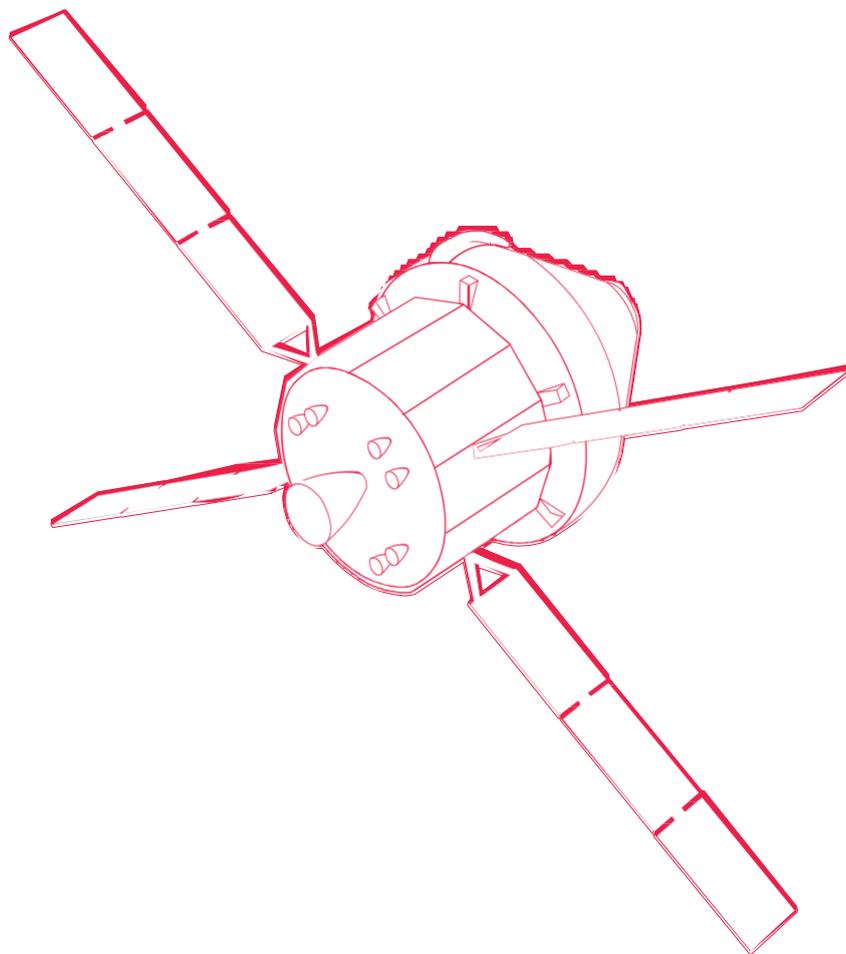


# Lehren mit dem All

## → Materialset für Raumfahrzeuge

Die verschiedenen Eigenschaften von Materialien entdecken





<b>Erforsche die Stoffe – Schau und Fühle</b>	<b>Seite 3</b>
<b>Versuch 1 – Elektrische Leitfähigkeit</b>	<b>Seite 5</b>
<b>Versuch 2 - Wärmeleitfähigkeit</b>	<b>Seite 7</b>
<b>Versuch 3 - Masse</b>	<b>Seite 9</b>
<b>Versuch 4 –Magnetismus</b>	<b>Seite 11</b>
<b>Versuch 5 - Widerstandsfähigkeit</b>	<b>Seite 13</b>
<b>Diskussion im Klassenraum</b>	<b>Seite 16</b>

Lehre mit dem All – Materialset für Raumfahrzeuge | PR07a  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

Konzept entwickelt von der ESA in Zusammenarbeit mit der Nottingham Trent Universität, Vereinigtes Königreich

Das ESA Education Office freut sich über Feedback und Kommentare.  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Eine Produktion der ESA Education  
Copyright © European Space Agency 2016

**Eine Übersetzung von ESERO Germany**



## → Erforsche die Stoffe – Schau und fühle!

### Schon gewusst?

Das **Raumfahrzeug\*** Orion wurde gebaut, um Menschen in tiefere, bislang unerforschte Regionen des Weltalls zu befördern. Die Europäische Weltraumbehörde (ESA) entwickelt Orions Europäisches Service **Modul\***, welches Teil des Raumfahrzeugs ist und die Crew mit Luft, Elektrizität und **Antriebskraft\*** versorgt. Damit sind die Voraussetzungen erfüllt, um in den Weltraum zu reisen.

