Chat





Von mir sind nur ganz wenige, darauf kannst du einen lassen [☉] Aber stimmt, wer bläst denn die vielen Gase in die Luft? [⋄]

Ok. Jetzt hab ich das Prinzip kapiert. Mehr Treibhausgas – mehr Wärme . Jetzt stellt sich die Frage, wo die ganzen Gase herkommen?

Ok. An die Arbeit.

Puh, keine Ahnung. Das finden wir heraus! Irgendwoher müssen die ja kommen.

Ui, gute Frage. Ich schreib dir, sobald ich eine Antwort habe.

Du... noch was. Die ganze Atmosphäre besteht doch aus Gasen – wieso führen manche zur Erwärmung und andere nicht?

Passt. Gib Gas!



Welche Gase erwärmen die Erde?

Wie entsteht Kohlendioxid?

Welche Rolle spielt Kohlendioxid?

Wie entstehen Lachgas und Methan?

Welche Rolle spielen Lachgas und Methan?

Was macht ein Gas zum Treibhausgas?

Welche Rolle spielt der Wasserdampf?

Welche Gase erwärmen die Erde?

Unsere Erde besteht aus festem Material, wie Gesteinen, aus flüssigem, wie Wasser, und aus den Gasen in der Luft. Die Luft ist eine Mischung aus verschiedenen Gasen, die alle unterschiedliche Eigenschaften haben.

Manche von diesen Gasen können Wärme in der Atmosphäre zurückhalten. Man bezeichnet sie deshalb als Treibhausgase. Dazu gehören z.B. Kohlendioxid (CO₂) und Methan (CH₄).



Kohlendioxid (CO₂)

entsteht z.B., wenn man Gas, Kohle, Öl oder Benzin verbrennt. Das machen wir etwa zur Stromerzeugung in vielen Kraftwerken oder in den Motoren von Autos, Flugzeugen und Schiffen.



Methan (CH₄)

entsteht, wenn Wiederkäuer wie Kühe ihre Nahrung verdauen. Mit ihren Blähungen stoßen sie das Gas aus. Viel Methan entsteht auch beim Reisanbau, wenn die abgeernteten Reispflanzen im Wasser verrotten.

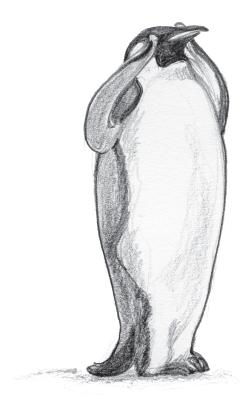
Die Entstehung von Kohlendioxid

CO₂ entsteht immer, wenn man organisches Material verbrennt. Als organisch bezeichnet man alles, was lebt oder einmal gelebt hat. Also Holz, Kohle, Gas, unsere Nahrungsmittel und vor allem die Erdölprodukte, wie etwa Benzin, Diesel, Kerosin oder Heizöl.

Man bezeichnet Kohle, Erdgas und Erdöl auch als fossile Brennstoffe, weil sie sich über Jahrmillionen aus abgestorbenen Tieren und Pflanzen gebildet haben. Auch bei der Zersetzung von toten Tieren und Pflanzen entsteht CO₂.

Am meisten CO, erzeugen wir Menschen bei der Stromerzeugung in Kohleund Gaskraftwerken. Sehr viel CO, entsteht auch bei der Verbrennung von Treibstoffen, vor allem in Flugzeugen, LKWs und PKWs. Ein großer Teil des CO₂ kommt auch durch die Brandrodung von Regenwäldern in die Atmosphäre.

Daneben kommen noch das Heizen unserer Wohnräume sowie der Konsum von Gütern hinzu. Für jedes Produkt, das wir in Händen halten, wurde CO ausgestoßen – sei es in der Herstellung oder beim Transport.



Die Bedeutung von Kohlendioxid

Würde man einer Eiche über die Gefährlichkeit von CO₂ erzählen, würde diese wohl verständnislos die Krone schütteln, schließlich handelt es sich dabei ja um das "Hauptnahrungsmittel" aller grünen Pflanzen. Diese nehmen das Gas über Spaltöffnungen auf und "basteln" daraus mit Wasser und der Energie des Sonnenlichts im Rahmen der Fotosynthese das Molekül Glucose (C₆H₁₂O₆), welches dann in der Pflanze z.B. zu Holz oder Stärke weiterverarbeitet wird.

