**Die Reise zum Mars: Handreichung für die Lehrkraft**

© ESERO Germany (CC BY-NC-ND 2.0 DE)

**Möglicher Versuchsaufbau und benötige Materialien**

Ein Bild, das drinnen, Wand, Tisch enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

* Vakuumtisch mit Membran-Vakuum-Druckpumpe
* Smartphone mit vorinstallierter phyphox-App und -Experiment
* Arbeitsblatt und Hilfekarten
* Materialien für das Raumschiff-Prototyping: Abflussrohr, leere Stapelchips-Dose und Plastikboxen, Gefrierbeutel, Gummibänder und Klammern (uvm.).

**DIY-Variationen**

Schon mit wenig Geld lassen sich (qualitativ) gute Ergebnisse erzielen.

Ein Bild, das Monitor, schwarz enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Insgesamt sind folgende Stufen denkbar:

* Low Budget (< 5 €): Leere Stapelchips-Dose, die durch ein kleines Loch mit einen Haushaltsstaubsauger verbunden wird. Hauptvorteil: kann einfach und schnell zu Hause erledigt werden. Hauptnachteil: Die Lernenden können die eigentliche Messung nicht sehen.
* Mittleres Budget (5-50 €): Mit unterschiedlich großen und mit einem Deckel (idealerweise mit Gummidichtung) verschließbaren Plastikboxen (groß „Weltraum“ klein „Raumschiff“ und einem kleinen Dichtungsring zum Anschluss der Vakuumquelle können bereits bessere Ergebnisse erzielt werden. Hauptvorteil: Größere Vielseitigkeit und Messungen können aufgrund der Transparenz der Boxen in Echtzeit beobachtet werden. Hauptnachteil: immer noch niedriges Vakuum.
* Teuer (500 €+): Entspricht dem Versuchsaufbau mit Vakuumtisch. Hauptvorteil: bestes Analogie-Experiment und Vakuum. Hauptnachteil: teuer.

**Downloads**

**Phyphox (RWTH Aachen University)**

|  |  |
| --- | --- |
| Ein Bild, das Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Objekt, Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| **Android** | **iOS** |

**Experiment: Die Reise zum Mars**

|  |  |
| --- | --- |
| Ein Bild, das Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Uhr enthält.  Automatisch generierte Beschreibung |
| **Smartphone only** | **Smartphone + TI SensorTag (CC2650)** |

**Anmerkungen zu den Forschungssaufträgen**

**Forschungsauftrag 1:**

Stelle dir vor, du planst eine Reise zum Mars.

**???**

Was unterscheidet die Bedingungen im Weltraum von denen auf der Erde?

Schaue dir den kurzen Clip auf dem iPad für Inspiration an oder nutze die Hilfekarten!

*Beschreibe:* *Was musst du mitnehmen? Worauf musst du achten?*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| An dieser Stelle gibt es keine falschen oder richtigen Antworten. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Lernarrangement ankommen und ihr Vorwissen aktivieren.  Häufige Antworten:   * Essen, Trinken * Kleidung * Unterhaltung   Selten wurden „Atemluft“ o.ä. genannt. Ein Video zu im Flugzeug herunterfallenden Atemmasken kann hilfreich sein.  Einige Schülerinnen und Schüler können mit dem offenen Format überfordert sein. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Übrigens: Während du dies gelesen hast, hast du mindestens 3 bis 5 Mal geatmet

und dabei in etwa 1,5 Liter Luft verbraucht.

**Forschungsauftrag 2:**

Wasser, Sauerstoff und die Lufthülle (Atmosphäre) sind einige Faktoren, warum Leben auf der Erde entstehen konnte. Ein wichtiger Faktor für menschliches Leben ist der Luftdruck.

Dieser beträgt auf Meereshöhe 1013,25 hPa

**???**

Nutze die QR-Codes und frage die Lehrkraft für Hilfe zu phyphox!

*Bestimme: Wie hoch ist der Luftdruck jetzt gerade im Schülerlabor?*

Benutze hierzu das Experiment „Die Reise zum Mars“ in der App „phyphox“. Dort findest du sowohl den aktuellen Messwert als auch eine graphische Auswertung.

Um die Messung zu starten, drücke „▶“.

Bei dieser Messung sind Werte im Bereich von (1.000 ± 100) hPa zu erwarten.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Der Luftdruck im Schülerlabor beträgt aktuell: |  |  |  |  |  | , |  |  | hPa |

*Begründe: Wie hoch sollte der Luftdruck in einem Raumschiff idealerweise sein?*

**???**

Die Hilfekarten informieren z.B. über:

* (Luft-)Druck,
* die Auswirkungen des Luftdrucks auf den menschlichen Körper.

Die Lernenden lernen hier phyphox/das Smartphone als geeignetes Messinstrument kennen und stellen fest, dass sie aktuell im Schülerlabor auch einem Luftdruck ausgesetzt sind.

Sie entwickeln ein erstes Verständnis von der Zusammensetzung der Atemluft und den Auswirkungen des Luftdrucks auf den Menschlichen Körper. Sie erarbeiten, dass ein „guter“ Luftdruck so wie der Gemessene sein sollte.

