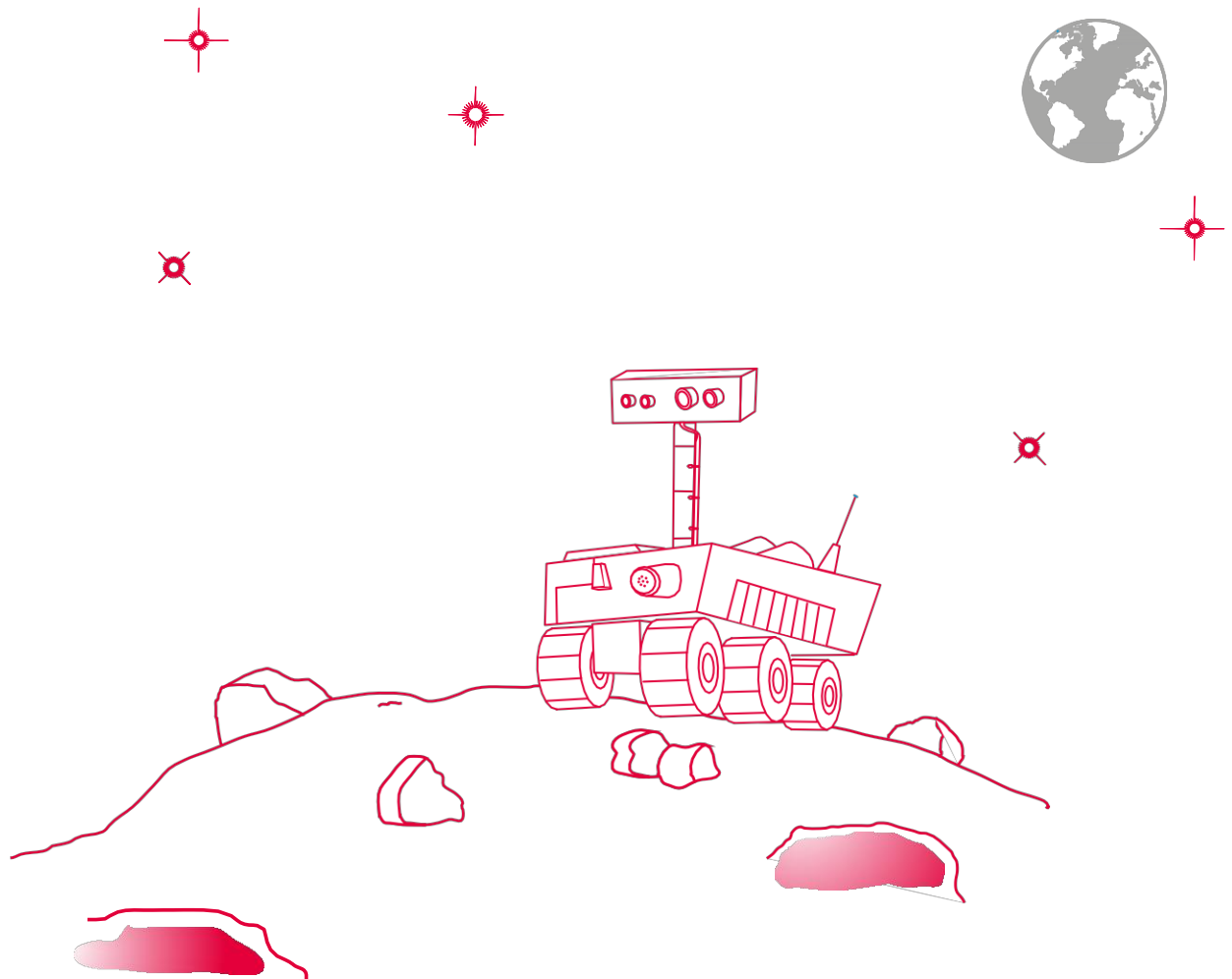


Lehren mit dem All

→ MONDFAHRZEUG

Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb





Die wichtigsten Fakten	Seite 3
Zusammenfassung der Aufgaben	Seite 4
Einleitung	Seite 5
Aufgabe 1: Antrieb eines Mondfahrzeugs	Seite 6
Aufgabe 2: Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb	Seite 8
Links	Seite 13
Anhang	Seite 13

Lehren mit dem All - Mondfahrzeug | PR36
www.esa.int/education

Das ESA Education Office freut sich über Rückmeldungen und Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion der ESA Education in Zusammenarbeit mit ESERO Portugal.

