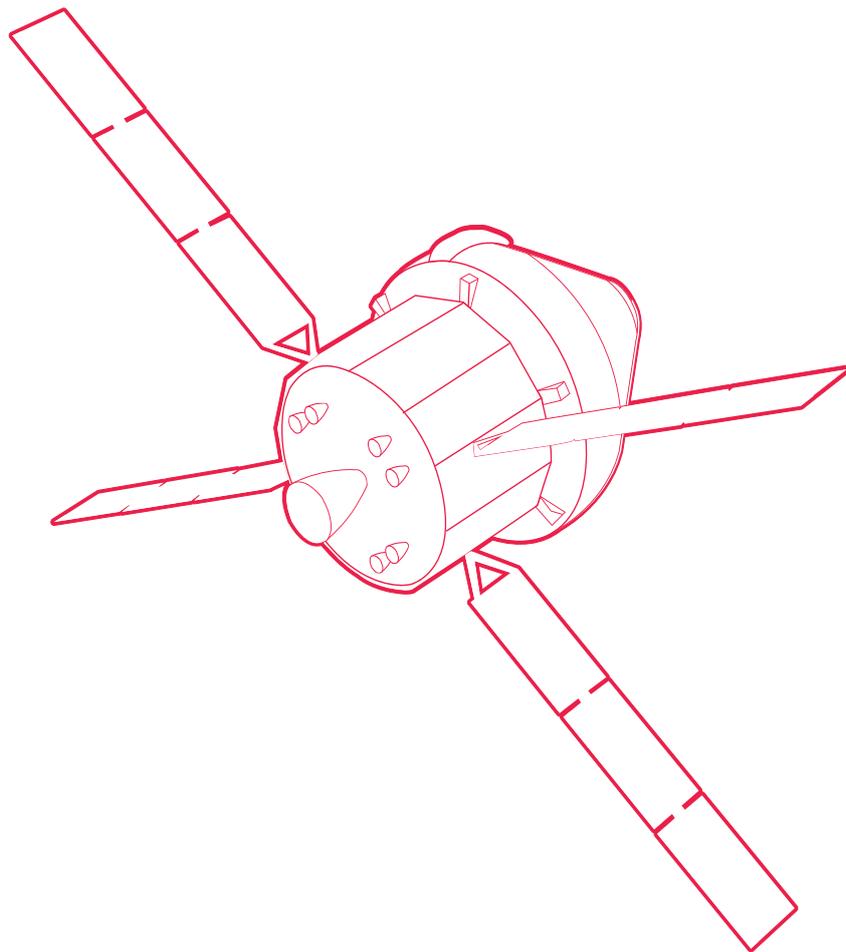


teach with space

→ MATERIALIEN FÜR RAUMFAHRZEUGE

Eigenschaften von Werkstoffen kennenlernen





Aussehen und Beschaffenheit von Werkstoffen entdecken	Seite 3
Übung 1 – elektrische Leitfähigkeit	Seite 5
Übung 2 – Wärmeleitfähigkeit	Seite 7
Übung 3 – Bestimmung der Masse	Seite 9
Übung 4 – Magnetismus	Seite 11
Übung 5 – Aufpralltest	Seite 13
Besprechung in der Klasse	Seite 16

→ AUSSEHEN UND BESCHAFFENHEIT VON WERKSTOFFEN ENTDECKEN!

Schon gewusst?

Das NASA-Raumfahrzeug* Orion ist in der Lage, Menschen weiter in die Tiefen des Weltalls zu bringen als je zuvor. Die Europäische Weltraumagentur ESA arbeitet derzeit an der Entwicklung eines Europäischen Servicemoduls* für Orion. Als Bestandteil der Raumkapsel versorgt es die Astronauten mit Sauerstoff und die Kapsel unter anderem mit Strom und Treibstoff, um Schubkraft* zu erzeugen. Nur so wird sie in der Lage sein, tief ins All zu vorzudringen. Das Bild rechts zeigt die Orion-Raumkapsel – entwickelt von der NASA und der ESA. (künstlerische Darstellung)



Ein Raumfahrzeug besteht aus unterschiedlichen Materialien. Ein ESA-Wissenschaftler wird euch einige Aufgaben als Herausforderung stellen, anhand derer ihr die Eigenschaften einiger Werkstoffe untersuchen könnt. Danach müsst ihr begründen, warum die einzelnen Werkstoffe für den Bau eines Raumschiffs wie Orion geeignet sind oder nicht.



