UBZ Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark

# Stundenbild „Klima“

## ▶ Der Treibhauseffekt

**Wie funktioniert der Treibhauseffekt?**
**Ist er gut oder schlecht?**
**Was hat Kohlendioxid damit zu tun?**

*„Treibhauseffekt“ und „Klimawandel“ werden oft gleichgesetzt. Dieser Irrtum wird aufgeklärt.*

Es werden Grundbegriffe und die Funktion des Treibhauseffektes erklärt. Ein Experiment im Freien, Bildkarten und ein Laufspiel sollen das dahinter steckende Prinzip deutlich machen.

| Ort | Schulstufe |
|---|---|
| Klassenraum, im Freien bei Sonnenschein | 5. bis 8. Schulstufe |
| **Gruppengröße** | **Zeitdauer** |
| Klassengröße | 1 Schulstunde |

**Lernziele**

- ▶ Einige Eigenschaften von Gasen kennen lernen
- ▶ Experimente und einfache Versuchsreihen durchführen
- ▶ Natürliche Kreisläufe und Prozesse in der Natur erfassen
- ▶ An einem Beispiel verstehen lernen, wie das Beziehungs- und Wirkungsgefüge von Mensch, Landschaft, klimatischen Voraussetzungen und Umwelt aussieht
- ▶ Verständnis entwickeln, das eigenes Verhalten Auswirkungen auf die Umwelt hat

## Der Treibhauseffekt

Seinen Namen erhielt der Treibhauseffekt aufgrund der einem Glashaus (Treibhaus) ähnelnden Funktionsweise. Oft wird er mit Klimawandel und Klimakatastrophen gleichgesetzt. Doch damit tut man ihm Unrecht, denn ohne Treibhauseffekt wäre unser blauer Planet ein eisiges „Kühlhaus“ mit –18 °C mittlerer Lufttemperatur anstatt der momentanen +15 °C. Seinen schlechten Ruf verdankt der Treibhauseffekt nur unserer Luftverschmutzung, die ihn verstärkt. Die Graphik in Abb. 1 zeigt, wie das Heizsystem der Erde funktioniert.

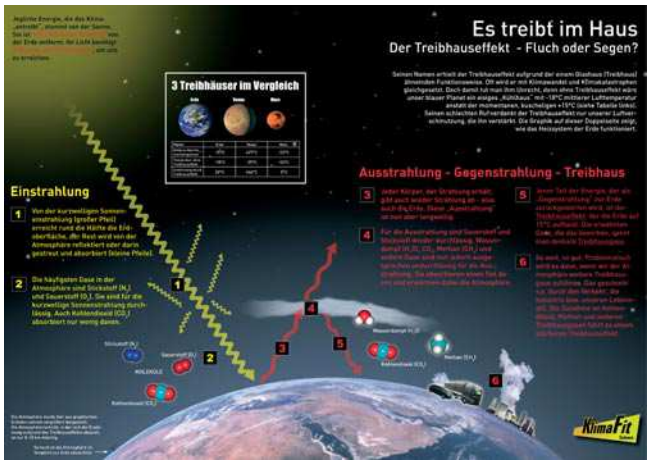



*Abb.1: Funktionsweise des Treibhauseffekts*

Jegliche Energie, die das Klima „antreibt“, stammt von der **Sonne**. Sie ist 149,6 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Ihr Licht benötigt 8 Minuten und 19 Sekunden, um uns zu erreichen.

Von der kurzwelligen Strahlung der Sonne (großer Pfeil in Abb.1) erreicht rund die Hälfte die Erdoberfläche (= **Einstrahlung**), der Rest wird von der Atmosphäre reflektiert oder darin gestreut und absorbiert (kleine Pfeile).

Die häufigsten Gase in der Atmosphäre sind Stickstoff ($N_2$) und Sauerstoff ($O_2$). Sie sind für die kurzwellige Sonnenstrahlung durchlässig. Auch Kohlendioxid ($CO_2$) absorbiert nur wenig davon.

Jeder Körper, der Strahlung erhält, gibt auch wieder Strahlung ab – also auch die Erde. Diese Wärmestrahlung nennt man **Ausstrahlung,** sie ist nun aber langwellig.

Für die Ausstrahlung sind Sauerstoff und Stickstoff wieder durchlässig. Wasserdampf ($H_2O$), $CO_2$, Methan ($CH_4$) und andere Gase sind nun jedoch ausgesprochen undurchlässig für die Ausstrahlung. Sie absorbieren einen Teil davon und erwärmen dabei die Atmosphäre.

Jener Teil der Energie, der als **Gegenstrahlung** zur Erde zurückgeworfen wird, ist der ***Treibhauseffekt***, der die Erde auf 15 °C aufheizt. Die erwähnten Gase, die das bewirken, nennt man deshalb ***Treibhausgase***.

## Die Treibhausgase

Obwohl Kohlendioxid ($CO_2$) meist als das Treibhausgas Nr. 1 gesehen wird, stimmt das nicht beim natürlichen Treibhauseffekt. Denn für die 33 °C-Aufheizung (von den erwähnten –18 °C auf +15 °C) ist v.a. der Wasserdampf in der Atmosphäre verantwortlich. Tab. 1 zeigt, wie viel °C die einzelnen natürlichen Treibhausgase zu den 33 °C beitragen.

| Treibhausgas | Konzentration in der Atmosphäre in % | Beitrag zum natürlichen Treibhauseffekt | |
|---|---|---|---|
| | | Temperaturerhöhung in °C | in % |
| Wasserdampf ($H_2O$) | 1 bis 4 | 20,6 | 62,0 |
| Kohlendioxid ($CO_2$) | 0,0358 | 7,2 | 22,0 |
| Ozon, bodennah ($O_3$) | 0,000003 | 2,4 | 7,0 |
| Lachgas ($N_2O$) | 0,000031 | 1,4 | 4,0 |
| Methan ($CH_4$) | 0,000172 | 0,8 | 2,5 |
| andere | | 0,6 | 2,5 |

*Tab. 1: Beitrag natürlicher Treibhausgase der Atmosphäre zum natürlichen Treibhauseffekt*
*(aus Cubasch & Kasang, 2000: Anthropogener Klimawandel, S. 40)*

Abb. 2 zeigt die diesbezügliche Dominanz von Wasserdampf nochmals ganz deutlich, allerdings hat dieses Treibhausgas – im Vergleich zu den anderen – auch mit Abstand die höchste Konzentration in der Atmosphäre (1 bis 4 %). Das Kohlendioxid hat für seine rund 0,04 % jedoch einen enorm hohen Anteil an der Erwärmung. Seine effektive Wirkung ist also enorm.

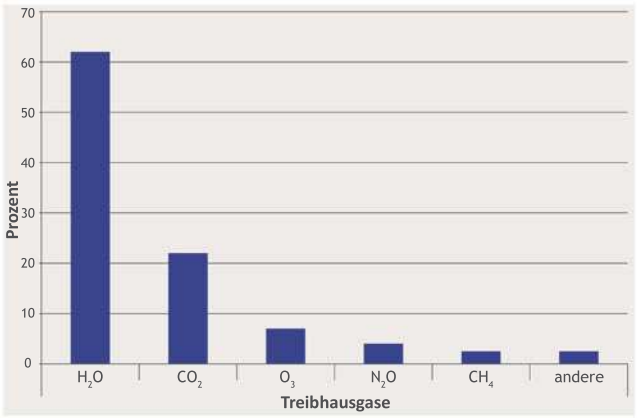



*Abb. 2: Anteil der natürlichen Treibhausgase am gesamten Treibhauseffekt in Prozent*

Wie wichtig die Zusammensetzung der Atmosphäre und der natürliche Treibhauseffekt sind, erkennt man beim Blick auf unsere Nachbarplaneten Mars und Venus (siehe Tab. 2).

*Tab. 2: Eigenschaften der Erdatmosphäre und der Nachbarplaneten Venus und Mars (aus Graedl & Crutzen, 1994: Chemie der Atmosphäre. Bedeutung für Klima und Umwelt, S. 55)*

| Eigenschaft | Venus | Erde | Mars |
|---|---|---|---|
| Masse der Atmosphäre (im Verhältnis zur Erdatmosphäre) | 100 | 1 | 0,06 |
| Wolkenbedeckung in % | 100 | 50 | variabel |
| Wolkenzusammensetzung | Schwefelsäure ($H_2SO_4$) | Wasser ($H_2O$) | Staub, $H_2O$, $CO_2$ |
| Stickstoff ($N_2$) in % | < 2 | 78 | < 2,5 |
| Sauerstoff ($O_2$) in % | < 0,0001 (Volumsanteil) | 21 | < 0,25 |
| Kohlendioxid ($CO_2$) in % | > 98 | 0,035 | > 96 |
| Wasserdampf ($H_2O$) in % | 0,3 – 1 x $10^{-4}$ | 3 – 4 x $10^{-4}$ | < 0,001 |
| Temperatur ohne Treibhauseffekt | -39 °C | -18 °C | -56 °C |
| mittlere tatsächliche Oberflächentemperatur | 427 °C | 15 °C | -53 °C |
| **Erwärmung durch den natürlichen Treibhauseffekt** | **466 °C** | **33 °C** | **3 °C** |

Sowohl Mars als auch Venus haben Atmosphären, die für Leben ungeeignet sind. Die Venus ist mit ihrer dichten Atmosphäre ein kochendes Treibhaus (+466 °C durch den Treibhauseffekt) und der Mars mit fast fehlendem Treibhauseffekt (+3 °C) eine „Tiefkühltruhe“ mit -53 °C mittlerer tatsächlicher Oberflächentemperatur. Auf der Erde passt die Mischung hingegen perfekt, der Treibhauseffekt sorgt für lebenstaugliche Verhältnisse.

So weit, so gut. Problematisch wird es dann, wenn wir der Atmosphäre weitere Treibhausgase zuführen. Das geschieht v.a. durch den Verkehr, die Industrie bzw. unseren Lebensstil. Die Zunahme an Kohlendioxid, Methan und anderen Treibhausgasen führt zu einem stärkeren Treibhauseffekt. Vor allem die hohe effektive Wirkung von Kohlendioxid auf den Treibhauseffekt (siehe Tab. 1) ist hier von Bedeutung. Dieses $CO_2$ wird bei allen Verbrennungsprozessen ausgestoßen, in Motoren, im Heizkessel, in der Industrie ...

Ganz grob kann man hier eine Drittelung bei den $CO_2$-Verursachern sehen. Ungefähr ein Drittel ist Verkehr und Industrie zuzuschreiben, ein Drittel Energieproduktion und Gebäuden und ein Drittel Entwaldung und Land-Übernutzung. Die große Menge der Emissionen hat dabei mit unserem Konsum und Lebensstil zu tun.

Allerdings gibt es neben dem $CO_2$ noch viele andere vom Menschen ausgestoßene Treibhausgase. Einige dieser „anthropogenen“ Gase werden hier aufgezählt, wovon die meisten zwar nur einen äußerst geringen prozentuellen Anteil an der Atmosphäre haben, aber trotzdem teils sehr effektiv sind.

