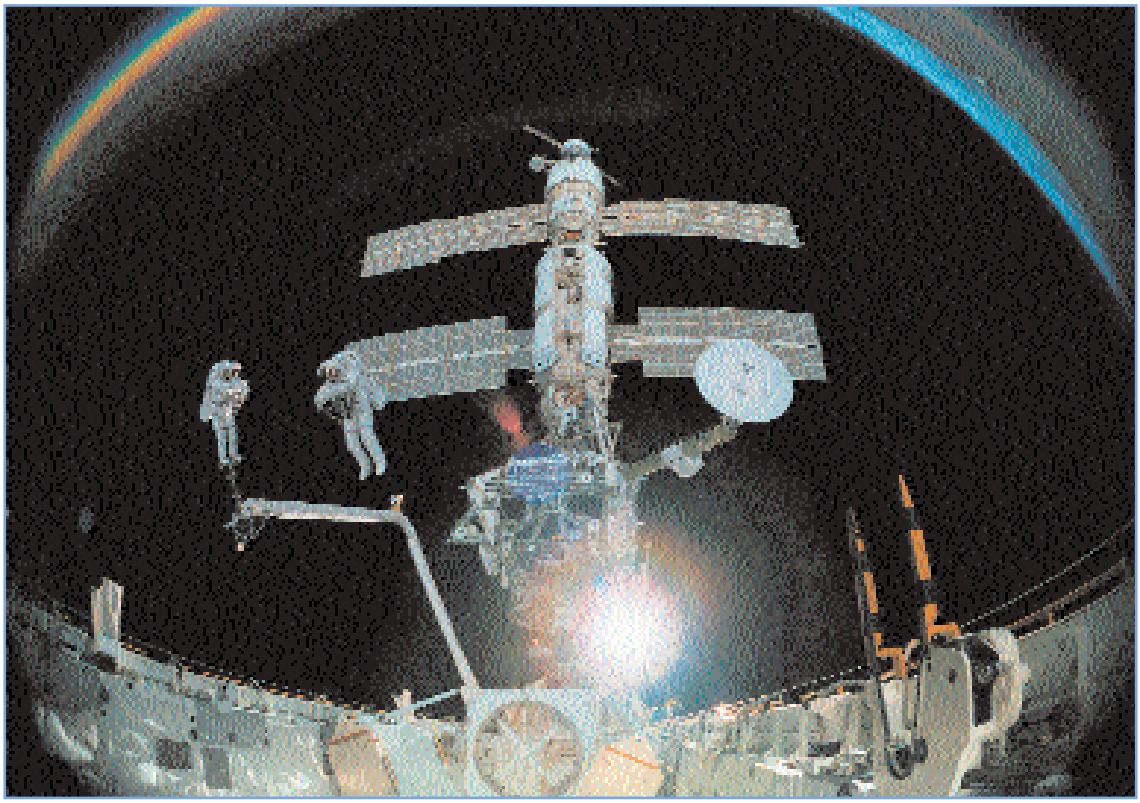


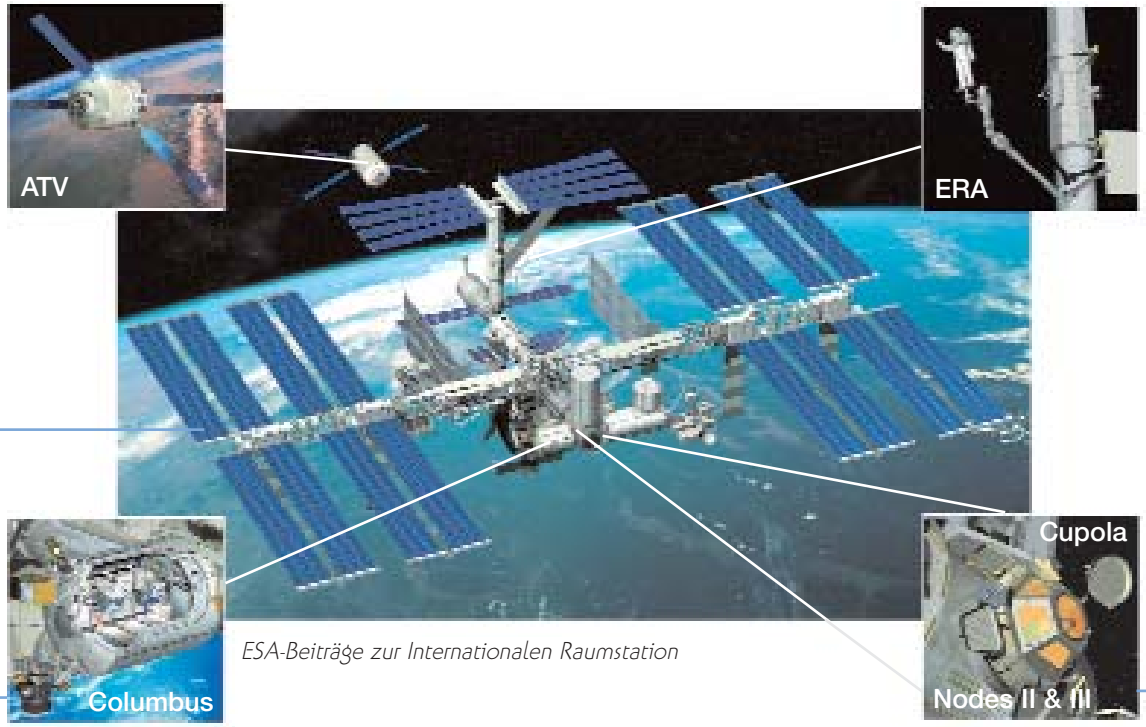
Astronauten bei einem „Spaziergang im All"

Im Moment ist die Internationale Raumstation die „höchste" Baustelle der Welt. Aber wie kann überhaupt etwas gebaut werden, das mit einer Geschwindigkeit von 28.000 km über der Erde in einer Umlaufbahn herumfliegt? Mit äußerster Behutsamkeit, lautet die Antwort, Stück für Stück.

Die komplett fertig gestellte Raumstation samt Ausstattung wird am Ende 455 Tonnen wiegen. Das amerikanische Space Shuttle, das als buchstäblicher „Raumschlepper" unentwegt zwischen Erde und All verkehrt, kann bei einem Flug jedoch nur 16 Tonnen in die Umlaufbahn der ISS befördern. Selbst die gigantische UdSSR Trägerrakete Proton, die 1998 die erste ISS-Fracht ins All brachte, hat nur 20 Tonnen Frachtkapazität. Deshalb kann die Raumstation nur aus kompatiblen Einzelbauteilen oder Modulen wie ein **Puzzle** zusammengefügt werden.

Der „Canadarm2"

Es werden insgesamt 50 Raumfrachtflüge erforderlich sein, um sämtliche Bauteile der Station in die Umlaufbahn zu bringen – und zwar in exakter Reihenfolge, versteht sich. Jeder neue Bausatz muss mit den bereits verbunden werden. Jedes Modul hat einen speziellen **Docking-Adapter**, der so konzipiert ist, dass er ganz genau zu einem anderen Modul oder einem so genannten **Knoten** (Verbindungsmodul) passt. Zu Beginn des Baus wurden die meisten Arbeitsschritte von einem speziell in das *Space Shuttle* integrierten Roboterarm durchgeführt. Inzwischen verfügt die Raumstation über ihren eigenen **Roboterarm**, den Canadarm2, der wesentlich größer ist, anspruchsvollere Aufgaben bewältigen kann und somit eine enorme Hilfe ist.



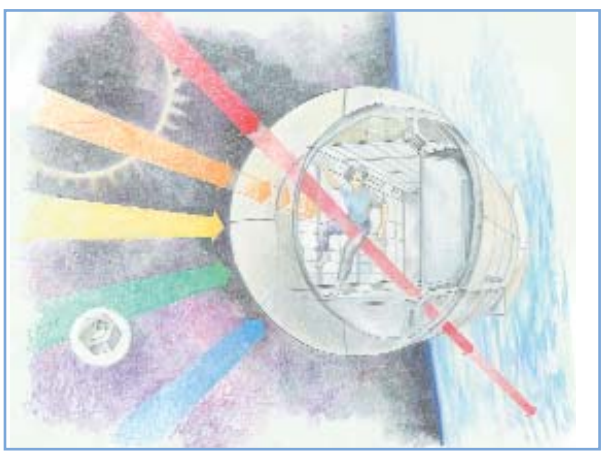
ESA-Beiträge zur Internationalen Raumstation

Natürlich können Roboter nicht alle Arbeitsschritte ausführen – auf den Einsatz geschickter **Hände** kann nach wie vor nicht verzichtet werden. Daher übernehmen die Astronauten die Aufgabe, die Bauteile zu verschrauben, zu verschweißen und zu montieren, sie also fest miteinander zu verbinden.

