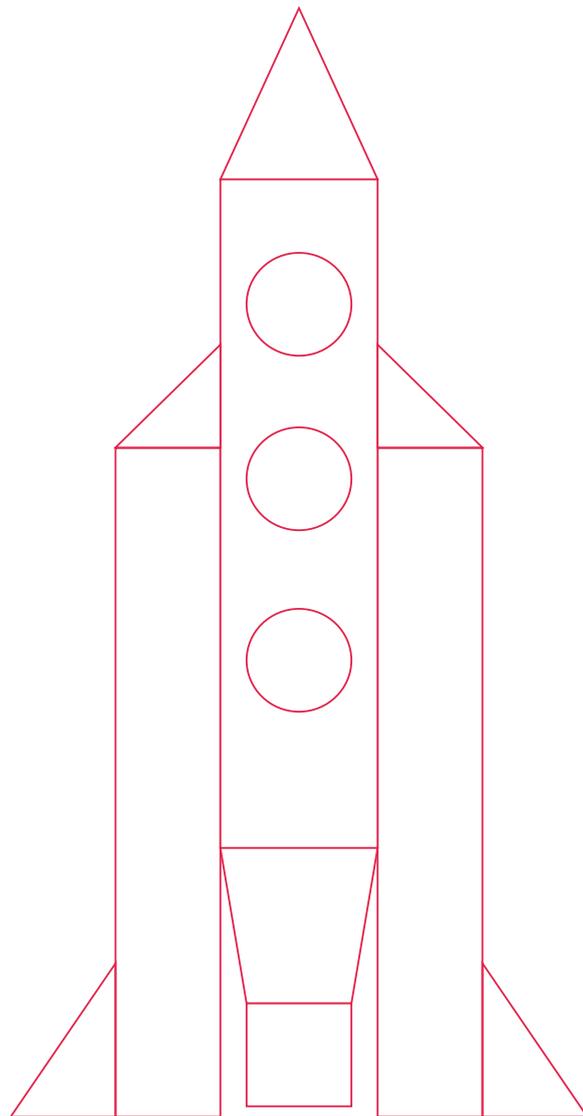


teach with space

→ HOCH HINAUS INS ALL!

Eigene Raketen bauen und starten





Hintergrundinformationen	Seite 3
Übung 1: Auf in den Orbit!	Seite 4
Übung 2: Luft für die Rakete (I)	Seite 6
Übung 3: Luft für die Rakete (II)	Seite 9
Übung 4: Treibstoff für die	Seite 14

→ HINTERGRUND

Warum brauchen wir Raketen?

Auf der Erde gibt es eine Kraft, die uns kontinuierlich nach unten zieht. Wir sind so an diese Kraft gewöhnt, dass wir sie gar nicht mehr wahrnehmen. Aber wenn wir hochspringen, fallen wir wegen dieser Kraft immer wieder zurück auf den Boden. Diese Kraft heißt **Schwerkraft*** oder Gravitation.

Wollte ein Astronaut die irdische Schwerkraft überwinden, müsste er extrem schnell extrem hoch springen. Andernfalls würde er wieder auf die Erde zurückfallen (wie in Abbildung A1, Sprung 1 und 2).

Könnte der Astronaut jedoch mit der nötigen Geschwindigkeit in der richtigen Richtung abspringen, dann könnte er der starken Schwerkraft der Erde entkommen. Bei dieser Absprunggeschwindigkeit und Absprungrichtung würde er nicht mehr einfach auf die Erde zurückfallen, sondern zwar auf sie zu, aber an ihr vorbeifallen. Infolgedessen würde er gewissermaßen um die Erde herumfallen. Das heißt, er befände sich auf einer Erdumlaufbahn* (Abbildung A1, Sprung 3). Die Astronauten in der Internationalen Raumstation sowie die Erdbeobachtungssatelliten befinden sich auf solchen **Erdumlaufbahnen***.



↑ Die Schwerkraft zieht uns kontinuierlich nach unten. Um ihr zu entkommen, müssten Astronauten mit sehr hoher Geschwindigkeit in eine bestimmte Richtung hochspringen.

