

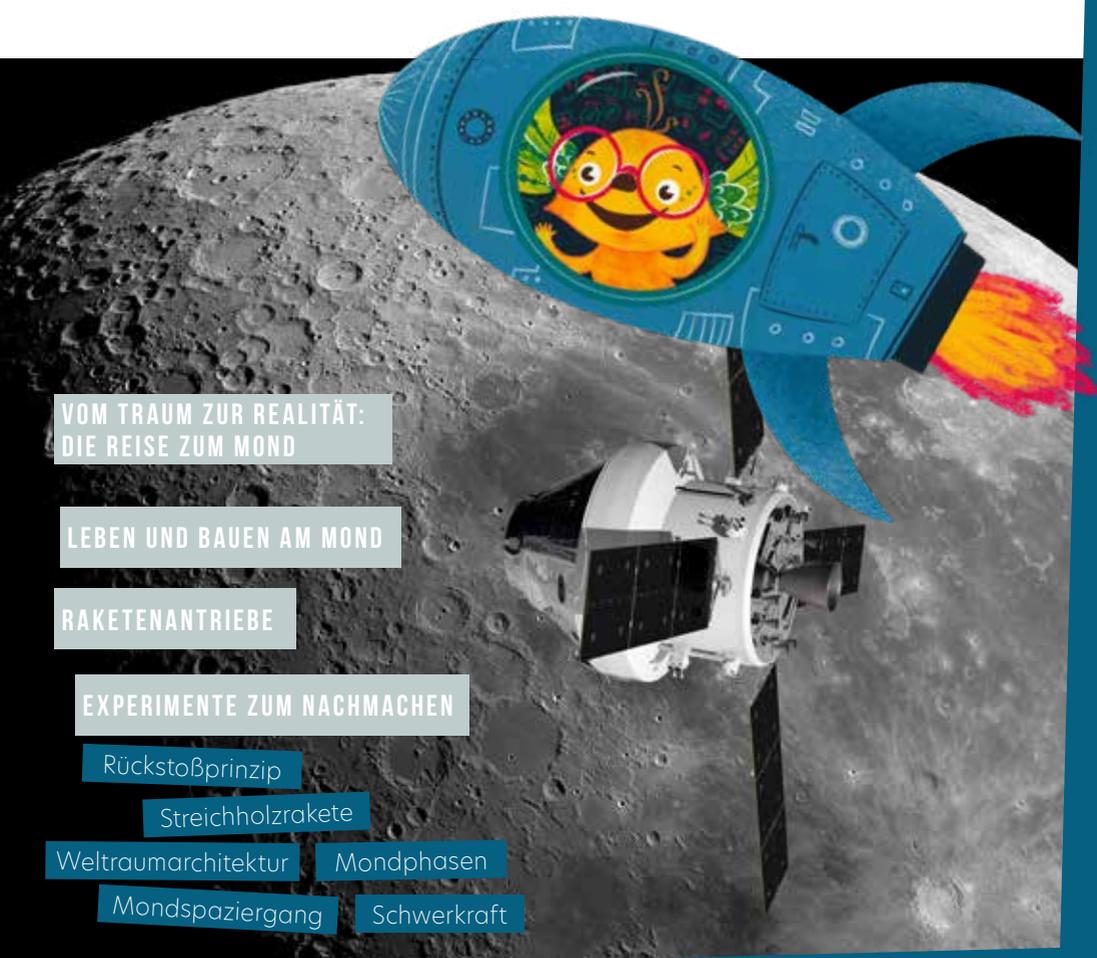
zeit zum

# FORSCHEN **N**

EXPERIMENTIEREN

WISSEN

STAUNEN



VOM TRAUM ZUR REALITÄT:  
DIE REISE ZUM MOND

LEBEN UND BAUEN AM MOND

RAKETENANTRIEBE

EXPERIMENTE ZUM NACHMACHEN

Rückstoßprinzip

Streichholzrakete

Weltraumarchitektur

Mondphasen

Mondspaziergang

Schwerkraft

## NACHGEFRAGT

bei Landeshauptfrau  
Johanna Mikl-Leitner und  
LH-Stellvertreter Stephan Pernkopf

Was fasziniert Sie persönlich am  
Thema „Weltraum“?

Johanna Mikl-Leitner: Der Weltraum ist unendlich groß und voller Geheimnisse! Seit Jahrhunderten blicken die Menschen in den Himmel und fragen sich: „Gibt es Leben auf anderen Planeten? Wie entstehen Sterne? Können wir eines Tages selbst ferne Galaxien bereisen?“ Die Forschung hilft uns, Antworten auf diese spannenden Fragen zu finden. Aber nicht nur Selbstzweck, sondern auch aus handfesten wirtschaftlichen Motiven. Die Weltraumbranche ist weltweit ein Wachstumsmarkt, der auch bei uns in Niederösterreich gut bezahlte Arbeitsplätze schafft.

Stephan Pernkopf: Raumschiffe und Weltraumstationen faszinieren mich, seitdem ich ein kleiner Bub war. Heute finde ich beeindruckend, dass alles, was für den Weltraum entwickelt wurde früher oder später auch bei uns auf der Erde Verwendung findet: Wie zum



Beispiel kabellose Kopfhörer, Photovoltaikanlagen oder Antriebssysteme.

**Warum ist Weltraumforschung für Niederösterreich relevant?**

Mikl-Leitner: Wir wollen dieses Thema nicht anderen Kontinenten überlassen. Wir können in Niederösterreich selbst Forschung dazu betreiben. Das beweisen unsere klugen Köpfe, die sich mit dem Weltraum beschäftigen und neue Technologien entwickeln – Tag für Tag.

Pernkopf: Ich möchte dazu vielleicht ergänzen: Wissenschaft und Forschung sind für Niederösterreich generell enorm wichtig, denn die Wissenschaft will wissen, wie unsere Welt funktioniert. Damit kann sie uns auch aufzeigen, wie wir die Welt gestalten und erhalten können.

**Welche konkreten Projekte gibt es in Niederösterreich?**

Mikl-Leitner: Wir haben 2024 am Flughafen Schwechat ein Weltraumlabor, das Phi Lab, gemeinsam mit der ESA eröffnet. Damit wird der Flughafen Wien-Schwechat künftig nicht nur zu einem Tor zur Welt, sondern auch zu einem Tor zum Weltraum.

Pernkopf: Ich finde es generell beeindruckend, dass bei unzähligen Weltraummissionen bereits modernes Know-how aus Niederösterreich mitfliegt. Das kommt nicht alles aus großen Ländern, wie den USA oder China, sondern vieles wird in Niederösterreich entwickelt und produziert.

**Wie kann man junge Menschen für den Karriereweg Weltraumforschung begeistern?**

Mikl-Leitner: In Niederösterreich kann man zu dieser Fachrichtung ja sogar studieren. In Wiener Neustadt gibt es den Studiengang „Aerospace Engineering“. Die Studierenden haben

im Rahmen ihrer Ausbildung bereits Satelliten entwickelt, gebaut und in den Weltraum geschossen.

Pernkopf: Ich finde es wichtig, dass wir auch bereits bei den Kindern anfangen. So bieten wir in unserer Science Academy NÖ einen eigenen Lehrgang zum Thema Weltraum und Raumfahrt an. Auch in unseren Bibliotheken gibt es immer wieder spannende Workshops für die ganze Familie.

**Was wünschen Sie beide unseren Leserinnen und Lesern?**

Wir freuen uns, dass ihr mit diesem Magazin auf eine spannende Entdeckungsreise geht. Wer weiß, vielleicht werdet ihr ja selbst einmal Forscherinnen und Forscher und entdeckt neue Planeten oder baut Raketen für die Zukunft!



Nori

In den tiefen Wäldern des Königreichs Noricum lebten vor 2.000 Jahren viele geheimnisvolle Wesen. Eines von ihnen ist unser kleiner Nori. Am liebsten schaute Nori den Druiden zu, wie sie Zaubersäfte brauten. Es blubberte, dampfte und roch so magisch aus den großen Kesseln, die auf den Lagerfeuern standen.

An diesem Tag tüftelte Noris Lieblings-Druide an einem ganz neuen Zaubersaftrezept. Für einen kurzen Moment ging der Druide weg und Neugierdsepie Nori flog zur Feuerstelle und wollte sich das genauer anschauen. Da stieß er gegen den großen Kessel, sodass er gefährlich wackelte. Gerade noch konnte Nori ihn aufhalten, doch ein sehr großer Zaubersaft-Platscher landete auf dem kleinen Wesen!

Plötzlich wurde Nori schrecklich müde. Er flog heim in seine gemütliche Höhle, kuschelte sich in sein Nest und schlief tief und fest für viele, viele - sehr viele Jahre.

Nun endlich verlor der Zaubersaft langsam seine Wirkung. Als Nori aufwachte, sah die Welt ganz anders und fremd aus. Auf seinem ersten Streifzug entdeckte er ein großes Haus mit durchsichtigen Wänden und Regalen



voller Bücher, so hoch, dass sie fast den Himmel berührten. Es war eine Bibliothek, ein großes Wissenslager der Menschen.