**Kohlendioxid ($CO_2$)**
Es ist mit einem Anteil von etwa 0,035 % in der Atmosphäre enthalten und hat einen Anteil von 22 % am natürlichen Treibhauseffekt. Es entsteht u.a. bei der Verbrennung fossiler Energieträger (durch Verkehr, Heizen, Stromerzeugung, Industrie) und wird im Schnitt erst nach 120 Jahren in der Atmosphäre abgebaut. Kohlendioxid macht etwa 60 % des vom Menschen verursachten zusätzlichen Treibhauseffekts aus.

**Methan ($CH_4$)**
Es kommt nur in Spuren in der Atmosphäre vor. Anthropogenes Methan entsteht z.B. in der Land- und Forstwirtschaft und anderweitiger Nutzung von Land und Biomaterial, in der Tierproduktion, in Klärwerken und Mülldeponien.
Andere Quellen sind Austritte bei Förderung, Transport und Verarbeitung vor allem von Erdgas und bei der nie ganz vollständigen Verbrennung beim Abfackeln von nicht marktfähigen oder technisch nicht verwertbaren Gasen.
Methan trägt aufgrund seiner hohen Wirkung (25-mal so wirksam wie $CO_2$) mit rund 20 % zum anthropogenen Treibhauseffekt bei. Die Verweildauer in der Atmosphäre ist mit 9 bis 15 Jahren aber deutlich kürzer als bei $CO_2$.

**Lachgas ($N_2O$)**
Die Treibhauswirksamkeit dieses Treibhausgases ist 298-mal so groß ist wie die von $CO_2$. Menschenverursachte Emissionen stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft (Viehhaltung, Düngemittel, Biomasse ...). Mit einer mittleren atmosphärischen Verweilzeit von 114 Jahren und einem relativ hohen Treibhauspotenzial ist es ein klimarelevantes Gas.

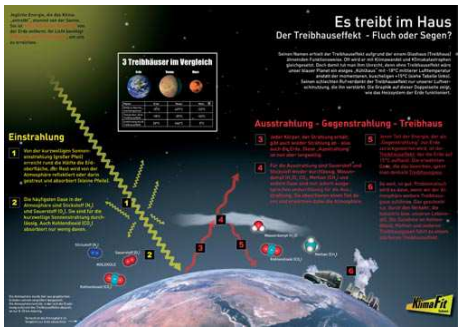
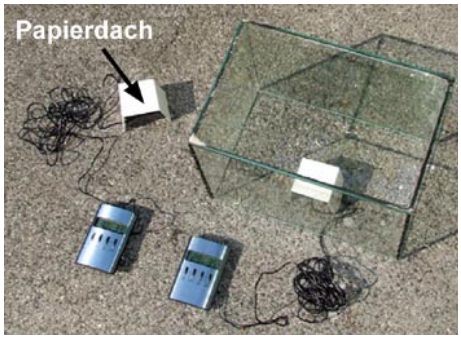
**Fluorchlorkohlenwasserstoffe**
Diese werden als Treibgas, Kälte- oder Feuerlöschmittel eingesetzt. Die fluorierten Kohlenwasserstoffe tragen derzeit etwa 10 Prozent zur menschlich verursachten Erderwärmung bei. Einige dieser Stoffe sind bis zu 14.800-fach stärker klimawirksam als Kohlendioxid.

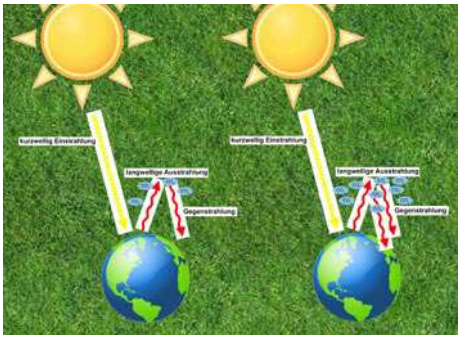
**Schwefelhexafluorid ($SF_6$)**
Dieses wird als Isolationsgas oder Löschgas in Hochspannungsschaltanlagen eingesetzt sowie als Ätzgas in der Halbleiterindustrie verwendet. 1 kg dieses Gases ist, auf einen Zeitraum von 100 Jahren betrachtet, genauso schädlich wie 22.800 kg Kohlendioxid ($CO_2$).

**Stickstofftrifluorid ($NF_3$)**
Seine Treibhauswirkung ist 17.200-mal größer als die des $CO_2$. Es spielt aber aufgrund der sehr geringen atmosphärischen Konzentration keine Rolle bei der Abschätzung der durch den Menschen verursachten globalen Erwärmung.

## Didaktische Umsetzung

Zuerst erarbeiten die SchülerInnen selbstständig mit einem Arbeitsblatt die Funktionsweise des Treibhauseffekts. Danach wird im Freien bei Sonnenschein ein einfaches Treibhausmodell nachgebaut. Parallel dazu wird der Treibhauseffekt nochmals mit Bildkärtchen nachgestellt und dann als Laufspiel erlebbar gemacht.

| Inhalte | Methoden |
|---|---|
| **Der Treibhauseffekt** | **10-15 Minuten** |
| *Einzelarbeit in der Klasse*<br>  | Material<br>Beilage Arbeitsblatt „Es treibt im Haus“<br><br>Jede/r SchülerIn bekommt eine Kopie oder einen Farbausdruck des Arbeitsblattes „Treibhauseffekt“. Diese Vorlage kann parallel dazu auch am Beamer als PDF angezeigt werden oder als Folie am Overheadprojektor.<br>Gemeinsam wird der Text des Arbeitsblattes durchgelesen und die weißen Felder werden von den SchülerInnen mit den richtigen Antworten befüllt.<br><br>Auf der zweiten Seite der Beilage finden sich die Lösungen. |
| **Der Treibhauseffekt – Bau eines Modells** | **35 Minuten (inkl. Wartezeit)** |
| *Experiment im Freien*<br>  <br> | Material<br>Beilage „Bau eines Modells - Treibhauseffekt“, ein kleines Aquarium, zwei Innen-Außen-Thermometer mit Kabelsensor, Papier oder Karton, Sonnenschein (!)<br><br>Auch im Alltag kann das ungefähre Prinzip des Treibhauseffekts erlebt werden, z.B. in einem Glashaus einer Gärtnerei oder auch wenn im Sommer ein Auto in der Sonne steht und die Luft darin unerträglich heiß wird. Das funktioniert ähnlich wie beim Treibhauseffekt.<br><br>Folgender einfacher Versuch zeigt das Prinzip: Man nimmt zwei Innen-Außen-Thermometer und legt ein Kabelende mit dem Außen-Temperaturfühler im Freien auf den Boden in die Sonne. Das zweite legt man daneben hin, setzt aber ein kleines Aquarium verkehrt darüber, sodass die Luft darin von der Außenluft abgeschlossen wird (muss nicht luftdicht sein).<br><br>Wichtig: Die Temperaturfühler dürfen nicht direkt in der Sonne liegen, das würde die Werte verfälschen. Deshalb stellt man zwei kleine Papier- oder Kartondächer über die Fühler, damit diese im Schatten liegen. Dann werden die Temperaturen eine Zeit lang verglichen und in der Tabelle eingetragen.<br><br>Die Temperatur im Aquarium müsste bei Versuchsende höher sein. Ähnlich funktioniert das auch bei unserer Erde. Die Treibhausgase haben dabei dann die Funktion des Glasdaches. |

| Treibhauseffekt-Bildkarten | 10 Minuten |
|---|---|
| *Im Freien während der Wartezeit zum Experiment*<br>  <br> | Material<br>Beilage „Bildkarten Treibhauseffekt“ (Bilder ausschneiden)<br><br>Zur Wiederholung wird während des Versuchs mit dem Aquarium das Prinzip des Treibhauseffekts noch einmal mit Bildkarten neben dem Aquarium nachgestellt. Die Anleitung dazu findet sich am ersten Blatt der Beilage. Hierbei muss nun erklärt werden, dass das $CO_2$ in der Atmosphäre ungefähr denselben Effekt hat wie das Glasdach des Aquariums. Es hält die Wärme „drinnen“. Beim Nachstellen des menschlich verstärkten Treibhauseffekts kann diskutiert werden, wo überall Kohlendioxid entsteht und wie es vermieden werden kann. |
| **Treibhauseffekt Laufspiel** | **20 Minuten** |
| *Im Freien oder im Turnsaal während der Wartezeit zum Experiment*<br> | Material<br>Beilage „Treibhauseffekt Laufspiel“ (Anleitung und Karten)<br><br>Das Prinzip des Treibhauseffekts und die Rolle von Kohlendioxid kann auch als Laufspiel verständlich gemacht werden. Die genaue Anleitung dazu ist der Beilage zu entnehmen. |

## Beilagen

- ► Arbeitsblatt „Es treibt im Haus“
- ► Bildkarten Treibhauseffekt
- ► Bau eines Modelles - Treibhauseffekt
- ► Treibhauseffekt Laufspiel

## Weiterführende Themen

- ► Folgen des Treibhauseffekts global
- ► Folgen des Treibhauseffekts in der Stmk.
- ► Gibt es positive Auswirkungen des verstärkten Treibhauseffekts?
- ► $CO_2$: Woher kommt es? Was kann es?
- ► $CO_2$: Versuche selber durchführen
- ► Wie kann man Kohlendioxid einsparen?
- ► War das Klima immer gleich?

## Weiterführende Informationen

- **Unterrichtsmaterialien zum Thema** (die hier präsentierten und zahlreiche andere Experimente) ***www.klimafit.at*** >> Downloads

- **Zeitschrift „KlimaFit“ für die Unterstufe auf** *www.klimafit.at*
  Die Inhalte umfassen einen Blick auf den Klimawandel, dessen Folgen für die Welt und für die Steiermark. Was ist der Treibhauseffekt und was sagen Stars und Prominente dazu? Wie funktioniert das Klima und wie können Schulen eine Klimabündnis-Schule werden?
  Außerdem gibt es zahlreiche Tipps, wie man Energie und Geld sparen kann, interessante News, Videos zu den Themen, Downloads für den Unterricht und vieles mehr.

- **Zeitschrift „KlimaFit“ für VS auf** *www.klimafit.at*
  Inhalte: Grundbegriffe rund ums Klima, Situation in der Steiermark, eigenes Handeln
  Fokus auf handlungs- und spaßorientiertes Arbeiten

- **Zeitschrift „KlimaFit“ für die Oberstufe auf** *www.klimafit.at*
  Inhalte: das Treibhausgas Kohlendioxid ($CO_2$); wie in der Steiermark der $CO_2$-Ausstoß reduziert wird; gibt es Bereiche in der Steiermark, die vom Klimawandel profitieren

**Noch Fragen zum Thema?**

Mag. Michael Krobath
Projekt „Klima“, Geograf
Telefon: 0043-(0)316-835404-2
E-Mail: michael.krobath@ubz-stmk.at

UBZ Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark

*www.ubz-stmk.at*

Das Land Steiermark
Fachabteilung 17C

# Es treibt im Haus

## Der Treibhauseffekt - Fluch oder Segen?

Seinen Namen erhielt der Treibhauseffekt aufgrund der einem Glashaus (Treibhaus) ähnelnden Funktionsweise. Oft wird er mit Klimawandel und Klimakatastrophen gleichgesetzt. Doch damit tut man ihm Unrecht, denn ohne Treibhauseffekt wäre unser blauer Planet ein eisiges „Kühlhaus" mit -18 °C mittlerer Lufttemperatur anstatt der momentanen kuscheligen +15 °C (siehe Tabelle links). Seinen schlechten Ruf verdankt der Treibhauseffekt nur unserer Luftverschmutzung, die ihn verstärkt. Die Graphik auf dieser Doppelseite zeigt, wie das Heizsystem der Erde funktioniert.