Das Bild rechts zeigt Orion – entwickelt von NASA und ESA.



Ein Raumfahrzeug besteht aus vielen verschiedenen Baustoffen. Ein Wissenschaftler von der ESA fordert dich auf, eine Reihe von Versuchen durchzuführen, um die Eigenschaften von unterschiedlichen Materialien zu erforschen. Finde Gründe dafür, weshalb diese Eigenschaften dafürsprechen, sie für den Bau eines Raumfahrzeugs wie Orion einzusetzen.



Schau dir das Video an, in dem die Aufgabe erklärt wird. [↑ Video mit Aufgabenstellung](#)

Diskutiere mit deinen Mitschülerinnen und Mitschülern darüber, warum manche Materialien für bestimmte Dinge verwendet werden und manche nicht. Danach bist du bereit für die Experimente! Zusätzlich zu den 8 Würfeln wird noch ein spezieller Würfel getestet, der nach dem Versuch an die Lehrkraft zurückgegeben werden muss. Bevor du anfängst, solltest du sicherstellen, dass der Tisch mit dickem Papier oder Stoff abgedeckt ist.

## Materialien

- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien

### Aufgabe

1. Betrachte die Materialien sorgfältig und versuche auch durch Fühlen herauszufinden, um welches Material es sich handelt.
2. Gruppier die Materialien nach den folgenden Eigenschaften: schwer/leicht; rau/glatt; warm/kalt; glänzen/matt.
3. Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle auf der nächsten Seite.

\* **Raumfahrzeug:** Fahrzeug für die Reise durch das Weltall, wie z.B. die Internationale Raumstation (ISS) oder Orion.

**Modul:** Abtrennbare, eigenständige Einheit eines Raumfahrzeugs.

**Antriebskraft:** Kraft zur Beförderung des Raumfahrzeugs in den Weltraum.



## Deine Ergebnisse

Material	Schaue und fühle!
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminium (6061)	

4. Begründe die vorgenommene Sortierung.

---

---

5. Schlage Versuche vor, die man durchführen kann, um die Materialien miteinander zu vergleichen.

---

---

---

---

---

## Zusammenfassung

Verfasse ein erstes Fazit zur Vielfältigkeit der Materialien.

---

# → ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

Das Material, welches um die Elektronik herum verwendet wird, sollte ein guter elektrischer **Leiter\*** sein, damit die elektrische Ladung abgeleitet werden kann, welche sonst Schäden an den Komponenten verursachen könnte.

## Schon gewusst?

Das Service Modul von Orion besitzt vier Flügel, die aus Solar Paneelen bestehen. Diese speichern die Energie der Sonne, die dann in Elektrizität umgewandelt wird. Diese Elektrizität wird dann für die Computer und andere Instrumente und Geräte an Bord genutzt. Diese Energie würde ausreichen, um zwei Haushalte mit Strom zu versorgen!



## Materialien

- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien
- 1 Batterie (AA)
- 1 Batteriefassung, verbunden mit einem roten und einem schwarzen Kabel
- 1 Leuchtmittel
- 1 Fassung für das Leuchtmittel
- 2 Verbindungskabel mit Krokodilklemmen

## Aufgabe

1. Baue den Stromkreis auf wie in Abb. A2.
2. Stelle sicher, dass die Lampe aufleuchtet, wenn du die Klemmen an den Kontakten der Lampe befestigst.
3. Du hast nun eine Reihenschaltung gebaut.
4. Ändere nun den Aufbau, sodass er aussieht wie in Abb. A3. Halte die Krokodilklemmen mit einem gewissen Druck auf die Materialien - jedoch nicht so, dass sie beschädigt werden.
5. Teste jeden Würfel der Reihe nach, um zu sehen, ob die Lampe aufleuchtet.
6. Halte deine Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite schriftlich fest.

Ein Material, das Elektrizität weiterleitet, wird als **Leiter\*** bezeichnet. Materialien, die Elektrizität nicht weiterleiten nennt man **Nichtleiter\*** oder Isolatoren.

