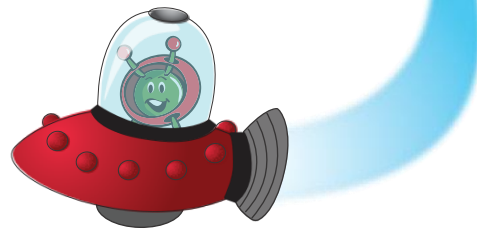


Teach with Space

→ SICHER ZURÜCK AUF DIE ERDE





Wichtige Fakten	Seite 3
Einführung	Seite 5
Aktivität 1: Satellitenverlangsamung!	Seite 6
Aktivität 2: Die Satellitenrucksack-Herausforderung, Seite 7	
Arbeitsblatt für Schüler: Aktivität 2	Seite 10
Nützliche Links	Seite 11

SICHER ZURÜCK AUF DIE ERDE



Thema: Naturwissenschaften,
Designtechnologie, Ingenieurwesen,
Mathematik

Altersgruppe: 7–11

Art: Schüleraktivität

Komplexität: mittel

Erforderliche Unterrichtszeit: 2 Stunden und 15
Minuten

Kosten: gering – Spinner sind im Internet weit
verbreitet

Ort: Klassenzimmer, Spielplatz oder Halle

Benötigte Materialien: Hubschrauber-Spinner
mit zwei Rotorblättern und/oder Frisbee-
ähnliche Spinner

Lehrplanbereich/Schlüsselwörter: Materialien,
Kräfte, Maße

Vokabular: Satellit, Umlaufbahn, Reibung,
Luft, Fläche, Wiedereintritt, Atmosphäre

In diesen Aktivitäten werden die Schüler in die Idee der kontrollierten oder unkontrollierten Wiedereintritts en für Satelliten eingeführt. Sie werden herausgefordert, eine Möglichkeit zu finden, die Weltraummüll zu reduzieren, indem sie Änderungen an Satelliten entwerfen, damit diese selbstständig zur Erde zurückkehren. In der ersten Aktivität schlüpfen die Schüler in die Rolle von Satelliten im Orbit und erleben, wie die Vergrößerung der Oberfläche eines sich in der Luft bewegendes Objekts zu einer Verlangsamung führen kann. Anschließend diskutieren sie und testen ihre eigenen Ideen mit sich drehenden Hubschrauber- „Satelliten“, bevor sie entscheiden, was in den „Rucksack“ eines Satelliten gepackt und für einen kontrollierten Wiedereintritt oder eine Verlangsamung verwendet werden könnte.

(Diese Aktivitäten können separat oder kombiniert für ein progressives Lernen unterrichtet werden.)



Lernziele Erfolgskriterien

Nach Abschluss dieser Aktivitäten werden die Schüler nun ...
Während dieser Aktivitäten werden die Schüler demonstrieren Sie ihre Fähigkeit

- Verstehen, dass Luftwiderstand eine Art von Reibung ist, die zwischen Objekten und Luft auftreten kann
- Verstehen, dass eine Vergrößerung der Oberfläche eines Objekts den Luftwiderstand erhöht, dem es ausgesetzt ist
- Verstehen Sie, dass Weltraummüll wie Satelliten durch Luftwiderstand abgelenkt werden können und weitere Tests vorbereiten
- Die Auswirkungen des Luftwiderstands zwischen sich bewegenden Objekten und Luft identifizieren
- Daten aus ihren eigenen Beobachtungen und Messungen sammeln und aufzeichnen Messungen
- Auf der Grundlage vorläufiger Ergebnisse Vorhersagen treffen und weitere Tests vorbereiten

Zusammenfassung

Titel Beschreibung Ergebnisanforderungen Zeit		
1. Satellitenverlangsamung!	Die Schüler tun so, als würden sie Satelliten durch Verlangsamung und untersuchen, wie die Vergrößerung der Oberfläche eines sich in der Luft bewegenden Objekts dazu beiträgt, dass es zu einer Verlangsamung führen kann.	Keine 45 Minuten
2. Die Satelliten-Rucksack-	Die Schüler testen Ideen zur Verlangsamung eines sich drehenden Satelliten zu verlangsamen und entscheiden dann, was das	Keine 1 Stunde

Die Schüler lernen, dass Weltraummüll wie Satelliten durch Luftwiderstand abgebremst werden können und dass dies für Techniken zur Beseitigung von Weltraummüll im Rahmen von „Clean Space“ genutzt werden



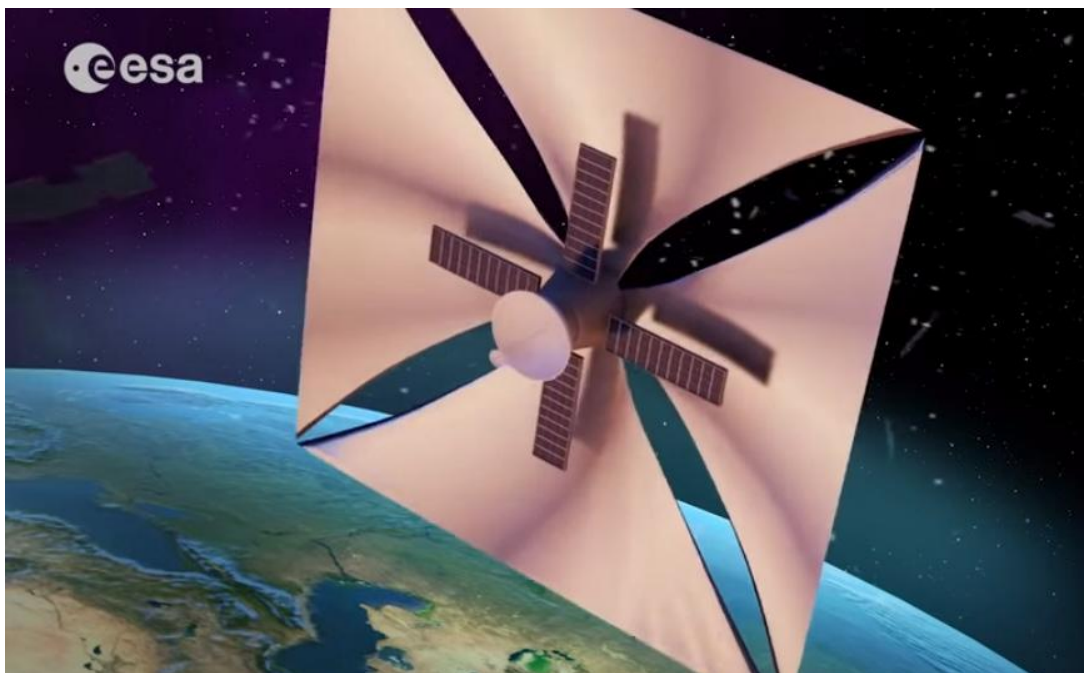
EINLEITUNG

Die Menge an Weltraummüll, der die Erde umgibt, hat mittlerweile ein Ausmaß erreicht, das wir nicht länger ignorieren können, und die Situation wird sich weiter verschärfen, wenn wir nicht handeln. Das Clean-Space-Programm der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) versucht nicht nur, den durch zukünftige Weltraummissionen verursachten Weltraummüll zu minimieren, sondern auch den bereits im Orbit befindlichen Müll aktiv zu reduzieren. Das Clean-Space-Team betrachtet die aktive Beseitigung von Weltraummüll – bei den anderen Raumfahrzeugen entsandt werden, um die Trümmer einzusammeln – jedoch lediglich als eine vorübergehende Lösung, um derzeit inaktive Satelliten aus dem Weltraum zu entfernen.

Die ideale langfristige Lösung bestünde darin, Satelliten so zu konstruieren, dass sie selbstständig zur Erde zurückkehren, da dies deutlich nachhaltiger ist als der Einsatz zusätzlicher Raumfahrzeuge zur Müllbeseitigung.

Der Weltraummüll, der die Erde umkreist, muss abgebremst werden, damit ihn die Schwerkraft der Erde durch die Atmosphäre ziehen kann. Der Luftwiderstand – eine Form der Reibung zwischen sich bewegenden Objekten und der Luft – kann genutzt werden, um den Weltraummüll zu verlangsamen. Eine der Methoden, die in der derzeit getesteten Mission namens Icarus-1 zum Einsatz kommt, besteht darin, ein Widerstandssegel zu entfalten, um die Oberfläche eines Satelliten am Ende seiner Mission zu vergrößern, ihn abzubremsen und beim Wiedereintritt in die Atmosphäre verglühen zu lassen.

Wenn sich der Satellit aus der dünnen Luft der erdnahen Umlaufbahn in dichtere Luftschichten nähert, wie sie Menschen auf der Erde atmen, nimmt die Reibung, der die Trümmer ausgesetzt sind, rapide zu. Dies führt zu einer starken Wärmeentwicklung, bis die Trümmer schließlich zu verbrennen beginnen.



AKTIVITÄT 1: SATELLITENVERLANGSAMEN!

In dieser Aktivität tun die Schüler so, als wären sie Satelliten, und untersuchen, wie die Vergrößerung der Oberfläche eines sich durch die Luft bewegenden Objekts dessen Geschwindigkeit verringern kann.

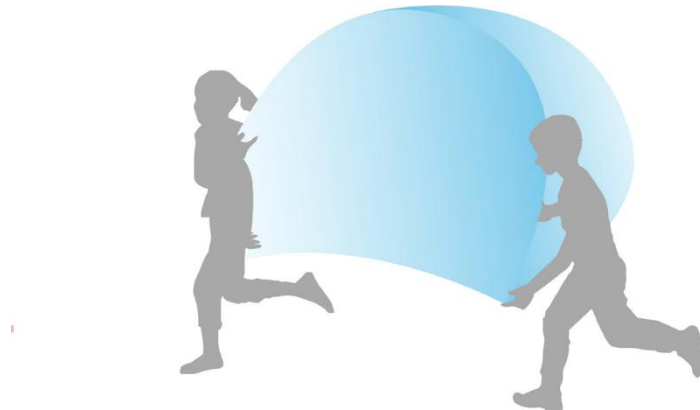
Ausrüstung

- Bettlaken in den Größen
- Papierbögen (verschiedene Größen – A5, A4, A3, A2)
- Regenschirm

Aufgabe

Erklären Sie den Schülern, dass sie sich vorstellen sollen, sie seien Satelliten. Lassen Sie die Schüler die Auswirkungen des Luftwiderstands untersuchen, indem sie durch die Turnhalle oder über den Spielplatz laufen. Anschließend sollen sie versuchen zu laufen, während sie Papierbögen in verschiedenen Formen und Größen an beiden Seiten halten.

Sie können auch versuchen, mit einem Partner zu laufen, während sie ein großes Bettlaken zwischen sich halten, oder mit einem geöffneten Regenschirm, den sie vor oder hinter sich tragen.



Diskussion

Leiten Sie in der Klasse eine Diskussion darüber, was die Schüler aus der Aktivität gelernt haben:

- *Was haben sie bemerkt, als sie mit immer größeren Papierbögen gelaufen sind?*
- *Wie würden sie das Papier, das Bettlaken und den Regenschirm in Bezug auf ihre Laufgeschwindigkeit vergleichen?*

Durch die Vergrößerung der Oberfläche von Objekten bewegen sich diese langsamer durch die Luft. Dies liegt an dem sogenannten Luftwiderstand. Luftwiderstand ist eine Form der Reibung, die durch die Luft verursacht wird und der Bewegung entgegenwirkt. Die Stärke des Luftwiderstands, dem ein sich bewegendes Objekt ausgesetzt ist, hängt von der Größe seiner Oberfläche ab.



AKTIVITÄT 2: DIE SATELLITENRUCKSACK-HERAUSFORDERUNG

In dieser Aktivität tun die Schüler so, als wären sie Satelliten, und untersuchen, wie die Vergrößerung der Oberfläche eines sich durch die Luft bewegenden Objekts zu dessen Verlangsamung führen kann. Das Video zu dieser Aktivität finden Sie [hier](#).

Ausrüstung

- Plastik-Hubschrauberrotor mit zwei Blättern und/oder Frisbee-Spinner
- Zuckerpapier
- Frischhaltefolie
- Klebeband
- Stoppuhren



Aufgabe

Geben Sie jeder Gruppe einen Hubschrauber-Spinner mit zwei Rotorblättern und/oder einen Frisbee-ähnlichen Spinner, der als Satellit in der Erdumlaufbahn dienen soll.

Die Schüler sollen drei Prototypen eines Kreisels bauen:

- einen ohne zusätzliche Materialien,
- einen mit aufgeklebtem Zuckerpapier und
- einen mit aufgeklebter Frischhaltefolie,

wie im Bild rechts gezeigt.



Beachten Sie, dass es sehr wichtig ist, besonders leichte Materialien (Frischhaltefolie und Zuckerpapier sowie nur eine minimale Menge davon) zu verwenden.

Andernfalls werden die Kreisel zu schwer und können nicht lange in der Luft bleiben.

Im Freien oder in einer Halle sollen die Schüler die Spinner starten und die Flugzeiten messen und aufzeichnen.

Die Gruppen können ihre eigene Methode zur Aufzeichnung der Flugzeiten entwickeln, zum Beispiel mithilfe von Tabellen oder Diagrammen, oder das Format aus Arbeitsblatt 2 verwenden.

Sobald jede Gruppe mindestens drei Flugzeiten aufgezeichnet hat, sollen die Schüler überlegen, wie sie die Kreisel weiter verlangsamen könnten. Dabei können sie sich auf das stützen, was sie in Aktivität 1 gelernt haben.





Sie sollten ihre Ideen zunächst gemeinsam diskutieren und ihre Entwürfe gegebenenfalls skizzieren, bevor sie versuchen, diese umzusetzen. Für den Hubschrauber-Spinner könnten mögliche Ansätze sein, die Länge, Breite, den Winkel oder die Form der Rotorblätter zu verändern, indem Papier, Luftballons oder andere Materialien an den Flügeln befestigt werden.

Für den Frisbee-Spinner könnten sie Materialien zwischen den Propellern anbringen.

Anschließend sollten die Gruppen ihre Spinner anpassen, testen und die neuen Flugzeiten dokumentieren.



Diskussion

Leiten Sie eine Diskussion über die Ergebnisse der einzelnen Gruppen. Zu berücksichtigende Punkte können sein:

- Inwiefern hängt die Verlangsamung des Spinners in dieser Aktivität damit zusammen, wie Satelliten zur Erde zurückkehren?
- Welche Ideen fanden die Schüler gut oder weniger gut? Warum?
- Was sollten wir ihrer Meinung nach auf Grundlage der Testergebnisse in die „Rucksäcke“ der Satelliten packen?
- Welchen Rat würden sie der ESA geben?