Der natürliche Kreislauf würde vorsehen, dass Pflanzen CO, aufnehmen und Tiere (infolge des Pflanzenfressens) das CO2 wieder ausatmen. In einem Gleichgewicht würde das entstandene CO₂ daher von Pflanzen wieder aufgenommen und sich nur zu einem geringen Teil in der Atmosphäre anreichern. Wenn aber die Verbrennungsprozesse und Zersetzungsvorgänge überwiegen und Waldflächen, die das Gas aufnehmen, weniger werden, reichert sich das CO, in der Atmosphäre an. In Phasen, in denen Erdöl entsteht, sinkt hingegen der CO₂-Gehalt, weil der Kohlenstoff der Pflanzen am Meeresgrund gespeichert wird. CO₂ ist ein zentrales Molekül auf unserer Erde. Es ist anorganisch, wird jedoch von Pflanzen in organisches Material umgewandelt, bei deren Zersetzung oder Verbrennung es wieder als CO₂ in die Atmosphäre gelangt.

Brandrodungen

Weltweit werden nach wie vor täglich große Waldflächen durch Brände zerstört. Dies ist doppelt negativ, weil beim Verbrennen Unmengen an CO, entstehen und gleichzeitig Flächen verloren gehen, die in der Lage wären, CO, aufzunehmen und langfristig zu binden.

Stromerzeugung

Ein Großteil der jährlich vom Menschen verursachten Treibhausgase geht auf das Konto der Stromerzeugung in Kohle-, Öl- und Gaskraftwerken. Seit 1970 hat sich der Stromverbrauch weltweit fast verdreifacht. Der größte Anteil dabei geht auf Kohlekraftwerke zurück, mit denen sich um etwa 3-5 Cent pro Kilowattstunde sehr "billiger" Strom erzeugen lässt.

Mobilität: Individual-, Flug- und Güterverkehr

Die Treibhausgasproduktion aus Straßen-, Flug- und Schiffsverkehr macht ebenso sehr viel aus - die Herstellung von Benzin, Diesel und Kerosin mit eingerechnet. Auch hier hat sich der Wert seit 1970 fast verdreifacht. Dabei wäre durch effizientere Techniken viel einzusparen. Besonders schlecht schneiden Flugmeilen ab – hier wird sehr viel Treibstoff verbraucht, um verhältnismäßig wenige Menschen zu transportieren.

Privatbereich

Der private Konsum von Gütern sowie das Heizen unserer vier Wände trägt ebenfalls maßgeblich zur Freisetzung von CO, bei. Ein wichtiger Punkt ist das Heizmaterial – die schlechtesten Werte weisen Kohle, gefolgt von Strom, Ol und Gas auf. Gute Bilanzen erzielt man z.B. mit Erdwärme, Holz oder Pellets. Neben der Wahl des Heizmaterials ist vor allem auch der Sanierungsstand des Gebäudes entscheidend.

Die Entstehung von Methan und Lachgas

Methan (CH₄)

Wird organisches Material unter Sauerstoffmangel zersetzt, bildet sich Methan. Große Mengen von diesem Gas entstehen daher z.B. in den Mägen von Wiederkäuern, wie etwa Rindern, oder beim Reisanbau, bei welchem viele Pflanzenreste in sauerstoffarmem Wasser zersetzt werden.





Lachgas (N₂O)

Lachgas ist leider nicht so lustig, wie es klingt. Es entsteht beispielsweise durch die Aktivität von stickstoffbindenden Bakterien in Böden. Je stärker die Böden gedüngt werden, desto mehr Lachgas wird von den Bakterien gebildet. Intensive Düngung schadet somit über Umwege unserem Klima.

Die Bedeutung von Methan und Lachgas

Methan (CH₄)

Wir sollten unseren Kühen ihre Blähungen nun wirklich nicht vorhalten, aber der Stoffwechsel dieser Wiederkäuer macht Schätzungen zufolge mittlerweile etwa ein Drittel des gesamten Methanausstoßes weltweit aus. Sowohl Reis wie auch Rindfleisch sind Nahrungsmittel und somit bedeutet ein Anstieg der Bevölkerung auch eine Zunahme in der Produktion dieser Lebensmittel und somit einen Anstieg des Methanausstoßes.