Kein Astronaut kann schnell genug von der Erde abspringen, um ihrer Schwerkraft zu entkommen! Aus diesem Grund haben Wissenschaftler Raketen erfunden.

***Schwerkraft:** Anziehungskraft zwischen zwei Gegenständen, beispielsweise zwischen der Erde und uns. Auch „Gravitation“ genannt.

Orbit: Bewegung eines Gegenstands auf einer kreisförmigen oder elliptischen Bahn um einen anderen Gegenstand. Auch „Umlaufbahn“ genannt.

→ ÜBUNG 1: AUF IN DEN ORBIT!

Raketen sind erstaunliche Konstruktionen, mit denen man das Weltall erforschen kann. Darüber hinaus kann man mit Raketen Menschen, Satelliten, Raumsonden usw. ins All transportieren. In dieser Übung wirst du Experimente mit Raketen durchführen.

Werkzeug und Material

- 1 Schere
- Klebstoff
- 3 ESA-Raketenaufkleber

Übung

1. Klebe die Raketenaufkleber, die du vom Lehrer bekommen hast, in die folgenden Felder ein.

2. Erkläre, warum Raketen deiner Meinung nach unterschiedlich groß sind.



3. Sammle im Internet Informationen über eine der Raketen. Trage ihre Hauptmerkmale in Tabelle A1 ein.

Tabelle A1	
Hauptmerkmale	Name der Rakete: _____
Höhe	
Durchmesser	
Startgewicht	
Maximale Nutzlast	
Missionen, für die sie eingesetzt wurde	

↑ Hauptmerkmale der Rakete

Schon gewusst?

Der erste Satellit, der in den Weltraum startete, war Sputnik im Oktober 1957. Der erste Mensch im Weltraum war Juri Gagarin im April 1961. Seither sind über 550 Astronauten und Kosmonauten ins All geflogen und Tausende künstlicher (vom Menschen gefertigter) Satelliten umrunden die Erde. Sie alle wurden direkt oder indirekt mithilfe einer Rakete auf ihre Umlaufbahn gebracht.



NASA

→ ÜBUNG 2: LUFT FÜR DIE RAKETE (I)

In dieser Übung baust du eine flugfähige Papierrakete und startest sie mit einem Strohhalm. Dabei arbeitest du wie ein echter Wissenschaftler: Du entwirfst eine Rakete und testest sie in verschiedenen Entwicklungsstadien.

Werkzeug und Material

- 1 DIN-A4-Papierblatt
- 1 Strohhalm
- 1 Bleistift
- 1 Schere
- Klebeband
- Schablone für die Finnen

Sicherheitshinweise

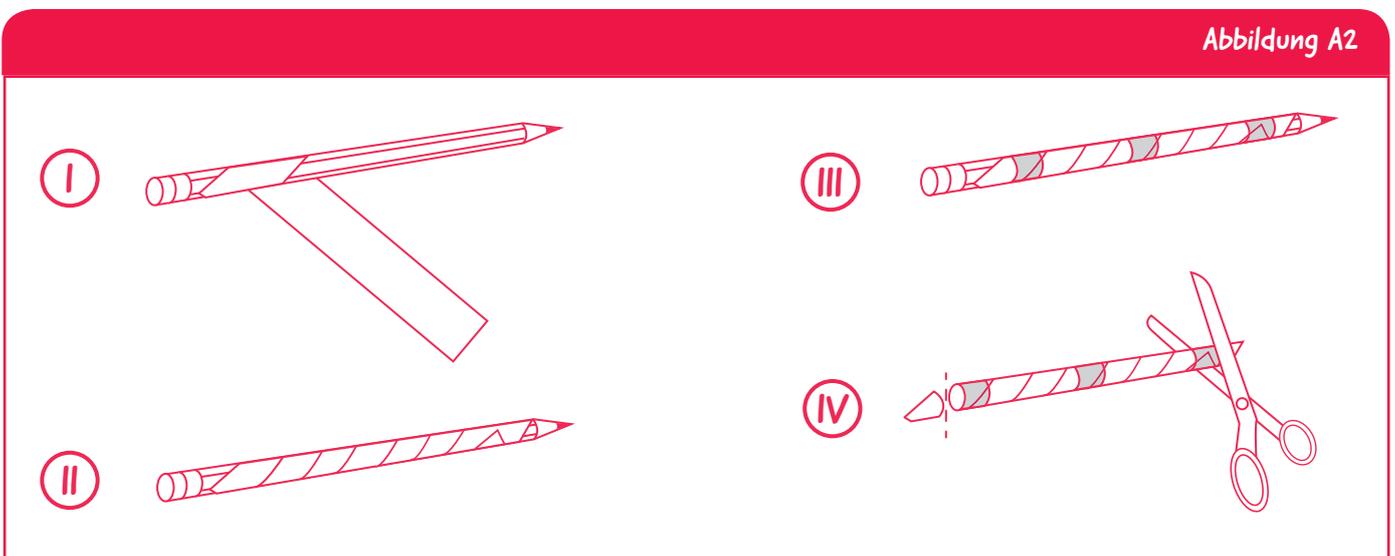
- Starte Raketen immer nur in einem offenen Bereich.
- Starte Raketen nur in dem sicheren Bereich, den dein Lehrer als Startzone festgelegt hat.
- Starte Raketen nicht in Richtung anderer Personen.