Die Komponenten der ISS bestehen im Wesentlichen aus:

- **Servicemodulen** (über sie laufen Steuerungs- und Telekommunikationsprozesse, sie dienen aber auch der Versorgung der Astronauten)
- **Forschungsmodulen** (in ihnen erfolgt der größte Teil der Forschungsarbeit)
- **Knoten** („Korridorverbindungen", über die die Astronauten von einem Modul oder „Zimmer" der Station in ein anderes gelangen und die gleichzeitig einzelne Module miteinander verknüpfen. Manche von ihnen sind auch mit internen Andockvorrichtungen ausgestattet, um die Passage in und von einem angedockten Raumfahrzeug zu ermöglichen.
- **Solarpaneele** (riesige flügelartige Paneele, die das Sonnenlicht einfangen und es in elektrische Energie umwandeln)

Zahllose Wissenschaftler und Ingenieure aus mehreren Dutzend Nationen investieren seit Jahren ihre ganze Arbeit in Design und Fertigung jedes einzelnen Bauteils sowie die Konzeption der effizientesten Methode, sie alle im All zusammenzufügen.



Hinter den Frauen und Männern, die auf der ISS, im freien Flug durch die Umlaufbahn, ein wahres **Konstruktionswunder** zu vollbringen versuchen, steht zwar eine geradezu gigantische internationale Technologie, nichtsdestotrotz haben die Astronauten des 21. Jh. am Ende eines langen und harten Arbeitstages mit den Erbauern berühmter irdischer Bauwerke bis weit zurück ins Zeitalter der Pyramiden zwei Dinge gemein: Schweiß und Muskelkater!

Webseite "Building the International Space Station": www.esa.int/buildiss

2.1 – Wie kommt man zur ISS – und wieder zurück?

Die europäische Trägerrakete „Ariane 5"

Die einzelnen Bauteile der ISS gelangen mit Hilfe von Raketen oder so genannten **Trägerraketen** ins All. Die Astronauten werden von zwei verschiedene Trägerraketen zur ISS geleitet: der russischen „Sojus" und dem amerikanischen „Space Shuttle". Space Shuttle, Sojus und zukünftig auch so genannte Mannschaftstransporter bringen die Astronauten auch wieder zurück zur Erde.

Eine der europäischen Trägerraketen der ESA, die „Ariane 5", soll das **Automatische Transferfahrzeug (ATV)** zur ISS befördern. Es werden viele ATVs gebaut, von denen jedes eine Fracht von neun Tonnen zur ISS befördern kann. Die Fracht besteht aus Treibstoff, Materialien und Anlagen für wissenschaftliche Experimente sowie Nahrungsmittel, Wasser und Sauerstoff.

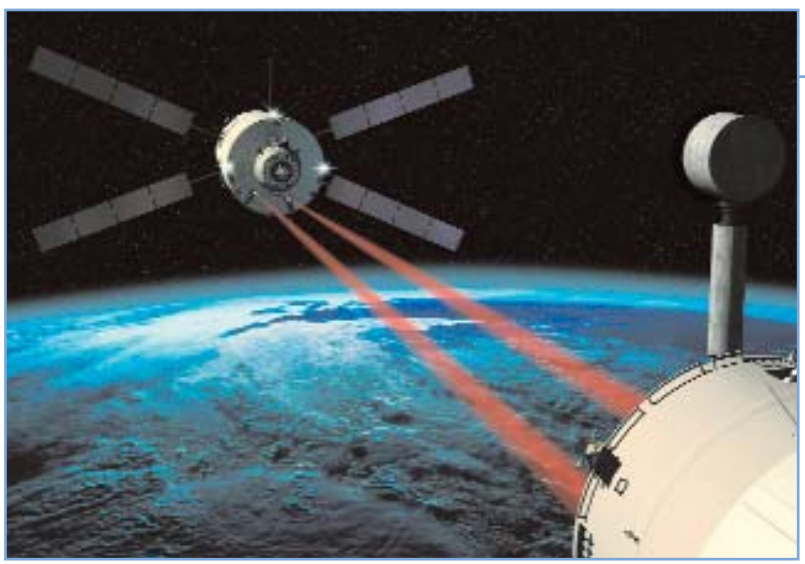
Raketentriebwerke sind so genannte „Reaktionstriebwerke". Sie funktionieren gemäß dem Impulserhaltungsgesetz (Masse · Geschwindigkeit), das sich von Sir Isaac Newtons Bewegungsgesetzen ableiten lässt: Die Geschwindigkeit der Gase in eine Richtung erhöhen die Geschwindigkeit der Rakete in die andere Richtung.

