

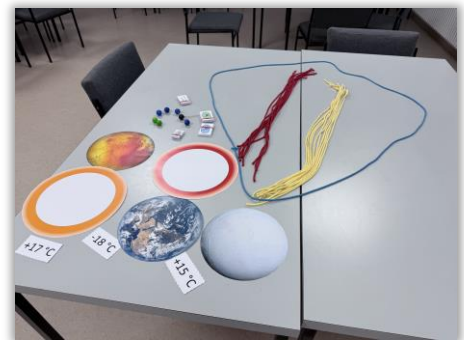
Lege-Spiel „Der Treibhauseffekt: Verstehen und handeln“

Legespiel zur Veranschaulichung des Treibhauseffekts, basierend auf einer ersten Version von **OroVerde**, modifiziert und angepasst an der Fakultät für Physik der LMU.

Kontakt: Dr. Cecilia Scorza-Lesch, Email: c.scorza@lmu.de

Material:

- Große Bildkarten: 3 x Erde (Eisplanet, blauer Planet, heißer Planet), 2 x Kreisring Erwärmung, 3 x Temperaturkärtchen (-18°C , 15°C und 17°C)
- Ca. 20 Karten N_2
- Ca. 6 Karten O_2
- Ca. 8 - 20 CO_2 Karten (abhängig davon, wie viele zusätzliche Karten im dritten Teil des Spiels gelegt werden sollen)
- Fäden:
 - o Sonnenstrahlung: 8 x Gelb (60 cm pro „Strahl“)
 - o Wärmestrahlung: 8 x Rot (60 cm pro „Strahl“)
 - o Atmosphäre - Blau: 2,5 – 3 m
- Spielkarten:
 - o CO_2 – Verursacher
 - o CO_2 – Alternativen
 - o CO_2 – Senken
- Modelle der Moleküle



Teil 1: Die Erde ohne Atmosphäre

Für die ersten zwei Teile sitzen alle Schülerinnen und Schüler in einem großen Kreis um das am Boden aufgebaute Modell herum. Zu Beginn liegt das Bild der (normalen blauen) Erde in der Mitte. Die Lehrkraft leitet das Spiel mit Hilfe der folgenden Hinweise an und die Lernenden führen die Schritte (gemeinsam) aus:

„Das Sonnenlicht, das auf die Erde trifft, wärmt diese auf.“

8 Gelbe Fäden werden als Sonnenstrahlen ausgelegt und treffen auf die Erde.

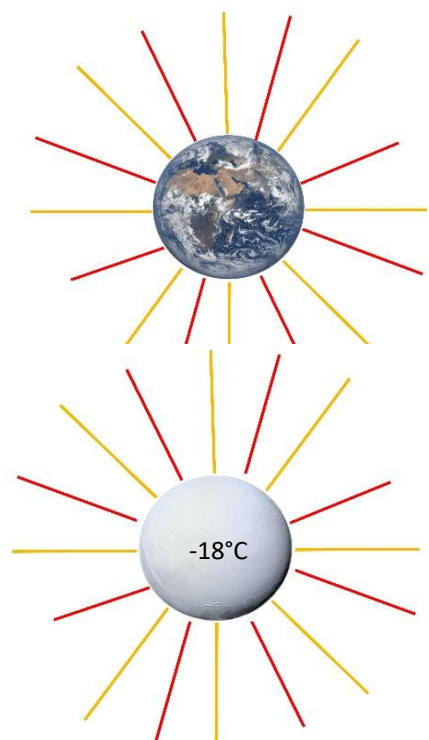
„Die Erde strahlt daraufhin Wärmestrahlung ab.“

8 Rote Fäden werden als Wärmestrahlung ausgelegt. Sie gehen von der Erde aus und strahlen in alle Richtungen von der Erde weg.

„Ohne eine Atmosphäre entweicht die gesamte Wärmestrahlung ins Weltall. Die Erde hätte deshalb eine Durchschnittstemperatur von -18°C . Sie würde also wie ein riesiger Schneeball aussehen.“

Das Bild der blauen Erde wird durch das Bild der Schneeball-Erde ersetzt.

Das Temperaturkärtchen -18°C wird darauf gelegt.



Teil 2: Die Erde vor der industriellen Revolution

„Unsere Erde hat zum Glück eine Atmosphäre, darum haben wir keine -18°C !

Die blaue Schnur wird um die Erde herum gelegt.

Die Molekülkarten N_2 und O_2 und einige der CO_2 Karten (3-4) werden innerhalb des blauen Kreises verteilt und stellen die Gasmoleküle der Atmosphäre dar.

(Hinweis: Das Verhältnis der Gase in der Atmosphäre kann nur praktisch nicht mit den Karten dargestellt werden (siehe prozentuale Verteilung). Diskutieren Sie das mit den Lernenden.)