Übung

1. Baue den Rumpf einer Rakete, wie in Diagramm I bis IV in Abbildung A2 angegeben:

- Schneide von der langen Kante eines DIN-A4-Papierblatts einen 5 cm breiten Streifen ab. Halte den Papierstreifen in einem Winkel von etwa 45° an ein Ende des Bleistifts.
- Wickle den Papierstreifen recht fest um den Bleistift, bis der gesamte Bleistift umwickelt ist.
- Fixiere die so entstandene Papierröhre mit Klebeband, sodass sie sich nicht mehr auflösen kann, und zieh den Bleistift heraus.
- Schneide die beiden Enden der Papierröhre ab.

Abbildung A2



↑ Bau des Raketenrumpfs

2. Stecke den Strohhalm in eins der offenen Enden hinein.



3. Bevor du die Rakete startest, überlege, wie sie sich in der Luft verhalten und wie weit sie fliegen wird. Notiere deine Vorhersagen in Tabelle A2 im Diskussionsbereich auf der nächsten Seite.

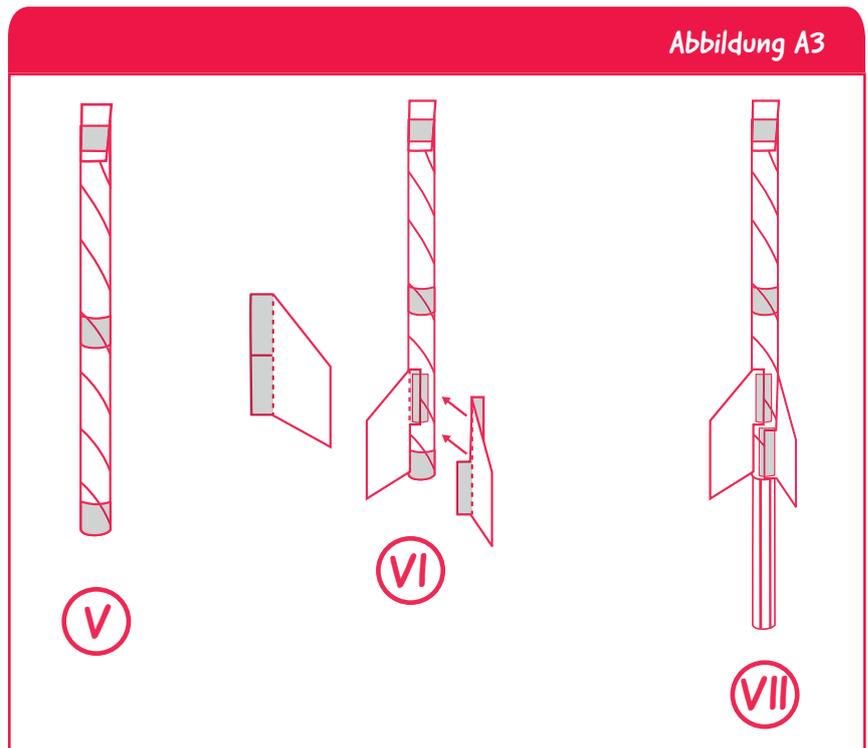
4. Starte die Rakete, indem du fest in den Strohhalm hineinbläst. War der Start erfolgreich? Notiere deine Beobachtungen in Tabelle A2.

