**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 1: Die Sonne bestrahlt und erwärmt die Erde**

An dieser Station lernst du, dass helle und dunkle Oberflächen der Erde Sonnenlicht unterschiedlich gut in den Weltraum reflektieren. Helle und dunkle Oberflächen absorbieren unterschiedlich gut sichtbare Sonnenstrahlung und erwärmen sich deshalb unterschiedlich.

**Aufgaben**

1. Für was stehen die Materialien?

**Verbinde** die passenden Kästen miteinander.

Dunkle Oberfläche auf der Erde

Weißes Kartonblatt

Glühlampe

Helle Oberfläche auf der Erde

Sichtbare Strahlung der Sonne

Schwarzes Kartonblatt

1. **Führe** den Versuch durch.
2. Miss die Temperatur der Kartonblätter, bevor die Lampe eingeschaltet wird.

Notiere die beiden Temperaturen in die Zeile für *0 Minuten.*

1. Schalte die Lampe ein und starte die Stoppuhr. Achte darauf, dass du **beide** Kartonblätter unter die Lampe legst.

Notiere alle 30s die Temperaturen der **beiden** Kartonblätter.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zeit in Minuten** | **Temperatur der weißen Pappe in °C** | **Temperatur der schwarzen Pappe in °C** |
| 0 |  |  |
| 0,5 |  |  |
| 1 |  |  |
| 1,5 |  |  |
| 2 |  |  |
| 2,5 |  |  |
| 3 |  |  |
| 3,5 |  |  |
| 4 |  |  |

1. **Vervollständige** die Aussagen. Nutze die folgenden Begriffe.

*mehr, absorbiert, Wärme, weniger, Strahlungsenergie, reflektiert*

Je heller die Oberfläche ist, desto mehr Sonnenstrahlung wird \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Je dunkler die Oberfläche ist, desto mehr Sonnenstrahlung wird \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Je mehr Sonnenstrahlung reflektiert wird, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ erwärmt sich die Oberfläche.

Je mehr Sonnenstrahlung absorbiert wird, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ erwärmt sich die Oberfläche.

Die Erdoberfläche wandelt \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ um.

**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 2: Die Eigenschaften der Atmosphäre**

An dieser Station lernst du die Eigenschaften der Atmosphäre kennen.

Du untersuchst, wie die Atmosphäre und die Treibhausgase mit sichtbarer Sonnenstrahlung und mit unsichtbarer Wärmestrahlung reagieren.

**Aufgaben**

1. Für was stehen die Materialien?

**Verbinde** die passenden Kästen miteinander.

Atmosphäre mit Treibhausgasen

Glühlampe

Sichtbare Strahlung der Sonne

Heizplatte

Plexiglasscheibe

Unsichtbare Wärmestrahlung der Erde

1. **Führe** den Versuch durch.
2. Halte deine Hand vor die Glühlampe, sodass du eine Erwärmung spüren kannst.

Halte die Hand weiter im gleichen Abstand zur Lampe.

Schiebe jetzt die Plexiglasplatte zwischen die Lampe und deine Hand.

Kannst du immer noch eine Erwärmung spüren?

**Vervollständige** die Beobachtung:

Wenn die Plexiglasplatte zwischen der Lampe und meiner Hand ist, spüre ich \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Halte deine Hand vor die Heizplatte, sodass du eine Erwärmung spüren kannst.

Halte die Hand weiter im gleichen Abstand zu der Heizplatte.

Schiebe jetzt die Plexiglasplatte zwischen die Heizplatte und deine Hand.

Kannst du immer noch eine Erwärmung spüren?

**Vervollständige** die Beobachtung:

Wenn die Plexiglasplatte zwischen der Heizplatte und meiner Hand ist, spüre ich \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. **Vervollständige** die Aussagen. Nutze die folgenden Begriffe.

*reagieren nicht, Treibhausgase, sichtbare, Atmosphäre, unsichtbare, absorbiert, Wärme, Strahlungsenergie, reagieren*

1. Die \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Sonnenstrahlung gelangt durch die Atmosphäre auf die Erde.
2. Die Treibhausgase in der Atmosphäre \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ mit der sichtbaren Strahlung.
3. Das Licht überträgt Strahlungsenergie von der Sonne auf die Erde.
4. Die Erdoberfläche wandelt die \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ in \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ um.
5. Die Erdoberfläche erwärmt sich und sendet \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Wärmestrahlung aus.
6. Die Treibhausgase in der Atmosphäre \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ mit der Wärmestrahlung: Ein Großteil der \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_-Strahlung wird von den Treibhausgasen in der Atmosphäre \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Ein kleiner Teil wird ins Weltall gesendet.
7. Die Atmosphäre erwärmt sich und strahlt selbst wieder \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_-Strahlung in alle Richtungen aus.
8. Ein Teil dieser Wärmestrahlung wird in den Weltraum ausgesendet. Ein anderer Teil der Wärmestrahlung trifft wieder auf die Erdoberfläche und erwärmt diese weiter.
9. Durch diese Wärme-Rückstrahlung von der \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ hat die Erde eine Oberflächentemperatur von etwa 14°C.
10. Hätte unsere Erde keine Atmosphäre und keine \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, würde die Wärmestrahlung komplett in den Weltraum ausgesendet werden. Die Oberflächentemperatur wäre dann etwa -18°C.