Copyright © European Space Agency 2019

Eine Übersetzung von ESERO Luxemburg

Eine Adaptation von ESERO Germany



→ MONDFAHRZEUG

Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb

Die wichtigsten Fakten

Fächer: Naturwissenschaften, Physik, Kunst

Altersgruppe: 8 – 14 Jahre

Art: Arbeitsblätter, praktisches Arbeiten

Schwierigkeitsgrad: mittel

Zeitbedarf: 1 St. 30 Min.

Kosten: gering (0-10 Euro)

Ort: Klassenzimmer. Die Erprobung sollte an einem sonnigen Tag und draußen erfolgen.

Stichworte: Mond, Erkundung, Mondfahrzeug, Sonnenenergie, erneuerbare Energiequellen

Kurzfassung

Bei dieser Aufgabenreihe vergleichen die Schülerinnen und Schüler (SuS) die Vor- und Nachteile erneuerbarer und nicht erneuerbarer Energiequellen und untersuchen einfache elektrische Stromkreise. Im Zusammenhang mit dem Mond bauen die SuS ein kleines, mit Sonnenenergie betriebenes Mondfahrzeug mit einem kleinen Motor und einer Solarzelle. Ferner ermitteln sie die Hauptmerkmale, über die ihr Mondfahrzeug verfügen muss, um auf dem Mond zu fahren, und verbessern so die ursprüngliche Konstruktion des Mondfahrzeugs.

Lernziele

- Arten erneuerbarer Energiequellen ermitteln und deren Vor- und Nachteile verstehen.
- Die Sonnenenergie als eine der besten Möglichkeiten zum Betrieb eines Mondfahrzeugs ermitteln.
- Die Umgebungsbedingungen auf dem Mond kennenlernen.
- Einfache elektrische Stromkreise skizzieren.
- Ein einfaches Mondfahrzeug bauen und eine Solarzelle und einen Motor einbauen.
- Die Fähigkeit zur Gruppenarbeit und kreatives Denken verbessern.
- Den Zweck von Mondfahrzeugen zur Erkundung des Mondes kennenlernen.



→ Zusammenfassung der Aufgaben

Aufgabe	Bezeichnung	Beschreibung	Ergebnis	Voraussetzungen	Zeit
1	Antrieb eines Mondfahrzeugs	Die SuS benennen verschiedene Energiequellen und ermitteln Vor- und Nachteile von deren Verwendung. Ferner finden die SuS heraus, ob sie auf dem Mond eingesetzt werden könnten.	Die SuS sollten die Bedeutung des Vorhandenseins verschiedener Energiequellen an verschiedenen Orten verstehen. Die SuS sollten in der Lage sein, einfache Diagramme elektrischer Stromkreise zu zeichnen.	Keine	30 Minuten
2	Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb	Bau des Mondfahrzeugs anhand vorgegebener Anweisungen und Materialien. Erprobung des Mondfahrzeugs und Überlegung, wie sich seine Leistung verbessern lässt.	Verständnis für den Einbau eines elektrischen Stromkreises in ein Fahrzeugmodell. Herausfinden, dass die Umgebungsbedingungen auf der Mondoberfläche anders sind als die auf der Erde.	Abschluss der Aufgabe 1 wird empfohlen	60 Minuten