5. Arbeite nun weiter an der Konstruktion der Rakete, wie in den Schritten V bis VIII (Abbildung A3) angegeben:

V. Falte das obere Ende der Rakete, sodass eine Spitze entsteht, und klebe diese fest.

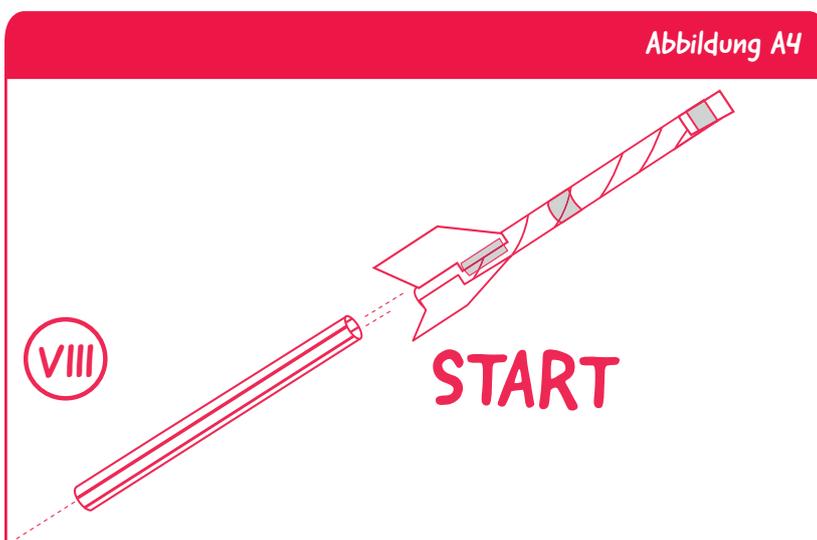
VI. Schneide mithilfe der Schablone Finnen aus und klebe sie an der Rakete fest.

VII. Stecke den Strohhalm in das offene Ende hinein. Bevor du die Rakete erneut startest, überlege, was für eine Flugbahn du jetzt erwartest. Wie weit wird die Rakete deiner Meinung nach fliegen? Notiere deine Vorhersagen in Tabelle A2 auf der nächsten Seite.



↑ Weiterentwickeln der Papierrakete

VIII. Starte die Rakete noch einmal, indem du wieder fest in den Strohhalm hineinbläst. Beobachte, was geschieht, und notiere deine Beobachtungen in Tabelle A2.



↑ Starten der Papierrakete

Diskussion

1. 1. Trage deine Vorhersagen und Beobachtungen zu den Raketenstarts in Tabelle A2 ein.

Tabelle A2		
	Start 1	Start 2
Vorhersagen		
Beobachtungen		

↑ Deine Vorhersagen und Beobachtungen

2. Vergleiche deine Beobachtungen bei Start 1 und Start 2. Beschreibe und erkläre die Unterschiede zwischen den beiden Starts.

3. Erläutere auf der Grundlage deiner Beobachtungen, was deiner Meinung nach notwendig ist, um eine Rakete ins All zu befördern. Worin unterscheidet sich der Start einer echten Rakete vom Start einer Papierrakete?

Schon gewusst?

Um ins All zu gelangen, brauchen Raketen eine sehr hohe Geschwindigkeit. Die erforderliche Geschwindigkeit hängt von der Höhe ab, die die Rakete erreichen soll. Die Internationale Raumstation (ISS) beispielsweise umkreist die Erde in etwa 400 km Höhe. Will eine Rakete die ISS erreichen, muss sie eine Geschwindigkeit von etwa 28.000 km/h bzw. fast 8 km/s aufbringen, um gegen die Schwerkraft der Erde anzukommen. Die abgebildete Sojus-Rakete transportiert Astronauten zur Internationalen Raumstation.