Jegliche Energie, die das Klima „antreibt", stammt von der Sonne. Sie ist 149,6 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Ihr Licht benötigt 8 Minuten und 19 Sekunden, um uns zu erreichen.

**Folgende Begriffe müssen richtig zugeordnet werden:**

- Kohlendioxid ($CO_2$)
- Ausstrahlung
- Gegenstrahlung
- Methan ($CH_4$)
- Sauerstoff ($O_2$)
- Stickstoff ($N_2$)
- Kohlendioxid ($CO_2$)
- Einstrahlung
- Wasserdampf ($H_2O$)

**1** Von der kurzwelligen Sonneneinstrahlung (großer Pfeil) erreicht rund die Hälfte die Erdoberfläche, der Rest wird von der Atmosphäre reflektiert oder darin gestreut und absorbiert (kleine Pfeile).

**2** Die häufigsten Gase in der Atmosphäre sind Stickstoff ($N_2$) und Sauerstoff ($O_2$). Sie sind für die kurzwellige Sonnenstrahlung durchlässig. Auch Kohlendioxid ($CO_2$) absorbiert nur wenig davon.

**3** Jeder Körper, der Strahlung erhält, gibt auch wieder Strahlung ab - also auch die Erde. Diese „Ausstrahlung" ist nun aber langwellig.

**4** Für die Ausstrahlung sind Sauerstoff und Stickstoff wieder durchlässig. Wasserdampf ($H_2O$), $CO_2$, Methan ($CH_4$) und andere Gase sind nun jedoch ausgesprochen undurchlässig für die Ausstrahlung. Sie absorbieren einen Teil davon und erwärmen dabei die Atmosphäre.

**5** Jener Teil der Energie, der als „Gegenstrahlung" zur Erde zurückgeworfen wird, ist der Treibhauseffekt, der die Erde auf 15 °C aufheizt. Die erwähnten Gase, die das bewirken, nennt man deshalb Treibhausgase.

**6** So weit, so gut. Problematisch wird es dann, wenn wir der Atmosphäre weitere Treibhausgase zuführen. Das geschieht v.a. durch den Verkehr, die Industrie bzw. unseren Lebensstil. Die Zunahme an Kohlendioxid, Methan und anderen Treibhausgasen führt zu einem stärkeren Treibhauseffekt.

Die Atmosphäre wurde hier aus graphischen Gründen extrem vergrößert dargestellt. Die Atmosphärenschicht, in der sich die Erwärmung aufgrund des Treibhauseffekts abspielt, ist nur 8-18 km mächtig.

So hoch ist die Atmosphäre im Vergleich zur Erde tatsächlich. →

KlimaFit Science

# Es treibt im Haus

## Der Treibhauseffekt - Fluch oder Segen?

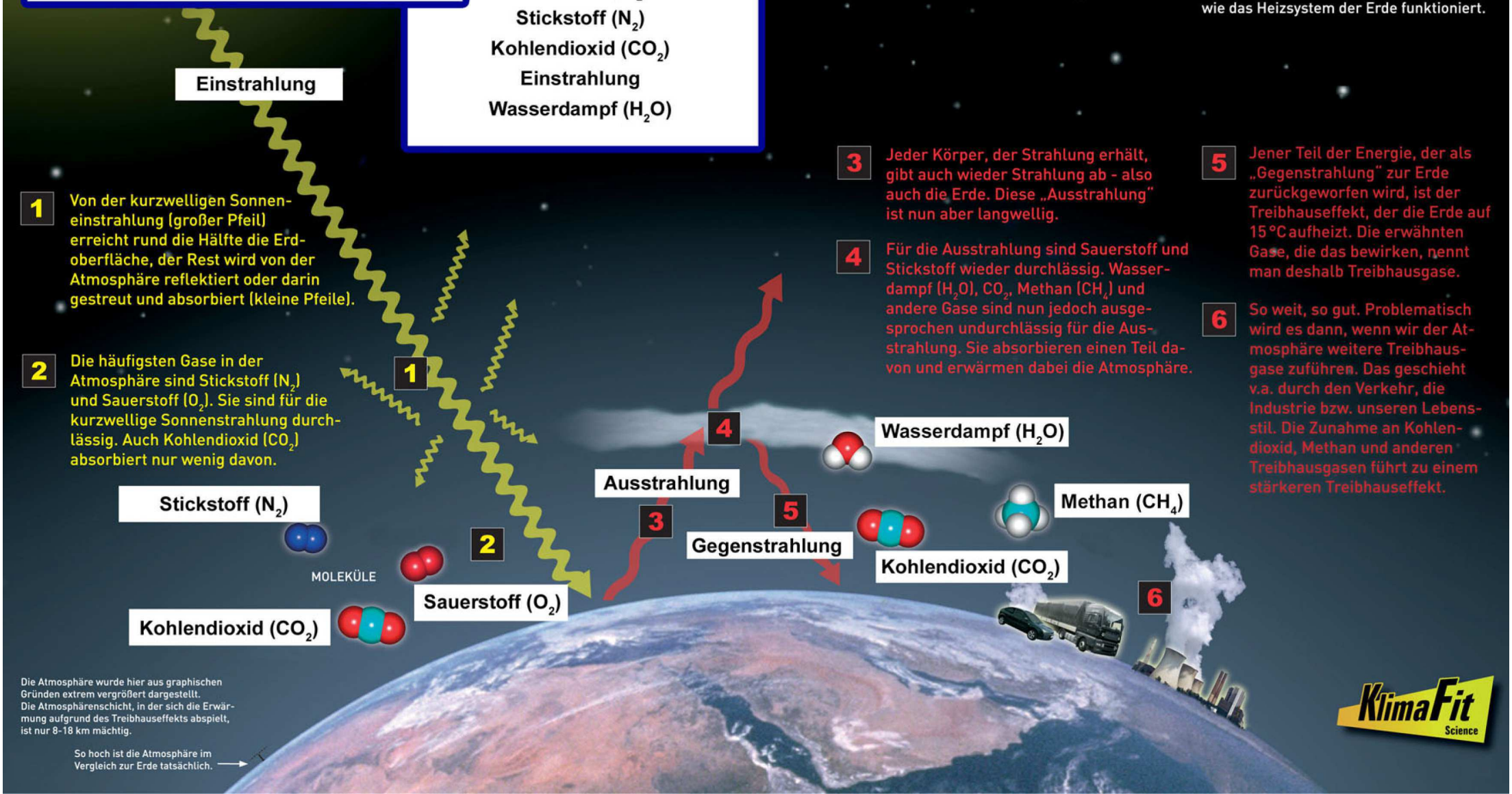
Seinen Namen erhielt der Treibhauseffekt aufgrund der einem Glashaus (Treibhaus) ähnelnden Funktionsweise. Oft wird er mit Klimawandel und Klimakatastrophen gleichgesetzt. Doch damit tut man ihm Unrecht, denn ohne Treibhauseffekt wäre unser blauer Planet ein eisiges „Kühlhaus" mit -18 °C mittlerer Lufttemperatur anstatt der momentanen kuscheligen +15 °C (siehe Tabelle links). Seinen schlechten Ruf verdankt der Treibhauseffekt nur unserer Luftverschmutzung, die ihn verstärkt. Die Graphik auf dieser Doppelseite zeigt, wie das Heizsystem der Erde funktioniert.

Jegliche Energie, die das Klima „antreibt", stammt von der Sonne. Sie ist 149,6 Millionen Kilometer von der Erde entfernt. Ihr Licht benötigt 8 Minuten und 19 Sekunden, um uns zu erreichen.

**Folgende Begriffe müssen richtig zugeordnet werden:**

Kohlendioxid ($CO_2$)
Ausstrahlung
Gegenstrahlung
Methan ($CH_4$)
Sauerstoff ($O_2$)
Stickstoff ($N_2$)
Kohlendioxid ($CO_2$)
Einstrahlung
Wasserdampf ($H_2O$)

# LÖSUNGEN




**1** Von der kurzwelligen Sonneneinstrahlung (großer Pfeil) erreicht rund die Hälfte die Erdoberfläche, der Rest wird von der Atmosphäre reflektiert oder darin gestreut und absorbiert (kleine Pfeile).

**2** Die häufigsten Gase in der Atmosphäre sind Stickstoff ($N_2$) und Sauerstoff ($O_2$). Sie sind für die kurzwellige Sonnenstrahlung durchlässig. Auch Kohlendioxid ($CO_2$) absorbiert nur wenig davon.

**3** Jeder Körper, der Strahlung erhält, gibt auch wieder Strahlung ab - also auch die Erde. Diese „Ausstrahlung" ist nun aber langwellig.

**4** Für die Ausstrahlung sind Sauerstoff und Stickstoff wieder durchlässig. Wasserdampf ($H_2O$), $CO_2$, Methan ($CH_4$) und andere Gase sind nun jedoch ausgesprochen undurchlässig für die Ausstrahlung. Sie absorbieren einen Teil davon und erwärmen dabei die Atmosphäre.