↑ Die Aufgaben des ESA-Wissenschaftlers

Schaut euch das Video zu den Aufgaben an, die ihr gleich durchführen sollt.

Besprecht mit euren Klassenkameraden, warum einige Materialien für bestimmte Dinge verwendet werden, für andere aber nicht. Danach könnt ihr mit euren Experimenten beginnen. Neben 8 Würfeln aus verschiedenen Werkstoffen müsst ihr noch einen „Spezialwürfel“ untersuchen. Achtet aber darauf, diesen nach der Übung wieder an euren Lehrer bzw. eure Lehrerin zurückzugeben. Schützt euren Tisch mit dickem Papier oder einem Tuch, bevor ihr mit den Aufgaben beginnt.

VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen

Übung

1. Schaut euch die verschiedenen Materialien genau an. Versucht außerdem durch Tasten herauszufinden, worum es sich handeln könnte.
2. Ordnet die Materialien verschiedenen Gruppen zu, wie schwer/leicht, rau/glatt, warm/kalt, glänzend/matt.
3. Notiert eure Beobachtungen in der Tabelle auf der nächsten Seite.

* **Raumfahrzeug:** Transportmittel für Reisen im All, z. B. die Internationale Raumstation oder die Orion-Raumkapsel.

Modul: abkoppelbare, eigenständige Einheit eines Raumfahrzeugs

Schubkraft: Kraft, die ein Raumfahrzeug in das Weltall befördert

Eure Ergebnisse

Material	Aussehen und Beschaffenheit
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminiumlegierung (6061)	

4. Begründet, warum ihr die Werkstoffe in die oben angegebenen Gruppen eingeordnet habt.

5. Mithilfe welcher Tests könntet ihr die Materialien miteinander vergleichen?

Zusammenfassung

Notiert eure ersten Erkenntnisse zu den unterschiedlichen Eigenschaften der Materialien.



→ ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

Das Material, das im Raumfahrzeug in der Umgebung elektrischer Bauteile verwendet wird, muss ein guter **elektrischer Leiter*** sein, um elektrische Ladungen abzuleiten, die die Komponenten sonst beschädigen könnten.

Schon gewusst?

Das Europäische Servicemodul der Orion-Mission hat vier Flügel. Sie sind mit Solarzellen ausgerüstet, die die Energie der Sonne aufnehmen und in Elektrizität umwandeln. Diese Elektrizität dient zur Stromversorgung der Computer, Instrumente und anderen Komponenten an Bord des Moduls. Die so gewonnene Elektrizität würde ausreichen, um zwei Einfamilienhäuser mit Strom zu versorgen.



VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Batterie (AA)
- 1 Batteriehälter, an den ein roter und ein schwarzer Draht angeschlossen ist
- 1 Glühlampe
- 1 Glühlampenfassung
- 2 Anschlussleitungen mit Krokodilklemmen

Übung

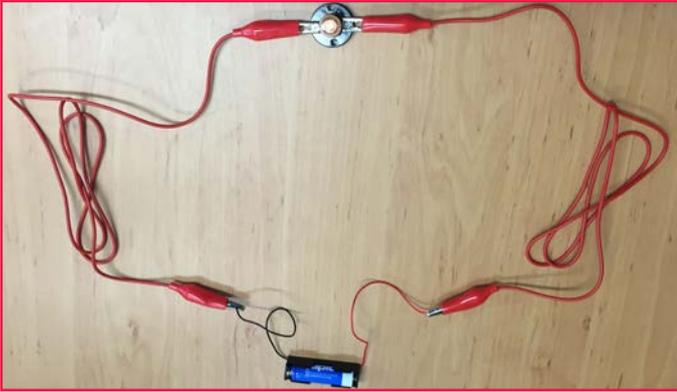
1. Baut den Stromkreis aus Abbildung A2 nach.
2. Prüft, ob die Glühbirne leuchtet, wenn ihr die Krokodilklemmen an die Kontakte der Lampe anschließt.
3. Ihr habt einen Stromkreis in Reihenschaltung geschaffen.
4. Ändert nun euren Versuchsaufbau gemäß Abbildung A3. Achtet darauf, dass die Krokodilklemmen möglichst fest am Material anliegen, um einen guten Kontakt herzustellen. Klemmt sie aber keinesfalls an das Material, da ihr es sonst beschädigen könntet.
5. Testet nacheinander jeden Würfel, um herauszufinden, wann die Lampe leuchtet.
6. Notiert eure Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite.

