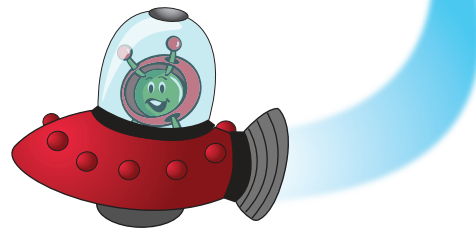


teach with space

→ SICHER ZUR ERDE ZURÜCKKEHREN





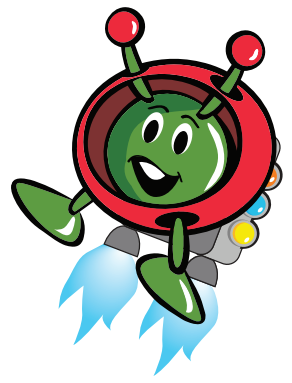
Eckdaten	Seite 3
Vorwort	Seite 5
Aktivität 1: Satelliten abbremssen!	Seite 6
Aktivität 2: Die Satelliten-Rucksack-Challenge	Seite 7
Schüler*innen Arbeitsblatt: Aktivität 2	Seite 10
Hilfreiche Links	Seite 11

TEACH WITH SPACE - Coming back to Earth safely | PR53
www.esa.int/education

Das ESA-Bildungsbüro freut sich über Rückmeldungen und Kommentare unter teachers@esa.int

Eine ESA Education Produktion, Zusammenarbeit mit ESERO UK, Übersetzung von ESERO Austria
Copyright © European Space Agency 2021





SICHER ZUR ERDE ZURÜCKKEHREN

Eckdaten

Fächer: Wissenschaft, Technik & Design, Technologie, Technik & Werken, textiles Werken, Mathematik

Altersgruppe: 7-11 Jahre

Art: Schüler*innenaktivität

Komplexität: mäßig

Benötigte Unterrichtszeit: 2 Stunden und 15 Minuten

Kosten: Niedrig - Propeller Spielzeug bei vielen Internetanbietern erhältlich

Ort: Klassenzimmer, Spielplatz oder Turnsaal

Materialien: Propeller Spielzeug

Schlüsselwörter: Satelliten, Umlaufbahn, Reibung, Luft, Luftwiderstand, Wiedereintritt, Atmosphäre

Kurzbeschreibung

In diesen Aktivitäten werden die Schüler*innen in das Konzept des kontrollierten oder unkontrollierten Wiedereintritts von Satelliten eingeführt. Sie sollen eine Möglichkeit finden, Weltraummüll zu reduzieren, indem sie Änderungen an Satelliten entwerfen, damit diese sich selbst zur Erde zurückbringen. In der ersten Aktivität schlüpfen die Schüler*innen in die Rolle von Satelliten in der Umlaufbahn und erleben, wie eine Vergrößerung der Oberfläche eines sich in der Luft bewegenden Objekts dessen Geschwindigkeit verringern kann. Anschließend diskutieren und testen sie ihre eigenen Ideen mithilfe von sich drehenden Hubschrauber-„Satelliten“, bevor sie entscheiden, was in den „Rucksack“ eines Satelliten gepackt und für einen kontrollierten Wiedereintritt oder eine Verlangsamung genutzt werden könnte.

(Diese Aktivitäten können separat unterrichtet oder für einen schrittweisen Lernprozess kombiniert werden.)



Lernziele/Kompetenzen

Die Schüler*innen...

- verstehen, dass Luftwiderstand eine Art Reibung ist, die zwischen Körper und Luft besteht
- verstehen, dass wenn die Oberfläche eines Körpers vergrößert wird, sich der Luftwiderstand erhöht
- verstehen, dass Weltraummüll, wie Satelliten, abgebremst werden kann durch Luftwiderstand und damit Weltraummüll entfernt werden kann

Erfolgskriterien

Schüler*innen zeigen ihre Fähigkeit...