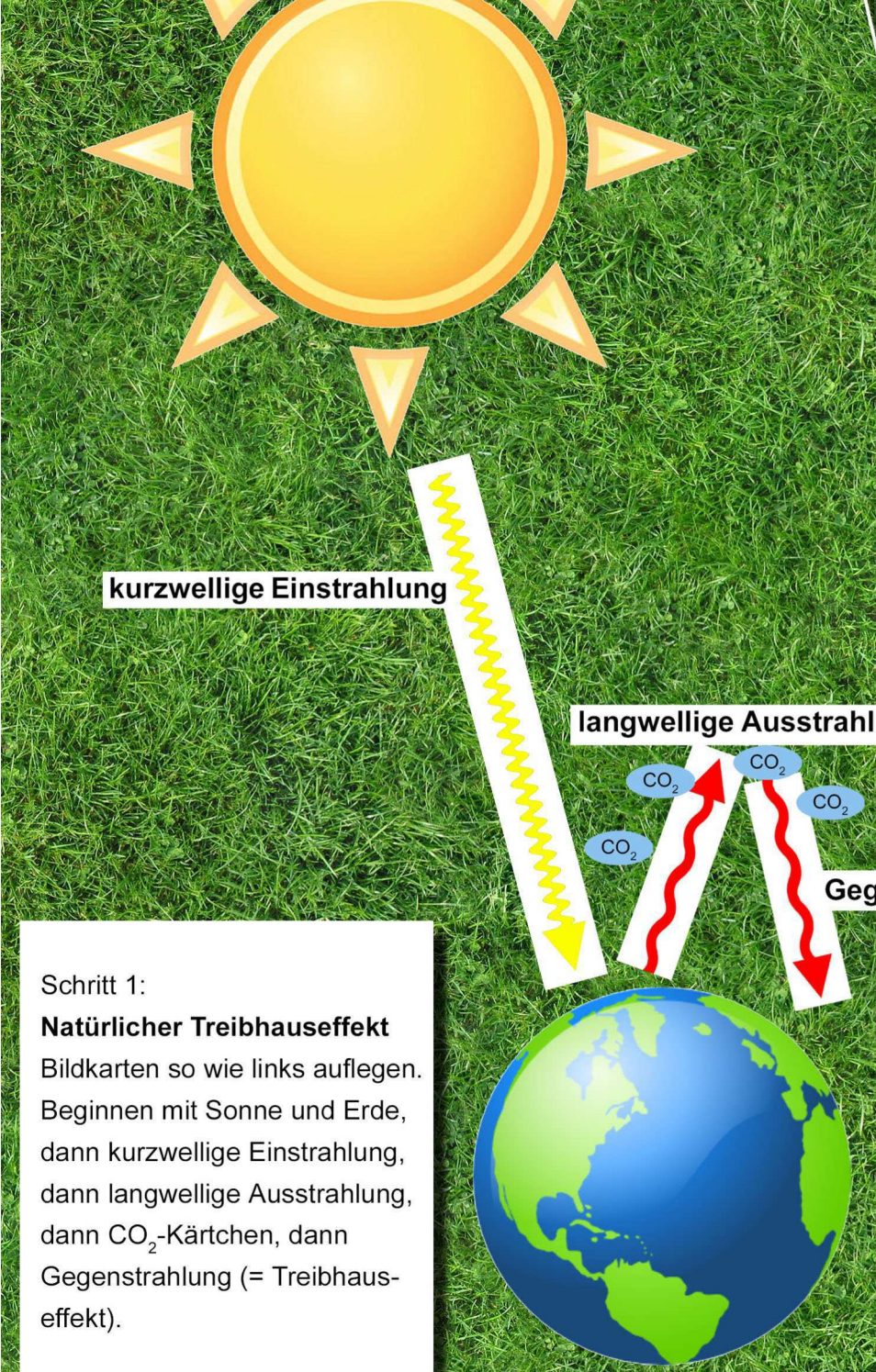
**5** Jener Teil der Energie, der als „Gegenstrahlung" zur Erde zurückgeworfen wird, ist der Treibhauseffekt, der die Erde auf 15 °C aufheizt. Die erwähnten Gase, die das bewirken, nennt man deshalb Treibhausgase.

**6** So weit, so gut. Problematisch wird es dann, wenn wir der Atmosphäre weitere Treibhausgase zuführen. Das geschieht v.a. durch den Verkehr, die Industrie bzw. unseren Lebensstil. Die Zunahme an Kohlendioxid, Methan und anderen Treibhausgasen führt zu einem stärkeren Treibhauseffekt.

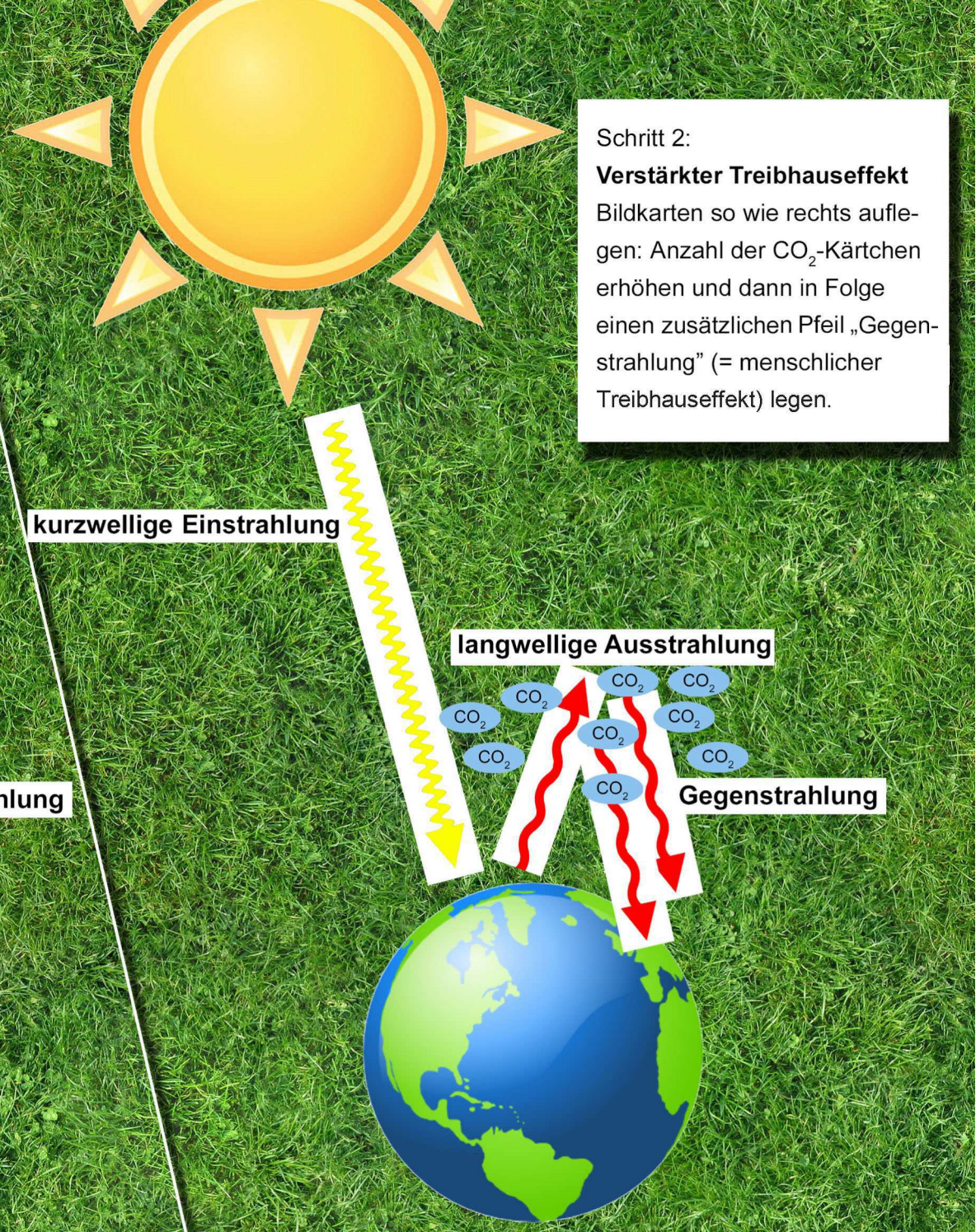
Die Atmosphäre wurde hier aus graphischen Gründen extrem vergrößert dargestellt. Die Atmosphärenschicht, in der sich die Erwärmung aufgrund des Treibhauseffekts abspielt, ist nur 8-18 km mächtig.