Werkstoffe, durch die Strom hindurchfließt, werden elektrische Leiter genannt. Werkstoffe, die keine Elektrizität leiten, nennt man **Nichtleiter***.

* **Elektrischer Leiter:** Material, in dem elektrischer Strom fließen kann, z.B. Metall

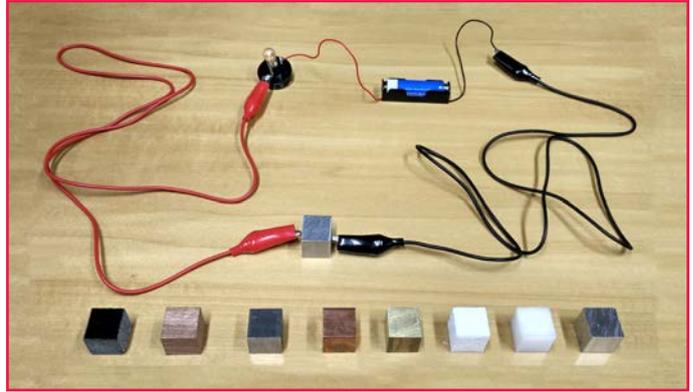
Nichtleiter: Material, in dem elektrischer Strom nicht fließen kann, z.B. Plastik und Holz

Abbildung A2



↑ Versuchsaufbau, um zu prüfen, ob die Lampe leuchtet

Abbildung A3



↑ Versuchsaufbau, um zu prüfen, wann die Lampe mit zwischengeschaltetem Würfel leuchtet

Eure Ergebnisse

Material	Leiter oder Nichtleiter
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminiumlegierung (6061)	

Zusammenfassung

Erläutert, warum manche Materialien die Lampe leuchten lassen und manche nicht.

→ WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Angesichts der extremen Temperaturen des Weltalls brauchen Mannschaft und Ausrüstung an Bord eines Raumfahrzeugs eine angenehme Umgebungstemperatur. Dazu sind Materialien notwendig, die extrem hohen und niedrigen Temperaturen widerstehen können. Solche Materialien sind in der Regel gute Wärmeleiter.

Schon gewusst?

Das Mannschaftsmodul des Orion-Raumfahrzeugs dient der Besatzung für die Rückkehr zur Erde, deshalb ist es mit einem Hitzeschutzschild ausgestattet, das diese Kapsel (und die Crew!) vor der extremen Hitze beim Wiedereintritt* in die Erdatmosphäre schützen soll. Dieses Prinzip seht ihr in der Abbildung rechts.



VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 8 quadratische Ausschnitte aus Thermochrompapier sowie Deckgläser
- 2 Petrischalen
- Heißes Wasser aus einem Wasserkocher (das Eingießen übernimmt euer Lehrer/eure Lehrerin) – nicht anfassen!

