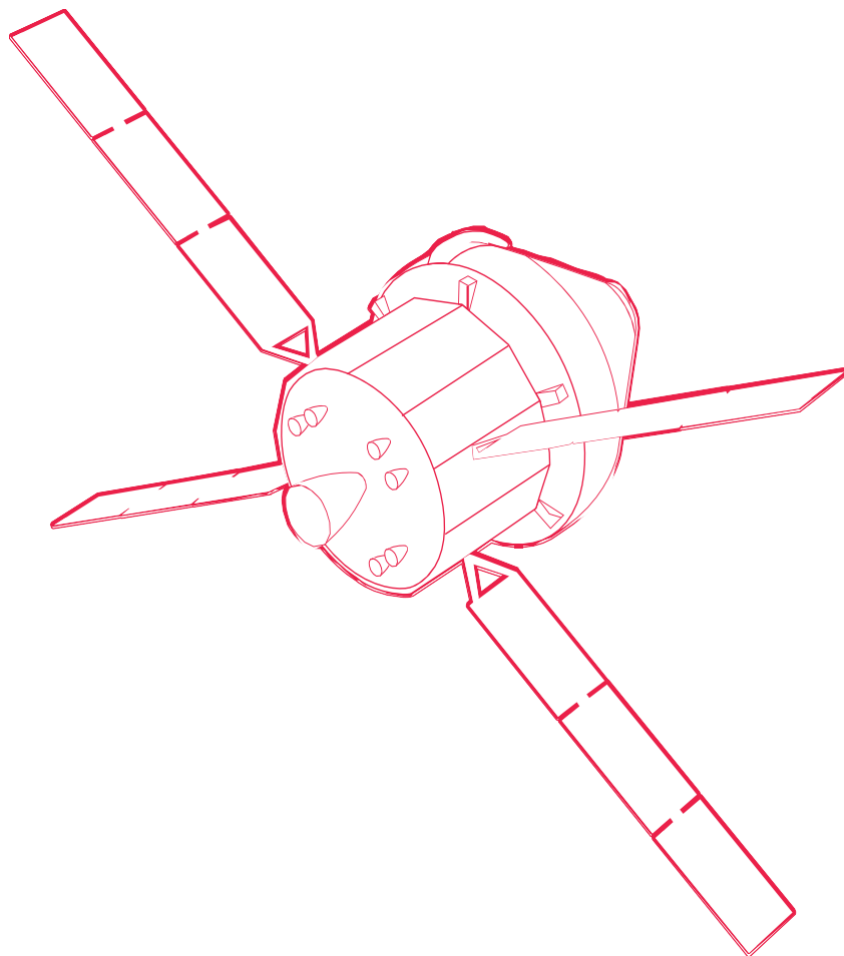


# Unterrichten mit Raum

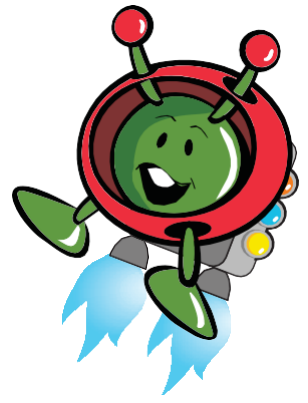
## → MATERIALSATZ FÜR RAUMFAHRZEUGE – SPIELEN MIT DEM LICHT

*Entdecken der Lichtreflexionseigenschaften von Materialien*





<b>In Kürze</b>	<b>Seite 3</b>
<b>Allgemeine Informationen zum Kit</b>	<b>Seite 4</b>
<b>Erkundung von Materialien: Sehen und fühlen!</b>	<b>Seite 5</b>
<b>Reflexion von Licht</b>	<b>Seite 6</b>
<b>Diskussion in der Klasse</b>	<b>Seite 9</b>
<b>Quiz</b>	<b>Seite 10</b>
	<b>Seite 13</b>



# → MATERIALSATZ FÜR RAUMFAHRZEUGE

Entdecken der lichtreflektierenden Eigenschaften von Materialien

## Übersicht

**Altersgruppe:** 10-12 Jahre

**Typ:** Gruppenaktivität

**Komplexität:** einfach

**Erforderliche Unterrichtsdauer:** 1 bis 2 Stunden

**Kosten pro Aktivität:** gering (weniger als 10 Euro)

**Ort:** Innen (beliebiges Klassenzimmer)

**Beinhaltet die Nutzung von :** Material, das von ESERO kostenlos zur Verfügung gestellt wird

## Große Linien

Das ESA-Raumschiff-Materialpaket für Grundschulen ist eine nützliche Ressource, die von den Schülern genutzt werden kann, um eine Reihe von Materialien zum Thema Weltraum zu untersuchen.