→ ÜBUNG 3: LUFT FÜR DIE RAKETE (II)

In dieser Übung baust du eine Papierrakete und startest sie dann mithilfe einer Plastikwasserflasche und eines 3D-Abschusswinkels. Bei diesem Experiment sollst du herausfinden, wie sich der Startwinkel auf die **Flugbahn*** der Rakete auswirkt.

Werkzeug und Material

- 2 DIN-A4-Papierblätter
- Schablone für Nase und Finnen
- 1 500-ml-Plastikwasserflasche
- 1 Abschusswinkel aus dem 3D-Drucker
- 1 Winkelmesser
- 1 Schere
- Klebeband
- Langes Maßband

Sicherheitshinweise

- Starte Raketen immer nur in einem offenen Bereich.
- Starte Raketen nur in dem sicheren Bereich, den dein Lehrer als Startzone festgelegt hat.
- Starte Raketen nicht in Richtung anderer Personen.
- Setze eine Schutzbrille auf, damit es beim Start nicht zu Augenverletzungen kommt.

Übung

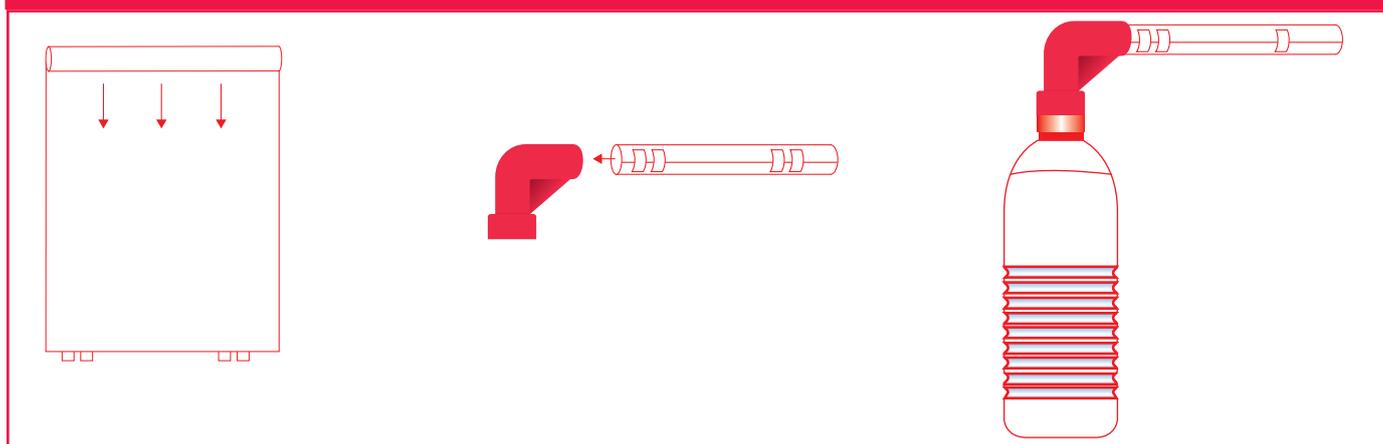
Schritt 1: Baue ein **Startsystem**, wie in der folgenden Anleitung angegeben.

I. Rolle ein DIN-A4-Blatt zu einer Papierrolle von 21 cm Länge mit einem Durchmesser von etwa 2 cm zusammen. Der Durchmesser muss so gewählt werden, dass die Papierrolle genau in den Abschusswinkel hineinpasst. Klebe die Papierrolle mit Klebeband zusammen, sodass sie ihre Form behält.

II. Stecke die Papierrolle in den Abschusswinkel hinein, wie in Abbildung A5 zu sehen. Klebe die Papierrolle am Abschusswinkel fest.

III. Schraube die Wasserflasche am anderen Ende des Abschusswinkels fest. Damit ist das Startsystem fertig.

Abbildung A5



↑ Bau eines Startsystems für die Papierrakete

teach with space – hoch hinaus ins all! | PR23b



Schritt 2: Baue eine **Rakete**, wie in der folgenden Anleitung angegeben.

I. Rolle ein DIN-A4-Blatt zu einer Papierrolle von 29 cm Länge mit einem Durchmesser von etwa 2,5 cm zusammen (Abbildung A6).

