SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de

Planet Erde in Gefahr – Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt

Ein Beitrag von Dr. Erwin Graf, Freiburg

Mit Illustrationen von Hans Schumacher, Berlin

Ob in Proteinen, Fetten, Kohlenhydraten oder Vitaminen – sie alle enthalten Kohlenstoff und ohne dieses Element wäre kein Leben auf der Erde vorstellbar. Allerdings ist der Kohlenstoff nicht auf ewige Zeiten in den anorganischen und organischen Stoffen fixiert, sondern wird mobilisiert und kreist in einem globalen Kreislauf, dem Kohlenstoffkreislauf. Der Kohlenstoffkreislauf auf unserem Planeten ist untrennbar mit den Lebewesen verbunden.

In dieser Einheit lernen Ihre Schülerinnen und Schüler den globalen Kohlenstoffkreislauf kennen, betrachten die Vorgänge der Zellatmung und Gärung und setzen sich mit dem Treibauseffekt auseinander. Dabei werden sie sich der Bedeutung der Einsparung des Kohlenstoffdioxidausstoßes für das Leben auf der Erde bewusst.

© Colourbox

Der globale Kohlenstoffkreislauf ist untrennbar mit unserem Leben verbunden.

Das Wichtigste auf einen Blick

Klassen: 9/10

Dauer: 3–5 Stunden

Kompetenzen: Die Schüler …

- erklären den globalen Kohlenstoffkreislauf anhand eines einfachen Schemas.
- erläutern den natürlichen Treibhauseffekt und dessen Bedeutung für das Leben auf der Erde.
- können mindestens fünf Quellen nennen, aus denen tagtäglich CO_2 freigesetzt wird.
- können zunehmend besser wichtige von weniger wichtigen Informationen zu Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt unterscheiden.

Aus dem Inhalt:

- Große Ökosysteme und deren Besonderheiten (Überblick)
- Biomasse und andere große Kohlenstoffspeicher bzw. -senken
- Auf- und Abbau von Kohlenstoffverbindungen bei Lebewesen
- Nachweis des Elements Kohlenstoff in Biomasse
- globaler Kohlenstoffkreislauf
- natürlicher Treibhauseffekt

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Kohlenstoff ist das Element, das in Verbindungen wie DNA, RNA, Proteinen, Lipiden, Kohlenhydraten, Vitaminen und vielen anderen organischen und anorganischen Verbindungen vorkommt, d. h. ohne Kohlenstoff ist kein Leben vorstellbar. Allerdings ist der Kohlenstoff nicht auf ewige Zeiten in den anorganischen und organischen Stoffen fixiert, sondern wird mobilisiert und kreist in einem globalen Kreislauf, dem **Kohlenstoffkreislauf**. Der Kohlenstoffkreislauf auf unserem Planeten ist untrennbar mit den Lebewesen verbunden.

Die Gegenwartsbedeutung der Thematik für Schüler ist recht gering. Kaum ein Jugendlicher denkt beim Füllen seiner Trinkflasche am „Trinkwasserbrunnen" der Schule, beim Wegwerfen eines Pausenbrotes, beim Kauf von Kleidung, beim Skifahren oder beim Betreiben seines Smartphones daran, dass damit natürlich stets auch **CO_2-Emissionen** verbunden sind und damit den Kohlenstoffkreislauf und somit den Treibhauseffekt tangieren. Ja es gibt so gut wie keine Tätigkeit eines Menschen die ohne Einfluss auf den weltweiten Kohlenstoffkreislauf ist.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler" bzw. nur „Lehrer" verwendet.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Ziele der internationalen Klimagipfel

Weltweit bedeutsame **politische Ereignisse** wie beispielsweise der erste weltweit beachtete UNO-Weltgipfel von Rio de Janeiro (1992) zur Notwendigkeit und Chance von nachhaltigen Entwicklungen (sustainable developments), das Protokoll von Kyoto (1997) zur Klimarahmenkonvention der UN, der Klimagipfel von Paris (2015), die Folgekonferenz von Marrakesch (2016) sowie die in Bonn (2017) machen international von sich reden und führen uns vor Augen, dass sich weltweit seit Jahrzehnten vieles um das große Thema „**CO_2 – Ökosysteme – Klima**" dreht.

Insbesondere die Schwellen- und Entwicklungsländer drängen darauf, dass die Industrienationen die Signale der schleichenden Klimaveränderung nicht nur wahrnehmen, sondern auch die nötigen Maßnahmen einleiten. Es soll erreicht werden, dass nicht nur die großen Kohlenstoffspeicher auf der Erde (z. B. Meer, Korallenriffe, Regenwald) geschont werden, sondern auch die Freisetzung an problematischen Treibhausgasen (allen voran Methan und Kohlenstoffdioxid) nicht erst langfristig reduziert werden sollte. Damit muss auch die Reduzierung der Verbrennung fossiler Energieträger (Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, Erdöl, Erdgas etc.) einhergehen.

