

James-Webb-Weltraumteleskop

Wie man Dinge kalt hält



James-Webb-Weltraumteleskop

Wie man Dinge kalt hält

Kurzbeschreibung

In dieser Aktivität lernen die Kinder, wie das James-Webb-Weltraumteleskop konstruiert wurde, um sich selbst kalt zu halten. Sie erfahren etwas über den Sonnenschutzschild und seine Funktionsweise und erforschen dann, wie sie kalte Dinge kalt halten können, wenn sie Hitze ausgesetzt sind. Es gilt zu untersuchen, was hierfür das beste Material ist und welche Anzahl von Schichten am effektivsten sind.

Eckdaten

Fach: Physik

Jahrgangsstufe: ab 5. Klasse

Typ: Diskussion, selbstständiges Experimentieren

Schwierigkeitsgrad: Mittel

Zeitaufwand: ca. 45 min

Kosten: medium (10-30 Euro)

Ort: Klassenraum (idealerweise Physik- oder Chemieraum)

Materialien: Eiswürfel, (warmes) Wasser, Messbecher, Stoppuhren, Thermometer, Isoliermaterial (z.B. Aluminiumfolie, Pappe, Luftpolsterfolie, Frischhaltefolie, ...)

Schlüsselwörter: Physik, James-Webb-Weltraumteleskop, Wärmeisolation, Wärmeschutz, Infrarotstrahlung

Lernziele

Im Mittelpunkt steht die Erforschung von effektiven Wärmedämmstoffen. Es soll ein grundlegendes Verständnis gewonnen werden, wie das James-Webb-Weltraumteleskop entwickelt wurde, um kalt zu bleiben. Dabei lernen die Kinder wissenschaftliche Fragestellungen in Gruppen zu diskutieren und eigenständig nach kreativen Lösungen zu suchen.

Grundlagen

Eine der Herausforderungen bei der Konstruktion des James-Webb-Weltraumteleskops bestand darin, den Spiegel extrem kalt zu halten (eine Temperatur von -220°C). Der Grund dafür ist, dass der Spiegel in die Tiefen des Weltraums blicken wird, wo es extrem kalt ist. Er soll das Infrarotlicht auffangen, das von fernen Sternen und Galaxien im frühen Universum ausgeht. Wenn der Webb-Spiegel die gleiche Temperatur wie der Spiegel des Hubble-Weltraumteleskops hätte, würde das Infrarotlicht von fernen Galaxien im infraroten Schein des Spiegels verloren gehen, denn alle warmen Objekte geben infrarotes Licht, oder Wärmestrahlung, ab.

Die Solarpanele sind auf die Sonne ausgerichtet, damit sie das Teleskop mit Strom versorgen können. Da Wärme von heiß nach kalt wandert, bestand das Problem wie die kalte Seite kalt gehalten werden kann. Dieses Problem wurde auf zwei Arten gelöst:

- Das Teleskop wurde weit weg von der Erde stationiert (1,5 Millionen km)
- Entwicklung eines großen Sonnenschilds, der die Spiegel und Instrumente vor der Sonnenhitze schützt und sie vom warmen Raumschiff trennt

Der Sonnenschutzschild isoliert die beiden Seiten des Teleskops, so dass die Wärme nicht auf die kalte Seite des Teleskops gelangen kann und es die extrem kalte Temperatur beibehält. Der 5-lagige, etwa tennisplatzgroße Sonnenschutzschild besteht aus einem speziellen Material namens Kapton und dünnen Metallschichten. Das Metall reflektiert das Licht und das Kapton dient zur Isolation. Bei jeder Schicht geht Wärme in den Weltraum verloren, so dass es immer kälter wird und nur sehr wenig Wärme von der Sonne auf die kalte Seite gelangt.



Abbildung 1: Der Sonnenschutzschild des James-Webb-Weltraumteleskops [Quelle: NASA]

Aktivität – Untersuchung von wärmeisolierenden Materialien

Einführung

Schauen Sie sich ein Bild des James-Webb-Weltraumteleskops an und fragen Sie die Kinder, ob sie wissen, was das ist? Erklären Sie, dass es sich um ein neues Teleskop handelt, das Bilder von der abgestrahlten Wärme entfernter Objekte wie Sternen und Planeten macht.

Bitte Sie die Kinder, einige der wichtigsten Teile des Teleskops zu finden. Erklären Sie, dass es zwei Spiegel (ein großer und ein kleinerer) und ein Sonnenschutzschild gibt. Stellen Sie den Kindern Fragen wie: In welche Richtung sind die Spiegel ausgerichtet? Zeigen sie in den Weltraum oder in Richtung unserer Sonne? Wie sind die Solarpaneele orientiert? Welche Seite wird heißer sein, die der Sonne zugewandte oder die von ihr abgewandte Seite?

Erklären Sie, dass der Spiegel die Wärme messen kann, die von sehr weit entfernten Sternen und Planeten abgegeben wird und dass es wichtig ist, den Spiegel und die Instrumente kalt zu halten, damit sie auch die Wärme von sehr weit entfernten Sternen und Planeten erkennen können. Bitten Sie die Kinder darüber nachzudenken, wie die Konstrukteure von Webb einen Weg gefunden haben, die der Sonne abgewandten Seite kalt zu halten. Machen Sie die Kinder auf den Sonnenschutzschild aufmerksam und fragen Sie sie, wie groß er ihrer Meinung nach ist.