Erläutern Sie die Zusammensetzung der Atmosphäre:

- In der Atmosphäre gibt es viele verschiedene Gasmoleküle.
- Stickstoff (N_2): Das häufigste Gas, etwa 78 % der Atmosphäre.
- Sauerstoff (O_2): Etwa 21 %, wichtig für das Atmen von Menschen und Tieren.
- Argon (Ar): Ein Edelgas, das etwa 0,93 % ausmacht.
- Kohlenstoffdioxid (CO_2): Ein kleines, aber wichtiges Gas, etwa 0,04 % der Atmosphäre.
- Andere Gase: Dazu gehören Wasserdampf, Methan (CH_4), Ozon (O_3) und andere in winzigen Mengen.

„Bestimmte Luftteilchen in der Atmosphäre können Wärmestrahlung aufnehmen. Sie werden Treibhausgase genannt. Ein solches Treibhausgas ist CO_2 (Kohlenstoffdioxid).“

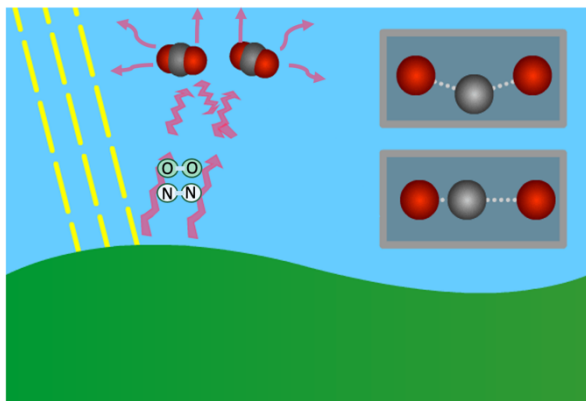
Die Styropormodelle zu den Molekülen in der Atmosphäre werden erläutert:

- Die Moleküle N_2 oder O_2 bestehen aus 2 Atomen, die „fest“ miteinander verbunden sind (mit Zahnstochern, da gerade Anzahl an Molekülen), daher ist keine „Schwingung“ möglich. So reagieren sie nicht auf die infrarote Strahlung der Erde (Wording mit Lernenden: „Sie können nicht wackeln“).
- Die Treibhausgase CO_2 , H_2O und CH_4 haben eine ungerade Anzahl an Atomen. In den Modellen sind diese mit Federn befestigt. Sie reagieren auf die infrarote Strahlung („Sie können „wackeln“) und senden diese teilweise zurück zur Erde.

Info für Sie: Was sind Treibhausgase?

Treibhausgase, wie Kohlenstoffdioxid (CO_2), Methan (CH_4), Lachgas (N_2O) und Wasserdampf, unterscheiden sich von den meisten anderen Gasen dadurch, dass sie Wärme speichern können. Sie lassen das Sonnenlicht zwar zur Erde durch, aber wenn die Erde Wärme zurück in den Weltraum abgibt, „fangen“ Treibhausgase diese Wärme (infrarote Strahlung) teilweise ein und halten sie in der Atmosphäre bzw. „senden“ sie zur Erde zurück. Die drei genannten Treibhausgase unterscheiden sich zum Beispiel in den Zeiträumen, in denen sie in der Atmosphäre sind: Während H_2O einfach abregnet, bleibt CO_2 ca. 1000 Jahre in der Atmosphäre.

Was macht ein Gas zu einem Treibhausgas?



„Die Atmosphäre wird durch die Treibhausgase erwärmt.“

Das Bild der Schneeball-Erde wird wieder durch die „normale“ Erde ersetzt.

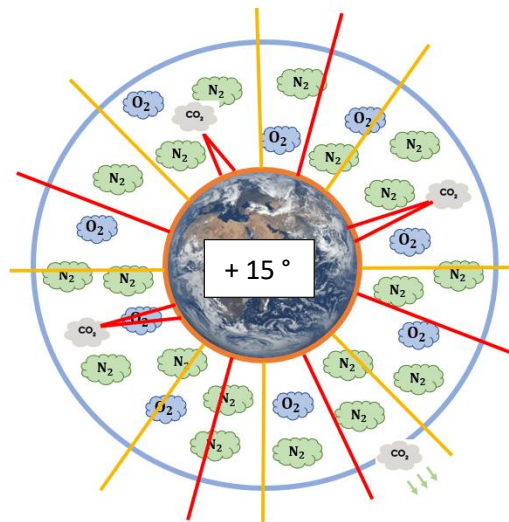
„Nach einer Weile strahlen die Luftteilchen die Wärme in alle Richtungen wieder ab. Ein Teil davon wird also auch zurück zur Erde gesandt. Insgesamt entweicht damit nur ein Teil der Wärmestrahlung ins Weltall. Die übrige Wärmestrahlung trifft erneut auf die Erde und wärmt diese weiter auf.“

Einige der roten Fäden (2-3 der roten Fäden) treffen auf CO_2 Wolken. Sie werden nun umgelenkt, sodass sie zurück auf die Erde gerichtet sind.

Der orange Kreis wird um die Erde herum gelegt. Er stellt die erwärmte Erde dar.

