiben in diesem Filter hängen, genau wie der Kaffeesatz im Kaffeefilter auch. (Nur als Vergleich: die Stärke eines menschlichen Haars beträgt durchschnittlich 10 Mikron.)
3. Nach diesem Schritt wird das Wasser über eine Oberfläche mit Aufsaug- und Ionentauschermaterial geleitet. Bei diesem Vorgang werden sie meisten **Verschmutzungen entfernt**.
4. Danach sind nur noch einige **winzige Moleküle übrig**, die entfernt werden müssen, bevor die Astronauten das Wasser erneut konsumieren können. Diese Moleküle werden schließlich durch Erhitzung des Wassers auf mehr als 100°C entfernt und durch einen Katalysator geleitet.

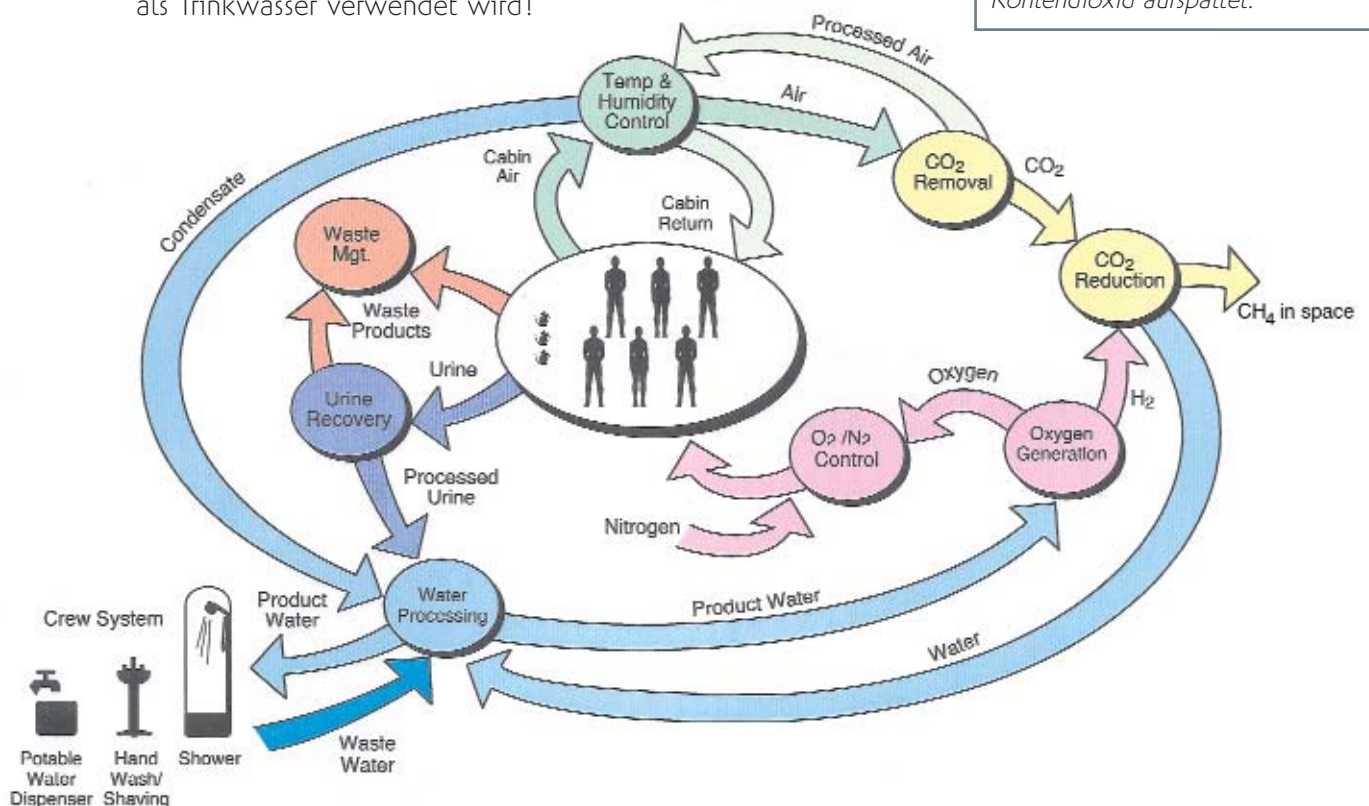
Sollten nach Abschluss dieses Filtrervorgangs noch vereinzelt Partikel vorhanden sein, wird das Wasser, nachdem es abgekühlt ist, erneut gefiltert. Das Wasser, das den Wasseraufbereiter an Bord der ISS verlässt, ist teilweise reiner als das Wasser, das auf der Erde als Trinkwasser verwendet wird!