Viel CH₄ ist auch in tieferen Bereichen der Meere als Methanhydrat gespeichert. Dabei handelt es sich um einen Feststoff, der unter hohem Druck entsteht. Erwärmt sich das Wasser in der Tiefe jedoch zu stark, kann dieses Methanhydrat in Wasser und Methangas zerfallen und in die Atmosphäre gelangen. Es handelt sich dabei um eine Rückkopplung – eine wärmere Atmosphäre bewirkt wärmere Meere. Dies fördert den Zerfall von Methanhydrat, was wiederum den Gehalt von Methan in der Atmosphäre erhöht.

Land- und Forstwirtschaft

Hier entstehen große Mengen an Lachgas und Methan. Ihr Gehalt in der Atmosphäre ist zwar viel geringer als jener von CO2, dafür ist ihre Wirkung aber umso stärker. Etwa 80 % des Lachgasgehalts in der Atmosphäre ist auf Landwirtschaft und Landnutzung zurückzuführen, beim Methan sind es etwa 50 %. Eine wachsende Weltbevölkerung erfordert auch Steigerungen in der landwirtschaftlichen Produktion, was eine Reduktion dieser Gase zusätzlich erschwert.

Lachgas (N₂O)

Lachgas ist in der Atmosphäre nur in sehr geringen Mengen enthalten, hat im Verhältnis zum CO₂ jedoch die etwa 300-fache Wirkung und ist somit nicht so lustig, wie es klingt. Lachgas entsteht durch stickstoffverarbeitende Bakterien in Böden. Dies vor allem dann, wenn durch intensive Düngung viel Stickstoff in die Böden eingetragen worden ist und die Temperaturen ansteigen.

Was macht ein Gas zum Treibhausgas?

Warum können manche Gasteilchen der Atmosphäre die Erde erwärmen und andere nicht? Das liegt am chemischen Aufbau dieser Moleküle. Sauerstoff- (O₂) und Stickstoffmoleküle (N₂) bestehen aus zwei Atomen desselben Elements. CO, hingegen besteht aus einem Kohlenstoff- und zwei Sauerstoffatomen, also aus drei Atomen von zwei verschiedenen Elementen. Dasselbe gilt für Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Wenn Gasmoleküle unterschiedliche Atome enthalten, dann können sie Wärmestrahlung in der Atmosphäre "auffangen". Wenn diese Wärmestrahlung nicht mehr von der Erde in den Weltraum gelangt, wird es dadurch auf der Erde wärmer. Je mehr von diesen Gasen sich in der Lufthülle befinden, desto wärmer ist es.

Auch die Größe der Teilchen sowie die Anordnung der Atome im Molekül spielen eine wichtige Rolle und entscheiden darüber, wie stark ein Molekül Wärme in der Atmosphäre halten kann. Ein Methanmolekül (CH₂) hält beispielsweise über den Zeitraum von 100 Jahren ca. 25-mal mehr Wärme in der Atmosphäre zurück als ein CO₂-Molekül.



Wie wirkt ein Treibhausgas?

In einer sternenklaren Nacht wird es viel kälter als in einer bewölkten Nacht. Das liegt daran, dass auch der Wasserdampf (H₂O), aus dem die Wolken bestehen, Wärme zurückhalten kann. Auch die H₂O-Teilchen wirken daher als Treibhausgase und machen die Erde wärmer.

Was macht ein Gas zum Treibhausgas?

Bei den Gasteilchen in unserer Atmosphäre handelt es sich bei allen um Atombindungen (Moleküle) aus Nichtmetall-Elementen. Da es sich chemisch gesehen um Elemente handelt, die "zu wenig" Außenelektronen besitzen, müssen sie sich gemeinsame Elektronenpaare "teilen", um einen "glücklichen" Zustand zu erreichen.