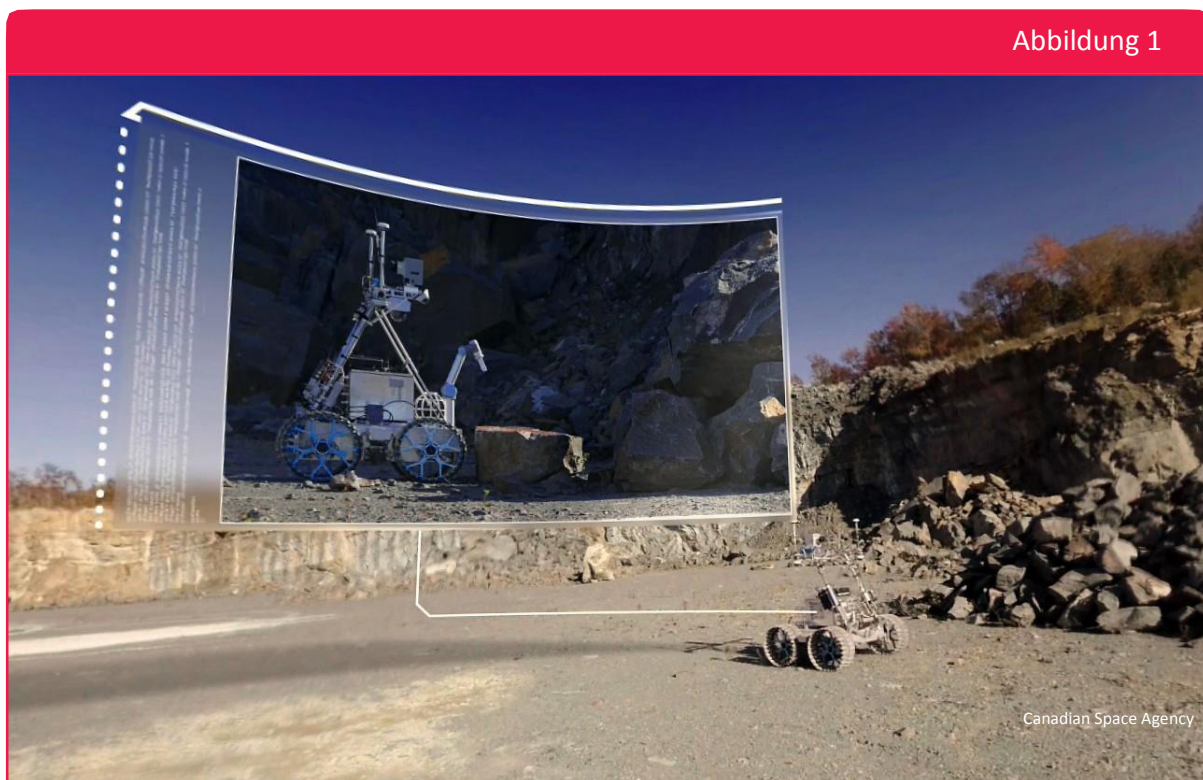


→ Einleitung

Bei der Erkundung des Weltraums sind die auffälligsten Merkmale von Satelliten deren große Solarpaneele. Für die Reise durch unser Sonnensystem benötigen Satelliten und Mondfahrzeuge Energie, und die Sonne ist hierfür eine geeignete Quelle.

Die Sonnenenergie ist eine erneuerbare Ressource, sie wird auf natürliche Weise in relativ kurzer Zeit (innerhalb eines Menschenlebens) wieder aufgefüllt, und sie ist umweltfreundlich. Ferner hat sie den Vorteil, wenig Unterhaltung und Überwachung zu benötigen, und verursacht nur geringe Betriebskosten.

Eines der nächsten von der Europäischen Weltraumorganisation zu erkundenden Ziele ist der Mond! Es werden besondere Fahrzeuge entwickelt, die auf der Mondoberfläche fahren können, um wissenschaftliche Tests durchzuführen und Proben zu nehmen.



↑ Ein Fahrzeug-Prototyp erhält den Befehl, in einen Steinbruch zu fahren, der einem Standort auf dem Mond ähnelt, und dort eine Probe zu nehmen. Das Bild vermittelt einen Eindruck des Tests in virtueller Realität.

Bei dieser Aufgabe untersuchen die SuS, welche Energiequellen auf dem Mond eingesetzt werden könnten, und bauen ihr eigenes, mit Sonnenenergie betriebenes Mondfahrzeug.

→ Aufgabe 1: Antrieb eines Mondfahrzeugs

Bei dieser Aufgabe lernen die SuS die Vor- und Nachteile erneuerbarer Energiequellen kennen. Sie erfahren etwas über die Umgebung auf dem Mond und überlegen, welches die beste Stromquelle für ein Mondfahrzeug ist. Ferner skizzieren die SuS einfache elektrische Stromkreise.

Materialien

- Für jede Gruppe ein ausgedrucktes Arbeitsblatt
- Kugelschreiber/Bleistift

Übung

Bei dieser Aufgabe müssen die SuS die Umgebungsbedingungen verschiedener Standorte mit der Durchführbarkeit des Einsatzes verschiedener erneuerbarer Energiequellen in Beziehung setzen.