Das Aufsaugmaterial saugt die zu entfernenden Moleküle auf (absorbiert sie) wie ein Schwamm.

Ionentauschermaterial zieht unerwünschte Ionen an (wie Metall von einem Magneten angezogen wird) und setzt die gewünschten Ionen frei.

Ein Katalysator ist eine chemische Substanz, die bestimmte chemische Reaktionen in der Weise beschleunigt, dass sie unter Aufwand von weniger Energie ablaufen.

Bei Verwendung eines Katalysators wird die chemische Reaktion in zwei Teilreaktionen gespalten, die jeweils weniger Aktivierungs-Energie benötigen. Manche Reaktionen laufen nur unter Beteiligung eines Katalysators ab. Ein allseits bekanntes Beispiel hierfür ist der Katalysator beim Kraftfahrzeug. Er reduziert den Anteil an Abgasen, indem er das Luft-Benzin-Gemisch überwiegend in Wasser und Kohlendioxid aufspaltet.



Untersuche und filtre das Süßwasser in deiner Region

Du benötigst dazu:

- Lackmuspapier, um den pH-Wert zu ermitteln,
- eine Wasserprobe (Näheres dazu weiter unten),
- ein transparentes Behältnis für die Wasserprobe,
- Filtervorrichtung;
 - Kaffeefilter: Filterpapier, Kaffeefilter und transparentes Behältnis oder:
 - Sandfilter: Plastikflasche (1 1/2 - 2 L.), Gaze, elastisches Klebeband, gewaschener Feinsand, gewaschener Grobsand, gewaschener Kies und ein transparentes Behältnis.

Wasserprobe

Begebe dich zu einer Süßwasserquelle (z.B. einen Fluss oder See) in deiner Nähe und bringe von dort eine Wasserprobe in einem transparenten Behältnis in die Schule. Wenn du vor Ort bist, beobachte die um die Süßwasserquelle herum herrschenden Umweltbedingungen. – Beschreibe die Örtlichkeit und halte vor allem nach Müll oder sonstiger Verschmutzung Ausschau.

- Beschreibe Farbe und Aussehen sowie Geruch der Wasserprobe.
- Miss den pH-Wert der Wasserprobe.

Für die übrigen Versuche kannst du auch eine verunreinigte Wasserprobe verwenden (z.B. eine Mischung aus Leitungswasser und Erde, Kaffeesatz, Milch, Seife – du kannst alles verwenden, was du gerade zur Hand hast).



Sandfilter

Es gibt verschiedene Methoden zur Wasserreinigung, und manche Verfahren laufen häufig in einer ganz bestimmten Reihenfolge ab, bevor das Wasser sauber genug ist, dass es wieder verwendet werden kann. Filtration ist eine der Methoden. Es gibt verschiedene Arten von Filtern. Sind im Wasser größere Gegenstände vorhanden (beispielsweise Plastiktaschen oder sonstiger Abfall), muss ein Filter mit großen Poren verwendet werden, um die unerwünschten Gegenstände aus dem Wasser zu entfernen. Dennoch würden eine Menge anderer unliebsamer Partikel im Wasser verbleiben. Der an Bord der ISS verwendete Filter lässt zum Beispiel keine großen Partikel durch. Du kannst selbst eine Filtervorrichtung herstellen, indem du Filterpapier in einen Kaffeefilter steckst und diesen auf ein transparentes Behältnis stellst, in dem das Wasser aufgefangen wird. Du kannst auch einen Sandfilter ausprobieren:

- Entferne Deckel und Boden einer Plastikflasche (1 1/2 - 2 Liter, transparent).
- Wickle ein Stück Gaze um die Öffnung, auf der der Deckel saß. Fixiere es, indem du es mit elastischem Klebeband am Flaschenhals befestigst.
- Stülpe die Flasche kopfüber auf ein Gefäß, in dem das Wasser nach dem Filtrervorgang aufgefangen wird.
- Fülle die Flasche zu 1/4 mit einer Lage Feinsand (spüle diesen erst mit Wasser gut durch).
- Fülle darauf eine Lage (dieselbe Menge) Grobsand (ebenfalls gewaschen).
- Fülle zum Schluss die letzte Schicht, den gewaschenen Kies hinein.