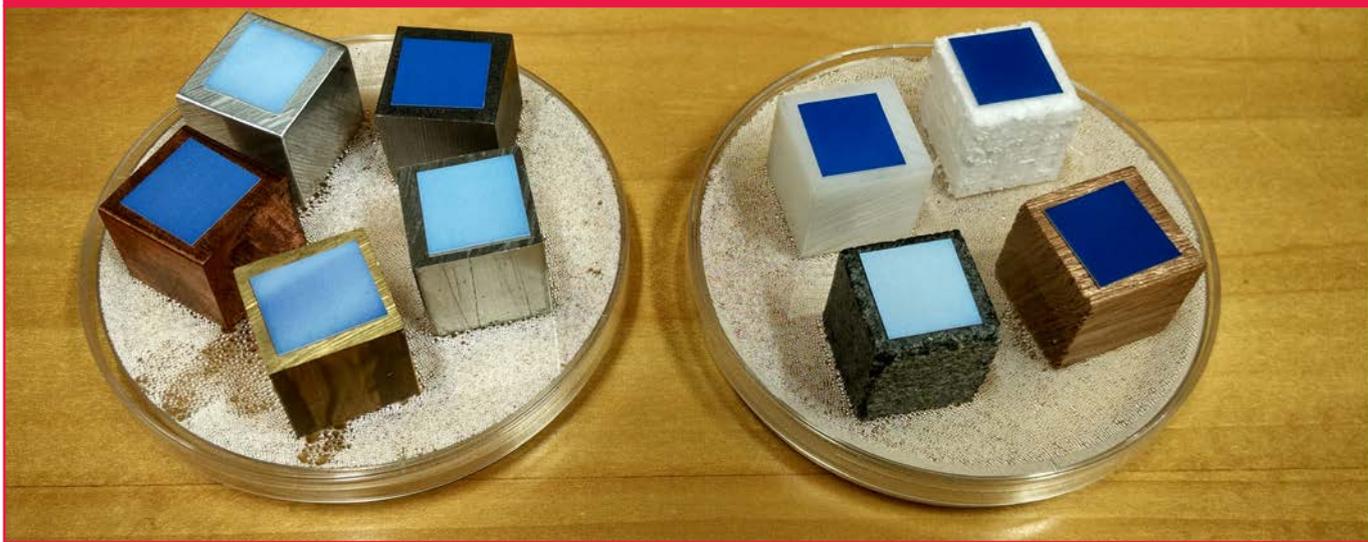
Übung

1. Legt ein Quadrat des Thermochrompapiers auf jeden Würfel, der getestet werden soll (immer bei Raumtemperatur).
2. Euer Lehrer/eure Lehrerin wird heißes Wasser in zwei Petrischalen gießen. Setzt dann die Deckel darauf.
3. Setzt die Würfel auf die Deckel der Petrischalen wie in Abbildung A4.
4. Beobachtet aufmerksam und geduldig das Thermochrompapier und notiert, welches Quadrat seine Farbe zuerst verändert.
5. Ordnet dann die Materialien nach ihrer Wärmeleitfähigkeit: angefangen bei den Würfeln, die am schnellsten Wärme leiten (1) bis hin zu denen, die sie am langsamsten leiten (9).
6. Notiert eure Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite.

* **Hitze bei Wiedereintritt:** Hitze, die beim Eintritt eines Raumfahrzeugs in die Erdatmosphäre entsteht; dabei können Temperaturen von mehr als 1.650 Grad Celsius entstehen.



Abbildung A4



↑ Wärmeleitfähigkeitstest

Eure Ergebnisse

Material	Rangfolge (1–9)
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminiumlegierung (6061)	

Zusammenfassung

Erläutert, welche dieser Materialien Wärme am besten leiten.

→ BESTIMMUNG DER MASSE

Um ein Raumfahrzeug ins All zu schicken, braucht man sehr viel **Raketentreibstoff***. Das ist sehr teuer. Deshalb benötigen wir für den Bau einer Raumsonde Materialien, die robust und steif sind, dabei aber eine geringe Masse (wenig Gewicht) aufweisen

Schon gewusst?

Bei der Kapsel des Orion-Raumfahrzeugs (siehe im Bild rechts) handelt es sich um ein wiederverwendbares Transportmittel, das der Besatzung einen sicheren **Lebensraum*** bietet. Sie ist der einzige Teil einer Raumsonde, die nach jeder Mission zur Erde zurückkehrt. Sie besitzt eine Masse von etwa 8.500 kg und ist mit einem Hitzeschutzschild aus speziellen Siliziumdioxidfasern sowie **Harz*** bedeckt, angeordnet in einer **Wabenstruktur*** aus Glasfaser, die mit einem **Phenolharzkunststoff*** ausgefüllt wurde – lauter Materialien mit außergewöhnlichen Eigenschaften!



VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Digitale Waage

Genau Bestimmung der Masse

1. Nehmt jeden Würfel einzeln in die Hand und ordnet sie nach ihrem gefühlten Gewicht: (1) ist am leichtesten, (9) am schwersten.
2. Messt nun mit der digitalen Waage die tatsächliche Masse (in Gramm mit einer Stelle nach dem Komma), wie in Abbildung A5 gezeigt. Ordnet die Würfel dann nach ihrer tatsächlichen Masse.
3. Notiert eure Ergebnisse in der unten stehenden Tabelle.

Abbildung A5



↑ Genau Bestimmung der Masse



Eure Ergebnisse

Material	Meine Rangfolge (1-9)	Tatsächliche Masse (g)	Tatsächliche Rangfolge (1-9)
 Kupfer			
 Aluminium			
 Messing			
 Stahl			
 Holz			
 Stein			
 Plastik			
 Styropor			
 Aluminiumlegierung (6061)			

Zusammenfassung

Vergleicht nun eure Reihenfolge mit der tatsächlichen und begründet, warum sie übereinstimmen oder nicht.

Erläutert, welche Materialien sich hinsichtlich ihrer Masse am besten für ein Raumfahrzeug eignen. Begründet eure Wahl.

***Raketentreibstoff:** explosiver Stoff, der eine Rakete antreibt, z. B. Flüssigsauerstoff und -wasserstoff

Lebensraum: Umgebung, in der Menschen, Tiere und Pflanzen überleben können

Harz: klebriger gelber oder brauner Stoff, der von Bäumen abgesondert und zur Herstellung verschiedener Produkte verwendet wird

Wabenstruktur: Netz aus eng aneinander liegenden sechseckigen Zellen, die eine sehr stabile, aber leichte Struktur ergeben

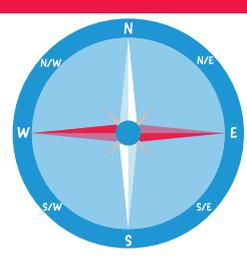
Phenolharzkunststoff: sehr stabiler künstlicher Stoff mit hoher Hitzebeständigkeit

→ MAGNETISMUS

Bei der Reise durch das Weltall ist es hilfreich, wenn die Materialien der Raumsonde nicht magnetisch sind. Magnetische Materialien sind nicht für Raumfahrzeuge geeignet, da sie die Bordinstrumente stören können, zum Beispiel das eingebaute Orientierungsgerät, das eine Raumsonde anhand des Erdmagnetfeldes in die richtige Richtung lenkt.

Schon gewusst?

Der Erdkern besteht aus geschmolzenem Eisen. Da dieses magnetisch ist, verhält sich die Erde wie ein riesiger Magnet. Das wirkt sich auf magnetische Materialien aus, zum Beispiel die Nadel eines Kompasses. Mit einem Kompass und einer Karte können wir uns daher im Freien orientieren, da der Kompass immer nach Norden zeigt.