Hilfreiche Frage: wie geht es dir mit dem aktuellen Luftdruck?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Forschungsauftrag 3:**

Mit dem Vakuumtisch simulieren wir nun die Bedingungen im Weltraum.

Im Weltall herrscht ein sehr gutes Vakuum: Dort findet man pro m3 weniger als 1.000 Luftteilchen. Zum Vergleich: auf der Erdoberfläche enthält ein m3 Luft mehr als 1.000.000.000.000 Luftteilchen!

*Bestimme das Luftdruckminimum in der Vakuumglocke, nachdem die Pumpe 3-5 Sekunden lief. Benutze hierzu „phyphox“, wie in Forschungsauftrag 2.*

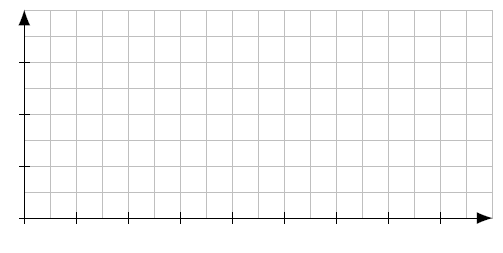
Bei dieser Messung sind, je nach Pumpe, Werte im Bereich von 300-700 hPa zu erwarten.

**???**

Frage die Lehrkraft für Hilfe zur Bedienung des Vakuumtischs.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Der niedrigste Messwert unter der Glocke betrug |  |  |  |  | , |  |  | hPa |

*Skizziere grob den Graphen in das Koordinatensystem. Achte auf die Achsenbeschriftung.*



Achtung! Die Geräte können beschädigt werden. Bitte achten Sie auf die Herstellerangaben zur Höhentauglichkeit der Smartphones.

Es bietet sich an die Geräte zu stellen, da Erfahrungsgemäß die Lernenden ihre eigenen Geräte ungern verwenden. Alternativ kann die Messung mit einem externen Bluetooth Sensor wie dem TI SensorTag (CC2650) durchgeführt werden.

Als Graph ist eine gestauchte U- bzw. V-Form zu erwarten.

*Vergleiche mit deinem Ergebnis aus Forschungsauftrag 2. Was fällt dir auf?*

**???**

Schauen dir die Hilfekarten zur „Höhenabhängigkeit des Luftdrucks“, zur „Armstrong-Grenze“ oder zum „Vakuum“ an.

*Was könnte Menschen unter diesen Bedingungen zustoßen?*

Schülerinnen und Schüler lernen hier, dass die Menge der Luftteilchen unter der Vakuumglocke durch die Pumpe reduziert wird und setzen dies in den Zusammenhang mit dem Begriff „Vakuum“.

Sie stellen einerseits fest, dass das Smartphone/phyphox unter diesen Umständen ebenfalls ein geeignetes Messinstrument ist. Andererseits lernen sie, dass je länger die Pumpe läuft, desto niedriger wird der Luftdruck. Zudem stellen sie fest, dass mit der zurückströmenden Luft der Luftdruck steigt. Dies können sie sogar live auf dem Display „sehen“, da die Vakuumglocke transparent ist und somit die Phasen des Experiments unmittelbar mit den Messdaten assoziieren. Im phyphox-Experiment werden darüber hinaus verschiedene Vergleichswerte und die Wirkung auf den Menschen angesprochen.

Die Lernenden sollen sich an dieser Stelle erarbeiten, dass Höhe und Luftdruck miteinander verknüpft sind, ohne die barometrische Höhenformel kennen zu müssen. Ferner lernen sie, dass gewisse Höhen gefährlich werden können. Schließlich erkennen sie, dass zu niedrige Drücke gefährlich für den Menschen (ohne Schutz) sind.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Forschungsauftrag 4:**

Um den lebensfeindlichen Bedingungen im Weltall zu trotzen, benötigen wir für die Reise zum Mars ein uns schützendes Raumschiff.

*Als Gruppenarbeit: baut einen Raumschiff-Prototypen. Ihr könnt alles verwenden, was zur Verfügung steht. Einzige Bedingung: Das Smartphone (der Sensor) muss in den Prototyp passen.*

*Beschreibe euren Prototyp kurz, zum Beispiel mit einer beschrifteten Skizze.*

*Was habt ihr verwendet? Warum?*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Schülerinnen und Schüler bauen hier in einer haptischen Erfahrung einen eigenen Prototyp, was die Identifikation mit dem Experiment erhöht.  Insgesamt dient dieser Teil eher der Versuchsdokumentation, damit später die verschiedenen Ansätze/Prototypen besser miteinander verglichen werden können. |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

*Stellt Vermutungen an: Was passiert, wenn euer Prototyp einem Vakuum ausgesetzt wird. Warum?*

**???**

Was ist die Definition von Druck?

Was kann ein Luftdruckunterschied verursachen?