Mithilfe einer Reihe verschiedener Materialien wollen sie herausfinden, welche Eigenschaften am besten für die Teile eines Weltraumteleskops wie den Solar Orbiter geeignet sind.

Diese Erweiterung konzentriert sich auf die lichtreflektierenden Eigenschaften dieser Materialien, eine Eigenschaft, die für Satelliten nützlich ist, die versuchen, möglichst viel Licht von den Sternen einzufangen.

## Die Schülerinnen und Schüler

Alltagsmaterialien auf der Grundlage ihrer lichtreflektierenden Eigenschaften vergleichen und gruppieren.

## Die Schüler werden sich

- Wie können Experimente zur Beantwortung von Fragen geplant werden, einschließlich der Erkennung und ggf. Kontrolle von Variablen?
- Wie man genaue Messungen des Lichts vornimmt
- Wie man wiederholte Messungen vornimmt, wenn dies angemessen ist
- Wie können Daten und Ergebnisse mithilfe von Instrumenten der Wissenschaftskommunikation festgehalten werden?
- Wie berichtet und präsentiert man die Ergebnisse von Experimenten in mündlicher und schriftlicher Form?
- Wie identifiziert man wissenschaftliche Beweise, die zur Unterstützung oder Widerlegung von Ideen oder Argumenten verwendet werden können?

## → KIT-KONTEXT

Die Schülerinnen und Schüler können zehn verschiedene Materialien testen und erforschen. Dabei handelt es sich um eine Mischung aus Metallen und Nichtmetallen. Jedes Material ist ein 2 cm x 2 cm x 2 cm großer Würfel, der aus einem der folgenden Materialien besteht:

Aluminium	Polystyrol
Aluminium mit <b>Gold</b> auf einer Seite	Stein
Aluminium mit <b>Superblack</b> auf einer Seite	Pierre
Messing	Stahl
Kupfer	Holz

Eine Legierung ist eine Mischung aus zwei oder mehr Elementen, von denen eines ein Metall ist. Messing ist eine Legierung aus Kupfer und Zink, und Stahl ist eine Mischung aus Eisen und Kohlenstoff.

Da Legierungen nicht unbedingt vertraute Materialien sind, stellt dies eine zusätzliche Herausforderung für die Schülerinnen und Schüler dar.

Ein **superschwaches Material** ist ein Material, das nahezu das gesamte einfallende Licht absorbieren kann.

Die optische Beobachtung aus dem Weltraum erfordert die Kontrolle zahlreicher optischer Parameter, um die Qualität der Bilder zu gewährleisten. Unter diesen Parametern ist das Streulicht ein wichtiger Faktor für die optische Leistung des Instruments. Die Unterdrückung von Streulicht ist bei den meisten Weltraumteleskopen aufgrund der Anwesenheit von Lichtquellen wie der Sonne, der Erde oder dem Mond sehr streng.

Für Anwendungen in der Raumfahrt stehen eine Reihe von Schwarzbeschichtungslösungen zur Verfügung, auch wenn Lackierungen und Eloxieren die am weitesten verbreiteten Technologien sind. Obwohl sie im Allgemeinen leicht zu verarbeiten sind, können Farben teuer sein und einige Nachteile mit sich bringen, wie z. B. die gleichmäßige Dicke bei kleinen Teilen mit scharfen Kanten.

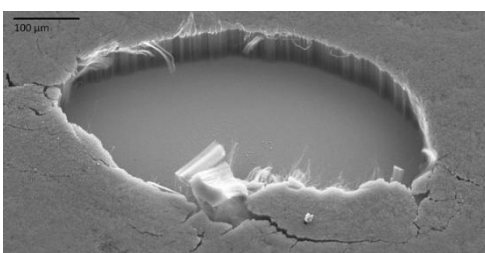
Unter den schwarzen Farblösungen können die besten eine Lichtabsorption von mehr als 98,5% erreichen.

Der Weltrekord in diffuser Absorption stammt jedoch von einem chemischen Dampf, der in Form von Schichten aus Kohlenstoffnanoröhren (CNT) aufgebracht wurde.