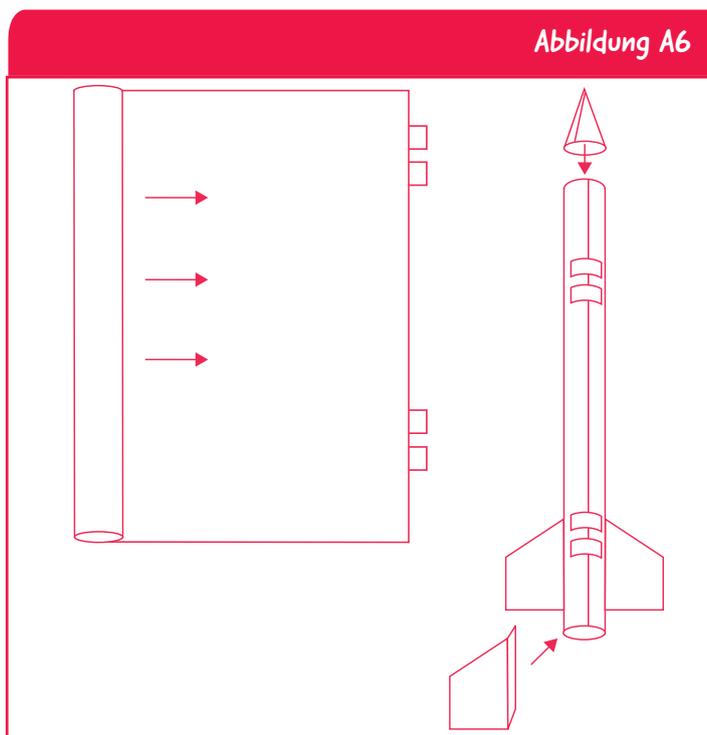
II. Klebe die Papierrolle mit Klebeband zusammen, sodass sie ihre Form behält. Das ist der Rumpf deiner Rakete. Vergewissere dich, dass die Papierrolle des Startsystems aus Schritt 1 in diese Rakete hineinpasst.

III. Verschließe eins der offenen Enden der Papierrolle mit Klebeband. Das wird die Spitze deiner Rakete.

IV. Bastle eine Nase für deine Rakete. Hier ist ein Verfahren dafür: Schneide einen Kreis von etwa 8 cm Durchmesser aus. Schneide ein Viertelsegment aus dem Kreis heraus. Führe die Seiten des ausgeschnittenen Segments zusammen, sodass sie sich ein Stück weit überlappen, und klebe das Papier mit Klebeband zu einem Kegel zusammen. Pass auf, dass der Kegel kein Loch hat!