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | Im Sinne des conceptual change sollen die Lernenden sich an dieser Stelle ihrer (Fehl-)Vorstellungen bewusstwerden.  Zudem kann bzw. sollte an dieser Stelle ein das Gelernte – über Druck, Luftdruck und dem Zusammenhang zwischen Kraft, Fläche und Druck – angewendet werden. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Forschungsauftrag 5:**

*Überprüft euren Prototypen in weltraumähnlichen Bedingungen unter der Vakuumglocke.*

*Bestimmt das Luftdruckminimum in eurem Prototyp, nachdem die Pumpe 3-5 Sekunden lief. Benutze hierzu „phyphox“, wie in Forschungsauftrag 3.*

**???**

Bei Fragen zum Vakuumtisch oder phyphox wendet euch an die Lehrkraft.

Hängt von der „Sicherheit“ des Raumschiff-Prototyp ab (siehe Graph)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Der niedrigste Messwert im Prototyp betrug |  |  |  |  | , |  |  | hPa |

*Skizziere grob den Graphen in das Koordinatensystem. Achte auf die Achsenbeschriftung.*

Folgende Verläufe sind möglich:

* Fast gerade Linie: sicherer Prototyp, da keine Luft entwichen ist
* „Badewanne“: sichtbarer Unfall, z.B. Deckel fällt ab und Luft entweicht aus dem Raumschiff
* Komprimierte Parabel: unsichtbarer Unfall, z.B. Deckel nicht ausreichend dicht
* Stark oszillierend: hauptsächlich Messfehler oder Miskonfiguration des Experiments. Der Versuch sollte wiederholt werden.

Ein Bild, das weiß, Spiel enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

*Diskutiert auf Basis eurer Forschung:*

**???**

Gibt es einen signifikanten Abfall des Luftdrucks?

Vergleiche mit deinen Ergebnissen aus den bisherigen Forschungsaufträgen! Welche Luftdruckwerte sind sicher, welche nicht?

*Ist euer Prototyp sicher? Warum (nicht)? Was fällt euch auf?*

Die Prototypen sind entsprechend der Klassifikation (siehe Graph) zu klassifizieren und zu erklären.

Darüber hinaus sollte an dieser diskutiert werden, welche Kräfte an welcher Stelle wirken. Es sollte gegenübergestellt werden, dass

* Auf der Erde herrscht innen wie außen der gleiche Druck
* Im Weltraum ist der Druck im Raumschiff erheblich höher als außerhalb

Somit drückt die Luft im inneren des Raumschiffs die Tür/den Deckel ohne hinreichende Sicherung in das All und die Luft entweicht.

Im Sinne des conceptual change sollten die Konzepte über den Luftdruck an das Gelernte angepasst und zusammengesetzt werden: angenommen es gibt einen Druckabfall, was passiert mit den Menschen? Können sie überleben? Auf eine korrekte Nutzung der Fachsprache kann und sollte hier an dieser Stelle verstärkt geachtet werden.

Die Lernenden diskutieren in einem sozial-konstruktivistischen Prozess den erstellten Prototyp und passen diesen an, um das nächste Mal ein besseres Ergebnis zu erzielen.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Forschungsauftrag 6:**

Auf der Marsoberfläche herrscht ein Druck in Höhe von 0,006 hPa.

**???**

Welche Bedingungen oder Ausrüstungen gewährleisten menschliches Leben in einem Raumschiff? Was ist die Rolle des Luftdrucks? Benutze die Hilfekarten!

*Erkläre auf Basis deiner Forschung:*

*Welche Ausrüstung brauchen Menschen, um sicher auf der Marsoberfläche gehen zu können? Kann man nur mit einer Atemflasche ausgerüstet überleben? Warum (nicht)?*

Spätestens an dieser sollte Stelle ein Transfer des Gelernten in den gesamten Raumfahrtkontext erfolgen.

Die Schülerinnen und Schüler sollten erkennen, dass Atemluft nicht ausreicht, um unter widrigen Druckverhältnissen zu überleben. Es sind zudem Ausführungen wie in Forschungsauftrag 5 möglich.

Insgesamt dient Forschungsauftrag 6 der Ergebnissicherung.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Bonusaufgabe:**

*Gestalte und teste einen weiteren Prototyp. Führe dazu die Forschungsaufträge 4 und 5 erneut durch.*

**oder**

**???**

Vergleiche deine Ergebnisse mit denen der anderen Stationen: Welche Gefahren lauern im Weltraum? Was braucht der Mensch zum Überleben?

*Vernetze:*

*Welche Ansprüche müssen an eine Erde 2.0 gestellt werden, damit der Mensch*

*dort sicher leben kann??*

Sollte der Versuch in einer Versuchsreihe durchgeführt werden, bietet es sich hier an, die Ergebnisse mit den weiteren Stationen zu vergleichen.

Insbesondere können auch Zusammenhänge mit anderen Fächern hergestellt werden, z.B. Klima-Politik: „Warum ist die Erde so schützenswert?“ oder Biologie: „Welche Bedingungen müssen herrschen, damit Leben wie wir es kennen, entstehen kann?“.

Insgesamt kann der Versuch in den größeren Kontext der Weltraumkolonisation und den damit verbundenen Herausforderungen gerückt werden.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |