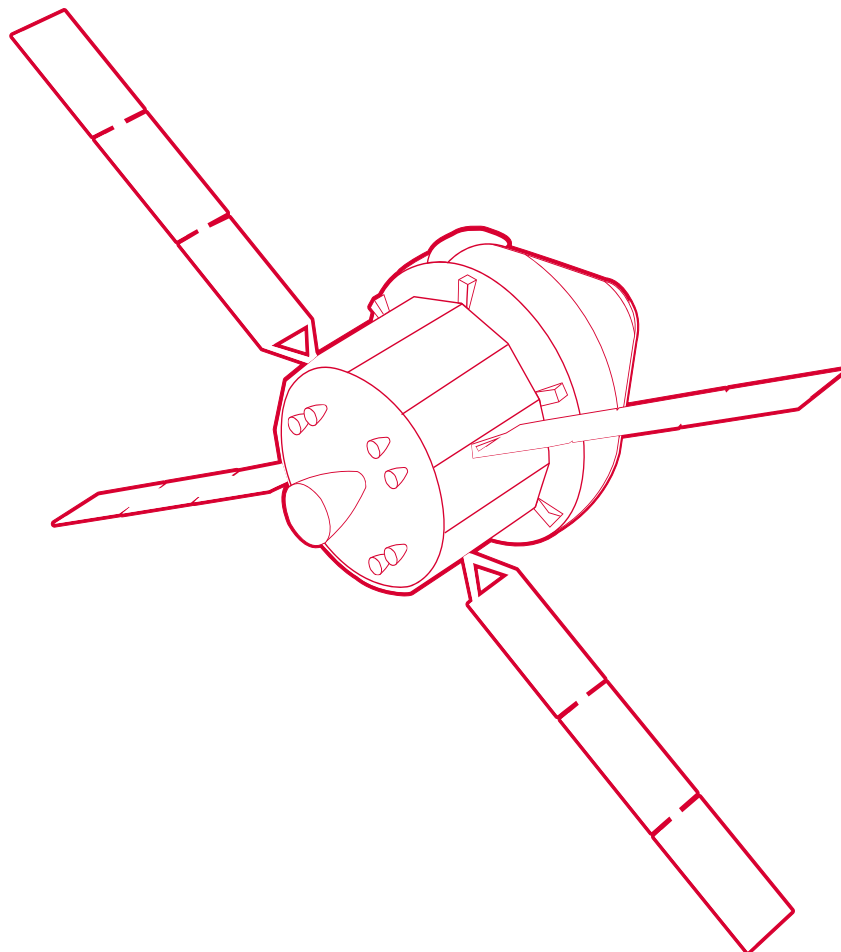


teach with space

→ MATERIALIEN FÜR RAUMFAHRZEUGE

Eigenschaften von Werkstoffen kennenlernen





Die wichtigsten Fakten	Seite 3
Hintergrund zum Arbeitspaket	Seite 4
Übung 1 – elektrische Leitfähigkeit	Seite 5
Übung 2 – Wärmeleitfähigkeit	Seite 6
Übung 3 – Bestimmung der Masse	Seite 7
Übung 4 – Magnetismus	Seite 8
Übung 5 – Aufpralltest	Seite 9
Besprechung in der Klasse	Seite 10
Anhang	Seite 11
Glossar	Seite 11
Links	Seite 12



→ MATERIALIEN FÜR RAUMFAHRZEUGE

Eigenschaften von Werkstoffen kennenlernen



DIE WICHTIGSTEN FAKTEN

Altersgruppe: 8–12 Jahre

Sozialform: Gruppenarbeit

Schwierigkeitsgrad: leicht

Vorbereitungszeit: 30 Minuten Benötigte

Unterrichtszeit: 1–2 Einheiten

Kosten pro Übung: gering (unter 10 Euro)

Ort: innen

Erforderliche Materialien: Computer und Beamer, Smartboard, o.ä.