Sir Isaac Newton, 1642-1727

Diese drei Gesetze, die der britische Wissenschaftler Sir Isaac Newton definiert hat, nennen sich „**Newtonsche Bewegungsgesetze**". Newton untersuchte und versuchte zu erklären, warum Dinge sich bewegen.
Entzündet sich der Treibstoff in einem Raketentriebwerk, wandelt die dabei entstehende Hitze den Treibstoff in Gas um. Das heiße Gas wird durch die Düsen am hinteren Ende der Rakete ausgestossen – die Aktion. Als entsprechende Reaktion schießt die **Rakete** in entgegengesetzter Richtung nach oben.

Dasselbe Prinzip kann auch anhand eines Luftballons veranschaulicht werden. Füllt man ihn mit Luft und lässt dann die Luft entweichen, bewegt er sich. Die Luft entweicht in eine Richtung (Aktion), der Luftballon selbst bewegt sich in die entgegengesetzte Richtung (Reaktion).

Das ATV ist nicht bemannt, jedoch mit zwei Kamerasensoren und einem Navigationssystem ausgestattet, so dass es automatisch an die ISS andocken kann. Nachdem es sechs Monate lang dort angedockt bleibt, wird es mit 6,5 Tonnen Müll beladen. Sobald es von der ISS abgekoppelt wird, hat das ATV ausgedient und verglüht planmäßig beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre.



Das ATV auf dem Weg zur ISS

Bastle eine Luftballonrakete

Dazu benötigst du: Einen Luftballon (besser länglich als rund), eine Büroklammer, einen Trinkhalm, Bindfaden (9 m Nähgarn oder Nylonfaden), Klebeband, Schere.

Schritt 1

Lies die einzelnen Schritte des Experiments unten durch und überlege dir, wie es verlaufen wird. Beschreibe zunächst in eigenen Worten, was deiner Meinung nach passiert, bevor du das eigentliche Experiment durchführst.

Schritt 2

Führe das Experiment durch, beobachte und beschreibe, was dabei passiert.

1. Blase den Luftballon auf und verschließe ihn mit der Büroklammer, so dass die Luft nicht entweichen kann.
2. Schneide den Trinkhalm in zwei Hälften und befestige sie mit dem Klebeband am Ballon (siehe nebenstehende Abbildung)
3. Ziehe den Bindfaden durch beide Trinkhalmhälften hindurch und halte den Bindfaden gespannt (zwei Personen müssen den Bindfaden je an einem der Enden festhalten).
4. Schiebe nun den Ballon an eines der Bindfadenenden und lasse die Luft aus dem Ballon entweichen.
5. Beobachte, wie die Luftballonrakete ans andere Ende des Bindfadens gelangt.

Schritt 3

Erkläre und analysiere was passiert ist.

- Vergleiche das, was du am Anfang gedacht hast mit dem, was sich tatsächlich ereignet hat – war deine Einschätzung richtig?
- Wodurch wird die Bewegung des Luftballons bewirkt?
- Wodurch kommt der Luftballon zum Stillstand?
- Wie kannst du die Entfernung, die der Luftballon zurücklegt vergrößern?
- Wie würde ein Luftballon, der eine andere Form hat, reagieren?
- Was passiert, wenn du eine zusätzliche Last auf der Luftballonrakete anbringst?

Newtons zweites Bewegungsgesetz besagt, dass die Beschleunigung eines Körpers von seiner Masse abhängt und sich proportional zu der auf ihn einwirkenden Kraft verhält. Dieses Gesetz gilt ebenso für den Betrag der Kräfte, die beim **Start der Trägerrakete** einwirken müssen, damit sie abheben und in die Umlaufbahn gelangen kann.

Versuche es selbst!

Rolle einen leichten und einen schwereren Ball mit demselben Kraftaufwand in dieselbe Richtung. Welcher Ball rollt weiter? Was musst du tun, damit beide Bälle gleich weit rollen?

Um die Erdanziehungskraft zu überwinden, muss eine Trägerrakete so genannte „**Fluchtgeschwindigkeit**" entwickeln. Sie entspricht einer Geschwindigkeit von 11,2 km/s. Je größer die Masse umso mehr Treibstoff wird benötigt, diese Fluchtgeschwindigkeit zu entwickeln. Für mehr Treibstoff werden jedoch auch größere Tanks benötigt, was wiederum mehr **Gewicht** bedeutet. Das richtige Verhältnis zwischen Gewicht und Treibstoff ist für das Erreichen der Umlaufbahn entscheidend.

Aus diesem Grund wurden so genannte „**zwei- und dreistufige Raketen**" entwickelt. Heutzutage sind die meisten Trägerraketen dreistufig. Sie funktionieren nach dem Prinzip, dass, sobald eine ihrer Komponenten ihren Zweck erfüllt hat, diese einfach abgeworfen wird.