Zur Durchführung dieser Aufgabe benötigen die SuS vorab Informationen über erneuerbare und nicht erneuerbare Energiequellen; diese Aufgabe kann als Schlussfolgerung für das Thema verwendet werden. Andernfalls beginnen Sie die Übung mit der Vorstellung allgemeiner Informationen über erneuerbare und nicht erneuerbare Energiequellen für die SuS.

Verteilen Sie die Arbeitsblätter an die Gruppen und bitten Sie die SuS, die Fragen 1 bis 4 zu beantworten. Die SuS sollen ihre Ergebnisse der ganzen Klasse vorstellen. Anhand der Antworten auf Frage 4 soll die Klasse eine allgemeine Liste mit den Vor- und Nachteilen des Einsatzes erneuerbarer Energiequellen erstellen.

Weisen Sie die SuS auf einige allgemeine Informationen über die Umgebung auf dem Mond in dem Arbeitsblatt hin. Bitten Sie sie, die Fragen 5 bis 7 zu beantworten. Bei Frage 7 haben die SuS möglicherweise unterschiedliche Vorstellungen dazu, welche Energiequelle die beste ist. Sie sollten sich bewusst machen, dass die perfekte Energiequelle nicht existiert.

Bei den Fragen 8 und 9 müssen die SuS einfache elektrische Reihenstromkreise skizzieren. Je nach ihren Vorkenntnissen über den Strom erfordern diese Fragen möglicherweise eine Einführung in das Thema. Diese Fragen lassen sich durch den praktischen Zusammenbau der elektrischen Stromkreise ergänzen.

Der elektrische Stromkreis, den die SuS in Frage 9 skizzieren, wird beim Bau des Mondfahrzeugs in Aufgabe 2 umgesetzt.

Ergebnisse

1. a) Sonnenenergie, b) Windenergie, c) Biomasse, d) Erdwärme,
2. Zu den erneuerbaren Energiequellen gehören:
 - Wasser: Wasserkraft lässt sich über Talsperren in Flüssen und Speicherseen, durch Umwandlung der Gezeitenenergie und durch Erfassung der Meereswellenenergie gewinnen;
 - Wasserstoffenergie.

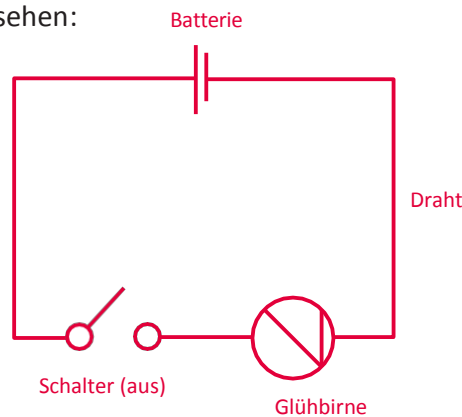


3. Zu den nicht erneuerbaren Energiequellen gehören:
 - fossile Brennstoffe wie Erdgas, Erdöl und Kohle;
 - Kernenergie.

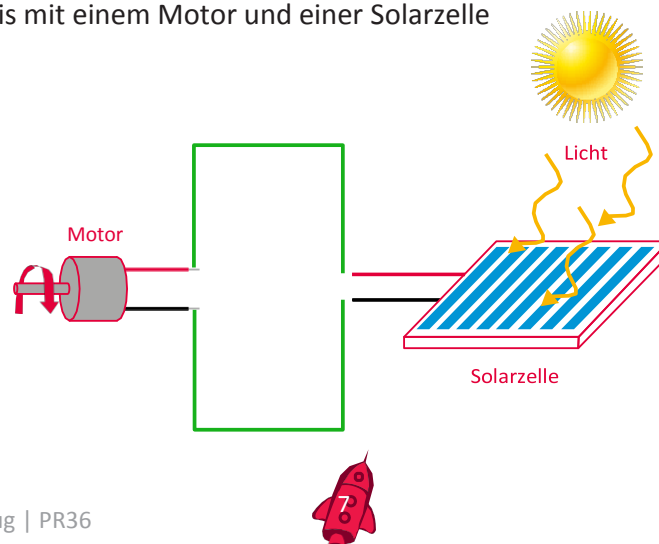
4. Beispiele der Vor- und Nachteile erneuerbarer Energiequellen.