CNT-based composite



Substrate



Diese CNTs sind Röhren, die aus Kohlenstoffatomen bestehen, deren Durchmesser in der Regel in Nanometern gemessen wird. Diese auf Aluminium aufgetragenen Schichten sind in der Lage, 99,5 % des einfallenden Lichts zu absorbieren.

## → MATERIALIEN ERFORSCHEN: ANSCHAUEN UND NACHFÜHLEN!

Verteilen Sie zunächst die Arbeitsblätter an die Schüler und teilen Sie sie in Gruppen ein. Untersuchen Sie dann das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler über Metalle und Nichtmetalle und die vorgefassten Meinungen darüber, warum bestimmte Materialien für bestimmte Dinge geeignet sind und für andere nicht. Beispiele: Warum ein Auto normalerweise aus Metall besteht, einige Teile aber auch aus Kunststoff; warum Löffel aus Kunststoff und Metall, aber nicht aus Glas sein können.

### Ausstattung

- 1 Satz 2 cm x 2 cm x 2 cm große Würfel aus unterschiedlichen Materialien pro Gruppe

### Übung

1. Bitten Sie die Schülerinnen und Schüler, die Materialien nach Aussehen und Gefühl zu gruppieren und zu begründen, warum sie die Gruppen so organisiert haben, wie sie es getan haben. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Antworten auf dem Arbeitsblatt notieren.
2. Die Schülerinnen und Schüler sollen wissenschaftliches Vokabular verwenden, um Materialien nach ihrem Aussehen und ihrer Haptik zu beschreiben (z. B. schwer/leicht, rau/glatt, warm/kalt anzufassen, glänzend/matt).
3. Bitten Sie die Schülerinnen und Schüler, Tests vorzuschlagen, die sie zum Vergleich der Materialien durchführen könnten. Fragen Sie sie, welche Materialien und Instrumente sie für die Durchführung dieser Tests benötigen würden.





## → LICHTREFLEXION

Die Schülerinnen und Schüler testen, welche der bereitgestellten Materialien am besten geeignet sind, um das Licht zu reflektieren.

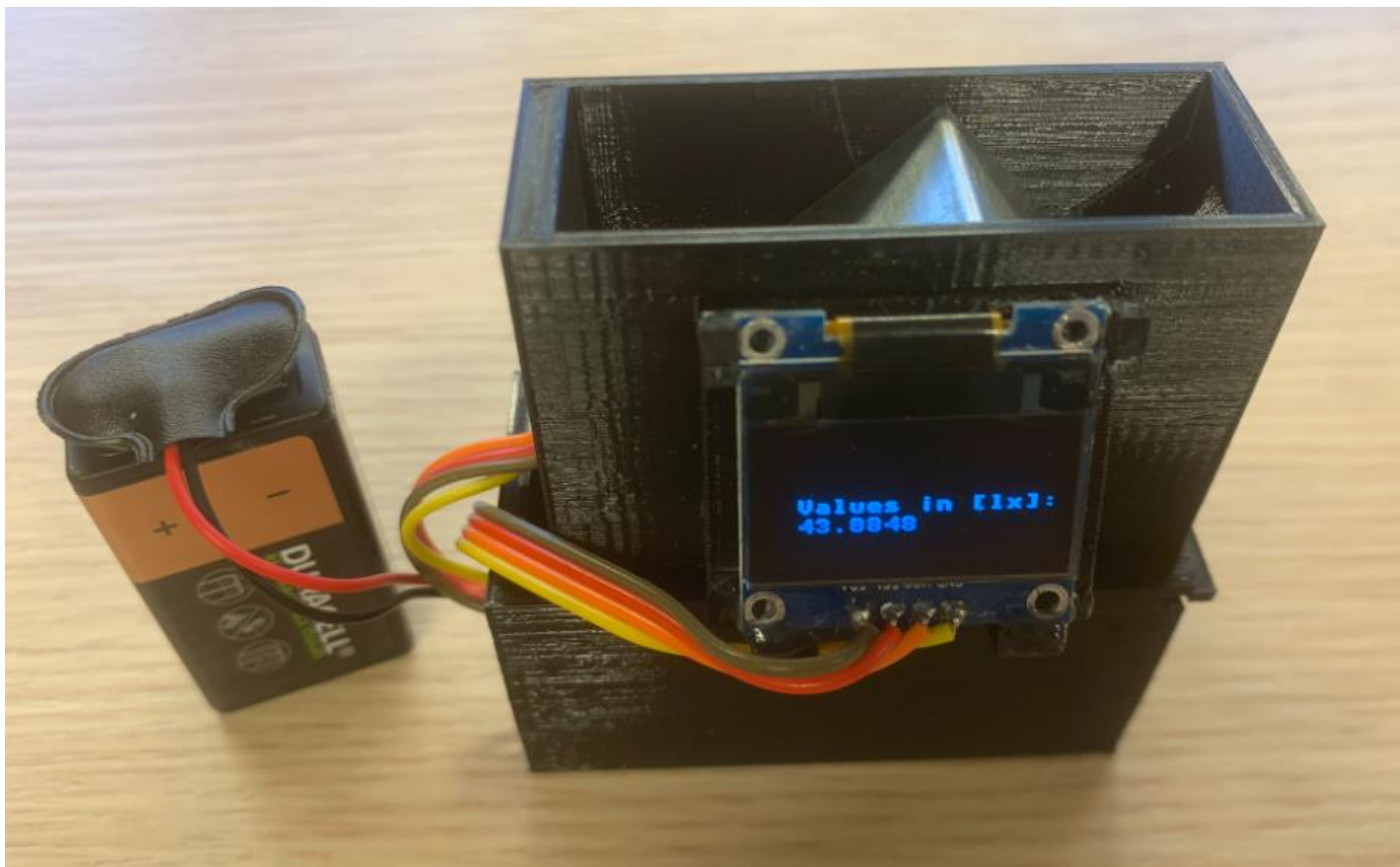
Sie testen jeden Würfel in der Dunkelkammer und beobachten, wie viel Licht der Lichtsensor des elektronischen Geräts empfängt.