\***Elektrischer Leiter:** Material, welches den Strom weiterleitet

**Nichtleiter:** Material, welches den Strom nicht weiterleitet, z.B. Holz oder Plastik



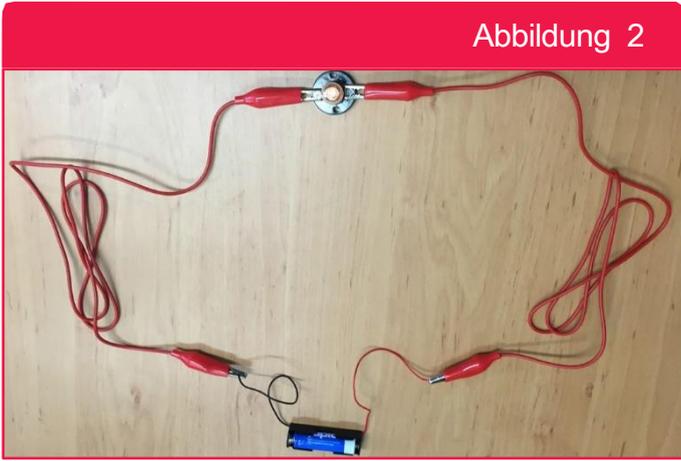


Abbildung 2

↑ Aufbau für die Materialien



Abbildung 3

↑ Aufbau für die Materialien

## Ergebnisse

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

## Fazit

Erkläre, weshalb bei manchen Materialien die Lampe aufleuchtet und bei manchen nicht.

---



---

## → WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Sowohl die Ausrüstung als auch die Crew selbst müssen an Bord eines Raumfahrzeugs wie Orion vor den extremen Temperaturen des Weltraums bewahrt werden. Daher sind Materialien, die mit sehr hohen und niedrigen Temperaturen zurechtkommen, erforderlich. Diese Materialien verfügen für gewöhnlich über eine gute Wärmeleitfähigkeit.

### Schon gewusst?

Das Orion Crew Modul ist der Teil, der für den Wiedereintritt in die Erdatmosphäre entwickelt wurde. Das Modul hat deshalb einen Hitzeschild, um sich vor den **hohen Temperaturen beim Wiedereintritt\*** zu schützen (siehe Bild rechts).



### Materialien

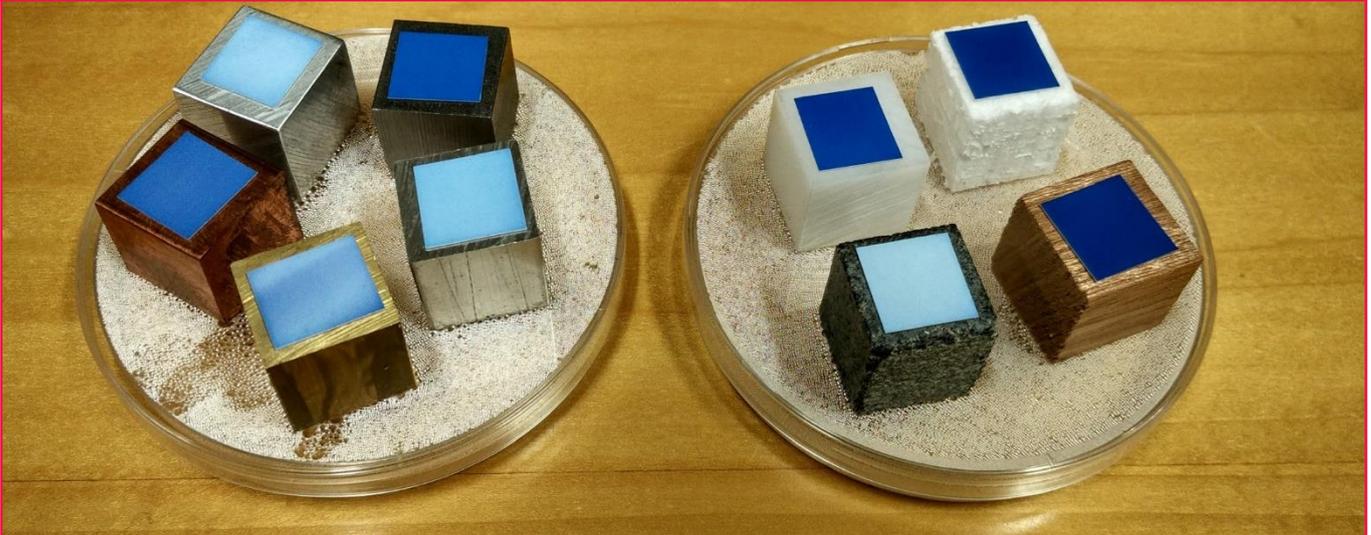
- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien
- 8 Blätter thermochromes Papier, inklusive Deckglas
- 2 Petrischalen
- Heißes Wasser (bereitgestellt durch die Lehrkraft) – Vorsicht! Nicht berühren!

### Aufgabe

1. Lege auf jeden Würfel ein Blatt des thermochromen Papiers (dabei sollte alles Raumtemperatur haben).
2. Deine Lehrerin/dein Lehrer wird die zwei Petrischalen mit heißem Wasser befüllen und mit den Deckeln verschließen.
3. Lege die Würfel auf den Deckel der Schalen, so wie es in Abb. A4 zu sehen ist.
4. Beobachte das Papier sorgfältig und notiere welches zuerst die Farbe verändert.
5. Sortiere die Materialien nach ihrer Wärmeleitfähigkeit: von 1 (leitet die Hitze schnell) zu 9 (leitet die Hitze langsam).
6. Notiere deine Antworten in der Tabelle auf der nächsten Seite.

\***Hitze bei Wiedereintritt:** Hitze, die beim Wiedereintritt eines Raumfahrzeugs in die Erdatmosphäre entsteht; es kommt zu Temperaturen von bis zu 1650°C oder mehr.





↑ Test zur Wärmeleitfähigkeit

## Ergebnisse

Material	Rang (1-9)
 Kupfer	
 Aluminium	
 Messing	
 Stahl	
 Holz	
 Stein	
 Plastik	
 Styropor	
 Aluminiumlegierung (6061)	

## Fazit

Erkläre, welches der Materialien über die beste Wärmeleitfähigkeit verfügt.

---



## → MASSE

Um ein Raumfahrzeug ins Weltall zu befördern, wird eine Menge Treibstoff benötigt, was wiederum sehr viel Geld kostet. Außerdem werden Materialien benötigt, die sehr stark, beständig und leicht sind.

### Schon gewusst?

Das Orion Crew Modul (siehe rechts) ist ein wiedereinsatzbares Transportmittel, welches einen sicheren **Lebensraum\*** für die Crew an Bord bietet. Es ist der einzige Teil des Raumfahrzeugs, der nach jeder Mission zurückkehrt. Es hat eine Masse von ca. 8.500 kg und ist beschichtet mit speziellen Fasern aus Kieselsäure und **Harz\*** in einer **Wabenstruktur\***, die aus Fiberglas und **Phenolharz\*** besteht: nicht gerade alltägliche Materialien!



## Materialien

- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien
- 1 digitale Waage

## Aufgabe

1. Halte einen Würfel nach dem anderen in der Hand, schätze das Gewicht und sortiere sie von leicht (1) nach schwer (9).
2. Nutze nun die digitale Waage und wiege jeden Würfel (in Gramm, bis auf eine Dezimalstelle), so wie es in Abb. A5 zu sehen ist. Lege nun die richtige Reihenfolge fest.
3. Notiere deine Antworten in der Tabelle auf der nächsten Seite.

Abbildung 5



↑ Bestimmung der Masse



## Ergebnisse

Material	Rang (1-9) geschätzt	Masse (g)	Rang (1-9) gewogen
 Kupfer			
 Aluminium			
 Messing			
 Stahl			
 Holz			
 Stein			
 Plastik			
 Styropor			
 Aluminiumlegierung (6061)			

## Fazit

Vergleiche die Reihenfolge nach der Schätzung mit der nach dem Wiegen und finde Gründe für Übereinstimmungen und Unterschiede.

---



---

Diskutiere, welche Materialien aufgrund ihrer Masse gut für ein Raumfahrzeug geeignet wären und warum.

---



---

**\*Raketentreibstoff:** Explosive Ladung für den Raketenantrieb; z.B. flüssiger Sauerstoff oder flüssiger Wasserstoff.

**Lebensraum:** Ort oder Umgebung wo Menschen, Tiere und Pflanzen leben können.

**Harz:** Gelbe oder braune, klebrige Substanz, die von Bäumen stammt und für viele Produkte benötigt wird.

**Wabenstruktur:** Netzwerk von eng angeordneten, hexagonalen Zellen, die eine sehr starke Struktur mit gleichzeitig geringem Gewicht ermöglicht

**Phenolharz:** Sehr starke, synthetische Substanz mit hoher Hitzebeständigkeit.

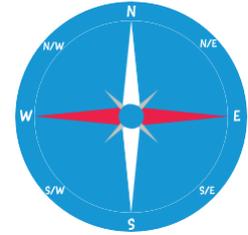


## → MAGNETISMUS

Während des Aufenthalts im Weltraum ist es hilfreich, wenn die Materialien, aus dem das Raumschiff besteht, nicht magnetisch sind. Der Einbau magnetischer Materialien sollte vermieden werden, da sie wichtige Instrumente, wie z.B. den eingebauten Kompass, welcher das Magnetfeld der Erde zur Navigation nutzt, stören können.