Auf einmal sah Nori, zwischen Büchern ganz unten versteckt, etwas in der Sonne funkeln. Er krabbelte näher und entdeckte eine rote Brille. Er setzte sie sich auf und fühlte sich mit einem Mal stärker und mutiger. Mit einem Lächeln im Gesicht wusste er:

**Jetzt ist die Zeit für neue Abenteuer gekommen!**

## ABONNEMENT

Du willst Noris Abenteuer miterleben und das ForschEN-Magazin dreimal im Jahr gratis zugeschickt bekommen? Bestell' dein Abonnement:

<https://tinyurl.com/forschenoe>



# DIE REISE ZUM MOND

Von der Fantasie zur Realität.

Die Reise zum Mond begann als inspirierender Traum und führte über die Apollo-Missionen bis zu den modernen Artemis-Missionen. Neil Armstrongs erster Schritt auf dem Mond motiviert auch heute neue Generationen, groß zu träumen und die Zukunft des Weltraums zu gestalten.

noch vor dem Ende des Jahrzehnts einen Menschen auf den Mond schicken.

Das war der Beginn der berühmten Apollo-Missionen

Vor langer Zeit, als die Menschen noch nicht einmal Flugzeuge hatten, begann ein Mann namens Jules Verne davon zu träumen, zum Mond zu fliegen. Er schrieb ein Buch, das "Von der Erde zum Mond" hieß. Darin baute eine Gruppe mutiger Abenteurer eine riesige Kanone, die eine Raumkapsel in den Weltraum schießen sollte. Sie wollten herausfinden, wie es auf dem Mond aussieht! Die Geschichte inspirierte viele Menschen.

der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA. Die Apollo-Astronauten trainierten hart, während Ingenieure eine gigantische Rakete namens **Saturn V** bauten. Diese Rakete war so hoch wie ein 36-stöckiges Haus. Am 16. Juli 1969 war es dann soweit: Die Rakete SATURN V startete mit den Astronauten Neil Armstrong, Buzz Aldrin und Michael Collins die Reise zum Mond.

## „EIN KLEINER SCHRITT FÜR EINEN MENSCHEN ...“

Fast 100 Jahre später, im Jahr 1961, machte John F. Kennedy, der damalige Präsident der Vereinigten Staaten von Amerika, eine aufregende Ansage: Die USA wollten

Nach einer aufregenden Reise landete die Mondlandefähre Eagle schließlich auf dem Mond. Millionen von Menschen auf der Erde hielten

den Atem an, als Neil Armstrong die Leiter hinunter zur Mondoberfläche stieg und seine berühmten Worte sprach: „Das ist ein kleiner Schritt für einen Menschen, aber ein riesiger Sprung für die Menschheit.“ Neil und Buzz verbrachten zwei Stunden auf der Mondoberfläche. Sie sammelten Mondsteine, hüpfen herum und stellten eine Flagge auf. Michael Collins blieb währenddessen im Raumschiff, das um den Mond kreiste, um sie später sicher nach Hause zu bringen.

## DIE ARTEMIS-MISSIONEN

Nach Apollo reisten die Menschen lange Zeit nicht mehr zum Mond. Doch heute, über 50 Jahre später, haben wir wieder große Pläne! Die Artemis-Missionen der NASA wollen Menschen – darunter zum ersten Mal auch



Stell dir vor, du könntest zum Mond fliegen!

Schon lange träumen Menschen davon und viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten und forschen an Missionen, um Raketen zu bauen, mit denen Menschen zum Mond fliegen können. Vor über 50 Jahren betraten zwei Astronauten zum ersten Mal den Mond.

Heute beschäftigen sich viele Menschen überall auf der Welt auch damit, wie wir in Mondstationen für längere Zeit auf dem Mond leben könnten.

Dann könnten Astronautinnen und Astronauten den Weltraum noch besser erkunden.

## FUN FACTS

Die Apollo-Missionen brauchten drei Tage für die **Reise bis zum Mond**. Zuerst startet die Rakete und bringt das Raumschiff in die Erdumlaufbahn. Von dort fliegt es weiter zum Mond. Dort landet die Mondlandefähre, während das Raumschiff im Mondorbit wartet. Nach der Mission kehren die Astronauten zur Erde zurück.

Auf dem Mond ist ein **Fußabdruck** für Millionen Jahre sichtbar, weil es dort keinen Wind oder Regen gibt, der ihn verwischen könnte.

Auf dem Mond gibt es **Lavatunnel**, die durch frühere vulkanische Aktivitäten entstanden sind. Diese natürlichen Höhlen bieten Schutz vor Strahlung, Meteoriten und Temperaturschwankungen. Forscherinnen und Forscher überlegen, wie man diese Tunnel als Standorte für Mondbasen nutzen könnte, um die Sicherheit und den Komfort für Astronautinnen und Astronauten zu erhöhen.

Frauen – auf den Mond zurückbringen. Mit moderner Technik sollen Astronautinnen und Astronauten auf neue Weise forschen: Sie wollen länger auf dem Mond bleiben, mit Robotern zusammenarbeiten und sogar herausfinden, wie man dort Wasser und Nahrung gewinnen kann.

Zusätzlich zur Trägerrakete, die die Menschen, technische Ausrüstung und Messinstrumente zum Mond befördert, braucht es auch noch andere **Antriebssysteme**. Diese werden verwendet, um einen Satelliten zu steuern, ein Raumfahrzeug auf seiner Umlaufbahn zu halten oder Satelliten nach ihrem Einsatz gezielt zum Absturz zu bringen. Möchte man länger auf dem Mond bleiben, braucht es **Mondstationen** mit Unterkünften, Labors und Gewächshäusern, um Pflanzen anzubauen. Solche Siedlungen wären nicht nur ein Zuhause für Astronautinnen und Astronauten, sondern könnten uns auch dabei helfen, den Weltraum noch besser zu erkunden.

### TRÄUME WEITER!

Die Geschichte des Mondes zeigt, wie mächtig Träume sein können. Jules Vernes Fantasie hat die Wissenschaft inspiriert, und die Apollo-Astronauten haben gezeigt, dass wir fast alles erreichen können, wenn wir zusammenarbeiten. Jetzt ist es an der nächsten Generation, die Geschichte weiterzuschreiben.

Stell dir vor: Vielleicht wohnst du eines Tages in einem Moon Village (Dorf auf dem Mond), schaust aus dem Fenster auf die Erde und hilfst dabei, das Leben auf dem Mond oder sogar auf dem Mars zu gestalten.

Träume groß – vielleicht arbeitest du eines Tages in der Weltraumwissenschaft, im Ingenieurwesen oder in der Weltraumarchitektur und entwirfst neue Welten!



Ein Astronauten-Selfie, hier von Mike Hopkins von der Nasa. © NASA



ESA Astronaut Alexander Gerst bei seinem Außeneinsatz an der ISS. © ESA



**Dr. Ing. Dipl. Ing. Sandra Häuplik-Meusburger** ist Weltraumforscherin und -architektin, die sich auf die Gestaltung kompakter Wohn- und Arbeitsräume auf der Erde und im Weltraum spezialisiert hat. Sie leitet den Weltraum Lehrgang für 14-16-jährige Jugendliche der Science Academy NÖ. An der Technischen Universität Wien leitet sie den Executive MBA (Masterlehrgang) für Weltraumarchitektur und Management. Zudem ist sie Mitglied der International Academy of Astronautics (IAA) und Autorin wissenschaftlicher Bücher.

**Dipl.-Ing. Johanna Fries** ist Projektleiterin und Weltraumwissenschaftlerin bei FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH, dem Forschungsunternehmen der FH Wiener Neustadt. Johannas Kernkompetenzen liegen in der Entwicklung der Ionentriebwerke, der Instrumente zur aktiven Potentialkontrolle von Satelliten und bei den Diagnoseinstrumenten für die Analyse des ausgestoßenen Treibstoffstrahls.

# WIE FUNKTIONIERT EINE RAKETE?

## RÜCKSTOSSPRINZIP

Die Vorbereitungen sind abgeschlossen, die Rakete startklar und die Crew nimmt im Raumschiff Platz. Nachdem die Triebwerke gezündet wurden, kann der Flug ins All beginnen!



### DAS BRAUCHST DU:

- dünne Schnur
- Schere
- Strohhalm
- Klebeband
- Luftballon

**01** Schneide von deiner Schur ein 2 Meter langes Stück mit einer Schere ab.

**02** Fädle den Strohhalm auf die Schnur.

**03** Spanne die Schnur mit dem Strohhalm zwischen zwei Sessel und fixiere sie mit einem Klebeband oder binde die Schnur fest. Die Schnur kann auch von zwei Personen gehalten werden oder an einem anderen Gegenstand festgebunden werden.

**04** Blase den Luftballon auf aber verknote ihn **nicht**.

**05** Befestige den aufgeblasenen Luftballon mit einem Stück Klebeband am Strohhalm.

**06** Lasse nun den Luftballon los und beobachte, was passiert.

## WIESO?

Der Luftballon bewegt sich, wenn du seine Öffnung nicht mehr zuhältst. Weil auf der einen Seite Luft aus dem Luftballon ausströmt, fliegt der Ballon entlang der Schnur in die entgegengesetzte Richtung.