So hoch ist die Atmosphäre im Vergleich zur Erde tatsächlich. →

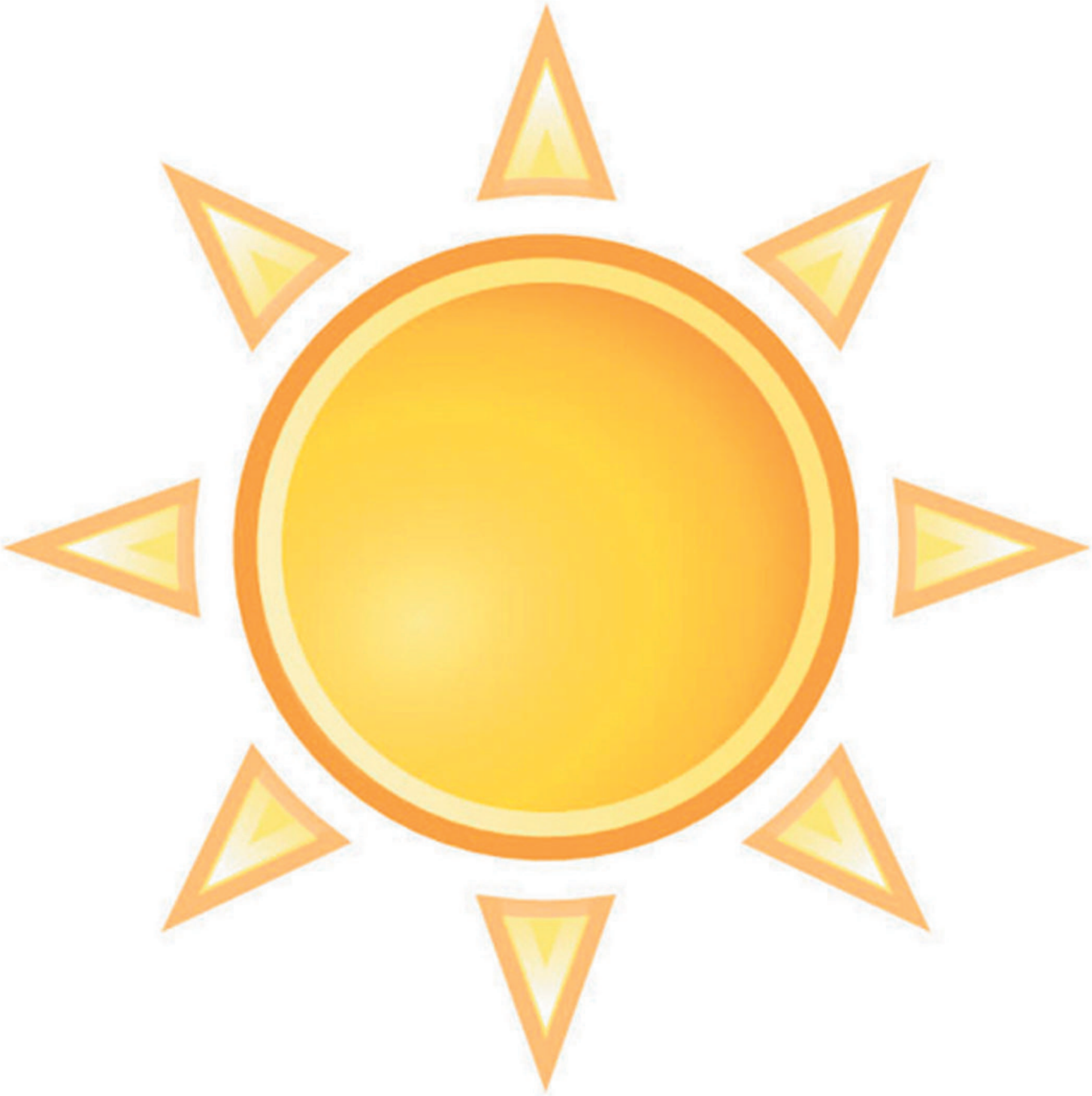
KlimaFit Science

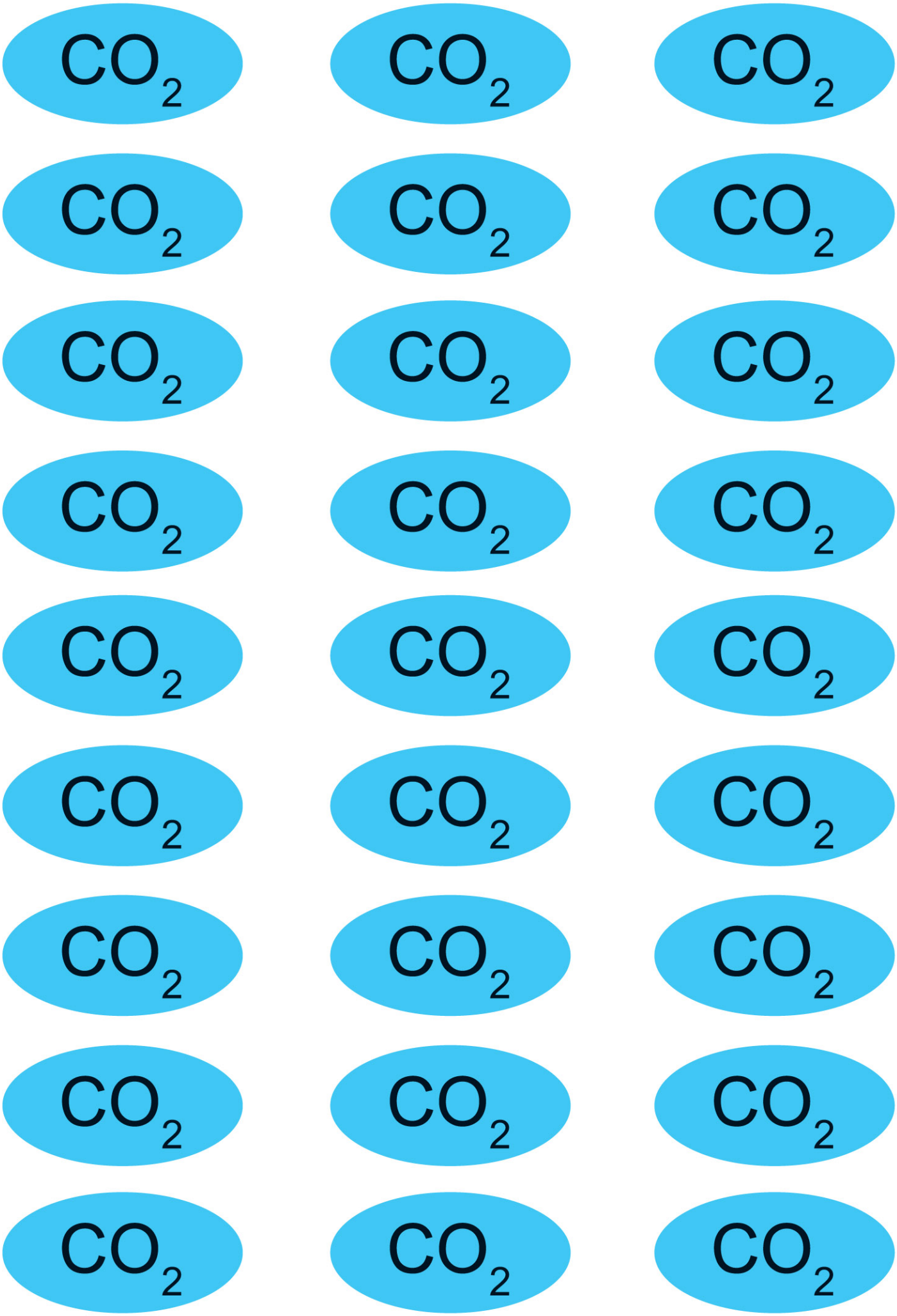


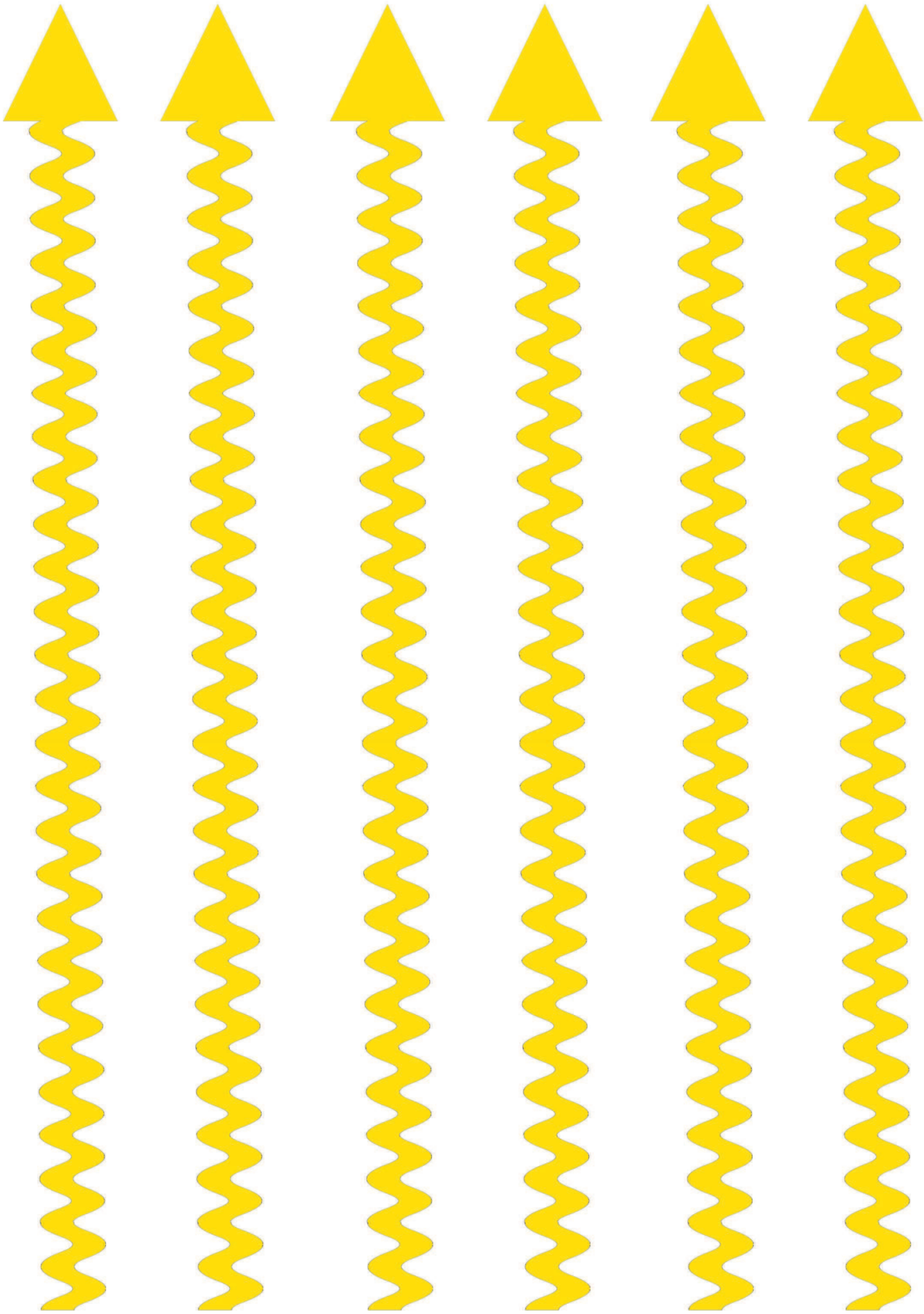

Schritt 1:
**Natürlicher Treibhauseffekt**
Bildkarten so wie links auflegen. Beginnen mit Sonne und Erde, dann kurzwellige Einstrahlung, dann langwellige Ausstrahlung, dann $CO_2$-Kärtchen, dann Gegenstrahlung (= Treibhauseffekt).

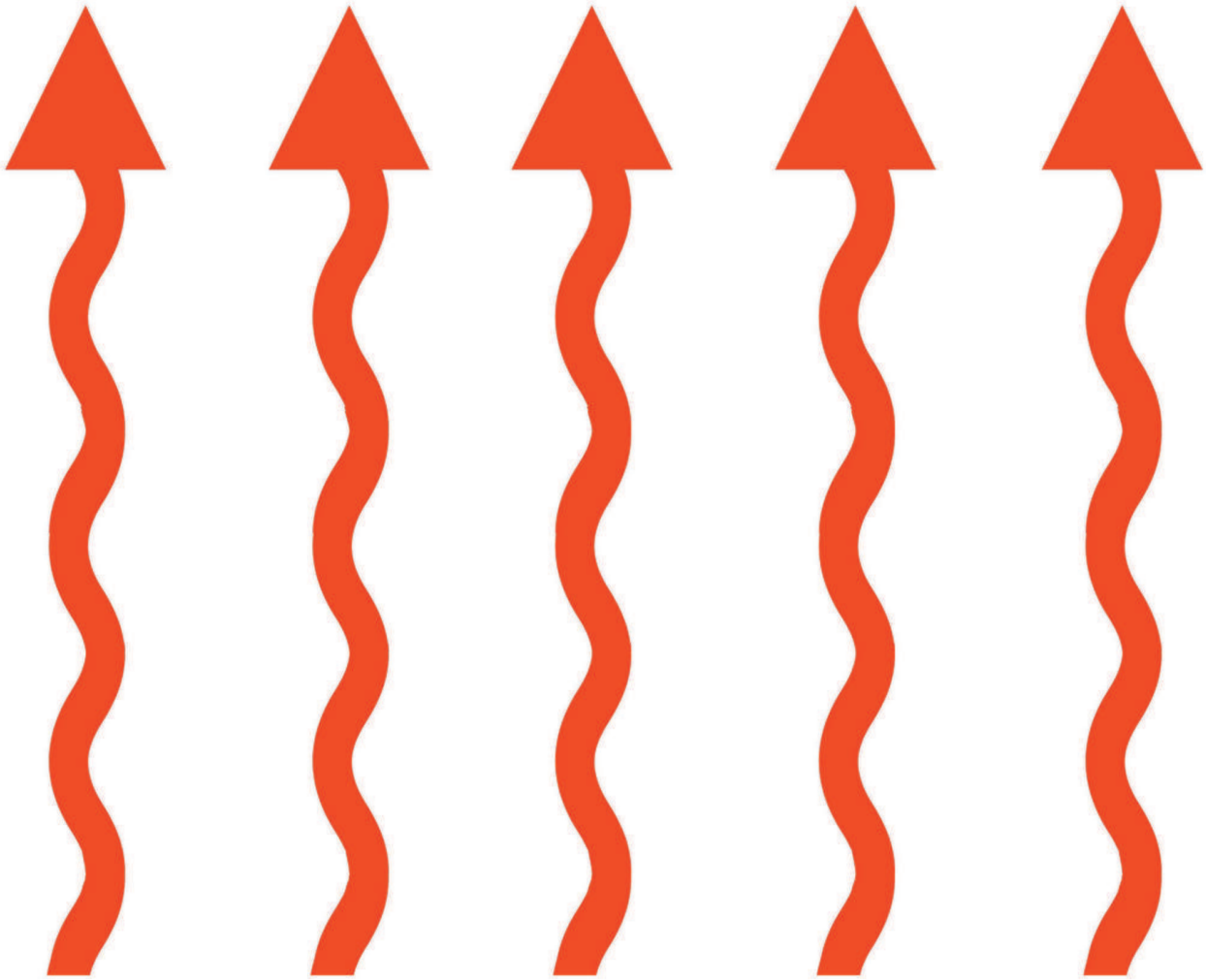



Schritt 2:
**Verstärkter Treibhauseffekt**
Bildkarten so wie rechts auflegen: Anzahl der $CO_2$-Kärtchen erhöhen und dann in Folge einen zusätzlichen Pfeil „Gegenstrahlung" (= menschlicher Treibhauseffekt) legen.