**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 3: Die Erde sendet unsichtbare Wärmestrahlung aus**

An dieser Station lernst du, dass die Erdoberfläche die aufgenommene Strahlung als Wärmestrahlung wieder aussendet.

Du arbeitest mit einem Infrarot-Thermometer. Mit einem Infrarot-Thermometer kann man die Temperatur eines Gegenstandes bestimmen, ohne dass man diesen berührt.

Das Infrarot-Thermometer misst die Wärmestrahlung, die von einem Gegenstand ausgesandt wird und rechnet diese in die zugehörige Temperatur um.

**Aufgaben**

1. **Führe** den Versuch durch.

**Notiere** die Gegenstände mit der jeweiligen gemessenen Temperatur in der Tabelle.

|  |  |
| --- | --- |
| **Untersuchter Gegenstand** | **Temperatur in °C** |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

1. Jeder Gegenstand sendet Wärmestrahlung aus. Die Wärmestrahlung überträgt Wärme.

Die Menge der übertragenden Wärme hängt von der Temperatur ab:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temperatur in °C** | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| **Energie pro Zeit in** | 364 | 391 | 419 | 448 | 479 | 511 | 545 | 581 | 618 |

Welcher deiner Gegenstände sendet am meisten Wärmestrahlung aus?

**Vervollständige** die folgenden Beobachtungen:

Die meiste Wärmestrahlung wird von \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ausgesandt.

Die wenigste Wärmestrahlung wird von \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ausgesandt.

1. **Vervollständige** die Aussagen.

Nutze die folgenden Begriffe. Achtung: Du brauchst nicht alle Begriffe!

*mehr, höheren, Wärme, weniger, niedrigeren*

Je wärmer ein Gegenstand ist, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Wärme geht von ihm aus.

Je kälter ein Gegenstand ist, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Wärme geht von ihm aus.

Wärmestrahlung überträgt \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ von einem System zu einem anderen.

Alle Gegenstände geben \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_-Strahlung ab.

Von Gegenständen mit einer höheren Temperatur wird \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Wärmestrahlung ausgesandt als von Gegenständen mit einer \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Temperatur.

**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 4: Die Erde absorbiert unsichtbare Wärmestrahlung**

Die Atmosphäre sendet Wärmestrahlung in Richtung Erde zurück.

An dieser Station lernst du, dass helle und dunkle Oberflächen der Erde diese Wärmestrahlung unterschiedlich gut absorbieren.

**Aufgaben**

1. Für was stehen die Materialien?

**Verbinde** die passenden Kästen miteinander.

Heizplatte

Helle Oberfläche auf der Erde

Dunkle Oberfläche auf der Erde

Weißes Kartonblatt

Unsichtbare Wärmestrahlung der Atmosphäre

Schwarzes Kartonblatt

1. **Führe** den Versuch durch.
2. Miss die Temperatur der Kartonblätter, bevor sie unter die Heizplatte gelegt werden.

Notiere die beiden Temperaturen in die Zeile für *0 Minuten.*

1. Lege **beide** Kartonblätter mit den Thermometern unter die Heizplatte und starte die Stoppuhr.

Notiere alle 30s die Temperaturen der **beiden** Kartonblätter.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zeit in Minuten** | **Temperatur der weißen Pappe in °C** | **Temperatur der schwarzen Pappe in °C** |
| 0 |  |  |
| 0,5 |  |  |
| 1 |  |  |
| 1,5 |  |  |
| 2 |  |  |
| 2,5 |  |  |
| 3 |  |  |
| 3,5 |  |  |
| 4 |  |  |

1. **Vervollständige** die Aussagen. Nutze die folgenden Begriffe:

*mehr, absorbiert, Wärme, weniger, reflektiert*

Wärmestrahlung überträgt \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ von der Atmosphäre zur Erdoberfläche.

Je heller die Oberfläche ist, desto mehr Wärmestrahlung wird \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Je dunkler die Oberfläche ist, desto mehr Wärmestrahlung wird \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Je mehr Wärmestrahlung reflektiert wird, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ erwärmt sich die Oberfläche.

Je mehr Wärmestrahlung absorbiert wird, desto \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ erwärmt sich die Oberfläche.

Die Erdoberfläche absorbiert \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_-Strahlung, erwärmt sich und sendet ebenfalls \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_-Strahlung aus.