Der Luftballon bewegt sich aufgrund des **Rückstoßprinzips**. In der Physik nennt man dieses Prinzip auch das **3. Newtonsche Axiom**: ‚actio ist gleich reactio‘.

Bei einer Rakete strömt Gas aus den Triebwerken in Richtung Erde. Das treibt die Rakete an und sie steigt hoch über die Erdatmosphäre bis ins Weltall.

# STREICHHOLZRAKETE

## RÜCKSTOSSPRINZIP

### DAS BRAUCHST DU:

- Streichhölzer
- Alufolie
- Büroklammer
- Feuerzeug



Führe das Experiment immer im Freien durch. Die Rakete kann bei der Landung noch sehr heiß sein.

Frage einen Erwachsenen, ob du ein Feuerzeug benutzen darfst!

01

Schneide den Kopf eines Streichholzes ab.

02

Schneide oder reiße ein Stück von der Alufolie ab. Es sollte länger als ein ganzes Streichholz sein.

03

Lege jetzt den Streichholzkopf und das Streichholzstäbchen auf die Alufolie und rolle es ganz fest ein. Das Stäbchen sollte unten herausstehen, damit du es jetzt herausziehen kannst.

04

Quetsche das obere Ende der Alufolie (dort wo der Streichholzkopf liegt) ganz fest zusammen, sodass keine Luft entweichen kann.

05

Verbiege eine Büroklammer (aus Metall, nicht Plastik) so, dass sie deine Startrampe ist. Befestige deine Rakete an der Büroklammer. Geh mit der Rakete und der Startrampe **nach draußen**.

06

Stell dich seitlich neben die Rakete und halte ein Feuerzeug an die Spitze der Rakete, dort wo sich der Streichholzkopf befindet. Beobachte, was passiert!



## WIESO?

Wenn sich der Streichholzkopf entzündet, entstehen sehr hohe Temperaturen. Diese führen dazu, dass sich die Luft in der Rakete explosionsartig ausdehnt und deshalb mehr Platz braucht. Gemeinsam mit den heißen Gasen, die bei der Verbrennung frei werden, strömt die Luft nach hinten aus. Durch diesen Rückstoß fliegt die Rakete nach vorne weg. Hier wirkt wieder das Rückstoßprinzip.

# PROFI WISSEN RAKETEN

Wir haben bei Weltraumwissenschaftlerin Dipl.-Ing. Johanna Fries nachgefragt, wie eine Rakete funktioniert.

Mehr Informationen zur Ariane-6 Trägerrakete:



[www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Austria/Erfolgreicher\\_Weltraumstart\\_fuer\\_Europas\\_neue\\_Traegerrakete\\_Ariane-6](http://www.esa.int/Space_in_Member_States/Austria/Erfolgreicher_Weltraumstart_fuer_Europas_neue_Traegerrakete_Ariane-6)

Mehr Informationen zu Ionentriebwerken aus NÖ:  
[www.fotec.at](http://www.fotec.at)

Wenn du mehr über die ESA erfahren willst (für Kinder):  
[www.esa.int/kids/de/](http://www.esa.int/kids/de/)

Hast du schon einmal gesehen, wie sich eine Qualle fortbewegt? Wenn sie ihren Schirm zusammenzieht, stößt sie Wasser nach hinten und schwimmt dann nach vorne. Sie nutzt das **Rückstoßprinzip**, um sich zu fortzubewegen.

Ebenso funktioniert das bei einer Rakete. Strömt aus dem Raketentriebwerk sehr viel Masse in Form von Gas in Richtung Erdboden, bewegt sich die Rakete in die entgegengesetzte Richtung – also in Richtung Weltall. Das bedeutet, dass eine Kraft in eine Richtung (Treibstoff zum Erdboden) eine genauso große Kraft in die andere Richtung (Rakete ins Weltall) bewirkt.

Dieses **Rückstoßprinzip** nutzen nicht nur Quallen und Raketen, sondern auch Schiffe und Flugzeuge oder ein Oktopus.

Die Europäische Weltraumagentur **ESA** (European Space Agency) schaffte am 9. Juli 2024 erfolgreich, ihre 63 Meter hohe **Ariane 6 Rakete** vom europäischen Weltraumbahnhof in Kourou in Französisch-Guayana in Südamerika ins



Ariane 6 Rakete © ESA

Weltall zu schicken. Du siehst sie auf dem Foto. Dabei stieß die Rakete über 140 Tonnen (das entspricht einer Masse von rund 100 Autos) Treibstoff aus und schaffte es so ins All. Ein großer Erfolg für die europäische Weltraum-Gemeinschaft.

Bei einem solchen Raketenstart werden alle Teile der Trägerrakete ordentlich durchgeschüttelt. Damit auch alle Bestandteile den Raketenstart oder das Teilen der einzelnen Raketenstufen überstehen, überprüft man alle Komponenten vorab in sogenannten Schock- und Vibrationstests.

## IONENTRIEBWERKE FÜR SATELLITEN

Wenn man einen Satelliten im Weltall antreiben möchte, braucht man keine riesige Rakete. Dafür reicht schon ein kleines Triebwerk, das genügend Schub für die Fortbewegung erzeugt. Dafür gibt es hochgenaue elektrische Antriebe, wie zum Beispiel ein **Ionentriebwerk**. Dieses verwendet man, um einen Satelliten anzutreiben, präzise auf seiner Umlaufbahn zu halten oder nach seiner Lebensdauer kontrolliert zum Absturz zu bringen.

In Wiener Neustadt werden Ionentriebwerke entwickelt, die als Antriebssysteme auf Satelliten eingesetzt werden. In einem solchen Triebwerk wird metallischer Treibstoff verflüssigt, ionisiert (positiv geladen) und beschleunigt. Das Herzstück des Triebwerks ist nicht größer als eine Fingerspitze und sieht aus wie eine Krone, aus der positiv geladene Teilchen ausgestoßen (emittiert) werden.

### Welche Teilchen werden ausgestoßen?

Die positiv geladenen Teilchen im Ionentriebwerk sind winzig kleine Metallteilchen. Das verwendete Metall ist z.B. **Indium**. Bei Raumtemperatur ist Indium fest, wenn man es über 156°C aufheizt, wird es flüssig und kann als Treibstoff im Ionentriebwerk verwendet werden.

# HOCH - HÖHER - WELTRAUM

## TREIBSTOFFARTEN

Bei Triebwerken für Raketen oder Satelliten werden unterschiedliche Treibstoffe eingesetzt. Diese verschiedenen Treibstoffe sind entweder für eine Rakete geeignet, die sehr viel Schubkraft benötigt, um ins All zu fliegen oder für den Antrieb im Weltraum, wo geringere Schübe ausreichen.

### TIPP:

Führe das Experiment am besten im Freien durch.  
Den Deckel schnell schließen und etwas Abstand von der Filmdose halten.

### DAS BRAUCHST DU:

- Filmdose mit Deckel  
(oder Dose von Brausetabletten)
- Buntpapier
- Bleistift
- Schere
- Klebeband
- Zirkel oder Trinkglas
- Zitronensaft
- Backpulver
- Brausetablette



**01** Zeichne mit dem Bleistift einen Kreis auf das Blatt Buntpapier. Verwende hierfür entweder den Zirkel oder das Trinkglas. Schneide den Kreis aus.

**02** Schneide nun eine gerade Linie bis zur Mitte des Kreises. Forme aus dem Kreis ein Hütchen und klebe es auf die **geschlossene** Seite der Dose.

**03** **Erste Versuchsreihe:** Befülle die Rakete zur Hälfte mit Zitronensaft und einem Teelöffel Backpulver. Verschließe die Rakete **schnell** mit dem Deckel.

Stelle die befüllte Rakete sofort auf den Boden. Beobachte was passiert.  
Wie hoch steigt die Rakete?

**04** **Zweite Versuchsreihe:** Befülle die Rakete zur Hälfte mit Zitronensaft und einer Brausetablette. Verschließe die Rakete **schnell** mit dem Deckel.

Stelle die befüllte Rakete sofort auf den Boden. Beobachte was passiert.  
Wie hoch steigt die Rakete jetzt?

**05** Vergleiche die Flughöhen der beiden Versuchsreihen. Welcher Treibstoff lässt die Rakete höher steigen?

## WIESO?

Backpulver und Brausetabletten enthalten Natriumhydrogencarbonat. Kommt dieses mit der Zitronensäure in Berührung, kommt es zu einer chemischen Reaktion. Dabei entsteht das Gas Kohlenstoffdioxid, das ein größeres Volumen, also mehr Platz, einnimmt. Es entsteht ein großer Druck, durch den der Deckel weggeschleudert wird. Der Treibstoff entweicht und lässt die Rakete nach oben steigen.

# WEISST DU EIGENTLICH?

Erstaunliches aus dem Weltall für junge Forscherinnen und Forscher.

## VIELE EINSATZGEBIETE

Satelliten begegnen uns viel öfter im Alltag als uns vielleicht bewusst ist. Ohne Satelliten im All gäbe es kein Satellitenfernsehen, keine Wetterprognose und keine Navigation. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern helfen Satelliten für die Vermessung der Weltmeere, Wälder und Gletscher.