Auf diese Weise kann das Gesamtgewicht der Rakete reduziert werden, und sie benötigt für den restlichen Flug weniger Treibstoff. Eine einstufige Rakete würde wesentlich mehr Treibstoff verbrauchen, da sie ja während der gesamten Flugdauer auch das gesamte Raketengewicht befördern müsste. Daher ist eine zwei- oder dreistufige Rakete wesentlich effizienter und auch weniger kostspielig.

Start einer Ariane 5

Um Trägerraketen noch leistungsfähiger zu machen, werden für ihre Fertigung nur extrem leichte **Materialien** verwendet, um das Gesamtgewicht so gering wie möglich zu halten. Sie müssen jedoch nicht nur extrem leicht, sondern auch enorm leistungs- und widerstandsfähig sein. Beim Start ist die Rakete stärksten Erschütterungen ausgesetzt, das Material muss also elastisch und gleichzeitig beständig sein. Sobald sie im Weltall ist, muss das Außenwandmaterial sie gegen die hochenergiereichen Strahlen, herumrasenden Feinpartikel sowie die im Weltall herrschenden extremen Temperaturen abschirmen. Nahe der Sonne können diese immerhin bis zu 200°C erreichen und im Schatten auf –180°C fallen.

Die Atmosphäre besteht aus Gasen und schützt die Erde gegen die hochenergiereichen Strahlen der Sonne und anderer Quellen des Universums. Wenn ein Körper von außen in die Erdatmosphäre eintaucht, entsteht **Reibung**, weil er sich an den Luftmolekülen reibt. Wenn Reibung entsteht, erhöht sich auch die Temperatur. Tritt der Körper in einem stumpfen Winkel (z.B. von 90°) in die Erdatmosphäre ein, steigen die Temperaturen so extrem an, dass er sofort verglüht. Bei einem kleineren (spitzen) Winkel entsteht weniger Reibung, die Temperatur steigt nicht so stark an.

Reibung entsteht, wenn sich die Oberfläche eines Körpers an einer anderen reibt – dies führt dazu, dass der Körper sich an der Kontaktoberfläche erhitzt.

Beim Rückflug des Space Shuttle zur Erde sind die Außentemperaturen nach wie vor extrem hoch, wenn es die Erdatmosphäre erreicht, auch wenn es in einem spitzen Winkel in sie eintritt. Um zu verhindern, dass das Space Shuttle verglüht, und auch Insassen und Ausstattung im Innern zu **schützen**, muss an

Hände an die Jeans!

Reibe deine Handflächen auf den Oberschenkeln hin und her und fühle selbst, wie die Temperatur durch die Entstehung von Reibung steigt.

der Außenwand ein Material verwendet werden, das bei den zum Zeitpunkt des Wiedereintritts herrschenden Temperaturen nicht schmelzen kann. Kohlenstoff ist für diesen Zweck ideal – sein **Schmelzpunkt** liegt bei 3.500 °C.

Ermittle den Schmelzpunkt

Der Mensch besteht aus Materie (stofflicher Substanz) und ist von Materie umgeben. Ändern sich die äußeren Bedingungen, verändert die Materie ihren Zustand. Materie kommt meistens in den folgenden drei Zustandsformen vor: **fest** – **flüssig** – **gasförmig**.

Überlegt gemeinsam:

- Wie heißen die umgangssprachlichen Bezeichnungen für festes H_2O, flüssiges H_2O und gasförmiges H_2O?
- Bei welcher Temperatur schmilzt festes H_2O?
- Bei welcher Temperatur geht flüssiges H_2O in seinen gasförmigen Zustand über?

Ermittle den Schmelzpunkt von Schokolade:

Dazu benötigst du:

- eine Kochplatte
- ein hitzebeständiges Behältnis
- ein Stück Schokolade
- ein Paar hitzebeständige Handschuhe
- eine Zange
- ein Thermometer (das auch hohe Temperaturen anzeigt).

1. Lege das Stück Schokolade in das hitzebeständige Behältnis und erhitze es auf der Kochplatte.
2. Ziehe die Handschuhe an und halte das Thermometer mit der Zange hinein: Lies auf dem Thermometer ab, bei welcher Temperatur die Schokolade schmilzt.