$CO_2$





**kurzwellige Einstrahlung**

**langwellige Ausstrahlung**

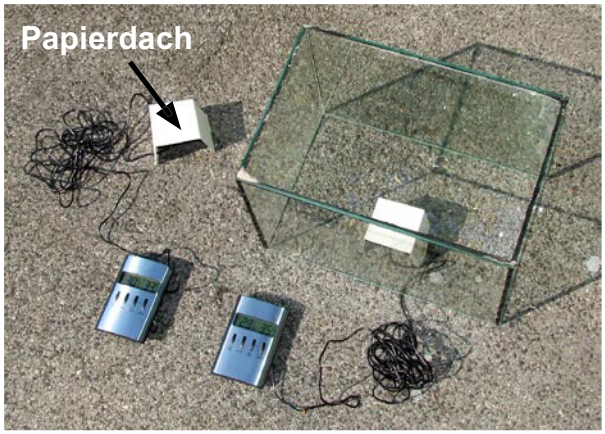
**Gegenstrahlung**

# Bau eines Modells „Treibhauseffekt“

Wie der Treibhauseffekt funktioniert, konntet ihr schon in der Zeitschrift ***KlimaFit*** (Ausgabe „Cool down!“) auf den Seiten 8-9 sehen. Auch im Alltag kann das ungefähre Prinzip dieses Effekts erlebt werden, z.B. in einem Glashaus einer Gärtnerei oder auch wenn im Sommer ein Auto in der Sonne steht und die Luft darin unerträglich heiß wird. Das funktioniert ähnlich wie beim Treibhauseffekt.

**Folgender einfacher Versuch zeigt das Prinzip** (es funktioniert nur, wenn die Sonne scheint!):

- Nehmt zwei Innen-/Außenthermometer (mit Kabel). Legt ein Kabelende mit dem Außen-Temperaturfühler im Freien auf den Boden in die Sonne.
- Das zweite legt daneben hin, setzt aber ein kleines Aquarium verkehrt darüber.
- Wichtig: Die Temperaturfühler dürfen nicht direkt in der Sonne liegen, das würde die Werte verfälschen. Stellt deshalb zwei Papierdächer über die Fühler, damit diese im Schatten liegen!



*Versuchsaufbau*

*schon 3 °C Unterschied*

Beobachtet nun die Temperaturen und tragt sie in die Liste ein!

| Zeit (Minuten nach Versuchsbeginn) | Temperatur außerhalb Aquarium | Temperatur innerhalb Aquarium | Differenz |
|---|---|---|---|
| 0 min | | | |
| 1 min | | | |
| 3 min | | | |
| 5 min | | | |
| 10 min | | | |
| 15 min | | | |
| 20 min | | | |
| 30 min | | | |

Die Temperatur im Aquarium müsste bei Versuchsende höher sein, oder? Ähnlich funktioniert das auch bei unserer Erde. Die Treibhausgase haben dabei dann die Funktion des Glasdaches.

# Treibhauseffekt
# Laufspiel

Dieses Spiel verdeutlicht auf einfache Weise, welche Funktion Kohlendioxid ($CO_2$) in der Atmosphäre hat.
**Spielort**: Turnsaal oder Wiese
**Spieler:** min. 8
Bildkarten zum Ausdrucken im Anhang

**Und so geht's:**
1.) Auf einer Seite des Spielfeldes wird ein Bild der Erde hingelegt, auf der anderen ein Bild der Sonne.

2.) Gelbe Sonnenstrahlen-Karten werden zur Sonne gelegt, rote Wärmestrahlen-Karten zur Erde.

3.) $CO_2$-Karten (mit Schnur zum Umhängen) werden genau in die Mitte des Spielfeldes gelegt.

4.) Min. 2 Kinder stellen sich in die Mitte des Spielfeldes und hängen sich ein $CO_2$-Schild um. Sie sind nun $CO_2$-Teilchen.

*$CO_2$-Teilchen auf der Lauer*

5.) Alle anderen Kinder gehen zur Sonne und nehmen einen gelben Sonnenstrahl.

6.) Das Spiel beginnt: Die Sonnenstrahl-Kinder gehen mit ihren gelben Kärtchen in Richtung Erde. Die $CO_2$-Teilchen müssen sie durchlassen, denn sie können die kurzwellige Sonnenstrahlung nicht aufhalten.

7.) Die Sonnenstrahlen treffen auf die Erde und legen die Strahlen dort hin - das ist die **Einstrahlung**. Diese Strahlen erwärmen dadurch die Erde und diese strahlt nun „rote" Wärmestrahlung ab - das ist die **Ausstrahlung**. Die Kinder nehmen also nun ein rotes Kärtchen und versuchen damit wieder hinaus ins Weltall zu kommen.

8.) Diese langwellige Wärmestrahlung kann nun aber von den $CO_2$-Teilchen absorbiert werden. Das geschieht, indem die $CO_2$-Teilchen versuchen, die roten Wärmestrahlen zu fangen bzw. zu berühren.

9.) Wird ein Wärmestrahlungskind berührt, muss es die rote Karte wieder zur Erde zurückbringen und dort ablegen. Diese Karte muss von der Spielleitung aus dem Spiel entfernt werden. Danach darf das Kind wieder neue Sonnenstrahlen holen.

*Rote Wärmestrahlen versuchen an den $CO_2$-Teilchen vorbei zu kommen.*

10.) Schafft ein Wärmestrahlungskind es aber, an den $CO_2$-Teilchen vorbei zu kommen und dadurch das Weltall zu erreichen, wird die rote Karte bei der Sonne abgelegt. Das Kind darf nun wieder eine gelbe Sonnenstrahlung nehmen und es beginnt von vorne.

Beilage zur Ausgabe „Cool down!" der Zeitschrift ***KlimaFit***
Seite 8-9: Der Treibhauseffekt
www.klimafit.at

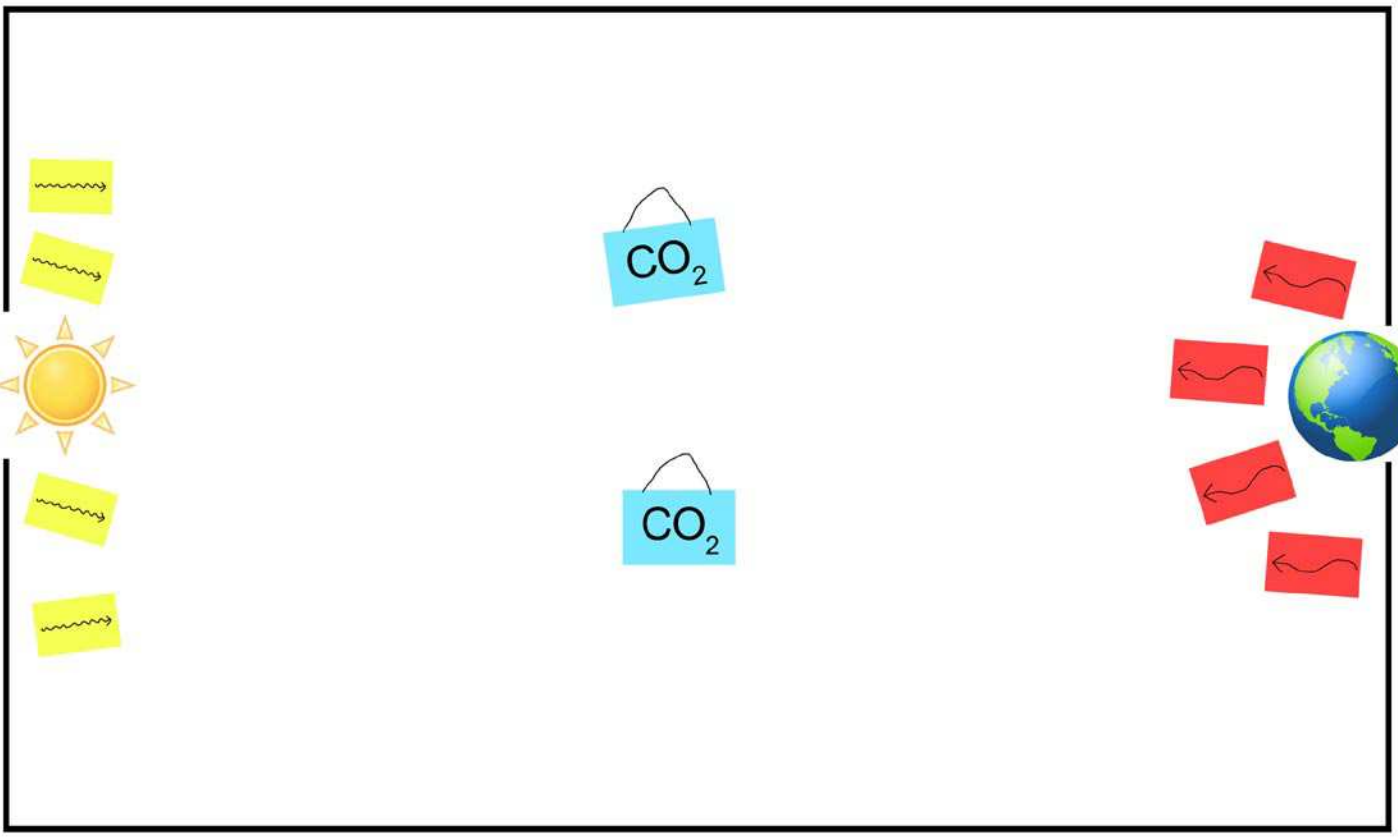
11.) Die Spielleitung muss immer wieder die gelben Strahlen-Karten, die auf die Erde gekommen sind, zurück zur Sonne bringen, damit das Spiel weitergehen kann.

*Ein Wärmestrahl wird von einem $CO_2$-Teilchen absorbiert (gefangen).*

12.) Das Spiel endet, wenn alle roten Wärmestrahlen, die ursprünglich bei der Erde lagen, verbraucht sind. Nun wird gezählt, ob mehr rote Strahlen wieder ins Weltall hinausgekommen oder zurück zur Erde gekehrt sind und damit die Erde erwärmen. Je mehr rote Strahlen auf die Erde zurückgekommen sind (da sie von den $CO_2$-Teilchen gefangen wurden), desto stärker ist der Treibhauseffekt. Dieses Zurückkommen nennt man **Gegenstrahlung**.