Kurzfassung

Mit Hilfe dieses ESA Unterrichtsmaterials können die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften verschiedener Werkstoffe erforschen und testen, ganz wie in der Weltraumforschung. Anhand von 9 unterschiedlichen Materialien werden sie ermitteln, welche Eigenschaften am besten für Raumfahrzeuge, wie das Raumschiff Orion, geeignet sind.

Auf der Webseite

(www.esa.int/spacecraft_materials_kit) finden Sie kurze Videoanleitungen zur Vorbereitung dieser Unterrichtseinheit. Ebenso steht der Leitfaden für Lehrer, die Arbeitsblätter für die Schüler, sowie eine PowerPoint-Präsentation dort zur Verfügung. In der PowerPoint-Präsentation wird eine von einem ESA-Wissenschaftler gestellte Videoaufgabe vorgestellt. Die Schüler können dann die Übungen durchführen.

Über die Software „Crazytalk“ werden den Schülerinnen und Schülern Botschaften von Michael Faraday (elektrische Leitfähigkeit), Archimedes (Massebestimmung) und James Joule (Wärmeleitfähigkeit) nähergebracht.

Die Schüler lernen ...

... Materialien aus dem Alltag anhand ihrer Eigenschaften miteinander zu vergleichen: Schlagzähigkeit, Magnetismus, Masse, elektrische und thermische Leitfähigkeit.

Erworbene Kompetenzen

- Vorbereitung von Experimenten zur Beantwortung von Fragen und dem Erkennen und ggf.
- Kontrollieren von wichtigen Faktoren.
- Durchführen von immer genaueren Messungen mithilfe diverser wissenschaftlicher Hilfsmittel.
- Wissen, wann wiederholte Messungen erforderlich sind, und diese durchführen.
- Aufzeichnen von Daten und Ergebnissen mithilfe wissenschaftlicher Protokollierungstechniken.
- Mündliches und schriftliches Wiedergeben und Präsentieren von Versuchsergebnissen.
- Das Erkennen wissenschaftlicher Beweise, um Ideen oder Argumente zu untermauern oder zu entkräften.



→ HINTERGRUND ZUM ARBEITSPAKET

Die Schüler erhalten acht verschiedene Materialien – metallische und nicht metallische – zum Testen und Erforschen. Folgende Materialien stehen zur Verfügung: Holz, Stein, Aluminium, Kupfer, Styropor, Plastik und die Legierungen Messing und Stahl. Alle Materialien liegen in Würfelform, mit Kantenlänge 2 cm vor.

Eine Legierung ist eine Mischung aus mindestens zwei Elementen, von denen eines ein Metall ist. So ist Messing etwa eine Legierung aus Kupfer und Zink, Stahl wiederum besteht aus Eisen vermischt mit Kohlenstoff. Das Set enthält auch ein spezielles neuntes Material, eine Legierung namens Al6061. Diese wird tatsächlich in der Raumfahrt verwendet, und zwar für Elektrotechnikgehäuse und Spiegel. Dieser Würfel ist bei Bedarf nacheinander an jede Gruppe zu vergeben.

Da Legierungen den Schülern möglicherweise noch nicht bekannt sind, stellt dies eine zusätzliche Herausforderung für sie dar. Mit diesem Arbeitspaket können Schüler anhand der nachstehend erklärten Tests herausfinden, welche Eigenschaften jedes einzelne Material hat. Die Reihenfolge der Tests ist dabei unerheblich. Anschließend haben die Schüler die Gelegenheit, zu begründen, welche Materialien für die verschiedenen Bestandteile eines Raumfahrzeugs wie Orion am besten geeignet wären. Im Anhang finden Sie nützliche Links zu dieser Raumsonde und der Mission.

Ermittelt werden die Masse, die magnetische Anziehungskraft, die Festigkeit sowie die elektrische Leitfähigkeit und die Wärmeleitfähigkeit. Hier finden Sie detaillierte Erläuterungen zur Vorbereitung und Durchführung der Tests:

- PowerPoint-Präsentation zu „Unterricht im Weltraum | Materialien für Raumfahrzeuge“, PRO7c
- Video VPRO7a zu „Unterricht im Weltraum | Materialien für Raumfahrzeuge“: zeigt ihnen den praktischen Ablauf der einzelnen Stationen (Video in Englisch)

Erklären Sie Ihren Schülern vor Beginn der Einheit deren Zweck. Zeigen Sie ihnen dazu das Video VPRO7b, in dem ein ESA-Wissenschaftler ihnen Aufgaben als Herausforderung stellt. Außerdem können Sie mit den Schülern besprechen, welche Eigenschaften Raumfahrtmaterialien haben sollten. Alternativ können Sie die Schüler auch erst die Experimente durchführen und eigene Schlussfolgerungen über ideale Raumfahrtmaterialien ziehen lassen.

Empfohlen wird, die Tische mit Papier oder Karton abzudecken, um Beschädigungen durch die harten Würfel zu vermeiden. Die offenen Drahtenden können nach einiger Zeit ausfransen, zwirbeln Sie sie in diesem Fall einfach wieder zusammen.

→ AUSSEHEN UND BESCHAFFENHEIT VON

WERKSTOFFEN ENTDECKEN!

Teilen Sie zunächst die Arbeitsblätter aus („Unterricht im Weltraum | Materialien für Raumfahrzeuge“, PRO7b) und teilen Sie die Schüler in Gruppen ein. Ermitteln Sie dann den Wissensstand der Schüler hinsichtlich Metallen und Nichtmetallen sowie ihre Vorstellungen, welche Materialien für einen bestimmten Zweck geeignet oder ungeeignet sind. Beispiele: Warum bestehen Autos in der Regel hauptsächlich aus Metall, besitzen aber auch Kunststoffelemente? Warum können Löffel aus Plastik oder Metall sein, aber nicht aus Glas?

VERSUCHSMATERIAL

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

Übung

1. Fordern Sie die Schüler auf, die Materialien nach Aussehen und Beschaffenheit zu gruppieren, und lassen Sie sie ihre Wahl begründen. Die Schüler können die Antworten auf ihren Arbeitsblättern notieren.
2. Zur Beschreibung des Aussehens und der Beschaffenheit der Werkstoffe sollten die Schüler einen wissenschaftlichen Wortschatz verwenden (z.B. schwer/leicht, rau/glatt, warm/kalt, glänzend/ matt).
3. Fragen Sie die Schüler nach Vorschlägen für Tests, mit denen sie die Werkstoffe vergleichen können, und nach den dafür benötigten Materialien und Instrumenten.



→ ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

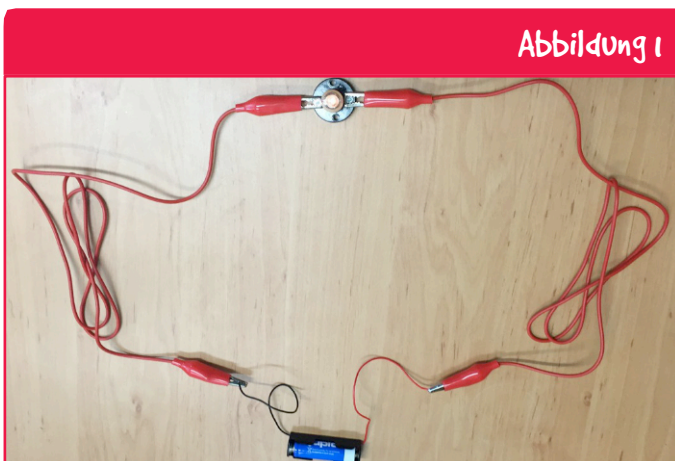
Die Schüler sollen überprüfen, welche der bereitgestellten Materialien elektrische Leiter und welche Nichtleiter sind. Dazu sollten sie die wissenschaftlichen Vokabeln „Leiter“, „Nichtleiter“, „Reihenschaltung“, „Stromkreis“ usw. kennen und verwenden. Bei dem Test integrieren sie jedes Material in einen Stromkreis und beobachten, ob die Glühbirne leuchtet oder nicht (Abb. 1 und 2). Die Krokodilklemmen müssen fest am Material anliegen, dürfen aber nicht angeklemt sein, um es nicht zu beschädigen. Die jeweilige Helligkeit der in Reihe geschalteten Glühlampe weist auf die Stromstärke hin.