Zusätzliche Übungen:

- Ermittle den Schmelzpunkt oder Siedepunkt weiterer Substanzen (z.B. Salzwasser, Fruchtsaft, Milch, Speiseeis, Butter, Käse).
- Versuche herauszufinden, ob es noch andere Einflüsse außer Temperatur gibt, die den Schmelz- oder Siedepunkt verändern.
- Beobachte die Auswirkungen auf das Volumen des Stoffes, wenn er in einen anderen Zustand übergeht.

Zusammenfassung der Newtonschen Gesetze:

1. *Jeder Körper verharrt im Zustand der Ruhe, solange keine Kräfte auf ihn einwirken. Wirkt eine Kraft auf ihn ein, bewegt er sich, bis eine andere Kraft ihn verlangsamt oder zum Stillstand bringt.*

2. *Die Beschleunigung eines Körpers hängt von der auf ihn einwirkenden Kraft und seiner Masse ab, F=ma. Die Beschleunigung verhält sich proportional zu der auf den Körper einwirkenden Kraft.*

3. *Wenn ein Objekt A Kraft auf ein Objekt B ausübt („Aktion"), dann übt Objekt B auf Objekt A eine Kraft mit der gleichen Stärke, aber in die entgegengesetzte Richtung („Reaktion").*

Auf der interaktiven Webseite der ESA: Launchers Interactive Story
kannst du noch mehr über zwei- und dreistufige Raketen und die Ariane 5 erfahren
http://www.esa.int/export/esaLA/

2.2 – Weltraumspaziergänge

Künstlerische Impressionen von der Arbeit der Astronauten im Außenbereich der ISS

Sobald ein neues Bauteil mit einer Trägerrakete auf der ISS ankommt, muss es in die Raumstation integriert werden. Manche Teile können automatisch „eingeklinkt" werden, andere werden mit Hilfe eines **Roboterarms** an die richtigen Stellen manövriert, manchmal müssen sie allerdings auch manuell miteinander verbunden werden, dann ist der Einsatz der Astronauten gefragt.

Häufig muss eine solche Montage außerhalb der ISS durchgeführt werden. In solchen Fällen müssen die Astronauten einen so genannten „**Außeneinsatz**" (Extra Vehicular Activity, EVA) oder auch „Weltraumspaziergang" durchführen.

Im Weltraum herrschen **extrem raue Außenbedingungen**. Durch das bestehende Vakuum kann der Mensch nicht atmen, zudem herrschen extreme Temperaturen. Infolge der starken Sonnenstrahlung und der umherrasenden Partikel besteht für die Astronauten erhöhte Verletzungsgefahr, daher müssen sie unbedingt eine spezielle Schutzausrüstung tragen.

EVA-Training im Swimmingpool

Raumanzüge sind speziell zum Schutz der Astronauten gegen solche Gefahren konzipiert. Sie sind luftdicht und schützen den Körper durch mehrere Schichten hindurch. Die inneren Schichten dienen der Regulierung der Körpertemperatur, die äußeren Schichten schützen vor allem gegen die hochenergiereichen Strahlung der Sonne. Im Rückenbereich sind Sauerstofftanks integriert, deren Inhalt für mehrere Stunden ausreicht.

Ein Raumanzug ist wuchtig und schränkt die Bewegungsfreiheit erheblich ein. Dazu kommt die Schwerelosigkeit die es den Astronauten fast unmöglich macht, ihre Bewegungsabläufe zu koordinieren. Das Leben im schwerelosen Zustand ist also völlig anders als auf der Erde. Um sich rechtzeitig daran zu gewöhnen, trainieren die Astronauten die ungewohnten Bewegungsabläufe bereits auf der Erde, lange bevor sie den ersten wirklichen **Weltraumspaziergang** unternehmen. Normalerweise wird das Training in riesigen Unterwasserbecken praktiziert, dem idealen Ort, Bewegungen im schwerelosen Zustand auf der Erde zu simulieren und zu erproben.

Der deutsche ESA-Astronaut Thomas Reiter beim Spaziergang im All

Befinden sich die Astronauten außerhalb der ISS, müssen sie unbedingt darauf achten, stets körperlich mit der Station verbunden zu bleiben, um nicht ins All hinausgetrieben zu werden. Um dies zu verhindern, koppeln sie sich an den außen befindlichen Handgriffen an. Auch die von ihnen im Außenbereich verwendeten Geräte müssen stets entsprechend gesichert sein. Sie ähneln auffallend Elektroschraubern und Elektroschraubenschlüsseln, wie man sie in jedem Baumarkt kaufen kann und werden ebenfalls zum Festziehen von Schrauben und dem Verschrauben von Einzelteilen verwendet.