Die Atome dieser Elemente halten daher zusammen - nicht etwa, weil sie sich so lieb haben, sondern weil keines der Atome bereit ist, die gemeinsamen Paare loszulassen. Wer loslässt, hätte schließlich verloren. Je nach Stellung im Periodensystem ist jedoch die Kraft, Außenelektronen an sich zu ziehen, bei verschiedenen Elementen unterschiedlich stark ausgeprägt. Das führt z.B. dazu, dass bei Molekülen, die aus verschiedenen Elementen bestehen (z.B. H₂O oder CO₂), die gemeinsamen Elektronenpaare näher bei einem der Elemente liegen (in dem Fall beim O) und sich ein Dipolmoment ausbildet oder sich die Molekülgeometrie charakteristisch ändert. Besonders ausgeprägt ist das z.B. beim Wassermolekül. Das H₂O hat einen Dipol und die Atome sind in einem Dreieck angeordnet, wobei der Winkel zwischen den beiden H-Atomen 104,5° beträgt.

Moleküle, die als Treibhausgas agieren, können Wärmestrahlung absorbieren. Ein Dipolmoment beziehungsweise eine Asymmetrie des Moleküls sind hier entscheidend. Denn diese Eigenschaften sorgen dafür, dass die Moleküle von Wärmestrahlung zu Schwingungen angeregt werden können. Wann immer das passiert, absorbiert ein Molekül ein kleines "Paket" Wärmestrahlung und verleibt sich dessen Energie ein. Die Atmosphäre wird dadurch sozusagen undurchlässiger für die Wärmestrahlung. Ein Teil der Wärmestrahlung wird also absorbiert und bleibt damit in der Atmosphäre gefangen, anstatt in den Weltraum zu gelangen – dies erwärmt die Atmosphäre.

Folgende Faktoren fördern die Tendenz eines Gasteilchens, Wärme in der Atmosphäre zurückzuhalten:

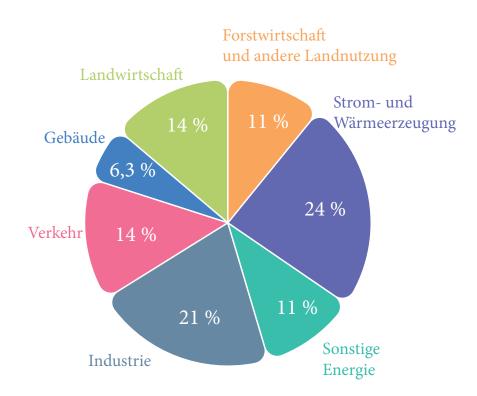
- Wenn es aus mindestens drei Atomen besteht
- Wenn es aus verschiedenen Elementen besteht
- Wenn ein Dipolmoment innerhalb des Moleküls vorliegt
- Wenn es verzweigt/gewinkelt ist

Die Hauptbestandteile unserer Atmosphäre, Stickstoff (N₂) und Sauerstoff (O₂) erfüllen keines dieser Kriterien und können daher keine Wärme in der Atmosphäre zurückhalten.

Treibhausgase im Vergleich

Die Fähigkeit von CO₂, Wärme zurückzuhalten, wirkt im Vergleich zu jener anderer Gase eigentlich wie ein harmloses Schäfchen. Das Problem ist, dass Unmengen harmloser Schäfchen eben auch viel Mist produzieren – denn Kohlendioxid ist etwa 1.000-mal häufiger in der Atmosphäre vorhanden als Methan (CH₂) und Lachgas (N₂O). Ein Methanmolekül (CH₄) hält über einen Zeitraum von 100 Jahren etwa 25-mal so viel Wärme in der Atmosphäre zurück wie ein CO₂-Molekül. Glücklicherweise zerfällt das Methanmolekül in der Atmosphäre innerhalb weniger Jahre zu CO₂. Ein Teilchen Lachgas (N₂O) hat etwa die 300-fache Wirkung und manche große Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff-Moleküle (FCKWs) können bis zu 15.000-mal so viel Wärme in der Atmosphäre zurückhalten wie ein CO₂-Molekül.

Das Global Warming Potential (GWP) gibt an, wieviel mehr an Wärme ein Gas im Vergleich zu CO₂ in der Atmosphäre zurückhält. GWP 100 bezieht sich dabei auf einen Zeitraum von 100 Jahren. Um verschiedene Treibhausgase miteinander vergleichen zu können, werden Methan und Lachgas in CO₂ Äquivalente umgerechnet.