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • natürlich/umweltfreundlich • nachhaltig • unbegrenzter Nachschub – innerhalb kurzer Zeit aufgefüllt • sicher • erfordern weniger Unterhalt/Überwachung • niedrige Betriebskosten 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Anfangs-Installationskosten • standort-/wetterabhängig • nicht ständig verfügbar, so dass die Energie gespeichert werden muss • ein gewisses Maß an Verschmutzung ist trotzdem möglich • können Störungen in der Tierwelt verursachen (z.B. Windkraftanlagen, Talsperren)

5. Ohne die Atmosphäre und ohne flüssiges Wasser können wir Wind, Gezeiten, Wellen oder Talsperren nicht nutzen. Die SuS erwähnen vielleicht auch Biomasse, da unter diesen Voraussetzungen kein Leben existiert.
6. Sonnenenergie – man kann Sonnenenergie bei Tageslicht immer nutzen.
7. Ein Fahrzeug auf dem Mond könnte mit Sonnenenergien betrieben werden, doch wäre es auf den Einsatz bei Tageslicht beschränkt. Es würde große Batterien zur Speicherung der erzeugten Energie oder eine ergänzende Energiequelle wie Kernenergie benötigen, wie sie beispielsweise im Curiosity-Fahrzeug der NASA auf dem Mars eingesetzt wird.
8. Der Stromlaufplan sollte so aussehen:



9. Elektrischer Stromkreis mit einem Motor und einer Solarzelle



→ Aufgabe 2: Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb

Bei dieser Aufgabe bauen die SuS ein Mondfahrzeug unter Verwendung einer Solarzelle, eines Motors und Bastelmaterial.

Materialien

- Ausdruck des Arbeitsblatts für jede Gruppe
- Ausdruck des Anhangs für jede Gruppe
- 1 Solarzelle – empfohlen: eine Fotovoltaikzelle mit 5 V oder 2 V
- 1 Motor – empfohlen: ein Gleichstrommotor mit 3 V bzw. 1,5 V für eine Fotovoltaikzelle von 2 V
- 2 Stromdrähte
- 4 Plastik-Flaschendeckel oder 4 große Spielzeug-Autoräder
- 1 Gummiband
- 1 kleine Kartonverpackung (z.B. für Lebensmittel oder Getränke)
- 2 Holzstäbchen
- dicker Karton
- 1 Korkstopfen
- 1 Strohhalm
- 1 Marker
- 1 Cutter
- Heißklebe
- doppelseitiges Klebeband (optional)
- Zusätzliches Bastelmaterial für die zusätzliche Ausschmückung des Mondfahrzeugs

Übung

Zum Bau ihres eigenen Mondfahrzeugs sollten die SuS in Gruppen von 2 oder 3 zusammenarbeiten.

Verteilen Sie an jede Gruppe das erforderliche Material und die ausführlichen Anweisungen zum Bau des Mondfahrzeugs, die sich im Anhang befinden. Je nach Alter der SuS benötigen sie möglicherweise Unterstützung bei der Verwendung des Cutters und der Heißklebe.

Bitten Sie die SuS nach dem Bau des Mondfahrzeugs, das von ihnen gebaute Fahrzeug auszuprobieren. Die Erprobung sollte an einem sonnigen Tag draußen stattfinden; alternativ kann eine starke Lampe zum Einsatz kommen.

Die SuS sollten herausfinden, was gut funktioniert und was verbessert werden muss. Sie sollten die Frage 4 auf dem Arbeitsblatt beantworten und überlegen, welche Verbesserungen am Mondfahrzeug vorgenommen werden sollten, damit es auf der Mondumgebung funktioniert. Ferner können sie ihre Mondfahrzeuge mit anderen Gruppen vergleichen und beraten, wie sie alle verbessert werden können, damit sie auf dem Mond funktionieren.

Ergebnisse

Die Leistungsfähigkeit der Mondfahrzeuge richtet sich nach der Lichtquelle (Sonneneinstrahlung) und wie gut die Mondfahrzeuge hergestellt sind.

Oft treten folgende Probleme auf:

- unzureichendes Sonnenlicht,
- die Solarzelle ist zum Betrieb des Motors nicht geeignet,
- unzureichende Verbindung zwischen den Drähten und der Solarzelle,
- das Gummiband ist nicht straff genug gespannt,
- das Gummiband rutscht von den Rädern ab, wenn diese auf ihrer Umfangsfläche keine ausreichende Vertiefung aufweisen.