Filtration

Filtere das Wasser, indem du es in die umgestülpte Flasche gießt und durch die Sandschichten laufen lässt. Betrachte das Wasser während und nach dem Filtrervorgang. Was hat die Filtration bewirkt? Kannst du einen Unterschied in Aussehen, Geruch oder bezüglich des pH-Werts feststellen?

Diskutiert gemeinsam

- Was kann durch Verwendung eines solchen Filters ausgesondert werden? Was wird dennoch im Wasser verbleiben?
- Würde das Ergebnis anders ausfallen, wenn du eine der Lagen weglassen oder die Reihenfolge der Lagen ändern würdest?
- Würdest du dieses Wasser trinken? – Warum ja und warum nein?

Weitere Untersuchungen:

- Ermittle den normalen pH-Wert und stelle fest, ob deine Wasserprobe irgendwelche Abweichungen aufweist. Was kann man unternehmen, wenn der pH-Wert zu hoch / zu gering ist?
- Versuche deiner Beschreibung über Aussehen und Geruch der Wasserprobe zu entnehmen, ob es Anzeichen gibt, dass diese vielleicht zur weiteren Untersuchung an die örtlichen Behörden weitergeleitet werden sollte.
- Erkundige dich, woher das örtliche Trinkwasser stammt und welche Verfahren zur Reinigung und Aufbereitung des Wassers als Trinkwasser verwendet wurden.
- In manchen Gegenden wird das Wasser durch sauren Regen belastet. Informiere dich, wie saurer Regen entsteht und welche Auswirkungen er auf die Umwelt hat.

Wasser als Lebenselixier...

1. Wie viel Wasser verbrauchst du persönlich?

- a. Schreibe alles auf, wofür du Wasser benötigst (mache eine Liste).
- b. Versuche zu ermitteln, wie viel Wasser du pro Tag verbrauchst (wenn du dir z.B. die Zähne putzt, fange das Wasser, das du dabei verbrauchst, im Waschbecken auf, markiere den Wasserstand mit Bleistift und fülle das Waschbecken nach dem Entleeren wieder bis zur Markierung mit Wasser aus einem Messbecher auf, an dem du die bis zur Markierung eingeessene Wassermenge ablesen kannst). Vergiss nicht: Du verbrauchst Wasser zum Trinken, beim Kochen, zur Körperpflege, zum Spülen und Wäsche waschen, in der Toilette und für viele andere Vorgänge.
- c. Berechne, wie viel Wasser du für einen sechsmonatigen Aufenthalt an Bord der ISS benötigen würdest.
- d. Suche nach Lösungen, wie du den Wasserverbrauch auf der ISS einschränken könntest.
- e. Berechne erneut, wie viel Wasser du während eines sechsmonatigen Aufenthalts an Bord der ISS benötigen würdest, wenn du die gefundenen Lösungen zur Einsparung von Wasser befolgen würdest.



2. Umfrage zum persönlichen Wasserverbrauch.

- a. Führe eine kleine Umfrage über die Einstellung durch, die der Mensch zum Wasser hat (zum Beispiel wie viel Wasser die befragten Personen verbrauchen – wie oft sie duschen / was sie von der Notwendigkeit halten, Wasser einzusparen. Überlege dir die hierfür geeigneten Fragen und nach welchen Kriterien du die Auswahl der befragten Personen triffst.)
- b. Präsentiere die Ergebnisse deiner Befragung auf anschauliche Weise.
- c. Analysiere und diskutiere die Ergebnisse mit den anderen. (Hierbei könnte folgender Aspekt interessant sein: Bestehen große Unterschiede zwischen den einzelnen Befragten?)
- d. Nenne konkrete Beispiele, auf welche unterschiedliche Weise Wasser in verschiedenen Kulturkreisen genutzt wird.
- e. In einigen Teilen der Welt herrscht Süßwasserknappheit. Was sind die Ursachen dafür? Welche Auswirkungen hat dies möglicherweise auf die Lebensverhältnisse der Menschen, die dort leben? Was könnte unternommen werden, um diesen Zustand zu verbessern?