Zum Diagramm

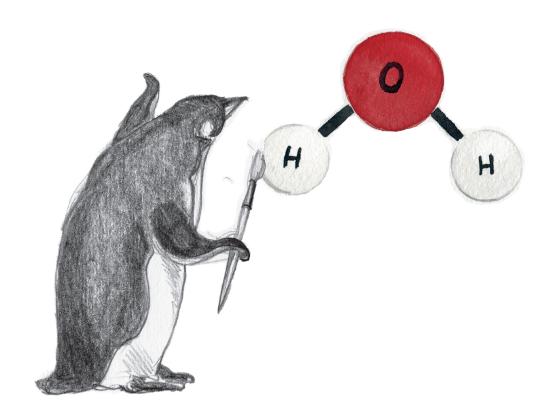
Die Herkunft der "menschlichen" Treibhausgasemissionen, zusammengefasst nach Sektoren. Strom und Wärme, die Herstellung von Produkten in der Industrie, Verkehr sowie Forst- und Landwirtschaft sind jene Bereiche, denen die meis-Treibhausgasemissionen zuzuschreiben sind. Eine Situation, die eine wachsende Weltbevölkerung nicht einfacher macht... Quelle: IPCC, 2014

Rolle des Wasserdampfs

Wolken, Regen, Nebel und Wärme!

Der Wasserdampf ($\rm H_2O$) spielt eine zentrale Rolle in unserer Atmosphäre. Hätten wir keinen Wasserdampf, so würde die Durchschnittstemperatur auf unserem Planeten bei etwa -18° C liegen. Mit dem Wasserdampf haben wir eine angenehme Durchschnittstemperatur von etwa +15° C.

Der Wasserdampf hat also eine wärmende Wirkung für unsere Erde und ist daher auch ein Treibhausgas. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom "natürlichen Treibhauseffekt".



Didaktik

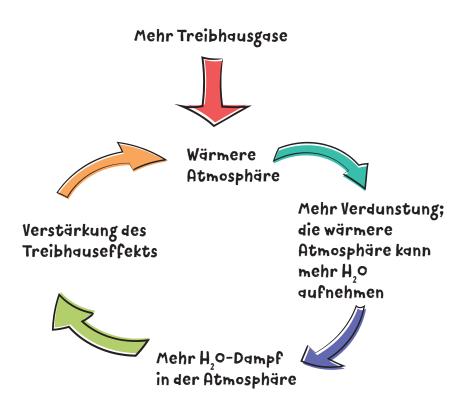
Aus unserer Erfahrung wissen wir, dass manche Schüler mit der Unterscheidung zwischen natürlichem und anthropogenem Treibhauseffekt große Mühe haben. Es lohnt sich entweder ein bisschen penetrant darauf herumzureiten, bis ihnen die Unterscheidung wirklich klar ist, oder die Unterscheidung zu "übergehen" und einfach alle Gase in einen Topf zu werfen – die Wirkung ist schlussendlich ja dieselbe.

Rolle des Wasserdampfs

Das H₂O-Molekül hat, bedingt durch seinen chemischen Aufbau, zahlreiche besondere Eigenschaften. Es besteht aus drei Atomen zweier verschiedener Elemente, hat einen Dipol und ist darüber hinaus ein gewinkeltes Molekül. Das macht das H,O in mehrerlei Hinsicht zu einem wirksamen Treibhausgas. Die Beduinen in der Wüste können ein Lied davon singen. Dort ist die Luft dermaßen trocken, dass kaum H₂O-Moleküle in der Luft sind. Deshalb ist es nachts in den Wüsten sehr kalt. In der Sahara besteht zwischen Tag und Nacht ein Temperaturunterschied von bis zu 38° C.

Eine erwärmte Atmosphäre nimmt mehr H,O-Dampf auf, nicht zuletzt deshalb, weil eine Erwärmung die Verdunstung über Wasser- und Landflächen vorantreibt, vor allem aber aus dem Grund, dass wärmere Luft mehr Feuchtigkeit aufnehmen kann. Das verstärkt wiederum die Erwärmung und der Teufelskreis spitzt sich zu. Andererseits kann die verstärkte Wolkenbildung auch einen kühlenden Effekt auf tiefere Luftschichten haben.