### Schon gewusst?

Der Erdkern besteht aus flüssigem Eisen, welches magnetisch ist, weshalb sich die Erde wie ein riesiger Magnet verhält. Dies beeinflusst magnetische Materialien wie z.B. das Metall einer Kompassnadel. Mit Hilfe einer Karte, können wir einen Kompass nutzen, um uns im Freien zurechtzufinden, da der Kompass uns immer nach Norden weist.



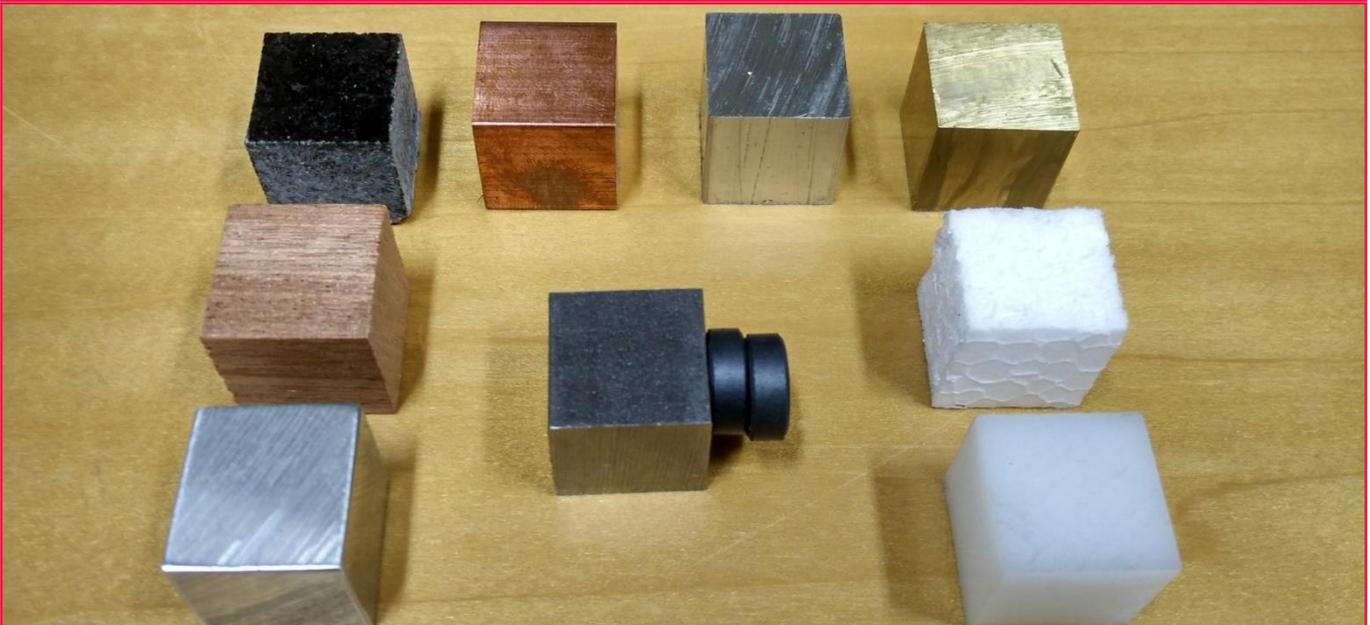
### Materialien

- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien
- 1 Magnet

### Aufgabe

Teste, welche Materialien auf den Magneten reagieren (und somit magnetisch sind) und welche nicht (siehe Abb. A6). Notiere deine Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite.

Abbildung A6



↑ Aufbau für den Magnet Test



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

**Fazit**

Welche Stoffe sind nicht magnetisch? Erkläre, warum sie es nicht sind.