Nicht nur die Erde kann beobachtet werden, auch das Weltall selbst wird mithilfe von Satelliten immer tiefer erforscht.

## WIE TESTET MAN EINEN SATELLITENANTRIEB?

Um Triebwerke für den Einsatz im Weltraum zu testen, verwendet man dafür entwickelte Detektoren und Schubmesswaagen, die zum Beispiel messen, wie groß die erzeugte Schubkraft ist. Andere Detektoren können die Anzahl der Teilchen (Teilchendichte) oder die Energie der Teilchen messen. Diese Messungen



MMS Observatory 1 mit dem ASPOC Instrument © NASA

helfen, das Triebwerk besser zu verstehen und zu optimieren. Satellitenantriebe arbeiten in Schubbereichen von Mikronewton, Millinewton bis hin zu einigen Newton. Das entspricht der Gewichtskraft von einigen Ameisen. Newton ist eine Maßeinheit für Kraft.

## WIE ARBEITET MAN MIT DER ESA ZUSAMMEN?

Als Weltraumforschende trifft man sich mit Personen von der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Man bespricht spannende Ideen und neue Entwicklungen. Auf Konferenzen und Tagungen trifft man das ESA-Experten-Team und spricht mit ihnen persönlich über die Forschung. Möchte man dann ein Projekt mit der ESA starten, muss man zuerst einen Antrag schreiben und so der ESA sagen, welche Forschungsarbeiten man vorhat. Erhält man das Okay für das Projekt, gibt es eine offizielle Start-Besprechung (Kick-off-Meeting). Während des Projekts tauscht man sich weiterhin mit dem technischen Personal von der ESA aus, zum Beispiel: Vor einem Test im Labor muss die ESA dem Versuchsaufbau und allen Vorbereitungen zustimmen. Dann erst starten die Forschenden eine Testkampagne auch wirklich.

## ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNG EINES SATELLITEN

Ein Satellit im Weltraum kann sich durch externe Einflüsse (UV-Licht, Sonnenwind) elektrisch aufladen. Dadurch können sensible Messinstrumente am Satelliten gestört oder beschädigt werden. Um das zu verhindern, kann man ein sogenanntes ASPOC (Active Spacecraft Potential Control) Instrument zur aktiven Regelung des Potentials an der Oberfläche des Satelliten anbringen.

ASPOC wurde in den 1990er Jahren in Österreich entwickelt und kam in vielen Weltraummissionen wie Geotail, Equator-S, Cluster, Double Star und MMS zum Einsatz. Bei der neuesten Generation wird aus vier porösen Wolframnadeln ein geringerer Ionenstrom ausgesendet, der die elektrischen Ladungen neutralisiert. Mit der neuen Adaption wird weniger Leistung verbraucht und die Effizienz deutlich gesteigert. Bald soll das Instrument auf einer Wissenschaftsmission im All eingesetzt werden.



Ein Satellit wird getestet, der 3D-Bilder der Sonnenstürme und -winde erstellen soll. Er soll im Februar 2025 an Bord einer SpaceX-Rakete starten. © NASA

# MONDBEOBACHTUNG

## MONDPHASEN

Die Beobachtung des Mondes hat Menschen seit Jahrtausenden fasziniert. Von den ersten Kalendern, die Bauern halfen, ihre Ernten zu planen, bis hin zur modernen Wissenschaft, die durch Teleskope und Missionen die Oberfläche erforscht, um herauszufinden, wie der Mond entstand und ob er eines Tages als Basis für Reisen zu anderen Planeten dienen könnte.

### DAS BRAUCHST DU:

- einen Stift
- die rechte Seite im Heft (du kannst sie vorher kopieren oder fotografieren, wenn du die Beobachtung öfter durchführen willst)

**01** Schau regelmäßig in den Himmel und beobachte den Mond, wenn du Zeit und Lust hast.

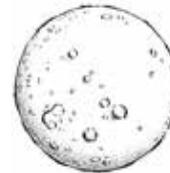
**02** Achte darauf, wie er von der Sonne beleuchtet wird. Siehst du eine Sichel, einen Halbmond oder einen vollen Mond? Versuche, Details wie Krater oder dunkle Flächen zu erkennen.

## WIESO SCHAUT DER MOND IMMER ANDERS AUS?

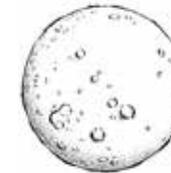
Der Mond umkreist die Erde und die Mondphasen entstehen durch diese Bewegung um die Erde. Dabei sieht der Mond von der Erde aus anders aus, weil unterschiedliche Teile von ihm von der Sonne beleuchtet werden. Das reicht von der schmalen Sichel bis zum vollen Mond und wieder zurück. Beobachte, wie sich das Licht von Tag zu Tag verändert.

# MONDKALENDER

VON: \_\_\_\_\_



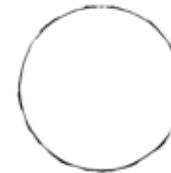
Datum: .....



Datum: .....



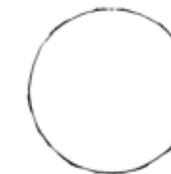
Datum: .....



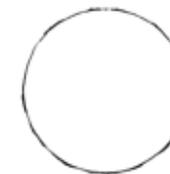
Datum: .....



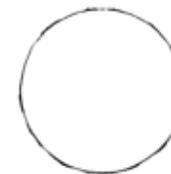
Datum: .....



Datum: .....



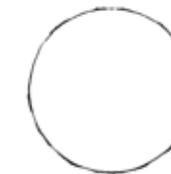
Datum: .....



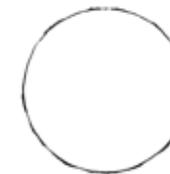
Datum: .....



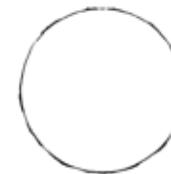
Datum: .....



Datum: .....



Datum: .....



Datum: .....



# DAS STOFFTIER UND DIE SCHWERELOSIGKEIT

## SCHWERKRAFT OHNE LUFTWIDERSTAND

Entdecke, wie die Schwerkraft auf verschiedene Objekte wirkt.

### TIPP:

Der Astronaut David Scott hat diesen Versuch am Mond gemacht. Er hat gleichzeitig einen Hammer und eine Feder aus derselben Höhe fallen lassen!

Weil es am Mond keinen Luftwiderstand gibt, fallen beide Objekte gleich schnell zu Boden.

Schau' dir das Video von der Apollo 15 Mission an:  
<https://www.youtube.com/watch?v=oYEdZ3iEKA>



### DAS BRAUCHST DU:

- Stofftier
- Blatt Papier



**01** Halte das Blatt Papier und dein Stofftier auf gleicher Höhe. Das Papier soll mit der Oberfläche zu dir zeigen.

**02** Lasse nun Papier und Stofftier gleichzeitig zu Boden fallen. Was fällt schneller?

**03** Zerknülle nun das Blatt Papier und wiederhole den Versuch. Lasse das zerknüllte Papier und das Stofftier wieder gleichzeitig zu Boden fallen. Was fällt jetzt schneller?



© NASA

## WIESO?

Auf der Erde umgibt uns Luft. Dadurch gibt es Luftwiderstand. Das Blatt Papier fällt langsamer als das Stofftier, weil Papier leichter ist.

Aber ein Blatt Papier fällt auch viel langsamer als ein zusammengeknülltes Papier. Warum?

Das Blatt „segelt“ durch die Luft, weil es vom Luftwiderstand abgebremst wird.

Auf dem Mond ist das anders: Dort gibt es keine Luft. Das bedeutet, dass alle Objekte – egal, ob schwer oder leicht – gleich schnell zu Boden fallen. Wie schnell etwas fällt, hat also nicht nur mit dem Gewicht zu tun, sondern auch mit dem Luftwiderstand.

# PROFI WISSEN LEBEN UND BAUEN IM WELTRAUM

Wir haben bei  
Weltraumforscherin und  
-architektin  
Dr.Ing. Dipl.Ing. Sandra  
Häuplik-Meusburger  
nachgefragt, wie  
Astronautinnen und  
Astronauten im Weltall  
wohnen.

Mehr zum Thema erfährst  
du in diesem Buch:  
**Weltraum - Extreme Lebens-  
räume und deren Bewohnbarkeit**  
von Sandra Häuplik-Meusburger  
und Sheryl Bishop

Derzeit leben sechs Menschen auf der internationalen Raumstation ISS und drei auf der chinesischen Raumstation Tiangong. Beide Raumstationen bestehen aus vielen miteinander verbundenen Modulen. Die ISS ist in etwa so groß wie ein Fußballfeld und wiegt über 400 Tonnen – das entspricht 80 Elefanten!

Sie bewegt sich mit unglaublicher Geschwindigkeit (28.000 km/h) um die Erde und umkreist sie 16mal pro Tag.

Astronautinnen und Astronauten schlafen in kleinen Schlafkabinen, die wie Mini-Zimmer sind, wo sie in Schlafsäcken schweben – ja, schweben! Denn im Weltall gibt es keine Schwerkraft wie auf der Erde, deshalb ist alles schwerelos.