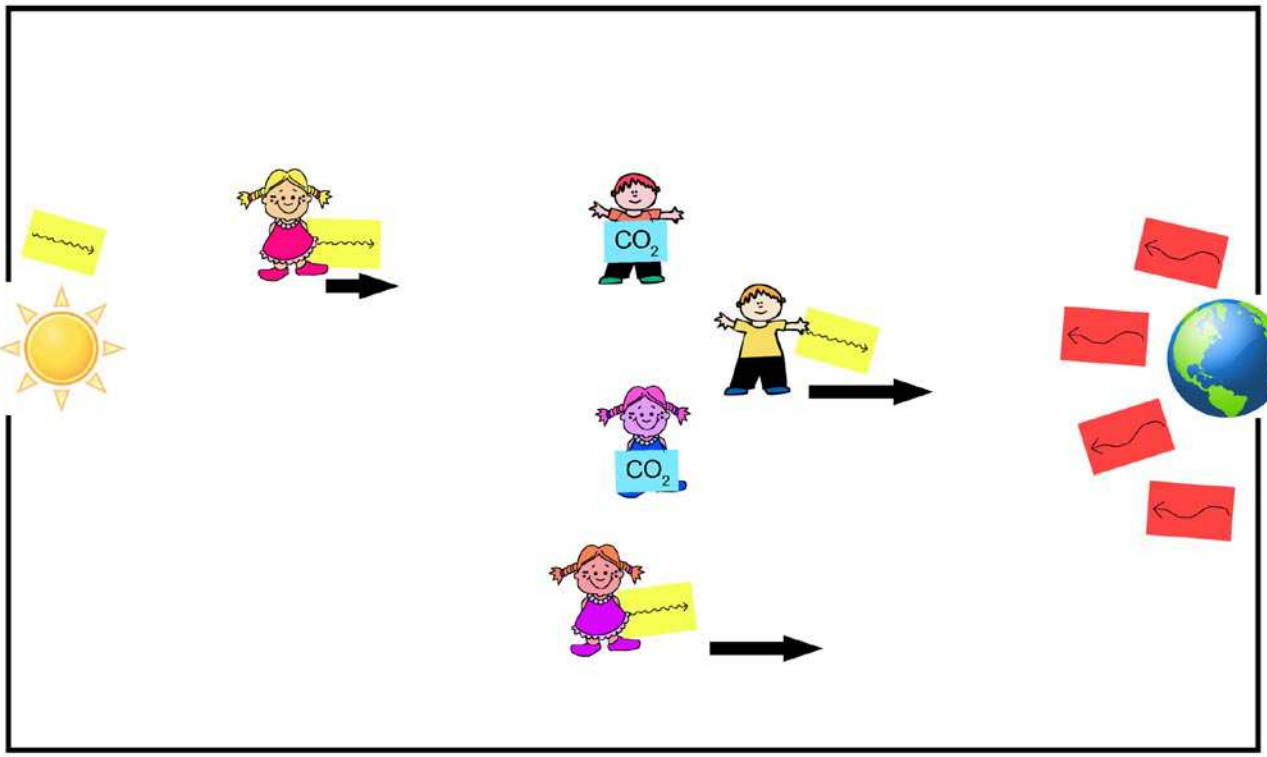
13.) Nun wird die Anzahl der $CO_2$-Teilchen erhöht, d.h. mehrere Kinder hängen sich nun $CO_2$-Schilder um und stehen in der Mitte. Was passiert? Werden mehr rote Karten gefangen? Wird es wärmer auf der Erde, wenn mehr $CO_2$-Teilchen in der Atmosphäre sind? Was bewirken $CO_2$-Teilchen also in der Atmosphäre?

**Spielplan - Ausgangssituation:** So liegen die Karten zu Beginn, wenn man zwei $CO_2$-Teilchen wählen würde. Alle gelben und roten Karten werden ausgelegt, nicht nur je vier wie in diesem Bild.