### Ausstattung

- 1 Satz 2 cm x 2 cm x 2 cm große Würfel aus verschiedenen Materialien
- 1 Batterie (9 Volt)
- 1 Dunkelkammer

### Übung: Das Denkvermögen von Würfeln testen

1. Legen Sie den ersten Würfel in die Dunkelkammer und achten Sie darauf, dass er im 90-Grad-Winkel steht.
2. Schließen Sie die Dunkelkammer wie unten beschrieben an die 9V-Batterie an.
3. Die Schülerinnen und Schüler notieren den Reflexionswert in der Tabelle "Klassendiskussion".
4. Wiederholen Sie den Vorgang mit den anderen Würfeln.  
Achten Sie bei dem Superblack-Würfel darauf, dass Sie die richtige Seite in Richtung des Lichts in der Dunkelkammer platzieren.



[HIER](#)

können Sie sich das Verfahren [als Video](#) ansehen

## → MATERIALIEN UND SATELLITE

Superschwache Materialien werden in Weltraumteleskopen verwendet, um zu verhindern, dass Streulicht die Bilder der Teleskope verunreinigt.

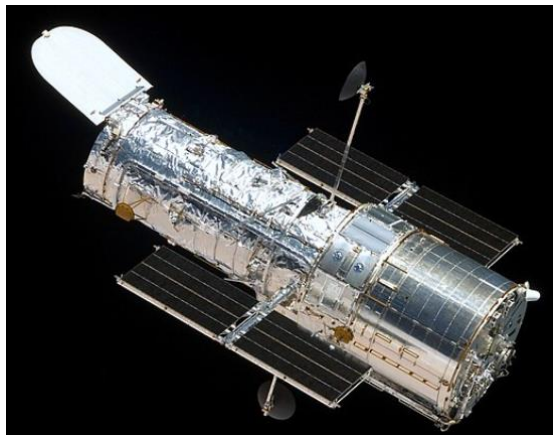
Das Testen von Streulicht und Deflektoren ist ein wichtiger Teil der Entwicklung von Instrumenten für die Bildgebung im Weltraum.

Hier sind einige Beispiele für Weltraumteleskope, die diese Technologie nutzen.