Auch Essen ist anders: Die Mahlzeiten sind oft in kleinen Beuteln oder Dosen und schweben weg, wenn man nicht aufpasst. Für die Gesundheit machen Astronautinnen und Astronauten jeden Tag zwei Stunden Sport, zum Beispiel an einem Laufband mit Gurten, die sie festhalten, oder an einem speziellen Gerät für Krafttraining.

Schwerelosigkeit macht viele Dinge lustig: Man kann sich drehen und Saltos machen, mit einem kleinen Schubs durch den Raum fliegen oder Wasserblasen fangen, die durch die Luft schweben.

Bald gibt es sogar eine neue Raumstation, das **Gateway**, die den Mond umkreisen wird. Sie wird wie ein Außenposten im All sein, wo man sich auf Mondmissionen vorbereitet. Vielleicht wird Gateway der nächste große Schritt auf dem Weg zu einer Mondstation oder sogar zu Reisen zum Mars!



© S. Kerber, TU Wien



© Foster & Partners, ESA

## BAUEN MIT MONDSTAUB – REGOLITH

Häuser auf dem Mond zu bauen ist eine große Herausforderung, aber auch ein spannendes Abenteuer! Anders als auf der Erde gibt es auf dem Mond keine Luft zum Atmen, keine schützende Atmosphäre und extreme Temperaturen. Deshalb müssen die Gebäude dort ganz speziell gebaut sein, um Astronautinnen und Astronauten zu schützen.

Eine spannende Idee ist, Mondhäuser mit Regolith zu bauen. Das ist der feine Staub, der die Oberfläche des Mondes bedeckt. Forschende denken darüber nach, wie man Regolith mit 3D-Druckern in Bausteine verwandeln könnte. Diese Bausteine könnten dicke Wände formen, die die Menschen vor Strahlung und kleinen Meteoriten schützen. Man könnte Regolith auch mit Robotern oder speziellen Maschinen direkt vor Ort schmelzen und in die gewünschte Form bringen, das spart Materialtransport von der Erde.

Eine andere Idee sind aufblasbare Häuser, sogenannte **Inflatables**. Diese bestehen aus flexiblen Materialien, die in einer Rakete zusammengerollt und erst auf dem Mond aufgeblasen werden. Ein solches Haus wäre leicht und würde in der Rakete nur wenig Platz einnehmen. Sobald es auf dem Mond ist, könnte es mit Regolith bedeckt werden, um es vor Strahlung und Meteoriten zu schützen.

# WEISST DU EIGENTLICH?

**Erstaunliches zum Leben und Bauen im Weltraum und am Mond für junge Forscherinnen und Forscher.**

## INTERNATIONALE RAUMSTATION ISS

Auf der ISS dauert ein Sonnenaufgang nur 90 Minuten, weil die Station so schnell um die Erde fliegt. Astronautinnen und Astronauten sehen 16 Sonnenaufgänge pro Tag und umkreisen die Erde 16 Mal!

Die ISS verfügt über ein aufblasbares Modul namens BEAM (Bigelow Expandable Activity Module). Dieses Modul wurde kompakt zur ISS transportiert und dort aufgeblasen, um zusätzlichen Raum für Experimente und Lagerung zu bieten. Solche aufblasbaren Strukturen könnten in Zukunft als Wohnräume auf dem Mond oder Mars dienen, da sie leicht und platzsparend sind.

## MONDSTAUB

Mondstaub ist so fein und scharfkantig, dass er leicht Geräte und sogar Raumanzüge beschädigen kann. Mondhäuser brauchen also Staubschleusen, um zu verhindern, dass der Staub überall hingelangt.



Raumstation Tiangong in China.



"Earthrise", das erste Foto der Erde aus dem Mondorbit, aufgenommen von Apollo-8-Astronaut William Anders (1968) © NASA

## LEBEN IM WELTALL

Astronautinnen und Astronauten sind im Weltall bis zu 5 cm größer, weil sich die Wirbelsäule ohne Schwerkraft ausdehnt. Nach der Rückkehr auf die Erde schrumpfen sie wieder.

Astronautinnen und Astronauten müssen sehr achtsam mit ihren Dingen umgehen, weil sie nur begrenzte Vorräte mitnehmen können. Noch erstaunlicher: Auch Urin wird recycelt! Spezielle Maschinen wandeln ihn in sauberes Trinkwasser um. Köstlich!

## FRAUEN IN DER RAUMFAHRT

Frauen spielen eine wichtige Rolle in der Raumfahrt. So war Galina Balaschowa die erste Architektin, die Innenräume für sowjetische Raumfahrzeuge entwarf.

## SCHUTZ FÜR MONDHÄUSER

Der Mond ist ein gefährlicher Ort für Menschen. Es gibt keine Luft und die Temperaturen schwanken extrem: Tagsüber wird

es bis zu 120 °C heiß, nachts kann es auf -170 °C abkühlen. Außerdem gibt es keine Atmosphäre, die uns vor gefährlicher Strahlung von der Sonne oder kleinen Meteoriten schützt, die mit hoher Geschwindigkeit einschlagen könnten. Häuser auf dem Mond müssen deshalb:

- Schutz vor Strahlung bieten z.B. durch dicke Wände.
- Meteoriten abwehren, indem sie aus robusten Materialien bestehen.
- Die Temperatur regulieren, um ein angenehmes Klima im Inneren zu schaffen.

## DER BLICK AUF DIE ERDE

Vom Mond aus sieht die Erde wie ein leuchtender, blauer Ball aus – wunderschön und viel größer, als der Mond für uns erscheint.

Das berühmte Foto „Earthrise“ wurde 1968 von den Apollo-8-Astronauten aufgenommen. Es veränderte die Sicht auf unsere Welt, denn zum ersten Mal sahen die Menschen unseren Planeten aus einer neuen Perspektive: klein, zerbrechlich und einzigartig, mitten in der endlosen Schwärze des Weltraums. Dieses Bild inspirierte viele, die Erde zu schützen und sich für Frieden und Umweltschutz einzusetzen.

# LUFTLEERER RAUM UND SCHWERELOSIGKEIT

Hast du schon einmal darüber nachgedacht, was sich eigentlich im Weltraum befindet?

Sonne, Mond und Sterne – aber was ist dazwischen? Vielleicht hat dir jemand erzählt, dass das Weltall aus ‚nichts‘ besteht. Hier auf der Erde befindet sich um uns Luft. Unsere Umgebungsluft besteht vorrangig aus Stickstoff- und Sauerstoffmolekülen.

Je weiter man sich von der Erdoberfläche entfernt, desto weniger dieser Moleküle befinden sich in der Luft. Ungefähr 100 km über uns beginnt der Weltraum. Dort befinden sich fast keine Luftmoleküle mehr.

Das nennt man **Vakuum**.



14m<sup>3</sup> große Vakuumkammer der FOTEC, in der Weltraumbedingungen nachgestellt werden.

## FUN FACT:

Schall kann sich im Vakuum, also im Weltraum – nicht ausbreiten. Deswegen würde man es nicht hören, wenn du im Weltall sprichst.



200.000 Lichtjahre von der Erde entfernt liegt der 'Sternhaufen NGC 602', der auf diesem Bild vom James-Webb-Weltraumteleskop zu sehen ist.  
© NASA/ESA/CSA



Auch die Besatzung der ISS lebt in Schwerelosigkeit. © NASA

Ohne die vielen Luftmoleküle kann das Sonnenlicht nicht gestreut werden. Deswegen gleicht das Weltall einer schwarzen Decke mit kleinen leuchtenden Sternen und ist nicht blau wie unser Himmel.

## WELTRAUM-SIMULATION

Um den luftleeren Raum im Weltall hier auf der Erde nachzustellen, führen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Experimente in Vakuumkammern durch. Aus diesen großen oder kleinen Zylindern kann man die Luft abpumpen und so die Bedingungen des Weltraums simulieren.

Auch die Anziehungskraft der Erde spielt eine wichtige Rolle. Je weiter wir uns von der Erde entfernen, desto schwächer wird diese Anziehungskraft. Im Weltall fühlen sich Menschen schwerelos, weil die Erdanziehung nur noch minimal wirkt.

Der Mond hat eine viel geringere Schwerkraft als die Erde. Deshalb können Menschen dort nicht wie auf der Erde laufen, sondern bewegen sich in großen, langsamen Sprüngen vorwärts.

# BAUE DEIN EIGENES MONDHAUS

## WELTRAUMARCHITEKTUR

Ein Mondhaus braucht man, um Menschen auf dem Mond ein sicheres Zuhause zu bieten. Es schützt vor gefährlicher Strahlung, extremen Temperaturen (super heiß am Tag, eisig kalt in der Nacht) und kleinen Meteoriten, die mit hoher Geschwindigkeit einschlagen könnten.