Die Rolle des Wasserdampfs, die Wolkenentwicklung und andere Phänomene dieses faszinierenden Moleküls sind daher noch immer Gegenstand intensiver Forschungen.



Rückkopplungen

Löst ein Prozess einen weiteren aus, der den ursprünglichen Prozess verstärkt, so spricht man von einer Rückkopplung. Ein Beispiel ist die Erderwärmung: Eine anfängliche Erwärmung kann Prozesse auslösen, welche die Erwärmung weiter verstärken. Es kann z.B. passieren, dass die Erderwärmung weiter zunimmt, wenn keine zusätzlichen Treibhausgase mehr ausgestoßen werden. In der Natur gibt es Prozesse, welche solche Rückkopplungen wieder dämpfen können. Die Frage ist, ob diese "Rückkopplungsbremsen" aktiv werden, bevor oder nachdem es bereits unangenehm warm geworden ist.

1, 2 oder 3

Dieses Spiel eignet sich als Einstieg in das Thema, da man sich leicht einen Überblick über das Vorwissen verschaffen kann oder als Abschluss, um Gelerntes spielerisch zu wiederholen.

Material

Zettel mit Fragen und Antworten Je ein A4 Blatt mit den Zahlen 1, 2 und 3 eventuell eine Belohnung für richtige Antworten (z.B. Smarties)

Was ist Luft?

Vakuum nichts

das Gasgemisch der Erdatmosphäre

Was ist eine Atmosphäre?

ein anderes Wort für Ozeane

die gasförmige Hülle, die unsere Erde umgibt eine andere Bezeichnung für den Weltraum

Wofür stehen die Bezeichnungen Sauerstoff, Methan, CO, und Stickstoff?

Computerspiele

Gase

Aggressive Giftstoffe

Was ist ein Gas?

eine durchsichtige Substanz, die frei in der Atmosphäre vorkommt ein Stoff, der sich nur schwer verformen lässt

kleine giftige Partikel, die in der Luft herumschweben

Was kann sich die Pflanze aus Sonnenlicht, Wasser und CO₂ basteln?

Fett

Glucose

Eiweiße

Welches Gas ist in unserer Atmosphäre am häufigsten vertreten?

Sauerstoff

Stickstoff

Kohlendioxid

Welches dieser Gase kann unsere Atmosphäre erwärmen?

Kohlendioxid

Stickstoff

Welches Gas sorgt für eine natürliche Erwärmung unserer Atmosphäre?

Sauerstoff

Stickstoff

Wasserdampf

Luft verstehen

Auch Luft hat eine Masse und besteht nicht aus "nichts". Im 1. Durchgang sind beide Luftballons leer und gleich schwer. Im 2. Durchgang ist der aufgeblasene Luftballon schwerer, da die Luft komprimiert ist und sich mehr Gasteilchen in diesem Luftballon befinden.

Luft wiegen

Material

Balkenwaage + 2 Luftballons

1. Durchgang

Auf jeder Seite der Balkenwaage wird 1 leerer Luftballon angebracht.

2. Durchgang

Einer der beiden Luftballons wird aufgeblasen und wieder an der Balkenwaage befestigt.

Wenn das Benzin verbrennt, wird CO₂ freigesetzt. Die Schüler können an der Waage ablesen, wie das Benzin weniger wird. Der darin enthaltene Kohlenstoff entweicht in Form von CO,

Entstehung von CO, live

Material

Petrischale, Benzin, Waage + Streichholz

Die Petrischale auf die Waage legen, 2-3 g Benzin hineingeben und dann anzünden.

Kleine Menge – große Wirkung. Obwohl nur eine kleine Menge Farbe ins Wasser gegeben wird, ändert sich doch sehr viel. Analog dazu bewirkt auch eine im Vergleich zum Rest der Luft sehr kleine Menge CO, eine große Veränderung.

Wasserfärbung

Material

Ein durchsichtiges Gefäß, idealerweise 1 l Volumen Wasser

Flüssige Farbe, z.B. Tinte

Einen kleinen Tropfen Farbe in das Wasser geben und beobachten, was passiert.