[Solar Orbiter](#) - Beobachtung der Sonne.  
Universums

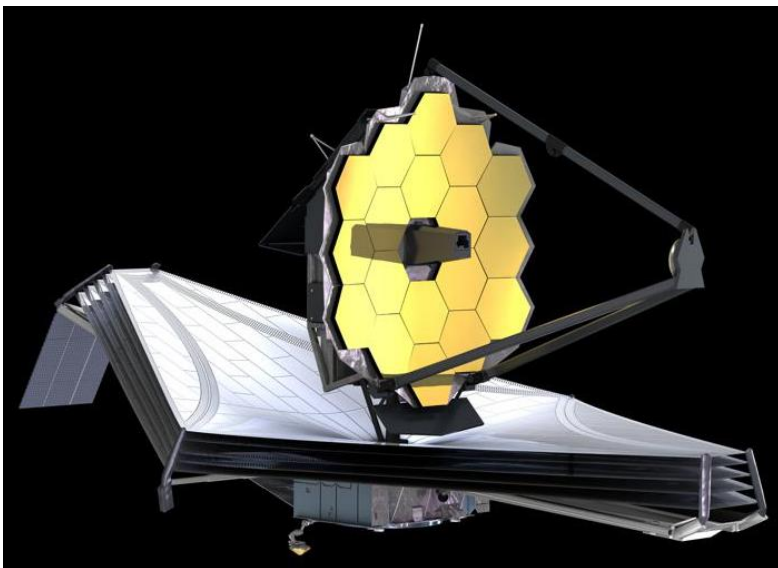


[Hubble-Teleskop](#) - die Erforschung des



Einige Teleskope müssen dagegen so viel Licht wie möglich von den entferntesten Galaxien des Universums auffangen, indem sie Spiegel aus Gold verwenden!

Das [James-Webb-Teleskop](#)



## → KLASSENGESPRÄCH

*Welche Materialien scheinen am besten geeignet zu sein, um Streulicht zu absorbieren?*

Helfen Sie den Schülerinnen und Schülern in dieser Aktivität, die unten stehende Tabelle auszufüllen, in der alle ihre Ergebnisse angezeigt werden können.

- Ordne die Würfel nach ihrer Lichtabsorption.
- Starten Sie eine Diskussion in der Klasse und leiten Sie die Schülerinnen und Schüler an, über die verschiedenen Teile des Teleskops und die für den jeweiligen Zweck am besten geeigneten Materialien nachzudenken.
- Bitten Sie sie, die Gründe für ihre Wahl in das Schülerarbeitsblatt zu schreiben.

Material	Reflexion (lx)	Rang
Aluminium		
Gold		
Aluminium mit Superblack auf einer Seite		
Messing		
Kupfer		
Polystyrol		
Kunststoff		
Pierre		
Stahl		
Holz		



## → QUIZ

### Wo findet man die schwärzesten Stellen im Weltraum?

#### Schwarze Löcher

Schwarze Löcher sind viel massiver als Jupiter.

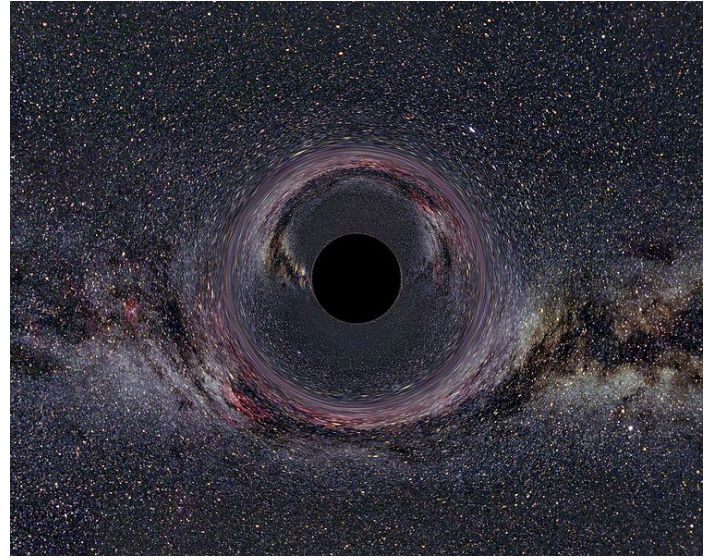
Der Durchmesser eines der größten bislang bekannten Schwarzen Löcher ist 40-mal größer als unser Sonnensystem!

Im Zentrum unserer eigenen Galaxie, der Milchstraße, befindet sich ein schwarzes Loch.

Tatsächlich befinden sich Schwarze Löcher oft im Zentrum von Galaxien.

Tatsächlich entsteht ein Schwarzes Loch, wenn Materie bis zu einem extremen Druck zusammengepresst wird.

Wenn wir genug Energie hätten, um die gesamte Erde in einer Kugel von der Größe eines Tischtennisballs zu konzentrieren, würde sie sich in ein kleines schwarzes Loch verwandeln.



Schwarze Löcher konzentrieren so viel Materie, dass sie alles anziehen und absorbieren können - sogar Licht!

## Blitzlicht des Urknalls

Vor 13,6 Milliarden Jahren, zu Beginn unseres Universums, erzeugte seine Expansion einen gewaltigen Lichtblitz, der den gesamten Raum erfüllte.