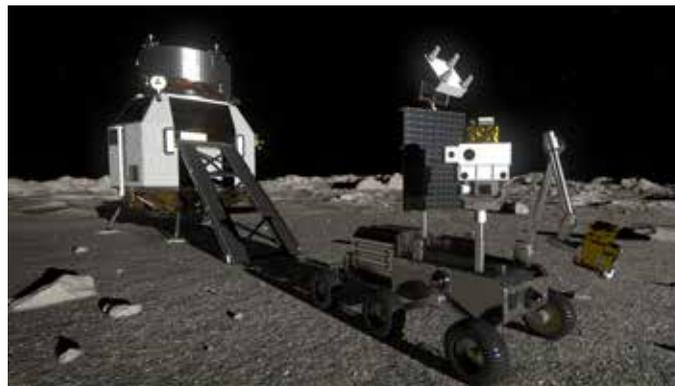
Im Inneren des Mondhauses gibt es alles, was Astronautinnen und Astronauten zum Leben brauchen: Schlafkabinen, Labore, einen Bereich für Essen und Trinken sowie ein Gewächshaus, um frische Pflanzen anzubauen.

### DAS BRAUCHST DU:

- Karton, bunter Karton
- Klopapierrollen
- Becher, Gläser
- Schere
- Klebstoff
- Alufolie
- Strohhalm
- Stifte
- alles, was du im Altpapier findest z.B. leere Schachteln
- Glitzer, kleine Steinchen...
- Regolith (Mondstaub): Sand, Semmelbrösel



Konzept für eine Mondbasis mit Solaranlagen zur Energiegewinnung, Gewächshäusern und mit Regolith abgeschirmte Lebensräume. © ESA - P. Carril



Der "Heracles Lander and Rover", entwickelt von der ESA, der kanadischen und der japanischen Raumfahrtagentur, soll bereits bis Ende der 2020er zum Mond aufbrechen. © ESA/ATG Medialab

**01** Basis vorbereiten:  
Verwende einen flachen Karton (z. B. einen Schuhkarton) als Grundlage für deine Mondbasis. Male den Boden grau an und zeichne Krater, wie sie auf der Mondoberfläche zu sehen sind.

**02** Die Module:  
**Wohnmodule:** Nutze Becher, Klopapierrollen oder kleine Schachteln, um die Wohnräume zu basteln. Du kannst sie mit Alufolie umwickeln oder bemalen.

**Airlock:** Das ist die Schleuse, durch die Astronautinnen und Astronauten rein- und rausgehen. Bastle sie aus einer kleineren Rolle.

**Gewächshaus:** Stelle ein leeres Einmachglas oder einen durchsichtigen Plastikbecher auf den Karton – das ist dein Gewächshaus, wo Pflanzen angebaut werden können.

**03** Der **Mondrover** ist ein ferngesteuerter, fahrbarer Roboter, der Untersuchungen der Mondoberfläche vornehmen kann: Verwandle ein kleines Spielzeugauto in einen Mondrover oder bastle eines aus einer kleinen Box. Du kannst Alufolie oder Strohhalm verwenden, um Räder oder Antennen hinzuzufügen.

# BAUE DEIN EIGENES MONDHAUS

## WELTRAUMARCHITEKTUR

**04** Schutz mit **Regolith**:  
Bestreiche die Oberfläche deiner Module mit Bastelkleber.  
Streue Sand, Semmelbrösel oder andere feine Materialien darüber, um die Module wie mit Mondstaub bedeckt aussehen zu lassen.

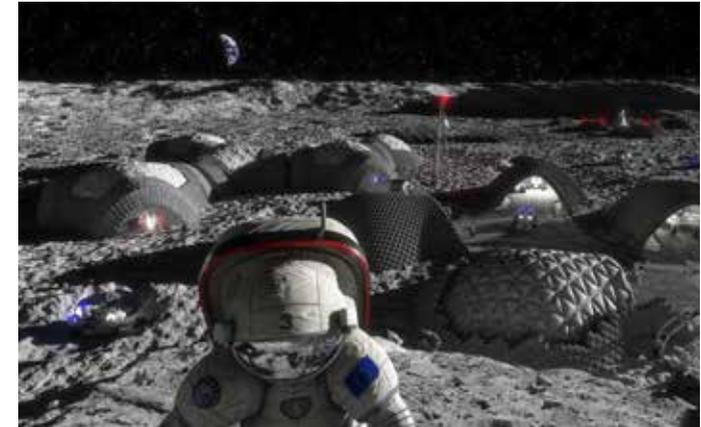
**05** **Solarpanele**:  
Schneide aus Bastelkarton oder buntem Papier rechteckige Stücke aus – das sind deine Solarpanele, die Sonnenstrahlen in elektrischen Strom für dein Mondhaus umwandeln. Befestige sie an Strohhalmen oder kleinen Holzspießen, sodass sie wie echte Solarflächen abstehen.

**06** Male Fenster, Türen und Logos auf die Module oder klebe sie aus Papier auf. Zeichne Menschen oder Raketen und stelle sie neben die Mondbasis. Nutze Spielzeugfiguren, um deine Basis lebendig zu machen.

Fällt dir noch etwas anderes ein, das du auf deiner Mondbasis brauchen würdest?



Idee eines "European Large Logistics Lander". © ESA/ATG



Vision einer Mondbasis, die mit 3D-Druck hergestellt werden könnte. © ESA, RegoLight, Liquifer Systems Group



Künstlerische Darstellung eines Monderkundungsszenarios. © ESA/ATG

## WIESO MUSS MAN SICH VOR STRAHLUNG SCHÜTZEN?

Auf dem Mond gibt es keine schützende Atmosphäre wie auf der Erde. Die Sonne sendet gefährliche Strahlung (UV-Strahlung und kosmische Strahlen), die sehr schädlich für Menschen sein kann. Mondhäuser brauchen deshalb dicke Wände oder einen Schutz aus Regolith, um die Astronautinnen und Astronauten darin zu schützen.

# MONDSPAZIERGANG

## EXTRAVEHICULAR ACTIVITY

Ein Mondspaziergang wird oft **EVA** genannt, das steht für **Extra-vehicular Activity**. Das bedeutet wörtlich „Aktivität außerhalb des Fahrzeugs“. Astronautinnen und Astronauten erkunden in Raumanzügen die Mondoberfläche. Dabei verlassen sie ihre Mondlandefähre oder -basis und bewegen sich außerhalb des schützenden Raums. Sie nehmen Werkzeuge mit, sammeln Mondgestein und Staubproben oder führen Experimente durch, wie das Aufstellen von Messgeräten für Strahlung oder Temperatur.

Mit diesem Experiment könnt ihr erleben, wie aufregend ein Mondspaziergang sein könnte – und wie viel Planung und Geschick man dafür braucht!

### DAS BRAUCHST DU:

- dicke Handschuhe
- Helm oder Haube
- Werkzeuge
- ...

### TIPP:

Zusammen mit Freunden, Freundinnen oder Geschwistern macht das Experiment noch mehr Spaß!



© ESA



© NASA

- 01** Denkt euch ein Mondexperiment aus. Überlegt, was Astronauten auf dem Mond machen könnten. Zum Beispiel:
- Aus Bausteinen einen Turm bauen
  - Mit Werkzeugen Mondgestein einsammeln
  - Ein Mondzelt aus Polstern und Decken bauen

Plant vorher, wie ihr euer Experiment durchführen möchtet und entscheidet, welche Werkzeuge ihr braucht.

- 02** Verkleidet euch als Astronauten - seid erfinderisch. Zieht dicke Handschuhe an und setzt den Helm oder die Haube auf. So könnt ihr nachfühlen, wie es wäre, in einem Raumanzug zu arbeiten, wo alles sperriger und weniger beweglich ist.

- 03** Führt euer Experiment durch. Probiert eure Aufgabe mit den Handschuhen aus – fühlt sich das ungewohnt an? Astronauten müssen sich an diese Einschränkungen gewöhnen, weil sie im Raumanzug genau so arbeiten.

- 04** Bewegt euch wie auf dem Mond. Stellt euch vor, ihr seid auf dem Mond, wo viel weniger Erdanziehungskraft (Gravitation) herrscht. Hüpf in Zeitlupe herum, wie es Astronauten tun – das macht nicht nur Spaß, sondern hilft euch zu verstehen, wie anders das Leben auf dem Mond wäre!

## WIESO HÜPFTEN DIE ASTRONAUTEN AUF DEM MOND?

Auf der Erde spüren wir die Schwerkraft (1G), die uns auf dem Boden hält. Der Mond hat nur 1/6 der Erdanziehungskraft – das bedeutet, dass Astronautinnen und Astronauten dort viel leichter sind und höher springen können. Deshalb bewegen sie sich oft hüpfend, fast wie in Zeitlupe.

## WORAN FORSCHST DU?

Welt

Ich forsche an **Hochenergiephysik** und beschäftige mich mit den stärksten Energien und den kleinsten Teilchen im Universum. Ich möchte verstehen, wie das Universum entstanden ist und wie es sich entwickeln wird. Außerdem bin ich in der **Raumfahrt** tätig und baue Raketen und Satelliten und plane Missionen zu anderen Himmelskörpern wie dem Mond und Mars.



Das bin ich vor einem Teil des riesigen Teilchenbeschleunigers im CERN.