Diskussion

Diskutieren Sie mit den SuS, ob deren Mondfahrzeuge für das Fahren auf der Mondoberfläche geeignet wären. Können die Fahrzeuge weite Entfernungen zurücklegen? Bei der Erprobung der Fahrzeuge sollten die SuS veranlasst werden, sie auf verschiedenen Oberflächen (wie Erde, kleine und große Steine) zu erproben. Eines der Hauptbestandteile des Mondfahrzeugs sind die Räder; die SuS können ein anderes Material vorschlagen, damit das Mondfahrzeug auf verschiedenen Geländearten besser fährt.

Die SuS könnten ihre Mondfahrzeuge auch mit unterschiedlichen Lichtstärken erproben.

Ferner können sie sich von Funktionen anderer Planetenfahrzeuge, wie beispielsweise dem ESA-ExoMars-Fahrzeug, inspirieren lassen und wissenschaftliche Missionen zur Durchführung mit ihren Mondfahrzeugen vorschlagen.



→ LINKS

ESA-Ressourcen

Moon Camp Challenge

esa.int/Education/Moon_Camp

Trickfilme zur Erkundung des Mondes

esa.int/Education/Moon_Camp/Working_on_the_Moon

ESA-Ressourcen für die Schulklasse

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids

esa.int/kids



Moon Camp Challenge

ESA-Weltraumprojekte

ESA-Anwendungen für die Erkundung von Planeten

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Applications_for_Planetary_Exploration

ESA-Trickfilm von Konzepten für künftige Mondroboter

esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles

Zusatzinformationen

Sich auf der Mondoberfläche bewegen

<https://lunarexploration.esa.int/#/explore/technology/228?ha=299>

Entwicklung erneuerbarer Energien

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Benefiting_Our_Economy/Renewable_energy_development

Sich mit der erneuerbaren Energie vertraut machen

esa.int/Our_Activities/Preparing_for_the_Future/Space_for_Earth/Energy/Putting_renewable_energy_on_the_map



→ Anhang: Bau eines Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb

Materialien

- 1 Solarzelle
- 1 Motor
- 2 Stromdrähte
- 4 Räder
- 1 Gummiband
- 1 kleine Kartonverpackung
- 2 Holzstäbchen
- dicker Karton
- 1 Korkstopfen
- 1 Strohalm
- 1 Marker
- 1 Cutter
- Heißklebe
- doppelseitiges Klebeband (optional)



Anweisungen zum Bau des Mondfahrzeugs mit Solarzellenantrieb

Schneidet den Strohalm in zwei gleichgroße Teile (Abbildung A1). Dies werden die Achsen der Fahrzeugräder. Klebt die beiden Hälften des Strohhalmes mit Heißklebe auf dieselbe Seite der Kartonverpackung (Abbildung A2). Verwendet die breiteste Seite der Verpackung, um dem Fahrzeug mehr Stabilität zu verleihen.



Schneidet die Holzstäbchen auf die gewünschte Länge zu. Achtet darauf, dass beide Stäbchen lang genug sind, so dass sich die Räder an den Seiten anbringen lassen und trotzdem einen Mindestabstand von 1 cm zu dem Fahrzeug halten (Abbildung A3). Schiebt jedes Holzstäbchen in die jeweilige Hälfte der an das Fahrzeug geklebten Strohhalm (Abbildung A4).



Schneidet mit dem Cutter aus dem Karton ein Rad aus (Abbildung A5). Bringt in der Mitte der Umfangsfläche des Kartons eine geringe Vertiefung an, die ein Gummiband aufnehmen kann, das sich drehen kann, ohne abzurutschen (Abbildung A6). Dies wird das Antriebsrad des Mondfahrzeugs und wird später an dem Motor befestigt.