Heute können wir diesen "Blitz" nicht mehr mit eigenen Augen sehen, aber mit empfindlichen Radioteleskopen können wir diese schwache Reliktstrahlung, die den gesamten Raum erfüllt, immer noch nachweisen.

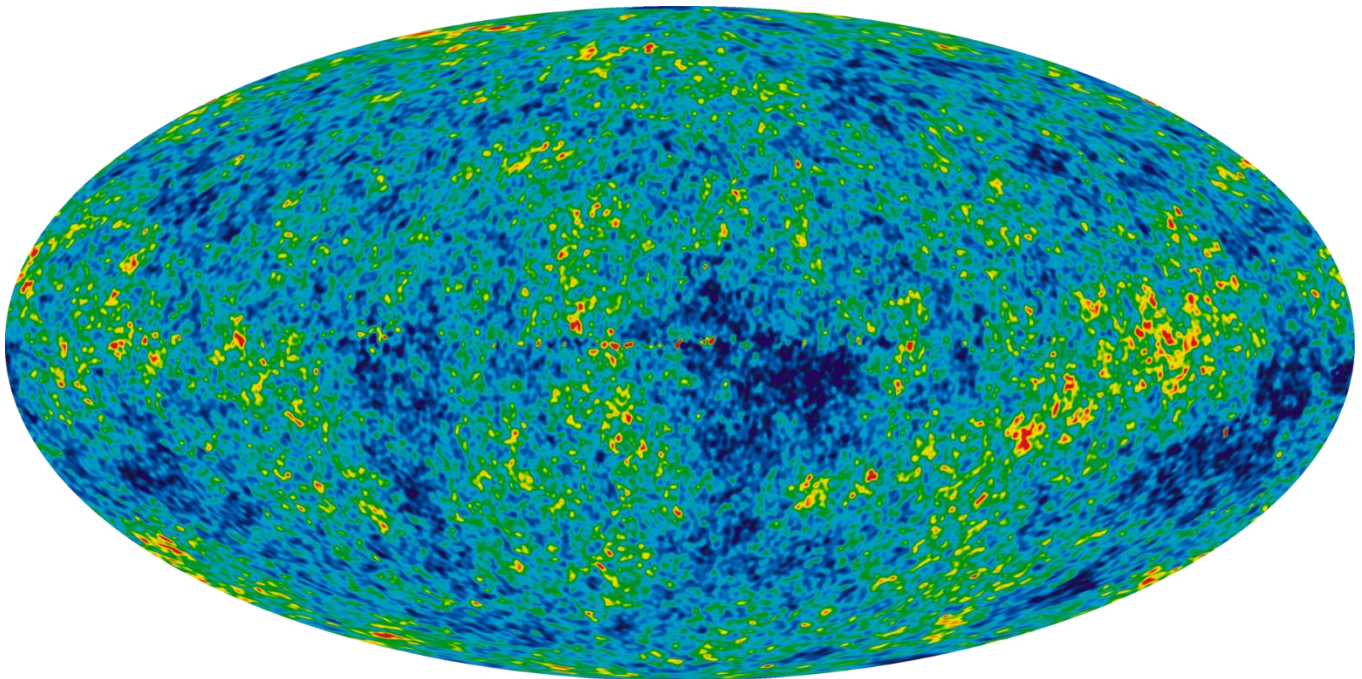
Denn im Weltraum kann nichts schwärzer sein als dieser "Blitz" am Anfang des Universums.

Das folgende Bild, das vom WMAP-Weltraumteleskop aufgenommen wurde, zeigt die kleinen Temperaturschwankungen dieses Blitzes, die über den gesamten Himmel hinweg sichtbar sind.

Die durchschnittliche Blitztemperatur, wie wir sie heute sehen, liegt 2,725 Grad Kelvin über dem absoluten Nullpunkt (der absolute Nullpunkt entspricht  $-273,15\text{ °C}$ ), und die Farben stellen winzige Temperaturschwankungen dar,

wie in einer Wetterkarte.

Die roten Regionen sind wärmer und die blauen Regionen sind um etwa 0,0002 Grad kälter.