## DAS BIN ICH

### Hier arbeite ich:

SIGMA-7, meine Firma, mit der ich für das CERN, die ESA und andere Firmen arbeite

### Hier bin ich in die Schule gegangen:

u.a. Bundesfachschule für Flugtechnik in Langenlebarn

### Das habe ich studiert:

Technische Physik und Astronomie

### Das wollte ich als Kind werden:

Pilot, Astronaut und Entdecker

### Darum bin ich Forscher geworden:

Weil ich wissen will, wie die Welt funktioniert und was wir tun können um sie besser zu machen

## So sieht mein Alltag aus:

Ich beobachte die Entwicklung verschiedenster Technologien auf der ganzen Welt. Dazu lese ich viele Artikel und Bücher, gehe zu Konferenzen und rede mit vielen anderen Forschenden, mit denen ich mir neue Experimente und Missionen überlege. So ein Prozess kann viele Jahre dauern, aber wenn er abgeschlossen ist, dann machen wir dieses Experiment im Teilchenbeschleuniger am CERN oder schießen es sogar mit einer Rakete ins All.

## Das ist mir Lustiges passiert:

Im Rahmen des "AustroMars" Projekts haben wir eine Mars-Expedition in der Wüste geplant und durchgeführt. Als Experiment sollte ein Astronaut im Raumanzug so tun, als hätte er sich den Arm gebrochen. Seine Kameraden wussten davon nichts. Leider hat der Astronaut die Anweisung nicht richtig gelesen und so getan, als hätte er sich den Fuß gebrochen. So waren wir alle sehr überrascht, kurz erschrocken und haben am Ende viel gelacht.

## So forsche ich genau:

Wenn mich ein Geistesblitz trifft, dann formuliere ich eine These (also ein grobes Konzept) und diskutiere das mit befreundeten Forschern. Dann formulieren wir das Konzept immer genauer und entwerfen schließlich einen Plan für ein Experiment oder ein Produkt wie z.B. eine neuartige Krebstherapie, die sich aus den Erkenntnissen der Raumfahrt, der Teilchenphysik und der Biotechnologie herleitet. Und dann kommt das Beste: die experimentelle Arbeit am Labor!

### Das soll meine Forschung bewirken:

Neues Wissen schaffen und das Leben der Menschen verbessern.  
Das können wir erreichen, wenn wir eine Technologie, die wir für einen bestimmten Bereich entwickelt haben, in einem anderen Bereich einsetzen.  
Zum Beispiel in der Medizin kann die Raumfahrt und die Hochenergiephysik oft sehr interessante Ideen liefern.

### Das fand ich bisher am schwierigsten:

Die Interessen aller Beteiligten auszugleichen.  
Manche wollen, dass es sehr schnell geht, andere wollen lieber länger forschen, einigen ist wichtig, dass es sehr günstig ist und andere möchten, dass nur bestimmte Leute mitmachen oder die Daten erhalten. Wenn man es aber schafft, alle an Bord zu holen und die verschiedenen Meinungen unter einen Hut zu bringen dann kann man echt etwas bewegen!

## PROFI-WISSEN

**CERN** ist eines der weltweit führenden Zentren für wissenschaftliche Forschung in der Teilchenphysik. Das CERN besitzt den weltgrößten Teilchenbeschleuniger. Diese mächtige Maschine kann winzig kleine Teilchen extrem schnell aufeinander prallen lassen. Dadurch kann man die Bausteine der Materie und die Kräfte, die sie zusammenhalten erforschen, neue Teilchen entdecken und die Kräfte des Universums verstehen.

**Hochenergiephysik** ist eine Kombination von Astrophysik und Teilchenphysik und beschäftigt sich mit den kleinsten Bausteinen im Universum (Atome und noch kleinere Teilchen wie Elektronen, Protonen und Quarks). Dabei ist man mit sehr viel Energie und speziellen Geräten den Geheimnissen des Universums auf der Spur.

### DI Dr. Norbert Frischauf

ist Hochenergiephysiker, Raumfahrtsystemingenieur und Mitbegründer mehrerer Start-ups. Er arbeitete als Experimentalphysiker am CERN und mit der europäischen Weltraumorganisation ESA zusammen.  
Außerdem war er Kommandant der ersten österreichischen Mars-Analog-Mission "AustroMars", bei der in der Wüste eine Mars-Expedition simuliert wurde.  
Er unterstützt seit vielen Jahren das österreichische Bundesheer im Bereich Hochtechnologie und Weltraum.

### Darüber habe ich mich in meiner Arbeit bisher am meisten gefreut:

Dass ich zwei Experimente am CERN zum Laufen gebracht habe (FCA und VFT) und dass ein System, das ich mit meinen Kollegen aus vielen Ländern für die internationale Raumstation ISS mitentworfen habe, dort ohne Problem funktioniert hat!  
Worüber ich mich auch sehr freuen kann ist, wenn ich einen Vortrag halte und die Zuschauer nachher zu mir kommen und sagen: Danke, es war spannend, lustig und ich habe es verstanden :)

### Was würdest du mir raten, wenn ich auch Wissenschaftler werden will?

Bleib neugierig und schau dir alles an!  
Die Welt ist viel bunter und schillernder, als du es dir vorstellen kannst und alles ist irgendwie miteinander verbunden. Deswegen ist es wichtig, über den Tellerrand hinauszusehen und mit anderen Personen zu sprechen.  
Wer weiß, vielleicht haben gerade sie den Hinweis, der dir eines Tages weiterhilft!

# Expedition WISSEN



Unsere Reporterinnen Hedy und Isabella nehmen am Lehrgang Journalismus und Medien der Science Academy NO teil.



Wenn es draußen dunkel ist, keine Wolken am Himmel sind und du hinaufschaut, siehst du den Mond und unzählige, hell leuchtende Sterne. Um über diese mehr herauszufinden, sind wir zur niederösterreichischen Volkssternwarte gefahren.

## NEUGIERIG GEWORDEN?

**Niederösterreichische Volkssternwarte**  
Michelbach Dorf 62, 3074 Michelbach  
Termine der öffentlichen Führungen (März bis Oktober) findest du auf der Website [noe-sternwarte.at](http://noe-sternwarte.at)

## DURCHS TELESKOP: PLANETEN GANZ WEIT WEG UND DOCH SO NAH

Als wir dort waren, erfuhren wir zuerst vieles über die verschiedenen Teleskope. Diese waren viel größer als wir sie uns vorgestellt hatten. Die Spiegel, die in dem Teleskop das Licht brechen und wieder zurückspiegeln machen es möglich, dass wir Planeten und Sterne stark vergrößert sehen können. Wir waren fasziniert davon, die Planeten, die wir bisher nur von Büchern kannten, nun in echt beobachten zu können. Wir konnten sogar den Ring rund um den Saturn erkennen.



## WOHER KOMMEN DIE FLECKEN AM MOND?

Nicht nur auf der Erde gibt es Vulkane. Vor 3-4 Milliarden Jahren brachen auch auf dem Mond Vulkane aus. Als die riesigen Lavaströme den Boden dort berührten entstanden sogenannte **Mare-Ebenen** (lateinisch für „Meere“). Diese Flächen können wir noch heute, als dunkle Regionen, von der Erde aus gut erkennen. Mittlerweile hat sich der Mond bereits so stark abgekühlt, dass er als toter Himmelskörper bezeichnet wird. Das ist der Grund, warum heute keine Vulkane mehr auf dem Mond ausbrechen können.



## STRASSENLATERNEN + ZUGVÖGEL - PASST DAS ZUSAMMEN?

Ein Problem beim Beobachten der Sterne kann die **Lichtverschmutzung** sein. Manchmal kann man von dem Hügel aus, auf dem die Volkssternwarte liegt, eine **Lichtglocke\*** über Wien sehen. In der Stadt kann man kaum Sterne sehen, weil es so viele Straßenlaternen und Beleuchtungen gibt, sodass man keine Sterne mehr erkennen kann.

Die Volkssternwarte befindet sich deshalb in Michelbach, auf einem Hügel und ist von Bäumen umgeben. Dadurch ist sie hoch oben und geschützt von Licht - die idealen Bedingungen, um den Himmel in der Nacht zu beobachten.

\*Lichtglocke: wenn das Licht von einer Stadt von den Wolken wieder zurückreflektiert wird (so, wie wenn du den Staub in der Luft siehst, wenn Licht darauf scheint).

## LICHTVERSCHMUTZUNG

Stell dir vor, du bist am Weg in die Schule und plötzlich blendet dich etwas so stark, dass du gar nicht mehr weißt, in welche Richtung du jetzt weitergehen musst. Genau so kann es den Zugvögeln auch gehen. Die Lichtverschmutzung trägt nicht nur dazu bei, dass wir die Sterne nicht mehr so gut sehen können, sondern hat auch Auswirkungen auf die Tiere. Zugvögel orientieren sich normalerweise am Mond und an den Sternen. Aber aufgrund der Lichtverschmutzung werden sie oft abgelenkt und können von ihrem Kurs abkommen.

## FUN FACT ;)

Wusstest du, dass man auf einen Blick unterscheiden kann, ob der Leuchtpunkt am Himmel ein Stern oder ein Planet ist?

Sterne flackern immer, weil sie ihr Licht selbst produzieren. Planeten leuchten hingegen immer gleich stark. Sie werden nämlich von der Sonne angestrahlt.