VERSUCHSMATERIAL

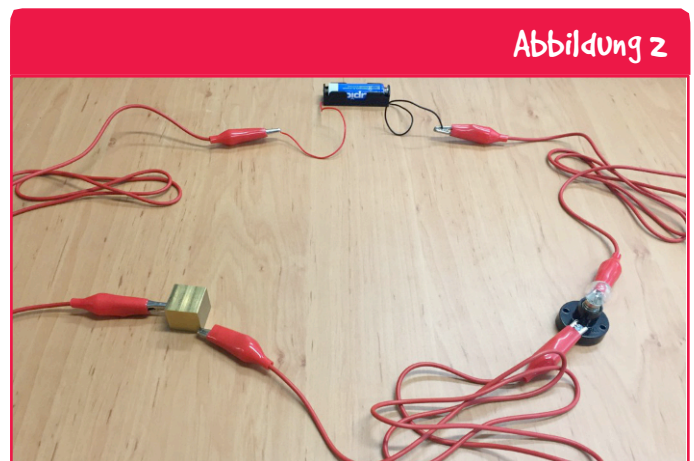
- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Batterie (AA)
- 1 Batteriehälter
- 1 Glühlampe
- 1 Glühlampenfassung
- 2 Anschlussleitungen mit Krokodilklemmen

Übung

1. Die Schüler notieren ihre Ergebnisse und sortieren Sie in die Gruppe der Leiter bzw. Nichtleiter.
2. Besprechen Sie mit ihnen, welche der getesteten Materialien für die Raumfahrt geeignet wären und wo sich diese Eigenschaft als nützlich erweisen kann.



↑ Versuchsaufbau, um zu prüfen, ob die Lampe leuchtet



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

→ WÄRMELEITFÄHIGKEIT

Bei dieser Übung sollen die Schüler mithilfe von Thermochrompapier herausfinden, welche Materialien Wärme gut leiten. (Hinweis: Je nach Papiertyp zeigen sich andere Farbänderungen, siehe Demovideo. Das im Arbeitspaket enthaltene Thermochrompapier verfärbt sich bei Wärmeeinwirkung schnell von blau zu weiß.)

Besprechen Sie in der Klasse, wann Wärmeleitfähigkeit besonders wichtig ist, zum Beispiel, um die Temperatur im Mannschaftsmodul der Orion im All auf einem angenehmen Niveau zu halten.

VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 8 quadratische Ausschnitte aus Thermochrompapier sowie Deckgläser (Seitenlänge ca. 1,5 cm)
- 2 Petrischalen
- Heißes Wasser (100° C) aus dem Wasserkocher

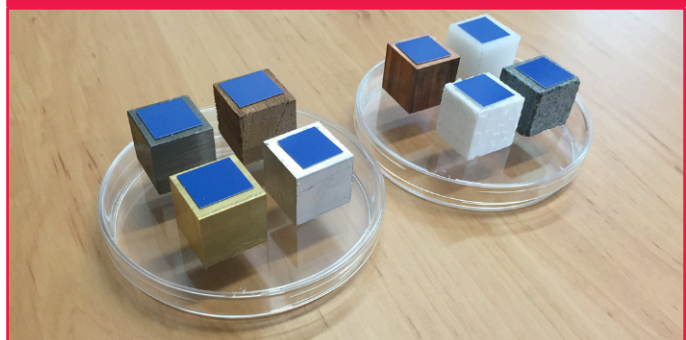
Übung

1. Ein Quadrat des Thermochrompapiers auf jeden Würfel, der getestet werden soll (immer bei Raumtemperatur), legen.
2. Petrischalen mit heißem Wasser befüllen und mit ihren Deckeln verschließen
3. Die Würfel vorsichtig auf die verschlossenen Petrischalen legen (siehe Abb.3)
4. Die Schüler sollen beobachten, wie schnell sich die Farbe der einzelnen Papierquadrate ändert, sobald die Würfel auf den verschlossenen Petrischalen liegen. Dabei ist die Geduld der Schüler gefordert.
5. Anschließend sollen sie die Materialien nach ihrer Wärmeleitfähigkeit sortieren, angefangen bei den Würfeln, die am schnellsten Wärme leiten (1) bis hin zu denen, die sie am langsamsten leiten (9).
6. Sie dürfen den Test wiederholen, um ihre Reihenfolge zu überprüfen. Alternativ dazu können sie aus den Klassenergebnissen einen Mittelwert bilden.
7. Die Schüler notieren ihre Beobachtungen im Arbeitsblatt.

Sicherheitshinweis

Da bei dieser Übung ein Wasserkocher und heißes Wasser zum Einsatz kommen, sollte dieser Schritt ausschließlich vom Lehrpersonal ausgeführt werden.

Abbildung 3



↑ Versuchsaufbau zum Nachweis der Wärmeleitfähigkeit



→ BESTIMMUNG DER MASSE

Die Schüler sollen die Masse der einzelnen Materialien vergleichen. Dazu können sie die Würfel in der Hand wiegen und nach ihrem geschätzten Gewicht ordnen – von „am leichtesten“ bis „am schwersten“. Danach sollen sie das Gewicht in Gramm mit der bereitgestellten Digitalwaage auf eine Nachkommastelle genau ermitteln.

VERSUCHSMATERIAL

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

Übung

1. Fordern Sie die Schüler auf, die Würfel einzeln in der Hand zu wiegen und nach ihrem geschätzten Gewicht einzuordnen – von „am leichtesten“ (1) bis „am schwersten“ (9). Die Reihenfolge können sie auf dem Arbeitsblatt notieren.
2. Fordern Sie die Schüler auf, jeden Würfel auf der Digitalwaage zu wiegen und die Masse, gerundet auf die erste Nachkommastelle (Abb. 4), auf dem Arbeitsblatt zu notieren.
3. Danach sollen sie schätzen, ob die Reihengfolge des „gefühlten“ Gewichts mit der gewogenen Masse übereinstimmt oder nicht, und welche Gründe es dafür geben könnte.
4. Besprechen Sie in der Klasse, welche dieser Materialien am besten für den Bau eines Raumfahrzeugs geeignet sind und weshalb.

Abbildung 4



↑ Versuchsaufbau zur Bestimmung der Masse

→ MAGNETISMUS

Die Schüler erhalten einen Magneten, mit dem sie prüfen können, welche der Materialien magnetisch sind. Möglicherweise wissen sie bereits, dass es sich bei magnetischem Material immer um Metall handelt, das Eisen enthält.

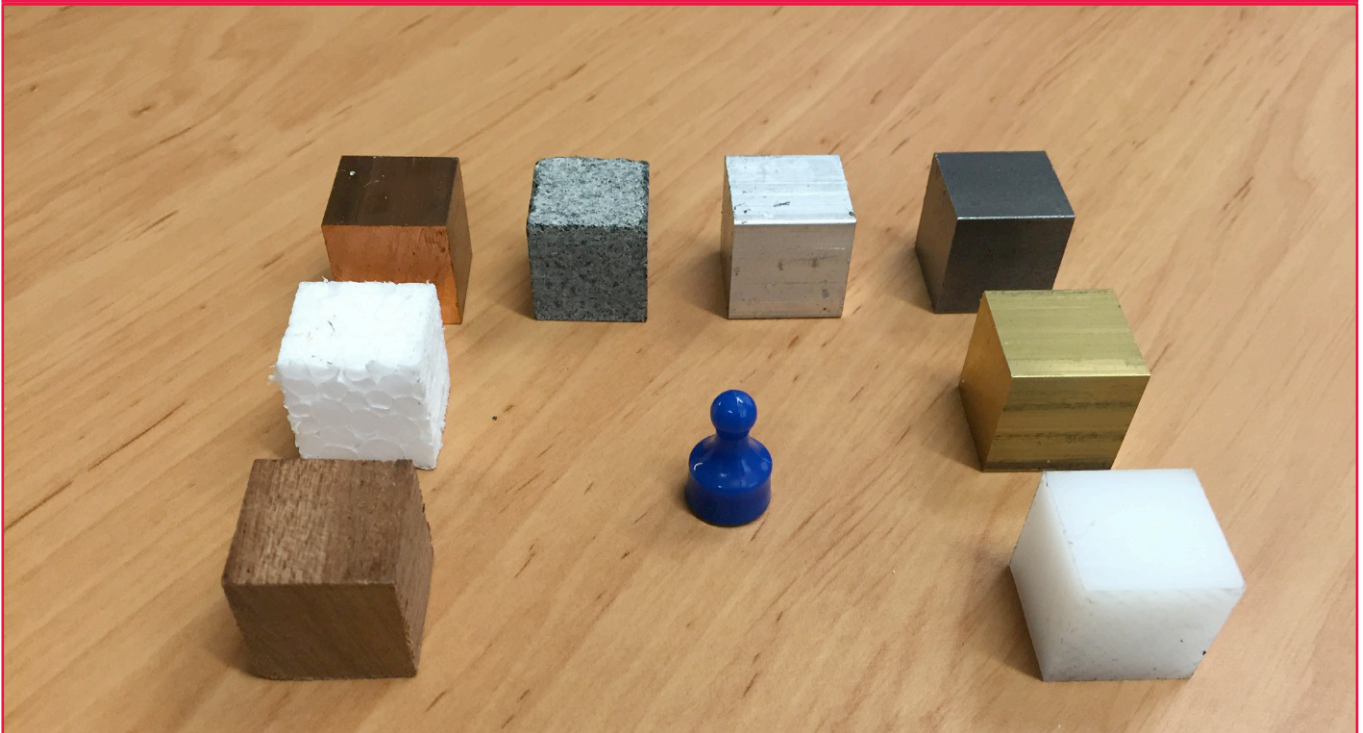
VERSUCHSMATERIAL

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

Übung

1. Mithilfe des bereitgestellten Magneten sollen die Schüler jedes einzelne Material nacheinander testen und notieren, welches magnetisch ist und welches nicht (Abb. 5).
2. Nach dem Experiment sollen sie die Ergebnisse in das Arbeitsblatt übertragen und die getesteten Materialien vorschlagen, die am besten zur Verwendung in einem Raumfahrzeug geeignet sind.
3. Im Arbeitsblatt können sie sie als magnetisch oder nicht magnetisch kennzeichnen.
4. Besprechen Sie in der Klasse, welche Materialien magnetisch sind und wieso.

Abbildung 5



↑ Versuchsaufbau zum Testen der magnetischen Anziehungskraft



→ AUFPRALLTEST

Die Schüler lernen dabei, dass die Murmel weiter zurückprallt, wenn das Material härter und damit weniger anfällig für Beschädigungen beim Aufprall ist. Materialien mit kürzerem Rückprallweg werden nach dem Aufprall größere Beschädigungen aufweisen. Sie sollen mit diesem Experiment herausfinden, welches der Materialien einen Einschlag am besten widersteht, nämlich jenes, dass den größten Rückprall aufweist.

Bei dieser Übung lernen die Schüler, einen Test unter gleichmäßigen Bedingungen durchzuführen, indem sie darüber nachdenken, mit welchem Druck und von welcher Position sie die Murmel auf der Rampe anstoßen. Es steht ihnen frei, mehrere Messungen durchzuführen, um den durchschnittlichen Rückprallweg auf der Rampe zu berechnen.

VERSUCHSMATERIAL

- 1 Satz Würfel, 2 cm x 2 cm x 2 cm, aus unterschiedlichen Werkstoffen
- 1 Rampenbausatz (zum Zusammensetzen durch das Lehrpersonal oder die Schülergruppen selbst)
- 1 Murmel

Übung

1. Die Schüler sollen den Aufpralltest mithilfe der bereitgestellten Rampe bei jedem einzelnen Materialwürfel durchführen (Abb. 6) und die Messergebnisse im Arbeitsblatt notieren.
2. Die Materialien können auf einer Skala von 1 (maximaler Rückprall) bis 9 (minimaler Rückprall) eingeordnet werden.
3. Besprechen Sie in der Klasse, welches Material den weitesten Rückprall erzeugt und wie diese Eigenschaft in der Raumfahrt von Nutzen sein könnte.

Abbildung 6



↑ Versuchsaufbau zum Ermitteln der Schlagzähigkeit



→ BESPRECHUNG IN DER KLASSE

Welche Materialien eignen sich wohl am besten für ein Raumfahrzeug?

Bei dieser Übung sollen die Schüler mit Ihrer Unterstützung die nachstehende Tabelle zur Präsentation ihrer Ergebnisse wie dargestellt ausfüllen. Regen Sie eine Diskussion über die verschiedenen Bestandteile eines Raumfahrzeugs und die für den jeweiligen Zweck am besten geeigneten Materialien an und geben Sie den Schülern dabei Struktur und Anleitung. Lassen Sie sie ihre Entscheidungen im Arbeitsblatt schriftlich begründen.

Nachstehend finden Sie einige typische Ergebnisse für die Tests (nur als Referenz; die Messergebnisse Können je nach Arbeitspaket und Waage abweichen).

Material	Aussehen Und Beschaffenheit	Elektrische Leitfähigkeit	Wärmeleitfähigkeit	Massebestimmung (g)		Magnetismus (ja/nein)	Messung des Rückprall	
				(g)	(Rangfolge)		(mm)	(Rangfolge)
Kupfer	glänzend, kalt, schwer	Ja	5	71	9	Nein	100	5
Aluminium	glänzend, kalt, leicht	Ja	2	22	4	Nein	30	7
Messing	glänzend, kalt, schwer	Ja	4	67	8	Nein	170	2
Stahl	glänzend, kalt, schwer	Ja	6	61	7	Ja	150	3
Holz	matt, warm, leicht	Nein	9	5-8	2	Nein	10	8
Stein	matt, kalt, recht schwer	Nein	3	24	6	Nein	80	5
Plastik	matt, kalt, leicht	Nein	7	7.6	3	Nein	0	9
Styropor	matt, warm, leicht	Nein	8	0,1	1	Nein	210	1
Aluminium-legierung (6061)	glänzend, kalt, recht leicht	Ja	1	23	5	Nein	40	6



→ ANHANG

Glossar der Begriffe im Arbeitsblatt

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

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

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

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

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

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

Modul: abkoppelbare, eigenständige Einheit eines Raumfahrzeugs

Phenolharzkunststoff: sehr stabiler künstlicher Stoff mit hoher Hitzebeständigkeit
Schubkraft: Kraft, die ein Raumfahrzeug in das Weltall befördert

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

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

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.

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

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



Links

Die orion-Mission

Die Raumsonde „Orion“:

www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Orion/What_is_Orion

Komponenten von Orion:

www.esa.int/spaceinimages/Images/2015/11/Orion_spacecraft_exploded_view

Die Orion-Mission

www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Orion/Exploration_Mission_1

ESA-Ressourcen

ESA-Ressourcen für den Unterricht:

www.esa.int/Education/Classroom_resources

ESA Kids-Startseite:

www.esa.int/esaKIDSen

Paxi Fun Book:

<http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/PaxiFunBook>



Teach with space - Materialien für Raumfahrzeuge | PR07a
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