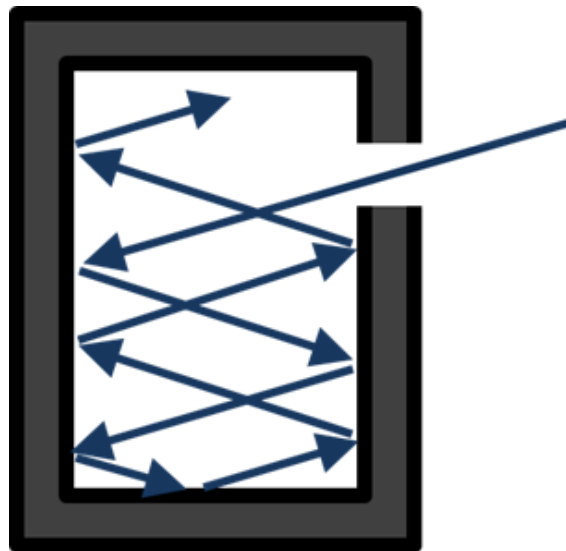


## Abgesehen von Superschwarz: Wo finden Sie die schwärzeste Farbe in Ihrer Umgebung?

Eine Möglichkeit besteht darin, die Dunkelkammer zu verwenden:

- Die Batterie abtrennen
- Entferne den Würfel aus dem Inneren der Kammer, falls es einen gibt.
- Schließen Sie die Dunkelkammer mit dem oberen Deckel
- Achten Sie auf die Farbe des Lochs in der Mitte des Deckels.

Licht, das in dieses Loch eindringt, hat nur eine sehr geringe Chance, es wieder zu verlassen, weshalb es so dunkel erscheint. Das Prinzip des vom luxemburgischen Institut für Wissenschaft und Technologie entwickelten superdunklen Materials ist ähnlich: Das Licht wird im Material gestreut und hat kaum eine Chance, wieder herauszukommen.

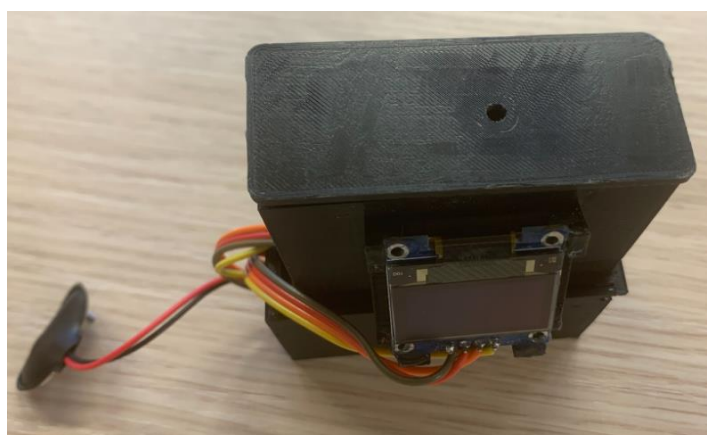


## Wie kann man mit den zur Verfügung stehenden Materialien ein lichtabsorbierendes schwarzes Loch simulieren?

Schließen Sie einfach die Batterie der Dunkelkammer wieder an, ohne Würfel.

Legen Sie den Deckel auf und legen Sie Ihren Finger auf das Loch in der Mitte des Deckels.

Es kann kein Licht entweichen wie bei einem echten Schwarzen Loch.



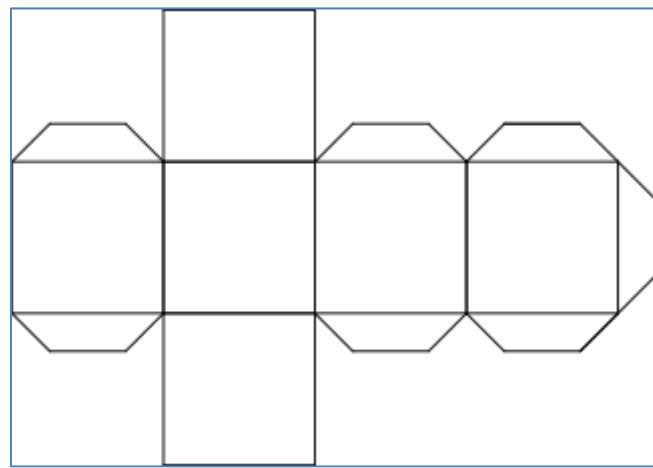
→ TEST MIT EINEM FARBIGEN WÜRFEL

**Ausstattung**

- Dasselbe Material wie in Aktivität 1 plus
- 1 Blatt Pappe
- 1 Schere
- 1 Tube Klebstoff
- Bunt- oder Filzstifte

**Übung 1: Baue deinen eigenen Farbwürfel**

- Schneiden Sie um das unten abgebildete Würfelmodell herum aus.
- Kleben Sie es flach auf das Blatt Karton
- Färbe 1 der 6 quadratischen Flächen des Würfels schwarz ein.
- Färbe 4 der 6 quadratischen Flächen des Würfels mit den Farben deiner Wahl ein.
- Tragen Sie Klebstoff auf die rechteckigen Laschen auf.
- Falten Sie die Kanten des Würfels, um den endgültigen Würfel zu formen.