**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 5: Kleine Mengen CO₂ machen viel aus**

An dieser Station lernst du das Treibhausgas CO₂ und dessen Auswirkungen auf das Klima näher kennen.

Für den Treibhauseffekt spielt Kohlenstoffdioxid (CO₂) eine entscheidende Rolle. Über Jahrtausende war der CO₂-Gehalt in der Erdatmosphäre stets unterhalb der 300ppm (parts per million) Marke (siehe Abbildung). Dies scheint eine sehr geringe Menge zu sein, sie ist aber entscheidend für den natürlichen Treibhauseffekt. Durch diese geringe Menge CO₂ liegt die Temperatur auf der Erde bei etwa 14°C. Gäbe es kein CO₂ in der Atmosphäre, wäre es viel kälter. Der natürliche Treibhauseffekt ermöglicht uns also ein Leben auf der Erde.

Seit der industriellen Revolution hat sich die CO₂-Konzentration um mehr als 40 % erhöht. Sie liegt jetzt bei über 400ppm, dem höchsten Stand der letzten 400.000 Jahre. Das liegt daran, dass Menschen fossile Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas verbrennen, wobei CO₂ ausgestoßen wird. Zwar ist auch 400ppm immer noch eine geringe Menge CO₂, der Anstieg um mehr als 40% macht aber viel aus. Die Erde erwärmt sich auf mittlerweile etwa 15°C. Wird noch mehr CO₂ ausgestoßen, erwärmt sie sich noch weiter. Wir sprechen vom menschengemachten Treibhauseffekt.

Der Erwärmungseffekt von CO₂ ist dabei nicht nur eine theoretische Überlegung: Satelliten können den Erwärmungseffekt von CO₂ messen – der verstärkte Treibhauseffekt durch CO₂ ist beobachtete Realität.



Abb. 1: CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (Quelle: NASA)

**Aufgaben**

1. Lies den Informationstext aufmerksam. **Markiere** die wichtigsten Informationen im Text.
2. **Erläutere** den folgenden Klimafakt:

*Fakt 4: Kleine Mengen CO₂ machen viel aus!*

**Notiere** deine Ergebnisse in dein Klimafakten-Heft auf Seite 4.

**Energie und Klimawandel**

1. **Der Treibhauseffekt**

**Station 6: Der Mensch beeinflusst das Klima**

An dieser Station lernst du, wie der Mensch das Klima beeinflusst. Ebenfalls wird der Einfluss von natürlichen CO₂-Quellen und der Einfluss der Sonne diskutiert.

Die Erde ist vor rund 4,6 Milliarden Jahren entstanden. In dieser langen Zeit gab es immer wieder Klimaschwankungen und große Veränderungen auf dem Planeten.

In den letzten 12.000 Jahren war unser Klima relativ stabil. Seit 1980 beobachten wir einen bedeutenden Anstieg der mittleren Temperatur in der Atmosphäre. Die Wissenschaft ist sich einig: Der aktuelle Klimawandel ist ohne die Aktivitäten des Menschen nicht zu erklären.

Unsere Atmosphäre befand sich über tausende Jahre in einem stabilen Gleichgewicht. Der Mensch hat dieses empfindliche Gleichgewicht nun stark gestört.

Oft wird argumentiert, dass es auch natürliche Quellen für CO₂ gibt, zum Beispiel Vulkane. Das stimmt, allerdings wird dabei verschwiegen, dass es auch natürliche CO₂-Senken gibt, zum Beispiel Wälder. Diese entfernen CO₂ aus der Atmosphäre, sodass das Gleichgewicht stabil bleibt. Auch sind die CO₂-Mengen, die von Vulkanen ausgestoßen werden, zu gering, um die beobachtbaren Veränderungen in der Atmosphäre zu erklären.

Menschen verbrennen fossile Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas, wobei CO₂ ausgestoßen wird. Im Jahr 2017 wurde die größte jemals gemessene Menge CO₂ innerhalb eines Jahres durch den Menschen freigesetzt: 32,5 Gigatonnen

Einige Leute sagen, dass die Sonne die globale Erwärmung verursacht. Forscher:innen haben festgestellt, dass die Aktivität der Sonne sogar abnimmt, während die Temperaturen auf der Erde steigen. Die Sonne ist also nicht für die Erwärmung verantwortlich.

Die Analyse des natürlichen Klimawandels in der Vergangenheit zeigt, dass CO₂ das Klima stark beeinflusst. Heute dominiert der menschliche Einfluss bei der Änderung des Klimas. Natürliche Faktoren, wie die Sonne oder Vulkane, können die globale Temperaturerhöhung nicht erklären.

**Aufgaben**

1. Lies den Informationstext aufmerksam. **Markiere** die wichtigsten Informationen im Text.
2. **Erläutere** den folgenden Klimafakt:

*Fakt 5: Der Mensch beeinflusst das Klima!*

Notiere deine Ergebnisse in dein Klimafakten-Heft auf Seite 4.