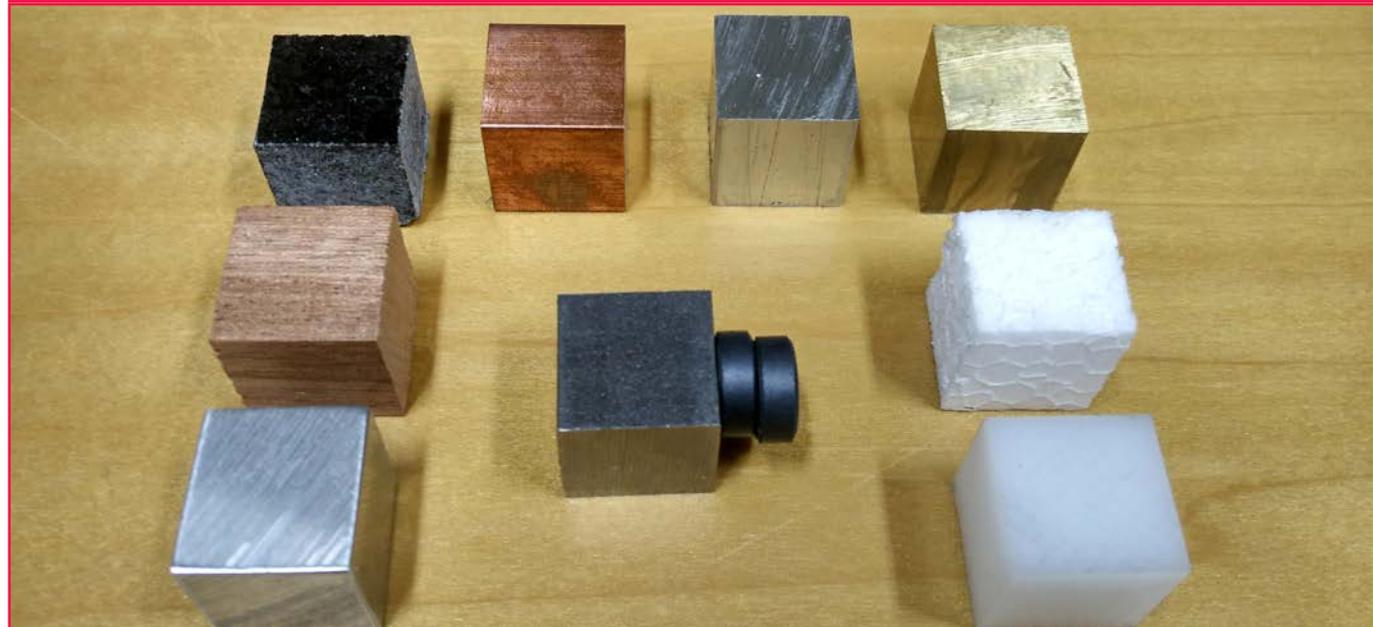
VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Magnet

Übung

Testet, welche Materialien auf einen Magneten reagieren (diese Reaktion nennt sich Magnetismus) und welche nicht (siehe Abbildung A6). Notiert eure Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite.

Abbildung A6



↑ Test der magnetischen Anziehung

Eure Ergebnisse

Material	Magnetisch oder nicht magnetisch
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminiumlegierung (6061)	

Zusammenfassung

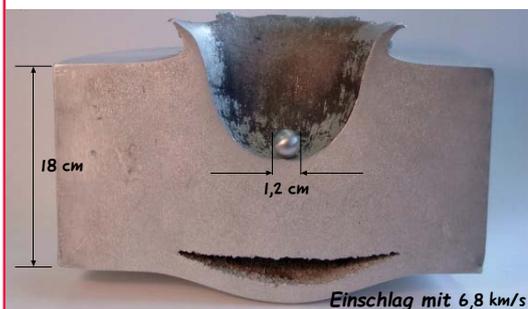
Welche Materialien sind nicht magnetisch? Begründet, warum sie es nicht sind.

→ AUFPRALLTEST

Raumfahrzeuge wie **Satelliten*** können von schnell fliegendem **Weltraumschrott*** getroffen werden. Deshalb benötigen wir Materialien, die solchen **Einschlägen*** widerstehen. Ihr werdet mithilfe einer Rampe den Rückprall einer Murmel, die auf den Versuchswerkstoff trifft, messen. Je weiter die Murmel zurückprallt, desto geringer sind die Schäden am Material.

Schon gewusst?

Mehr als 500.000 (fünfhunderttausend) Teile von Weltraumschrott (auch Weltraummüll genannt), bestehend aus ehemaligen Satelliten und natürlichen Gesteinsbrocken, werden im Umkreis der Erde beobachtet. Sie können so klein sein wie eine Murmel, aber auch wesentlich größer. Es gibt aber Millionen weiterer Teilchen, die viel zu klein sind, um ihre Umlaufbahn zu verfolgen. Sie stellen eine ernste Gefahr für Satelliten und Raumfahrzeuge dar, da sie mit sehr hoher Geschwindigkeit fliegen und enormen Schaden anrichten können!