„In der Atmosphäre sind im Vergleich zu anderen Arten von Luftteilchen nur sehr wenige Treibhausgasmoleküle. Trotzdem reicht das aus, damit die Erde kein Schneeball ist, sondern eine Durchschnittstemperatur von 15°C hat. Deshalb können wir auf der Erde leben. Der natürliche Treibhauseffekt ist also eigentlich etwas Gutes.“

Das Temperaturkärtchen 15°C wird auf die Erde gelegt.



Teil 3: Der menschengemachte Treibhauseffekt

„Wir Menschen erzeugen also seit einiger Zeit immer mehr Treibhausgase und blasen diese in die Atmosphäre.“

Im Klassenverband wird nun gemeinsam besprochen, wodurch zusätzliches CO_2 in die Atmosphäre gelangt. Nachdem dies besprochen wurde, werden die **Spielkarten: CO_2 -Verursacher** an Lernende verteilt. Diese erläutern nacheinander, warum die Stichworte auf den Karten CO_2 verursachen (ggf. Diskussion darüber).

Hinweis: Auf den Rückseiten befinden sich weitere Infos zu den Stichworten auf den Karten.

Sie legen außerdem entsprechend der Anzahl der CO_2 Wolken auf ihrer Karte kleine CO_2 Wolken in die Erdatmosphäre.

„Die zusätzlichen Treibhausgasmoleküle nehmen ebenfalls Wärmestrahlung auf und strahlen sie in alle Richtungen wieder ab. Auch zurück zur Erde.“

Weitere rote Fäden treffen auf CO_2 Wolken. Sie werden nun ebenfalls umgelenkt, sodass sie zurück auf die Erde gerichtet sind.

„Die Erde wird dadurch immer wärmer.“

Das Bild der Erde und der orangene Ring werden durch das Bild der erwärmten Erde und den roten Ring ersetzt. Das Temperaturkärtchen 17°C wird auf die Erde gelegt.

Teil 4: Wir retten das Klima

Gruppenarbeit:

Die Schüler sehen sich nun erneut die Karten mit den Treibhausgasverursachern an, die um die Atmosphäre herum liegen. Gemeinsam überlegen sie nun dafür Handlungsweisen, die für weniger CO_2 -Ausstoß sorgen.

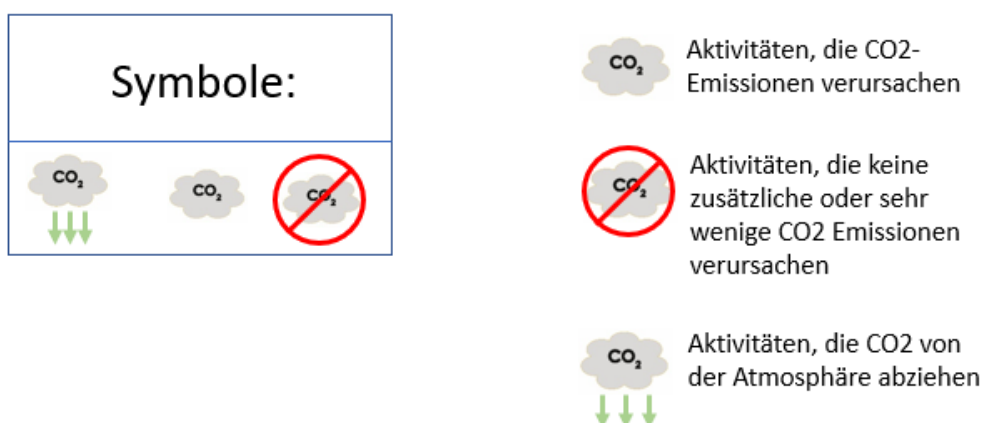
Für jede gefundenen alternative Handlungsweise legen die Schüler nun die entsprechende **Spielkarte: CO_2 -Alternativen** über die mit den Treibhausgasverursachern (wenn vorhanden).

„Dadurch wird zwar die Menge an CO_2 nicht gesenkt, da es 1000 Jahre in der Atmosphäre bleibt, aber weniger neues CO_2 in die Atmosphäre gebracht und damit erwärmt sich die Erde weniger. Kennt ihr Möglichkeiten, CO_2 aus der Atmosphäre zu entfernen?“

Im letzten Schritt überlegen die SuS gemeinsam, was es für Möglichkeiten das CO_2 in der Atmosphäre zu senken und sammeln diese auf Karten z. B. Bäume pflanzen, Moore renaturieren.

Die Schülerinnen und Schüler legen die **Spielkarten: CO_2 -Senken** mit Ideen zum CO_2 -Senken ebenfalls um ihr Erdmodell herum. Dabei werden wieder CO_2 Wolken aus dem Modell entfernt.

Symbole auf den Karten und deren Bedeutung:



Auf der Rückseite der Karten finden sich teilweise Erläuterungen, wie viel CO_2 hier entsteht. Dies dient vor allem dazu, dass die SuS die Möglichkeit haben, die Aktivitäten hinsichtlich ihrer Wirksamkeit für den anthropogenen Treibhauseffekt zu vergleichen.