**Übung 2: Testen Sie, wie viel Licht von den Seiten eines farbigen Würfels reflektiert wird.**

1. Führen Sie dasselbe Verfahren wie in Aktivität 1 durch, um den Reflexionswert der weißen Seite zu testen.
2. Wiederholen Sie den Vorgang mit den anderen fünf farbigen Seiten des Würfels.
3. Vergleichen Sie



## → KLASSENGESPRÄCH

### Welche Farbe scheint am meisten Licht zu absorbieren?

Helfen Sie den Schülerinnen und Schülern in dieser Aktivität, die unten stehende Tabelle auszufüllen, in der alle ihre Ergebnisse angezeigt werden können.

- Ordne die Würfel nach ihrer Lichtabsorption.
- Diskutieren Sie, welche der getesteten Materialien in einem Weltraumteleskop verwendet werden könnten und wo diese Eigenschaft nützlich sein könnte.
- Bitten Sie sie, die Gründe für ihre Wahl in das Schülerarbeitsblatt zu schreiben.

Farbe	Reflexion (lx)	Rang
Weiß		
Rot		
Orange		
Gelb		
Grün		
Blau		
Indigo		
Violett		
Schwarz		



## → APPENDICE

### Glossar der in den Schülerarbeitsblättern verwendeten Begriffe

**(Künstliche) Satelliten:** Objekte, die in eine Umlaufbahn (das ist eine wiederholte Flugbahn) um die Erde oder einen anderen Planeten gebracht werden. Satelliten sollen Messungen und Fotos machen, die z. B. Wissenschaftlern dabei helfen, mehr über die Erde, die Planeten und darüber hinaus zu erfahren.

**Raumschiff:** Ein Fahrzeug, das für Reisen in den Weltraum verwendet wird, z. B. die Internationale Raumstation und das Raumschiff Orion.

**Lux:** Einheit der Beleuchtungsstärke, die den Lichtstrom pro Flächeneinheit misst.

**Kohlenstoffnanoröhrchen:** Ein aus Kohlenstoff bestehendes Röhrchen, dessen Durchmesser in der Regel in Nanometern gemessen wird.

**Schwarzes Loch:** Region im Weltraum, in der die Schwerkraft so stark ist, dass nichts aus ihr entweichen kann.

## Links

### ESA Weltraumteleskope mit superschwarzem Material

- [Solar Orbiter](#)
- [Unterrichtspaket für Grundschulen über das James Webb Telescope](#)

### Institut luxembourgeois des sciences et de la technologie – Superblack Laboratory

<https://www.list.lu/fr/cooperations/secteurs-dactivite/espace/solutions-technologiques/technology/revetements-fonctionnels/>

<https://youtu.be/ZJ4P1pdzcKo?t=154>

### Ressourcen der ESA

Ressourcen für die ESA-Klasse:

[www.esa.int/Education/Classroom\\_resources](http://www.esa.int/Education/Classroom_resources)

ESA-Startseite für Kinder :

[www.esa.int/esaKIDSen](http://www.esa.int/esaKIDSen)

Paxi-Spielbuch:

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

## Kredite

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planet\\_Size\\_Comparison.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planet_Size_Comparison.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black\\_Hole\\_Milkyway.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_Hole_Milkyway.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WMAP\\_2010.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WMAP_2010.png)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black-body\\_realization.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black-body_realization.png)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo\\_17\\_Full\\_Earth\\_photo.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo_17_Full_Earth_photo.jpg)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black\\_hole\\_-\\_Messier\\_87.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Black_hole_-_Messier_87.jpg)

*Unterrichten mit dem Weltraum – Materialsatz für  
Raumschiffe | PRO7c [www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)*

*Von ESERO Luxemburg für die ESA entwickeltes Konzept*

*Das ESA-Bildungsbüro freut sich über Rückmeldungen und  
Kommentare [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int).*

*Eine Produktion von ESA Education  
Copyright © Europäische Weltraumorganisation 2020*