Arbeiten im Weltall – ein Spiel

Ein Astronaut, der bei einer Instandsetzungsmission dabei gewesen war, sagte etwas scherzhaft in einem Interview, dass man sich die Arbeit im Weltall einfach so vorstellen müsse, als tausche man an der Batterie seines Wagens eine winzige Sicherung aus, habe dabei doppelt wattierte Skifausthandschuhe an den Händen und balanciere auf einem Skateboard...

Zielsetzung des Spiels:
Unmittelbares Ziel des Spieles ist es, auf spielerische Weise einen Eindruck von den Schwierigkeiten zu vermitteln, mit denen wir konfrontiert werden, wenn wir in ein anderes Arbeitsumfeld versetzt werden als das, das wir gewohnt sind und für das wir auch die entsprechenden natürlichen Voraussetzungen mitbringen. Um diesen Eindruck noch zu verstärken, nehmen an dem Spiel zwei Teams teil: Eines arbeitet unter „Schwerelosigkeitsbedingungen" (mit Masken, dicken Fäustlingen, Rollschuhen an den Füßen), das andere unter normalen irdischen Bedingungen.

Letztendlich soll durch das Spiel eine Diskussion angeregt werden, wie wichtig Teamwork ist, über die Schwierigkeiten, miteinander zu kommunizieren (in erster Linie im Weltall, aber auch im alltäglichen Leben), wie sich das „Astronautenteam" vor, während und nach seiner Arbeit im Weltall gefühlt hat, und in welcher Hinsicht der menschliche Körper dem Leben auf der Erde tatsächlich angepasst ist. All diese Erfahrungen könnten gut in einem Aufsatz darüber verarbeitet werden, wie sich der menschliche Körper wohl entwickelt hätte, hätte es auf Erden niemals Schwerkraft gegeben.

Spielregeln:
Zwei Teams mit jeweils vier Spielern treten gegeneinander an. Das Spiel gewonnen hat das Team, das als Erstes vier Schrauben in einer Platte befestigt hat, die sich zwar über den Spielern, aber dennoch in deren Reichweite befindet. Beide Teams müssen ihre Aufgabe zu Ende bringen – also die Schrauben befestigen, auch wenn das andere Team bereits fertig ist.

In jedem Team sind vier Mitspieler:
Spieler 1 übernimmt die Funktion des „Kontrollzentrums" – er erteilt den Spielern 3 und 4 Anweisungen, was diese tun müssen (Beispiel: Spieler 4 – Gib Spieler 3 eine Schraube! Spieler 3 – Setze die Schraube an der Platte an...) Überlegt, in welcher Sprache kommuniziert werden soll; wahrscheinlich haben nicht alle Astronauten dieselbe Nationalität!
Spieler 2 stoppt die Zeit, die das Team zur Erledigung der Aufgabe benötigt.
Spieler 3 führt die Aufgabe durch (befestigt die Schrauben)
Spieler 4 hilft und assistiert Spieler 3 (Astronauten unternehmen einen Spaziergang im All nie allein). Beim Start hält Spieler 4 sämtliche Arbeitsmaterialien bereit und händigt sie Spieler 3 gemäß den Anweisungen von Spieler 1 aus.

Ein **Spielführer** (z.B. der Lehrer) erteilt Spieler 1 und 2 ihre Aufgaben. Spieler 3 und 4 wissen noch nicht, was sie genau zu tun haben – es ist Aufgabe von Spieler 1, ihnen dies mitzuteilen. Wenn alle Spieler bereit sind, gibt der Spielführer das Startsignal.

Spielausrüstung:
Team A und B:
- eine Stoppuhr
- 4 kleine Schrauben
- ein kleiner Schraubenzieher
- eine Platte, z.B. aus Holz, in die die Schrauben hineingedreht werden können; die dafür vorgesehenen Stellen können markiert werden. Die Platte sollte so über den Spielern angebracht werden, dass sie sich strecken müssen, um sie erreichen zu können.

Team A
Raumanzugausrüstung für Spieler 3 und 4:
- ein Paar Rollschuhe/Inliner oder ein Skateboard
- eine Tauchermaske mit Schnorchel (und/oder ein Sturzhelm)
- ein Paar dicke Fausthandschuhe

Es können natürlich noch weitere Ausrüstungsgegenstände einbezogen werden, um die Bedingungen zu verschärfen, z.B. ein Werkzeuggürtel, in dem sich die Werkzeuge befinden oder ein „Draht" für Spieler 3 und 4, der beide fest aneinander koppelt, etc.