## PURZELBAUM ZUM MOND

Eine Nori-Geschichte zum Lesen, Vorlesen und Miträtseln

Nori döst in seiner kuscheligen Höhle vor sich hin. Der Mond scheint hell und taucht den stillen Wald in ein zauberhaftes Licht.

Doch was ist das? Da blinkt doch etwas aus den Büschen hervor. Schon wieder! Seltsam, Nori kennt die Umgebung rund um seine Eiche in- und auswendig, hier gibt es nichts Blinkendes.

In Noris Bauch kribbelt es ganz wild.

Soll er sich das genauer ansehen?

Nori fliegt los und pirscht sich leise an das blinkende Etwas heran. So etwas hat er noch nie gesehen. Das sieht doch aus wie... wie eine Rakete aus seinem Weltraum-Buch!

Nori schaut sich um, doch er sieht außer der Rakete weit und breit nichts Außergewöhnliches.

Hast du eine Idee, wo die Rakete hergekommen sein könnte?

Unten aus der Rakete raucht es ein bisschen. Eine Tür steht weit offen und Nori würde zu gerne wissen, wie es im Inneren aussieht. „Nur mal kurz schauen“, denkt er sich. Er schleicht auf Zehenspitzen zur Raketentür und beugt sich vorsichtig vor, so weit er kann. Noch ein kleines bisschen – RUMS! Nori macht einen Purzelbaum in die Rakete hinein. Mist, was hat er jetzt bloß wieder angestellt?

Seine großen Feder-Ohren-Flügel berühren alle möglichen blinkenden Knöpfe, Schalter und Hebel.

Nori ist viel zu groß für diese kleine Rakete.

Plötzlich rumpelt und pumpelt die Rakete. Die Tür schließt sich mit einem leisen „pffffff“. Die Rakete wackelt wie wild, Nori muss sich gut festhalten und mit großem Getöse startet die Rakete - mit Nori an Bord!

Aus dem Guckloch sieht Nori seinen Wald, die Stadt und schließlich die ganze Welt kleiner und kleiner werden. Die Rakete fliegt sehr schnell – bloß wohin?

Er saust zwischen Satelliten durch und ganz nah an der internationalen Raumstation vorbei. Die fliegt ja noch schneller als Noris Rakete.

Wie oft umkreist die ISS die Erde an einem Tag?

Nach einer

Weile wird

die Rakete

langsamer

und landet

ganz sanft. Zum

Glück hat sich Nori

in der Bibliothek ganz viele

Bücher über den Weltraum angesehen

und weiß sofort: „Ich bin auf dem Mond gelandet!“



Die Raketentür macht wieder ein leises „pfff“ und öffnet sich offenbar jeden Moment.

Schnell, was braucht Nori unbedingt für einen Spaziergang am Mond?

In einer Ecke liegt ein kleiner Weltraumhelm mit Sauerstofftank. Mühsam zwingt Nori seinen Kopf hinein und kann wieder normal atmen. Soll er sich wirklich auf den Mond trauen? Vor sich sieht er am Mondboden einen Fußabdruck von einem Menschenschuh.

Von wem könnte der sein und wieso ist er immer noch da?

Nori möchte seinen eigenen Fußabdruck danebensetzen und kraxelt vorsichtig aus der Rakete. Er schaut sich um. Fasziniert sieht er unsere Erde. Ganz still ist es hier.



Ob der Mond das Zuhause der Raketenbauer ist? Nori ruft und ruft, aber man hört überhaupt gar nichts.

Wieso hört man nichts, wenn Nori ruft?

Langsam wird Nori müde. Der spitze Mondstaub kratzt an seinen Füßen, es ist unglaublich heiß und er ist sehr durstig und hungrig. Hier am Mond ist es ungemütlich für einen Nori.

Wie könnte Nori wieder nach Hause kommen?

Gerade als er überlegt, sieht er, dass die Rakete wieder zu blinken anfängt. Aus dem Triebwerk strömt schon ein kleines bisschen Rauch. Ist die Rakete etwa ferngesteuert? Nori beeilt sich, so schnell wie möglich zur Rakete zu kommen. Er macht einen kräftigen Schritt und zack, düst er an der Rakete vorbei, viel zu weit weg.

Wieso kann Nori am Mond nicht normal gehen?

Ganz behutsam versucht er es mit kleinen Schritten nochmal. „Phu, das war knapp!“, stöhnt Nori erleichtert, als er sich wieder in die kleine Rakete zwingt. Diesmal startet die Rakete ohne großes Getöse und wackelt nur ein bisschen. Nori bemüht sich, diesmal bloß keine Knöpfe zu berühren und macht sich so klein er kann.

Kannst du dich auch ganz klein machen, um in der Rakete nichts zu berühren?

Es gibt unzählig viele Sterne, Galaxien und Planeten, wo wird die Rakete jetzt hinfliegen? Nori kann gar nicht hinsehen und hält sich ganz fest seine Augen zu. Als das Wackeln weniger wird, lugt er vorsichtig hervor. Da erkennt er es: Der blaue Planet! So sieht nur die Erde aus.

**Was für ein Glück, endlich wieder zu Hause!**



- 1 Fülle ein Backblech, eine Wanne oder große Schüssel mit Mehl (etwa 3 cm dick). Wenn du willst, streue darüber eine dünne Schicht Kakao. Das ist deine Mondoberfläche.
- 2 Suche dir verschieden große Meteoriten: Steinchen, Murmeln, Nüsse, getrocknete Kichererbsen...
- 3 Lasse die Meteoriten in die Mondoberfläche einschlagen! Beobachte dabei, wie die entstandenen Krater aussehen, wie tief und breit sind sie?

## WIESO?

Die Krater am Mond sind durch gewaltige Einschläge von Meteoriten entstanden. Der größte bekannte Krater ist das Südpol-Aitken-Becken, es ist 2.500 km breit und bis zu 8 km tief - du kannst es mit freiem Auge von der Erde aus sehen.

Viele größere Krater haben Ringe um sich herum, die durch die Aufprallenergie des Einschlags entstanden sind. Einige Krater haben auch helle Strahlen, die von ihrem Zentrum ausgehen. Sie bestehen aus Material, das beim Aufprall über hunderte von Kilometern weggeschleudert wurde.

### Impressum:

**Medieninhaber und Herausgeber:** Land Niederösterreich, Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Wissenschaft und Forschung, Landhausplatz 1, 3109 St. Pölten, [www.noel.gv.at/wissenschaft](http://www.noel.gv.at/wissenschaft), [forschen@noel.gv.at](mailto:forschen@noel.gv.at)

**Idee, Redaktion und Gestaltung:** Abteilung Wissenschaft und Forschung, Christina Kuback | **Redaktionsteam:** Abteilung Wissenschaft und Forschung in Kooperation mit Sandra Häuplik-Meusburger, Johanna Fries | **Bildnachweise:** Experimente: Abteilung Wissenschaft und Forschung, Simone Jungwirth | NASA, ESA, Klaus Ränger, Weinfanz, Adobe Stock, S. Kerber TU Wien, Foster & Partners, Fotec, CSA, P. Carril, ATG Medialab, RegoLight, Liquer Systems Group | **Druck:** Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Gebäudemanagement, Amtsdruckerei | **Herstellungsort:** St. Pölten | **Datenschutz:** Detaillierte Informationen zur Verarbeitung von Daten, zu den Rechten als betroffene Person sowie zum Beschwerderecht bei der Datenschutzbehörde sind im Internet unter [www.noel.gv.at/datenschutz](http://www.noel.gv.at/datenschutz) abrufbar.

Die in diesem Magazin dargestellten Experimente wurden sorgfältig vom Herausgeber ausgetestet und geprüft. Der Herausgeber kann jedoch nicht ausschließen, dass einzelne Experimente nicht in der dargestellten Weise gelingen. Die Haftung für das Gelingen der Experimente und mögliche Schäden bei ihrem Fehlschlagen wird, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen.

Dieses Magazin wird als Fachinformation der Abteilung Wissenschaft und Forschung kostenlos herausgegeben. Es ist nicht zum Verkauf bestimmt. Alle Angaben ohne Gewähr. Kein Anspruch auf Vollständigkeit. Für etwaige Druckfehler wird keine Haftung übernommen. Für Hinweise, Ergänzungen und Korrekturen danken wir im Vorhinein.

## DU WILLST IN DEINER FREIZEIT FORSCHEN?

Im Science Center des Landes NÖ findest du jede Menge Workshops, Webinare und Lehrgänge in ganz Niederösterreich, die du in deiner Freizeit kostenlos besuchen kannst!

Das Besondere: Viele dieser Angebote sind für die ganze Familie!

## AN DEINER SCHULE SOLL MEHR GEFORSCHT WERDEN?

Auch deine Lehrkräfte finden im Science Center ein spannendes, kostenloses Angebot für den Unterricht – von Workshops und Vorträgen bis zu Exkursionen zu Forschungseinrichtungen und Unternehmen.



***sciencecenter.noe.gv.at***

Hier kannst du dich auch zum kostenlosen ForschE-N-Magazin Abonnement anmelden!