V. Befestige den Kegel mit Klebeband an der Spitze deiner Rakete.

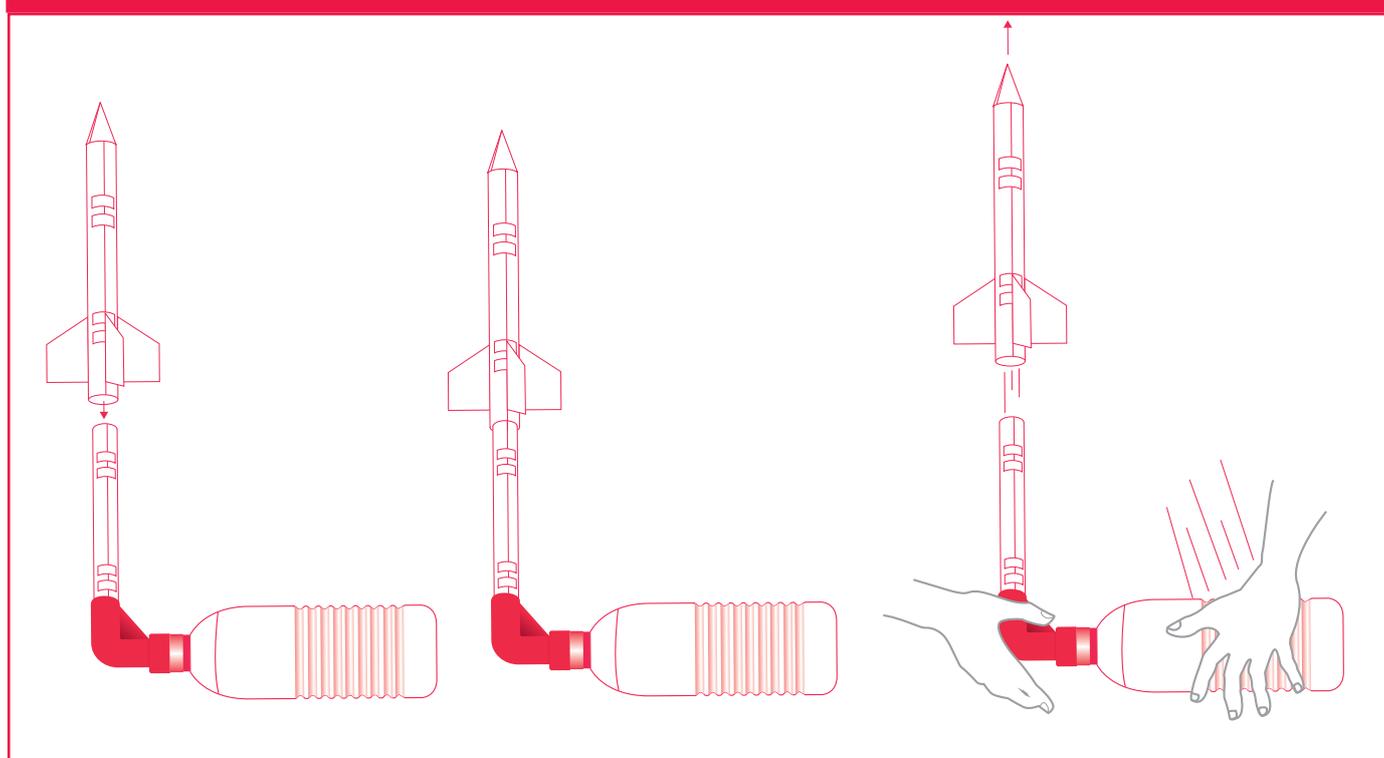
VI. Klebe jetzt noch die Finnen an deine Rakete und schon ist sie startbereit! Achte darauf, deine Rakete mit dem Klebeband sorgfältig zu verkleben, und gib ihr unbedingt einen Namen!



↑ Building a paper rocket.

3. Stecke deine Rakete auf die Papierrolle des Startsystems (Abbildung A7).
4. Platziere das Raketenstartsystem mit der Rakete auf dem Boden.
5. Lege den Startwinkel für den Start deiner Rakete fest. Miss den Startwinkel mit einem Winkelmesser und halte das Startsystem in diesem Winkel fest.
6. Zum Starten der Rakete halte den 3D-Abschusswinkel mit einer Hand fest (damit sich der Startwinkel nicht verändert) und lege die andere Hand auf die Mitte der Flasche. Starte deine Rakete, indem du mit der Hand fest auf die Flasche drückst (Abbildung A7).

Abbildung A7



↑ Starten der Papierrakete

7. Beobachte die Flugbahn deiner Rakete.
8. Miss die horizontale Flugstrecke, also wie weit die Rakete vom Startsystem bis zum Landeort geflogen ist.
9. Starte die Rakete noch einmal unter den gleichen Bedingungen (gleicher Startwinkel, gleicher Druck auf die Wasserflasche) und miss wieder die Flugstrecke.
10. Führe das Experiment mit unterschiedlichen Startwinkeln durch (siehe Tabelle A3 im Diskussionsbereich weiter unten) und miss die Flugstrecken.

Diskussion

1. Trage die Flugstrecken der Rakete in folgende Tabelle ein. Berechne die durchschnittliche Flugstrecke bei den unterschiedlichen Startwinkeln.

Tabelle A3			
Startwinkel (°)	Flugstrecke (m) Start 1	Flugstrecke (m) Start 1	Durchschnittliche Flugstrecke (m)
75			
60			
45			
30			

↑ Flugstrecke bei unterschiedlichen Startwinkeln

2. Erläutere anhand deiner Ergebnisse, wie sich der Startwinkel der Rakete auf ihre Flugbahn auswirkt.

3. Nenne zwei mögliche Unsicherheitsfaktoren bei dieser Startmethode für Raketen.

Anschlussübung

1. Wie würde es sich deiner Meinung nach auf die Flugbahn der Rakete auswirken, wenn du stärker (also mit mehr Energie) auf die Wasserflasche drückst?