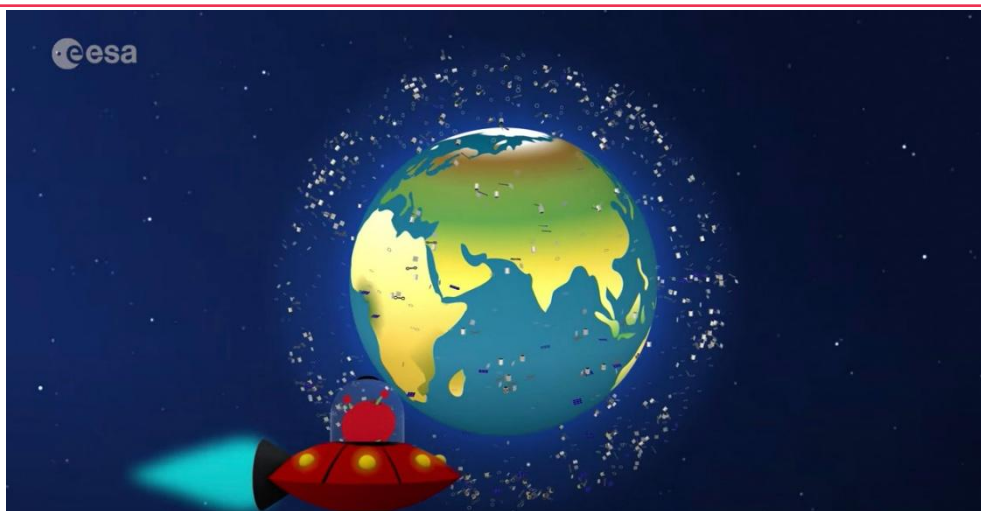
Fazit

Das Hinzufügen von Material zu einem Spinner verlangsamt dessen Drehgeschwindigkeit – dadurch fallen sie schneller zurück auf die Erde. Dragsails verlangsamen die Drehung von Satelliten um die Erde, wodurch die Schwerkraft der Erde mehr Gelegenheit hat, diese Satelliten anzuziehen, sodass sie schneller auf die Erde fallen.

WUSSTEN SIE SCHON?

Die ESA testet viele verschiedene Ideen, um Satelliten zu verlangsamen und sie sicher zur Erde zurückzubringen, darunter auch Widerstandssegel. Die Verwendung alltäglicher Materialien zur Verlangsamung der Spinner funktioniert nach demselben Prinzip wie die Verlangsamung von Weltraummüll durch Widerstandssegel: Die Materialien vergrößern die Oberfläche und erhöhen den Luftwiderstand, dem die Spinner ausgesetzt sind. Dadurch bleiben sie kürzer in der Luft und kehren schneller zur „Erde“ zurück. Bei Satelliten werden Dragsails eingesetzt, um den Luftwiderstand zu erhöhen, sie abzubremsen und es der Schwerkraft der Erde zu ermöglichen, sie durch die Erdatmosphäre zu ziehen, wo sie aufgrund der Reibung verglühen.

Sehen Sie sich gemeinsam mit den Schülern die folgende [Paxi-Animation](#) an:



AKTIVITÄT 2: DIE SATELLITENRUCKSACK-HERAUSFORDERUNG

- Starten Sie Ihren sich drehenden „Satelliten“. Messen Sie, wie lange er in der Luft bleibt. Wiederholen Sie den Versuch zweimal. Addieren Sie die drei Messergebnisse und dividieren Sie sie durch drei, um die durchschnittliche (mittlere) Drehzeit zu berechnen.
- Versuchen Sie anschließend, Ihren Satelliten zu verlangsamen. Messen Sie, wie lange er diesmal in der Luft bleibt.
- Finden Sie eine weitere Möglichkeit, den Satelliten zu verlangsamen, und messen Sie erneut, wie lange er in der Luft bleibt.

Zeit, die der Spinner in der Luft bleibt (Sekunden)				
	Test 1	Test 2	Test 3	Durchschnittliche Zeit
1. Spinner ohne Modifikation				
2. Spinner mit Frischhaltefolie				
3. Kreisel mit Tonpapier				

Welche Idee hat am besten funktioniert, um den Spinner langsamer drehen zu lassen (und 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 den Erkenntnissen aus diesem Experiment, Drag-Segel funktionieren, um Weltraumtrümmer zur Erde zurückzubringen?



Nützliche Links

ESA-Ressourcen:

ESA-Unterrichtsmaterialien: www.esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids-Homepage: www.esa.int/kids

Zusätzliche Hinweise zu ESA-Weltraumprojekten:

Der folgende Videolink zeigt eindrucksvoll das von der University of Surrey entwickelte Segel, das beim Einfangen von Weltraummüll für Widerstand sorgt.

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