---



---

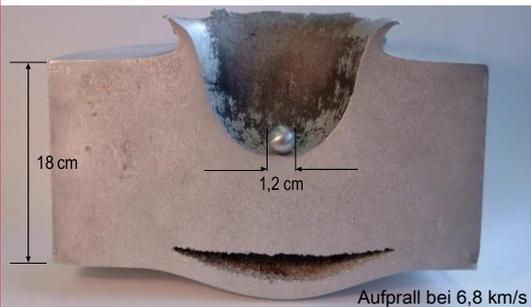


## → WIDERSTANDSFÄHIGKEIT

Raumfahrzeuge wie **Satelliten\*** können von **Weltraummüll\*** durch die hohe Geschwindigkeit beschädigt werden. Benötigt werden robuste Materialien, die einen **Aufprall\*** überstehen. Dir steht eine spezielle Rampe zur Verfügung um den Rückprall der Murmel nach dem Aufprall auf jedes Material zu messen. Je größer der Rückprall, desto geringer ist die Beschädigung am Material.

### Schon gewusst?

Mehr als 500.000 Teile Weltraumschrott, bestehend aus alten Satelliten oder natürlichen Felsen, kreisen um die Erde. Sie können so groß wie eine Murmel oder größer sein. Darüber hinaus gibt es unzählige winzige Teile, die nicht berücksichtigt werden können. Diese stellen eine große Gefahr für Raumfahrzeuge dar, da sie aufgrund der hohen Reisegeschwindigkeit große Schäden verursachen können.



Sieh dir an, was in einem Test passiert ist, bei dem Raumfahrzeug-Material mit hoher Geschwindigkeit getroffen wurde (Abbildung links). Das Orion Service Modul hat eine starke Struktur, die aus vielen Lagen besteht, welche solche Schäden verringern können.

## Materialien

- 1 Set von Würfeln 2 cm x 2 cm x 2 cm aus verschiedenen Materialien
- 1 Rampe
- 1 Murmel

## Aufgabe

1. Setze die Rampe so zusammen, wie es in Abb. 7 dargestellt ist.
2. Setze jeden Würfel einmal an das Ende der Rampe.
3. Stoße die Murmel oben von der Rampe.
4. Miss den Rückprall (in mm), wenn die Murmel den Würfel trifft.

**\*Satelliten:** Objekte, die in den Orbit der Erde oder eines anderen Planeten gebracht wurden, um Messungen und Bilder aufzunehmen, die z.B. der Wissenschaft zur weiteren Erforschung der Erde, Planeten und weiteres dienen.

**Weltraummüll:** Teile von alten Satelliten, benutzte Teile von Raketen, Fragmente von Meteoriten, die alle mit hoher Geschwindigkeit von bis zu 28 000 km/h um die Erde kreisen.

**Aufprall:** Zusammenstoß von Weltraummüll mit Satelliten oder Raumfahrzeugen wie der Internationalen Raumstation, welche durch ihre hohe Reisegeschwindigkeit Kollisionen verursachen kann.

5. Wiederhole dies für jedes Material. Wie bleibt der Test fair?

---

---

---

6. Wiederhole den Test für jeden Würfel dreimal und berechne den Mittelwert.

Abbildung A7



↑ Aufbau Widerstandsfähigkeit

## Deine Ergebnisse

Notiere alle Messungen in der untenstehenden Tabelle. Fülle am Ende die letzte Spalte aus und sortiere die Materialien von groß (1) nach klein (9). Beachte: je größer der Rückschlag, desto geringer die Beschädigung am Material.

Material	Rückschlag (mm)			Mittelwert der Rückschläge =	Rang (1-9)
	A	B	C	$\frac{A+B+C}{3}$	
 Kupfer					
 Aluminium					
 Messing					
 Stahl					
 Holz					
 Stein					
 Plastik					
 Styropor					
 Aluminiumlegierung (6061)					

## Fazit

Beschreibe, welches Material den größten Rückschlag erzielt und warum.

---



---



# DISKUSSION IM KLASSENRAUM

## Welche Materialien sind am besten für ein Raumfahrzeug geeignet?

1. Fülle die Tabelle mit allen Versuchsergebnissen aus.

Material	Sehen und Fühlen	Elektrische	Wärme-	Masse		Magnetis	Widerstandsfähigkeit	
		Leitfähigkeit	leitfähigkeit	(in g)	(Ranking)	mus	(mm)	(Ranking)
		(ja/nein)	(Ranking)					
Kupfer								
Aluminium								
Messing								
Stahl								
Holz								
Stein								
Plastik								
Styropor								
Aluminium- legierung (6061)								

2. Basierend auf den Ergebnissen aus der Tabelle verfasse nun ein umfassendes Fazit, was beschreibt, welches Material am besten für die Bauteile eines Raumfahrzeugs geeignet sind.

---



---



---