2. Wiederhole den Start, um deine Hypothese zu überprüfen. Vergleiche die Ergebnisse. War deine Hypothese richtig?

3. Schreibe eine Schlussfolgerung zu deinem Anschlussexperiment.

Schon gewusst?

Raumfahrt ist sehr teuer. Jedes Mal, wenn ein Satellit oder eine andere Nutzlast mit einer Rakete ins All transportiert wird, fallen große Teile der Rakete ins Meer oder verglühen in der Atmosphäre. Um die Kosten zu senken, suchen Forscher nach Möglichkeiten, wiederverwendbare Raketenelemente zu bauen. Solche Raketenelemente müssen der ungeheuren Hitze beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre standhalten. Diese geht auf die Reibung zwischen der enorm schnellen Rakete und der Luft zurück. Die ESA entwickelt und testet neue Technologien für den Bau wiederverwendbarer Raketen.



Die Abbildung rechts zeigt eine künstlerische Darstellung des IXV Intermediate eXperimental Vehicle der ESA, das einen kompletten Wiedereintritt in die Erdatmosphäre sowie die Landung im vorgesehenen Zielgebiet im Pazifischen Ozean geschafft hat.

→ ÜBUNG 4: TREIBSTOFF FÜR DIE RAKETE

Beim Start verbrennt eine Rakete in nur wenigen Minuten etwa 500.000 kg Treibstoff. In dieser Übung untersuchst du den Zusammenhang zwischen der Treibstoffmenge in einer Rakete und ihrer Flugstrecke.

Werkzeug und Material

- 1 35-mm-Filmdose, weiß
- Brausetabletten (z. B. Alka-Seltzer®)
- Wasser
- Langes Maßband
- Klebeband
- 1 Schere
- 2 Stühle
- 5 m Angelschnur
- 1 Strohhalm
- 1 Plastikbecher

Sicherheitshinweise

- Starte Raketen nicht in Richtung anderer Personen.
- Setze eine Schutzbrille auf, damit es beim Start nicht zu Augenverletzungen kommt.
- Beuge dich nicht über eine Rakete, die nicht startet. Denn eine Rakete kann jederzeit ganz plötzlich starten.

Übung

1. Überlege dir ein Experiment unter Verwendung des bereitgestellten Werkzeugs und Materials, mit dem du die Rolle des Treibstoffs bei einer Rakete untersuchen kannst. Dabei sollst du untersuchen, wie man eine Rakete mit Treibstoff antreiben kann und wie sich die Treibstoffmenge auf die Flugstrecke der Rakete auswirkt.
2. Diskutiere deinen Plan mit deinem Lehrer und den Mitschülern. Nimm die nötigen Korrekturen vor.
3. Bereite das Experiment vor. Die besten Ergebnisse erzielst du bei einem Horizontalstart.
4. Starte die Rakete. Notiere die Treibstoffmenge und die zurückgelegte Flugstrecke.
5. Stelle deine Schlussfolgerungen deinem Lehrer und den Mitschülern vor. Erläutere deine Entscheidungen und deine Ergebnisse.

Schon gewusst?

Die europäische Trägerrakete Ariane 5 hat ein Startgewicht von 780 Tonnen. Der größte Teil davon entfällt auf den Feststoff- und den Flüssigtreibstoff (aus Wasserstoff) in den Boostern. Wasserstoff brennt extrem leicht, wenn Sauerstoff vorhanden ist, lässt sich aber nur sehr schwer lagern. Wasserstoff muss bei -253 °C gelagert werden, damit er flüssig bleibt, und braucht einen gewaltigen Tank. Damit du dir besser vorstellen kannst, wie kalt das ist, hier ein Vergleich: Wasser gefriert bei einer Temperatur von 0 °C !



teach with space – hoch hinaus ins all | PR23b
www.esa.int/education

Activity concept developed by ESERO Portugal and ESERO Netherlands

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production
Copyright © European Space Agency 2017