Erklären Sie den Sonnenschutzschild aus Abbildung 1: Er besteht aus 5 Schichten des Kunststoff-Folienmaterials Kapton, welches als Wärmeisolator dient. Es ist zudem reflektierend und hält damit die Sonnenenergie vom Teleskop fern. Fragen Sie die Kinder, warum die Leute, die an dem Sonnenschutzschild arbeiten, diese Kleidung tragen? Sie arbeiten in einem "Reinraum", in dem alles so sauber wie möglich gehalten wird. Sie wollen zum Beispiel nicht, dass Hautzellen, Haare, Staub oder Schmutz auf die Geräte und Maschinen gelangen können. Chirurgen und Krankenschwestern tragen ähnliche Kleidung, wenn sie in Operationssälen arbeiten.

Material



Eiswürfel



Waage



Becher



Messbecher



Stoppuhren



Warmes Wasser



Eine Reihe von Materialien, darunter:
Luftpolsterfolie, Zeitungspapier, Wellpappe,
Frischhaltefolie, Aluminiumfolie, Stoff



Thermometer

Vorbereitung

Frieren Sie vorher Eiswürfel ein, die die Gruppen dann im Experiment verwenden können. Bereiten Sie genügend Eiswürfel vor, dass jede Gruppe ihren Versuch mehrmals wiederholen kann. Die Eiswürfel sollten so spät wie möglich aus dem Gefrierschrank geholt werden. Die Kinder sollten nach dem Eis fragen, wenn sie bereit sind einen neuen Versuch durchzuführen.

Sicherheitshinweis

Achten Sie darauf, dass das Wasser nicht zu heiß ist, damit es zu keinen Verbrennungen kommt.

Aufgabe

Erzählen Sie den Kindern, dass die Konstrukteure des Teleskops vor der Frage standen, wie sie die kalte Seite kalt halten könnten. Sie machten sich auf die Suche nach einem Material, welches ein effektiver Wärmeisolator ist und verhindert, dass Wärme von der heißen Seite auf die kalte Seite gelangt. Sie überlegten auch, wie viele Schichten dieses Materials diese Aufgabe am besten erfüllen würden, denn jede Schicht erhöht die Kosten und Komplexität des Teleskops.

Aufgabe der Kinder ist es, in kleinen Gruppen Experimente zu planen und durchzuführen, um herauszufinden, wer den effektivsten Wärmeisolator entwickeln kann. In diesem Experiment wird ein Eiswürfel verwendet, um die kalte Seite von Webb darzustellen, und warmes Wasser in einem Becher, um die Wärme der Sonne darzustellen. Grundsätzlich sollte jeder Becher mit dem gleichen Wasservolumen bei ähnlicher Temperatur gefüllt sein. Ziel jeder Gruppe ist es also das Material zu finden, bei dem der Eiswürfel am längsten im Becher erhalten bleibt. Die Gruppen überlegen sich:

- welches Material sie verwenden
- wie viele Materialschichten am effektivsten sind
- wie sie dies testen werden
- was sie messen werden

Zeigen Sie den Kindern, welche Materialien sie verwenden können, und sagen Sie ihnen, dass die Gruppen ihr Experiment zunächst planen und danach durchführen sollen. Erklären Sie, dass es verschiedene Möglichkeiten gibt, das beste Ergebnis zu erzielen, aber sie müssen sich immer als Gruppe einigen. Wenn sie etwas ausprobieren und feststellen, dass es nicht wie gewünscht funktioniert, dann müssen sie sich eine andere Methode ausdenken. Betonen Sie, dass sie wie ein Designteam arbeiten und mögliche Ideen ausprobieren sollen, um die beste Lösung zu finden (Sie können jedoch eine Obergrenze für die Anzahl von Versuchen festlegen).

Im Anhang befindet sich eine Planungsvorlage. Diese kann den Gruppen helfen ihr eigenes Vorgehen zu entwickeln. Die Kinder sollten ermutigt werden, bei jedem Test darüber nachzudenken, was sie beibehalten und was sie verändern müssen. In erster Linie ist dabei auf die verwendeten Materialien und die Anzahl der Schichten zu achten. Eine Idee für die Durchführung ist zum Beispiel, „Boote“ aus Aluminiumfolie zu bauen, auf denen die Eiswürfel schwimmen können.

Fazit

Abschließend können die Gruppen der Klasse über ihre Versuche und Ergebnisse berichten. Dabei sollen sie insbesondere erklären, welches Material und wie viele Schichten die Eiswürfel am besten kalt halten.

Links

ESERO Deutschland

Übungsreihen und Arbeitsblätter: <https://esero.de/materialien/arbeitsblaetter>

ESA Weltraum Projekte

James-Webb-Weltraumteleskop, NASA: <https://jwst.nasa.gov/index.html>

James-Webb-Weltraumteleskop, ESA: <http://sci.esa.int/jwst/>

Anhang

Planungsvorlage

Was möchten wir untersuchen?
Welche Materialien brauchen wir dafür?
Was werden wir ausprobieren?
Was werden wir messen?
Wie werden wir messen?
Wie präsentieren wir unsere Ergebnisse?