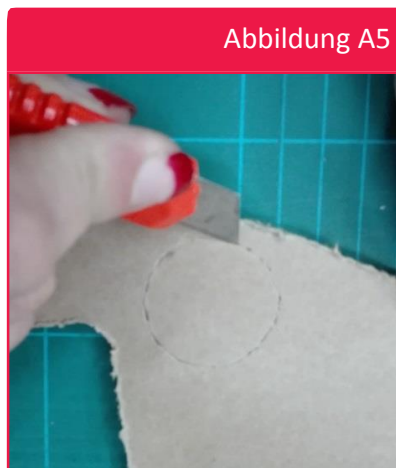


Abbildung A5



Abbildung A6

Klebt das Rad aus Karton auf die Oberseite eines Flaschendeckels, durchbohrt dann beide im Mittelpunkt und befestigt es mit Heißklebe an einem Ende einer Holzstäbchen-Achse (Abbildung A7). Befestigt die drei übrigen Flaschendeckel an den Enden beider Achsen und achtet darauf, dass sie in dieselbe Richtung zeigen und zwischen sich und dem Mondfahrzeug den gleichen Abstand einhalten (Abbildung A8).

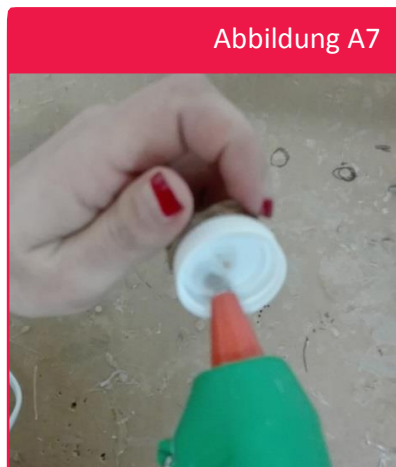


Abbildung A7



Abbildung A8

Schneidet eine kleine Scheibe aus einem Korkstopfen mit einem Durchmesser von ca. 8 mm und einer Dicke von ca. 1 cm aus. Schleift die Scheibe entlang ihrer Umfangsfläche ab (Abbildung A9), damit das Gummiband es fest umschließen kann (Abbildung A12).

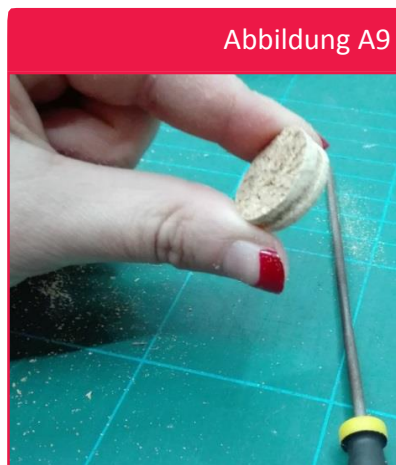


Abbildung A9



Abbildung A10

Die Unterbringung des Motors ist einer der wichtigsten Schritte dieser Aufgabe, denn davon hängt ab, ob das Mondfahrzeug richtig funktioniert oder nicht (Abbildung A10). Um zu markieren, wo der Motor eingebaut werden soll, spannt das Gummiband um das Antriebsrad und zieht es an der Seite des Kartons entlang, bis das Band vollständig gespannt ist. Markiert diese Position auf dem Wagen mit einem 'X' und durchbohrt den Karton an dieser Stelle (Abbildung A8).

Klebt den Motor auf die Innenseite des Kartons an der Stelle, wo er im vorherigen Schritt durchbohrt wurde (Abbildung A10), und achtet darauf, dass sich die Welle an der Außenseite befindet, wie in Abbildung A11 gezeigt. Befestigt zwei Stromdrähte an dem Motor (sofern sie nicht schon am Motor angebracht sind).

Befestigt die Korkscheibe an der Motorwelle. Achtet darauf, dass das Gummiband um die Korkscheibe und das Antriebsrad läuft (Abbildung A12). Durchbohrt die Oberseite des Kartons und zieht die Stromdrähte des Motors durch das Loch bzw. die Löcher.



Verbindet die Stromdrähte mit der Solarzelle (Abbildung A13). Der elektrische Stromkreis sollte so aussehen wie der, den ihr in Aufgabe 1, Frage 9 skizziert habt.

Klebt die Solarzelle auf die Oberseite des Wagens (Abbildung A14).

Optional: Falls erforderlich, benutzt für eine stärkere Verbindung ein dickes Stück Karton und doppelseitiges Klebeband.



Euer Mondfahrzeug ist jetzt bereit für eine Probefahrt. Erprobt das Mondfahrzeug mit Solarzellenantrieb an einem sonnigen Tag und draußen. Wenn das Fahrzeug rückwärts fährt, tauscht die Drahtverbindungen an der Solarzelle aus.