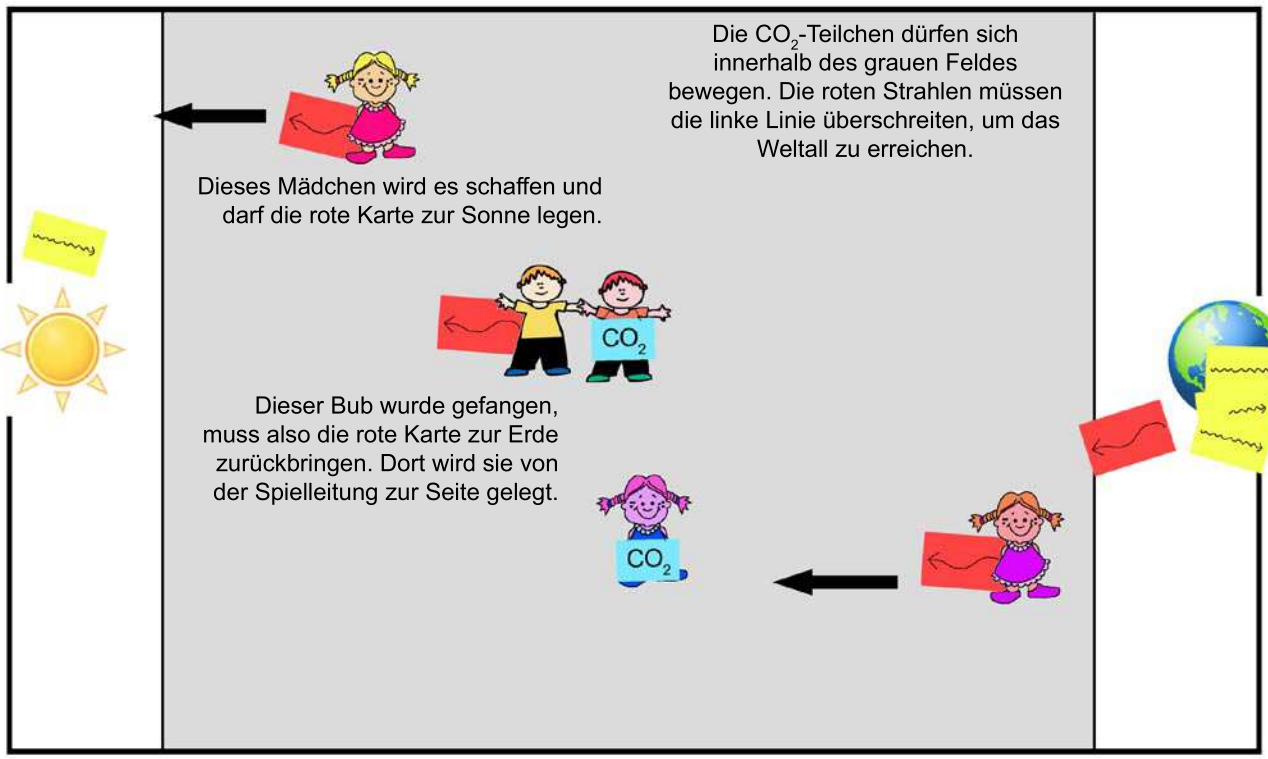


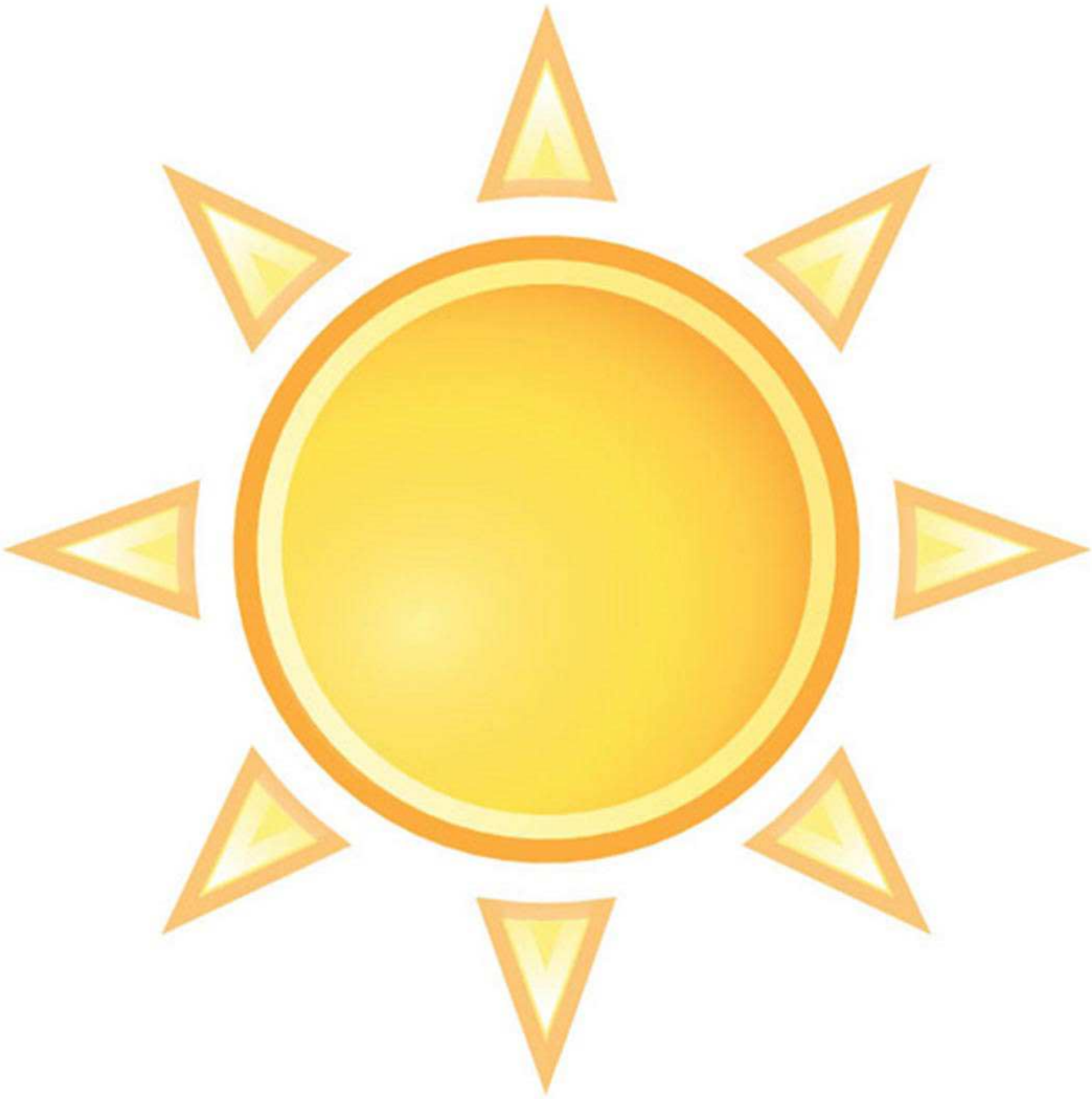
# Treibhauseffekt
# Laufspiel

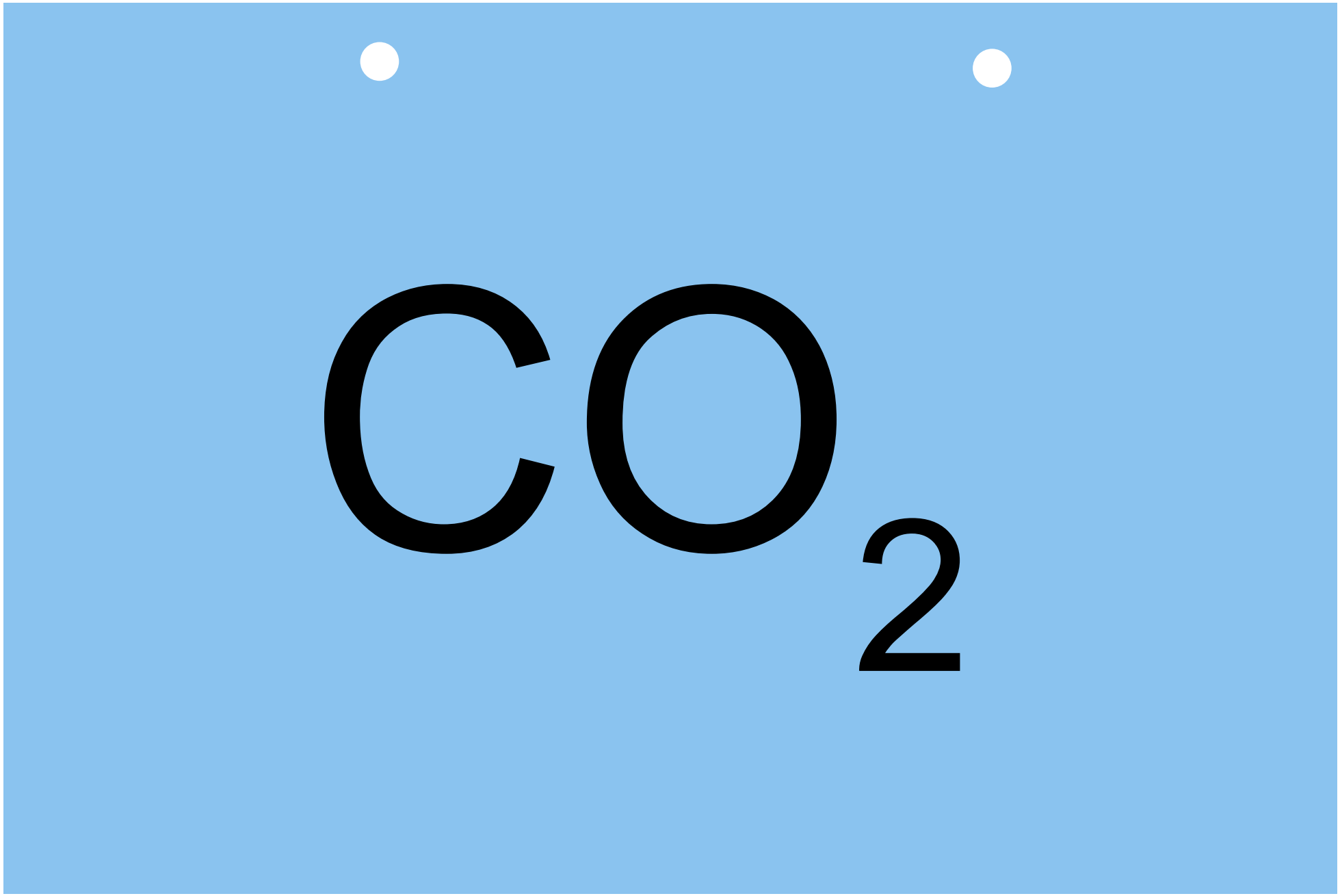
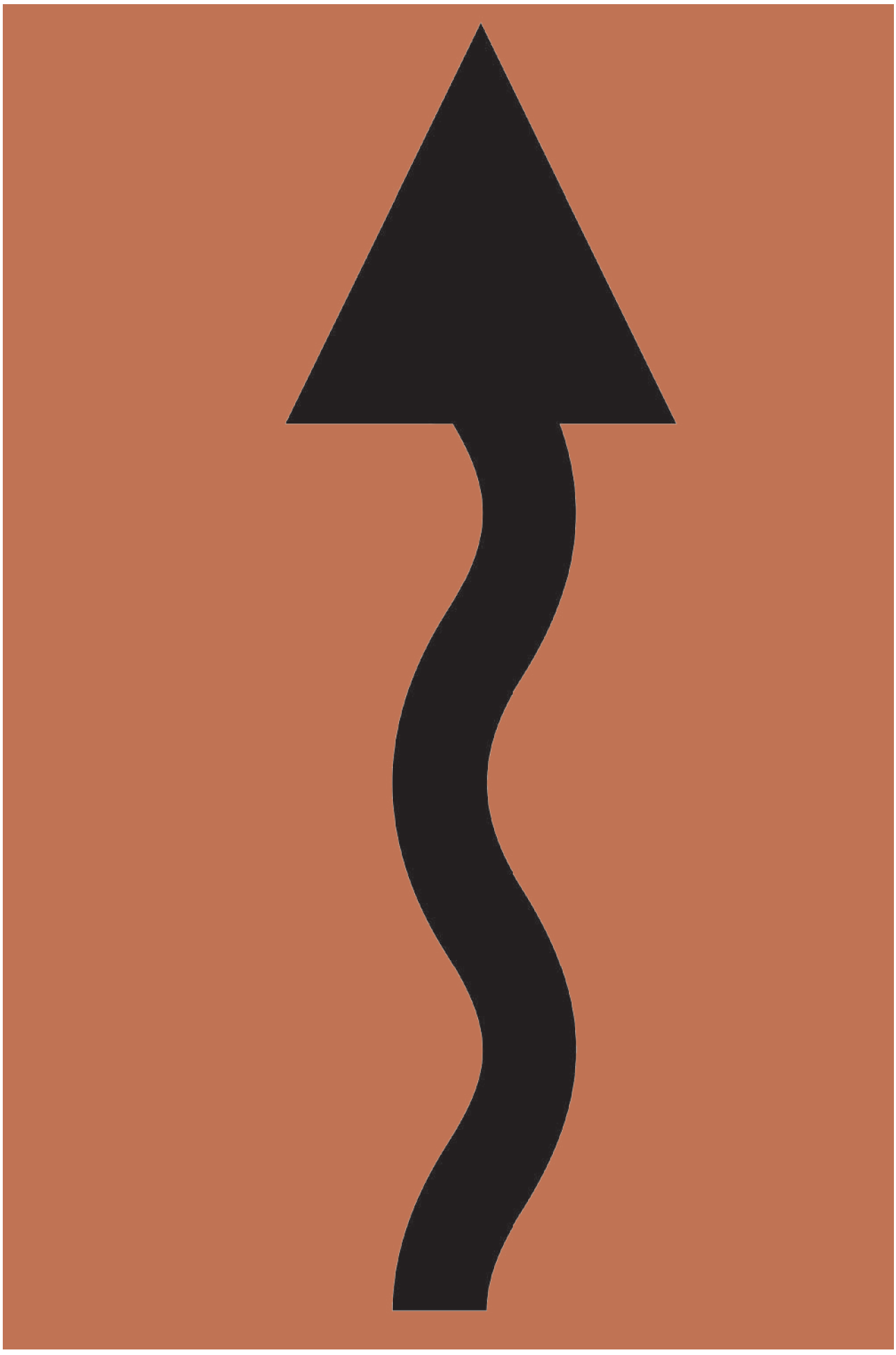
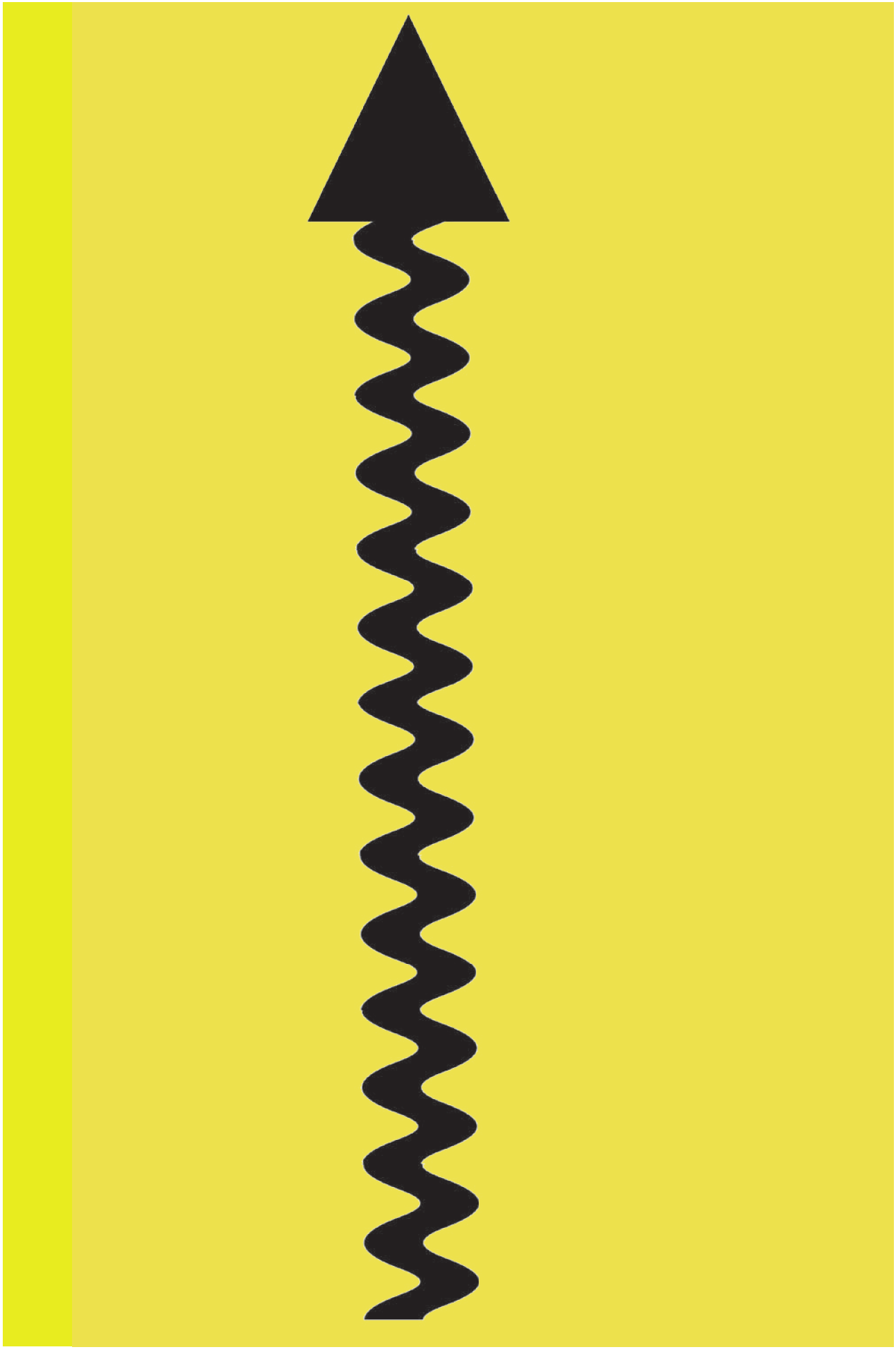
**Spielplan - Sonnenstrahlen gehen zur Erde:** In diesem Fall gibt es zwei $CO_2$-Teilchen. Die Sonnenstrahlen-Kinder gehen an ihnen vorbei zur Erde. Sie dürfen nicht gefangen werden. In Wirklichkeit sind es nicht nur drei, sondern 5, 10 oder mehr Sonnenstrahlen-Kinder




**Spielplan - Wärmestrahlen laufen ins Weltall:** Die Kinder haben die Erde erreicht, wechseln die gelben Sonnenstrahlen in rote Wärmestrahlen und versuchen das Weltall wieder zu erreichen.






$CO_2$