- die Auswirkung von Luftwiderstand zu erkennen der auf bewegenden Körper wirkt
- Messdaten von ihren eigenen Beobachtungen und Messungen zu sammeln
- aufbauend auf den vorläufigen Ergebnissen Prognosen zu erstellen und weitere Tests planen
- einen Bezug zwischen den Messergebnissen und dem weiteren Kontext der Wissenschaft herzustellen
- anhand von Ergebnissen aus Vergleichstests die jeweiligen Verwendungszwecke von Alltagsmaterialien zu begründen

Zusammenfassung der Aktivitäten

Titel	Beschreibung	Ergebnis	Anforderungen	Dauer
1. Satelliten Abbremsen!	Schüler*innen stellen sich vor, sich wie Satelliten zu bewegen und erforschen wie sich eine größere Oberfläche darauf auswirkt, wie ein Körper sich verlangsamt.	Schüler*innen lernen, dass Luftwiderstand eine Art von Reibung ist, die zwischen Körpern und Luft bestehen kann, und dass die Vergrößerung der Oberfläche eines Körpers den Luftwiderstand erhöht	Keine	45 Min
2. Die Satelliten-Rucksack-Challenge	Schüler*innen testen Ideen zur Verlangsamung eines sich drehenden Satelliten und entscheiden was der Satellit in seinem "Rucksack" dazu braucht, um aus der Umlaufbahn gebracht zu werden.	Schüler*innen lernen, dass Weltraummüll wie Satelliten verlangsamt werden können durch Luftwiderstand, was für die Entfernung von Weltraummüll nützlich sein kann.	Keine	1 Stunde

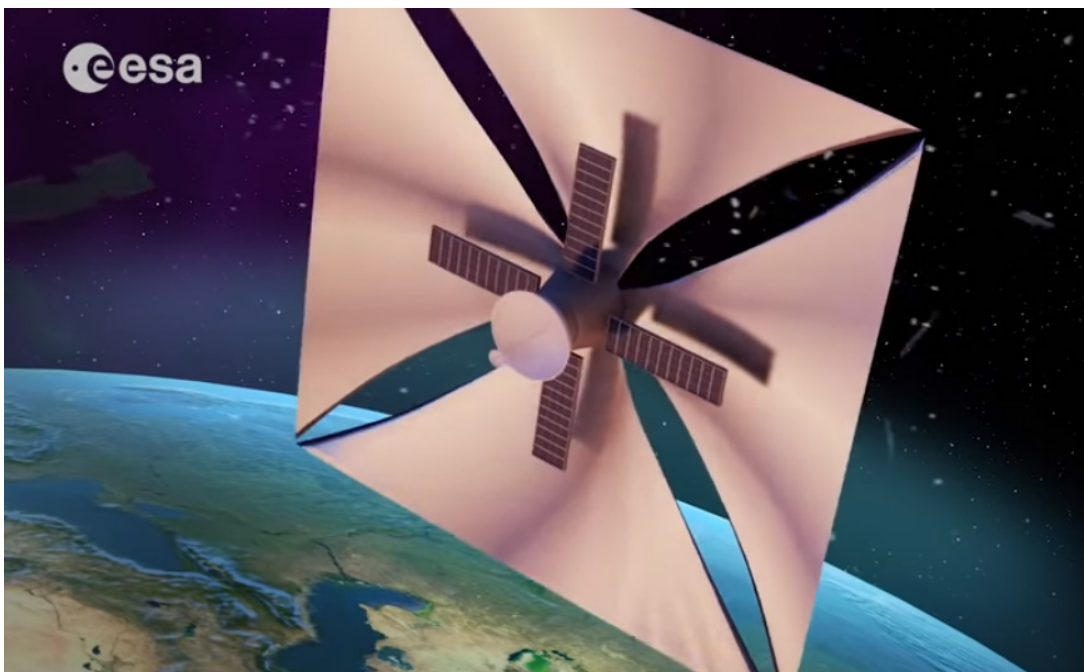


EINLEITUNG

Die Menge an Weltraummüll, oder Weltraum "Schrott", um die Erde ist nun an einem Punkt angelangt, den wir nicht mehr länger ignorieren können, und die Situation verschlimmert sich weiter wenn nichts unternommen wird. Die Europäische Weltraumorganisation (ESA) versucht mit dem Clean-Space-Programm nicht nur den Weltraummüll zu minimieren der durch zukünftige Missionen produziert wird, sondern auch aktiv den Müll der in der Umlaufbahn ist, zu entfernen. Jedoch ist die aktive Weltraummüll-Entfernung (das Müllsammeln mit anderen Raumschiffen) von den Satelliten die nicht mehr in Verwendung sind nur eine vorübergehende Lösung.

Die Langzeit-Lösung ist es, die Satelliten so zu konstruieren, dass sie selbstständig zurück auf die Erde fallen, was viel nachhaltiger ist als extra eigene Raumschiffe zum Müllsammeln schicken.

Weltraummüll, der um die Erde kreist, muss so sehr verlangsamt werden, dass die Erdanziehung diesen durch die Atmosphäre nach unten ziehen kann. Luftwiderstand - eine Art von Reibung die zwischen bewegten Körper und Luft wirkt - kann verwendet werden um den Weltraummüll zu verlangsamen. Eine Abbremsmethode wird derzeit in der Mission Icarus-1 verwendet, wobei ein Luftwiderstands-Segel verwendet wird, um die Oberfläche des Satelliten zu erhöhen, welcher dann verlangsamt wird und beim Wiedereintritt in die Atmosphäre verglüht. Wenn der Satellit sich von der dünnen Luft der erdnahen Umlaufbahn in die dichtere Luft, die auch Menschen atmen, bewegt, erhöht sich die Reibung die der Satellit erfährt und erwärmt sich dadurch so stark, dass er schlussendlich verglüht.



AKTIVITÄT 1: SATELLITEN ABBREMSEN!

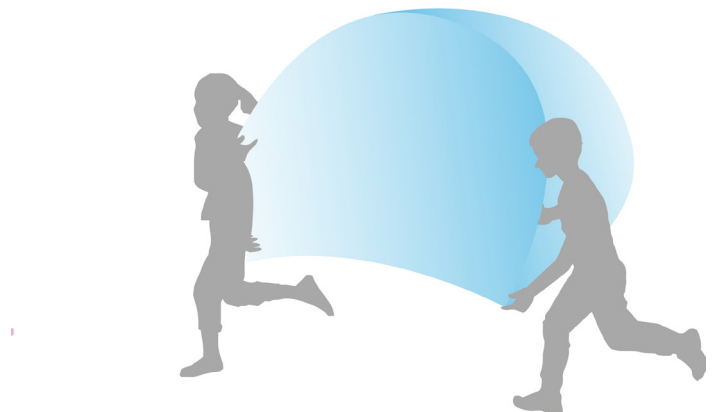
In dieser Aktivität bewegen sich die Schüler*innen als wären sie Satelliten und erforschen wie sich eine vergrößerte Oberfläche daraus auswirkt wie ein Körper der sich in Luft bewegt, langsamer wird.

Materialien

- Leintuch
- Papier (unterschiedliche Größen - A5, A4, A3, A2)
- Regenschirm

Aufgabe

Erklären Sie den Schüler*innen, dass sie nun so tun sollen, als wären sie Satelliten. Lassen Sie die Schüler*innen die Auswirkungen des Luftwiderstands untersuchen, indem sie durch den Flur oder über den Schulhof laufen. Anschließend sollen sie versuchen, zu laufen, während sie Papierbögen in verschiedenen Formen und Größen an beiden Seiten vor sich halten. Sie könnten sogar versuchen, mit Partner*innen zu laufen, während sie ein großes Leintuch zwischen sich halten, oder mit einem aufgespannten Regenschirm, den sie hinter oder vor sich halten.



Diskussion

Führen Sie in der Klasse eine Diskussion darüber, was die Schüler*innen in dieser Aktivität gelernt haben:

- Was ist ihnen aufgefallen, wenn sie mit immer größeren Papierstücken gelaufen sind?
- Wie würden sie Papier, Leintuch und Regenschirm hinsichtlich ihrer Laufgeschwindigkeit miteinander vergleichen?

Wenn die Oberfläche eines Körpers vergrößert wird, bewegen sich diese langsamer durch die Luft. Das liegt an dem Phänomen, das Luftwiderstand genannt wird. Der Luftwiderstand ist eine Art von Reibung, die durch die Luft verursacht wird und einen Widerstand gegen die Bewegung erzeugt. Die Stärke des Luftwiderstands, dem ein sich bewegender Körper ausgesetzt ist, hängt von dessen Oberfläche ab.



AKTIVITÄT 2: DIE SATELLITEN-RUCKSACK-CHALLENGE

In dieser Aktivität testen Schüler*innen Ideen zur Verlangsamung eines sich drehenden Satelliten. Das Video von dieser Aktivität kann [hier](#) gefunden werden.

Materialien

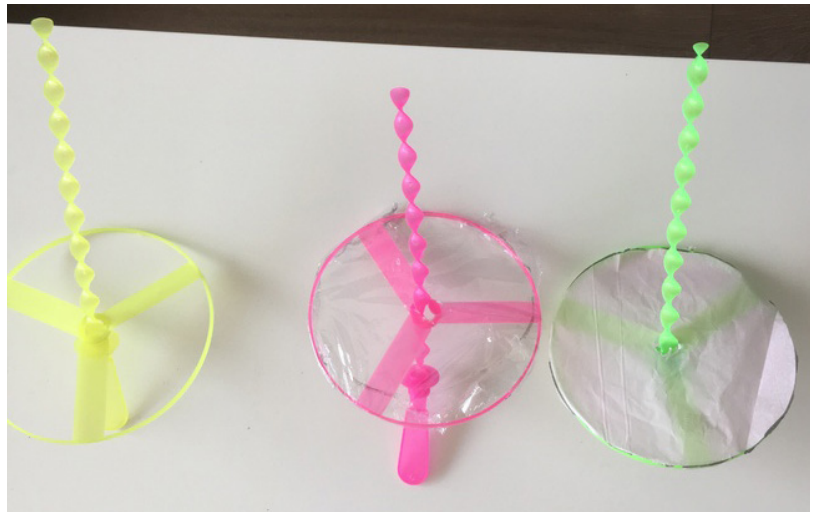
- Propellerspielzeug aus Kunststoff
- Seidenpapier
- Frischhaltefolie
- Klebeband
- Stoppuhren

Aufgabe

Geben Sie jeder Gruppe einen Propellerspielzeug die als Satelliten in der Erdumlaufbahn dienen sollen.

Die Schüler*innen sollen drei Prototypen von Propellerspielzeug bauen: einen ohne Zusätze, einen, bei dem Seidenpapier auf die Oberfläche geklebt wird, und einen, bei dem Frischhaltefolie auf die Oberfläche geklebt wird, wie auf dem Bild rechts zu sehen ist. Beachten Sie, dass es sehr wichtig ist, sehr leichte Materialien (Frischhaltefolie und Seidenpapier sowie eine minimale Menge an Folie) auf das Propellerspielzeug aufzubringen, da diese sonst zu schwer werden und nicht lange in der Luft bleiben können.

Im Freien oder in einer Halle sollten die Schüler*innen das Propellerspielzeug starten und die Flugzeiten notieren.



Die Gruppen können sich eine eigene Methode zur Erfassung der Flugzeiten ausdenken, beispielsweise Tabellen oder Diagramme, oder das Format aus Arbeitsblatt 2 verwenden.

Sobald jede Gruppe mindestens drei Flugzeiten notiert hat, lassen Sie sie darüber nachdenken, wie sie das Propellerspielzeug verlangsamen könnten. Dabei können sie sich auf das stützen, was sie in Aktivität 1 gelernt haben.





Die Schüler*innen sollten Ideen besprechen und ihre Entwürfe vielleicht skizzieren, bevor sie versuchen, diese umzusetzen. Für das Propellerspielzeug könnten Vorschläge darin bestehen, die Länge, Breite, den Winkel oder die Form der Propellerblätter zu verändern, indem Papier, Luftballons oder andere Materialien an den Spinnerblättern befestigt werden.

Die Gruppen sollten ihre Propellerspielzeuge anpassen, sie testen und die neuen Flugzeiten notieren.

Diskussion

Leiten Sie eine Diskussion über die Ergebnisse der einzelnen Gruppen. Dabei könnten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Inwiefern lässt sich die Verlangsamung des Propellerspielzeugs in dieser Aktivität mit der Rückkehr von Satelliten zur Erde in Verbindung bringen?
- Welche Ideen haben ihrer Meinung nach gut bzw. weniger gut funktioniert? Warum?
- Was sollten wir ihrer Meinung nach anhand der Ergebnisse ihrer Versuche in die „Rucksäcke“ der Satelliten packen?
- Welchen Rat würden sie der ESA geben?



Schlussfolgerung

Das Hinzufügen von Material zu einem Propellerspielzeug verlangsamt dessen Drehgeschwindigkeit – dadurch fallen die Propellerspielzeuge schneller zurück zur Erde. Bremssegel verlangsamen die Drehbewegung von Satelliten um die Erde, wodurch die Schwerkraft der Erde mehr Zeit hat, diese Satelliten anzuziehen, sodass sie schneller zur Erde fallen.

SCHON GEWUSST?

Die ESA testet zurzeit verschiedene Ideen, Satelliten zu verlangsamen und sie zurück zur Erde zu bringen, inklusive Bremssegel. Die Verwendung alltäglicher Materialien zur Verlangsamung der Propellerspielzeuge funktioniert ähnlich wie bei Bremssegeln, die Trümmerteile abbremesen. Die Materialien erhöhen den Luftwiderstand, dem die Propellerspielzeuge ausgesetzt sind, was dazu führt, dass sie weniger Zeit in der Luft verbringen und schnell wieder auf die „Erde“ zurückkehren. Bei Satelliten werden Bremssegel eingesetzt, um den auf sie einwirkenden Luftwiderstand zu erhöhen, sie abzubremesen und es der Erdanziehungskraft zu ermöglichen, sie durch die Erdatmosphäre nach unten zu ziehen, wo sie infolge der Reibung verglühen.

Sehen sie sich gemeinsam mit den Schüler*innen diese [Paxi-Animation](https://youtu.be/RyEBETRbccY?si=fyI0IDOLPxWPzWpg) an:
<https://youtu.be/RyEBETRbccY?si=fyI0IDOLPxWPzWpg>



SCHÜLER*INNEN ARBEITSBLATT

AKTIVITÄT 2: DIE SATELLITEN-RUCKSACK-CHALLENGE

1. Lass deinen sich drehenden „Satelliten“ fliegen. Miss, wie lange er in der Luft bleibt. Wiederhole dies zweimal. Addiere die drei Ergebnisse und teile sie durch drei, um die durchschnittliche (mittlere) Flugdauer zu ermitteln.
2. Versuche dann, deinen Satelliten auf irgendeine Weise zu verlangsamen. Miss, wie lange er diesmal in der Luft bleibt.
3. Finde eine weitere Möglichkeit, den Satelliten zu verlangsamen, und miss, wie lange er in der Luft bleibt.

Zeit, die der Spinner in der Luft bleibt in Sekunden				
	Test 1	Test 2	Test 3	Mittelwert
1. Propellerspielzeug ohne Veränderungen				
2. Spinner mit Frischhaltefolie				
3. Spinner mit Seidenpapier				

Welche Idee hat am besten funktioniert, um das Propellerspielzeug langsamer drehen zu lassen (und ihn somit schneller fallen zu lassen)?

Was sollte Paxi in den Rucksack des Satelliten packen, um ihn zur Erde zurückzubringen?

Wie würden deiner Meinung nach, basierend auf deinen Erkenntnissen aus diesem Experiment, Bremssegel funktionieren, um Weltraummüll zur Erde zurückzubringen?



Nützliche Links

ESA Ressourcen:

Video zur Ressource (in Englisch): https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2022/01/Can_we_drag_satellites_back_to_Earth

ESA classroom Ressourcen: www.esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids Website: www.esa.int/kids

Extra Infos über ESA Weltraumprojekte:

Der folgende Videolink zeigt sehr anschaulich das von der University of Surrey entwickelte Segel, das dazu dient, beim Einsammeln von Trümmerteilen Widerstand zu erzeugen.

<https://youtu.be/3DYYHiW6x44>