2.3 Robotik

Die Internationale Raumstation verfügt über zahlreiche Roboterarme. Sie werden hauptsächlich eingesetzt, um **die Anzahl der ansonsten erforderlichen Spaziergänge im All zu reduzieren.** Obwohl die Raumanzüge, die die Astronauten speziell bei Weltraumspaziergängen tragen, sie gegen die meisten Gefahren, denen sie im offenen Weltall ausgesetzt sind, schützen, ist das Risiko solcher Einsätze außerhalb der Raumstation nach wie vor relativ hoch, z.B. was die hochenergiereiche Sonneneinstrahlung angeht. Ein weiterer Nachteil ist, dass diese Einsätze sehr zeitaufwändig sind, nur von extrem erfahrenen Astronauten durchgeführt werden können und sehr kostspielig sind.

Der **Europäische Roboterarm** (ERA) ist einer der an Bord der ISS genutzten Roboterarme. Er wird hauptsächlich eingesetzt, um Sonnenpaneele zu installieren oder auszutauschen, Module zu überprüfen und zu installieren und Astronauten bei ihren Spaziergängen im All zu assistieren und sie von einem Ort zum anderen zu bringen.

Obwohl kleiner als der kanadische „**Canadarm2**", ist der ERA mit einer Länge von 11,3 m und einem Gewicht von 630 kg ein recht stattlicher Roboter und kann ein Gewicht von bis zu 8000 kg bewegen. Der Roboterarm ist dem menschlichen Arm nachgebildet, mit Gelenken ausgestattet und kann Gegenstände greifen, halten und hin und her bewegen – er wird über Motoren und elektrische Kabel angetrieben und ist symmetrisch. Unter- und oberhalb der „Ellbogen" hat er:

- zwei „Gliedmaßen",
- zwei „Handgelenke" und
- zwei Endeinrichtungen, die entweder als "Hand" des Roboters dienen oder an dem Ort installiert werden, von welchem aus der Arm eingesetzt werden soll.

Der Roboterarm kann entweder vom Innern der Raumstation aus über zwei Computer oder außerhalb der ISS von einem Steuerungspaneel und einem Computer gesteuert werden. Auf dem Roboterarm sind außerdem Kameras installiert, damit die Astronauten die Bewegungen des Arms genau verfolgen und steuern können.

In der Raumstation wird es einen speziellen Raum zur Überwachung und Steuerung von Robotereinsätzen geben. Er ist wie eine Kuppel konstruiert, daher sein Name **Cupola**, und wie aus einem riesigen Panoramafenster können die Astronauten aus sieben Scheiben sämtliche Bewegungsabläufe der Roboterarme minuziös verfolgen. Die Cupola ist ein europäischer Beitrag zur Raumstation und soll neben seiner Überwachungs- und Steuerungsfunktion als Observatorium dienen, von dem aus die Astronauten das ganze Weltraumpanorama ringsum genießen können.

Die Cupola mit einem nach oben ausgerichteten Rundfenster und sechs trapezförmig geschnittenen Seitenfenstern.

Entwerfe deinen eigenen Roboterarm

Das Wort "Roboter" ist tschechischen Ursprungs und bedeutet „Zwangsarbeit"

Ein Roboter ist eine Maschine bzw. Gerät, das programmiert wird oder über Fernsteuerung arbeitet. Er kann manche Aufgaben genauso gut wie ein Mensch erledigen, seine Arbeitskraft also teilweise ersetzen. Roboter werden vorzugsweise in der Industrie eingesetzt, um gleichförmige Arbeitsprozesse, die sich in kurzer Zeitabfolge wiederholen, oder besonders eintönige Arbeitsabläufe zu übernehmen. Sie nehmen dem Menschen jedoch auch komplizierte oder besonders gefährliche Aufgaben ab. Sowohl in der Populärliteratur als auch in Science-Fiction-Filmen werden sie gerne als Maschinen mit menschlichen Zügen dargestellt. Die ersten Roboter wurden bereits in den 40er Jahren konzipiert.

Du benötigst:

- Eisstiele,
- einen kleinen Handbohrer
- Reißzwecken und
- Gummiband.

Verwende die oben genannten Materialien zur Konstruktion und Fertigung eines Roboterarms, der als kleine Hubvorrichtung benutzt werden kann.

Zusätzliche Übung:
Erweitere deinen Roboterarm, indem du beispielsweise die Enden weiter ausbaust, um die Greifereigenschaft zu verbessern (z.B. Greifer aus Gummi, um Blätter zu zählen).

Nenne Beispiele verschiedener Robotertypen und wie sie eingesetzt werden – denke dabei auch an Roboter, die im alltäglichen Leben verwendet werden.