Schaut mal, was bei einem Versuch passiert ist, wo Raumfahrzeugmaterial von einer sich sehr schnell bewegenden Kugel getroffen wurde (siehe Bild links). Das europäische Servicemodul von Orion verfügt über eine robuste Struktur, die mit vielen Materialschichten überzogen ist, wodurch die Schäden solcher Einschläge verringert werden können.

VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Rampe
- 1 Murmel

Übung

1. Falls noch nicht geschehen, setzt die Rampe aus den Bauteilen wie in Abbildung A7 zusammen.
2. Platziert dann einen der Würfel am Ende der Rampe.
3. Stoßt die Murmel nun sanft vom oberen Ende der Rampe.
4. Lest dann anhand der Skala den Rückprall der Murmel (in Millimetern) nach Auftreffen auf das untere Ende der Rampe ab.

***Satelliten (künstliche):** Objekte, die in eine Umlaufbahn (eine wiederholte kreisförmige Flugbahn) um die Erde oder einen anderen Planeten geschickt wurden. Satelliten erfassen Messdaten und machen Aufnahmen, mit denen Wissenschaftler mehr über die Erde, die Planeten und den Weltraum erfahren.

Weltraumschrott: Bestandteile ausgedienter Satelliten und Raketen, Fragmente von Gesteinsbrocken usw., die mit hoher Geschwindigkeit von bis zu 28.000 km/h um die Erde kreisen

Einschlag: Kollision von Weltraumschrott mit Satelliten oder Raumfahrzeugen wie der Internationalen Raumstation, die aufgrund der hohen Fluggeschwindigkeit enorme Schäden verursachen kann.



5. Wiederholt dies mit jedem Würfel. Wie lässt sich dieser Test unter gleichmäßigen Bedingungen ausführen?

6. Wiederholt den Test dreimal für jeden Würfel und berechnet den durchschnittlichen Rückprall.

Abbildung A7



↑ Aufpralltest

Eure Ergebnisse

Notiert unten all eure Messergebnisse. Gebt abschließend in der letzten Spalte an, bei welchen Materialien der durchschnittliche Rückprall am größten war (1) und bei welchen am geringsten (9). Zur Erinnerung: je größer der Rückprall, desto geringer der Schaden am Material.

Material	Gemessener Rückprall (mm)			Durchschnittlicher Rückprall =	Rangfolge des Rückpralls (1-9)
	A	B	C	$\frac{A + B + C}{3}$	
 Kupfer					
 Aluminium					
 Messing					
 Stahl					
 Holz					
 Stein					
 Plastik					
 Styropor					
 Aluminiumlegierung (6061)					

Zusammenfassung

Schreibt auf, bei welchen Materialien der Rückprall am größten war, und begründet, warum.

→ BESPRECHUNG IN DER KLASSE

Welche Materialien eignen sich wohl am besten für ein Raumfahrzeug?

1. Notiert eure Ergebnisse aller Übungen in nachstehender Tabelle.

Material	Aussehen und Beschaffenheit	Elektrische Leitfähigkeit (Ja/Nein)	Wärmeleitfähigkeit	Massebestimmung (g) (g) (Reihenfolge)	Magnetismus (ja/nein)	Messung des Rückpralls (mm) (Reihenfolge)
 Kupfer						
 Aluminium						
 Messing						
 Stahl						
 Holz						
 Stein						
 Plastik						
 Styropor						
 Aluminiumlegierung (6061)						

2. Schreibt anhand eurer Ergebnisse in oben stehender Tabelle auf, welche Materialien sich eurer Ansicht nach am besten für die jeweiligen Teile eines Raumfahrzeugs eignen, und begründet eure Wahl.

teach with space - Materialien für Raumfahrzeuge | PR07b
www.esa.int/education

*Konzeptentwicklung für die ESA von der Nottingham Trent
University, UK*

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

*Eine Produktion von ESA Education
Copyright © Europäische Weltraumorganisation 2017*