Grundlagenwissen zu Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt

„Global denken – lokal handeln" ist angesagt – und das gilt insbesondere für uns in Deutschland und anderen Industrienationen. Die Gemeinschaft der Naturwissenschaftler weltweit ist sich seit langem einig, dass das Wirtschaftsprinzip „immer mehr – immer billiger – immer schneller" keinesfalls nachhaltig ist, wenn es um unsere Lebensgrundlagen geht. Dennoch spielen im Denken und Handeln des Normalbürgers das CO_2 und der weltweite Kohlenstoffkreislauf eine recht untergeordnete Rolle, auch wenn in der Öffentlichkeit und den Massenmedien immer wieder von „Treibhauseffekt" und „Klimawandel" die Rede ist.

Ohne ein grundlegendes Verständnis des Kohlenstoffkreislaufs ist es kaum möglich, die Annehmlichkeiten, aber auch die Problematik und Tragweite des Treibhauseffektes sowie dringende Notwendigkeit des Klimaschutzes zu verstehen. Stark vereinfacht dürfen wir annehmen, dass ohne den natürlichen Treibhauseffekt die Durchschnittstemperatur auf der Erde bei –18 °C liegen würde und nicht bei angenehmen +15 °C, d. h. ohne den **natürlichen Treibhauseffekt** wäre das Leben auf der Erde – zumindest wie wir es heute kennen – nicht möglich. Durch die „Gashülle" um die Erde, die Erdatmosphäre, werden UV-Strahlen von der Sonne einerseits in den Weltraum reflektiert, andererseits in der Gashülle absorbiert bzw. das kurz-

wellige UV-Licht – analog zu den Wirkungen eines Glashauses – in langwellige IR-Strahlung (Wärmestrahlung) umgewandelt. Die von der Erdoberfläche reflektierte Strahlung wird nur zu einem geringen Anteil in den Weltraum „durchgelassen“, d. h. ein erheblicher Anteil wird zur Erdoberfläche reflektiert und so kommt es zu einem „Wärmestau“ in der Atmosphäre, der mit zunehmender Konzentration der Treibhausgase (CO_2, CH_4, NO_x, H_2O-Dampf etc.) immer weiter zunehmen könnte.

Der Großteil des Kohlenstoffs ist langfristig gebunden

Jedoch ist nicht der gesamte Kohlenstoff im Kreislauf, denn die zeitlich recht stabilen Kohlenstofflager auf der Erde sind immens: Der Großteil des weltweiten Kohlenstoffs ist in der Lithosphäre in Form von recht stabilen Sedimenten (z. B. Kalkstein [$CaCO_3$], Dolomit [$CaMg(CO_3)_2$]) „fixiert“ – insgesamt mit einer Masse von kaum vorstellbaren $75 \cdot 10^{15}$ t mit einer durchschnittlichen Verweilzeit von 10^9 Jahren. Nur ein relativ kleiner Teil des weltweiten Kohlenstoffs nimmt am globalen C-Kreislauf teil (ca. $750 \cdot 10^9$ t).

Die Konzentration von CO_2 in der Atmosphäre nimmt zu

Dreh- und Angelpunkt des Kohlenstoffkreislaufs ist das **Kohlenstoffdioxid CO_2**, dessen Konzentration in der Atmosphäre zwischen 1800 und heute von rund 280 ppm (0,025 Vol.-%) auf 0,04 Vol.-% zugenommen hat, während zwischen 1000 und 1800 keine wesentlichen Veränderungen auftraten. Als Hauptursachen für die Erhöhung der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre im 19. und 20. Jahrhundert gelten insbesondere: steigende Verbrennung fossiler Energieträger, Müllverbrennung, Intensivierung der Landnutzung und die großflächige Rodung von Regenwäldern. Ob es allerdings mit steigendem Anstieg des atmosphärischen CO_2 zu einem globalen Temperaturanstieg mit tiefgreifenden ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen kommt – oder bisher noch wenig bekannte Mechanismen in der Natur den Treibhauseffekt „abpuffern“ – , ist auch unter Wissenschaftlern bis heute umstritten. Die globalen Kohlenstoffspeicher (C-Reservoire) sowie die Prozesse, die zwischen den verschiedenen Ökosystemen bestehen, sind überaus komplex und erst ansatzweise wissenschaftlich verstanden, sodass derzeit lediglich mit Modellen oder Szenarien gearbeitet wird.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Hilfreich für die Umsetzung der hier vorgeschlagenen Unterrichtskonzeption ist es, wenn die Lernenden ...

- **ökologische Grundbegriffe** wie Biotop, Biozönose, Ökosystem, Fotosynthese, Biomasse, Wetter und Klima mit Inhalt füllen können.
- die **Tropen** geographisch verorten können.
- mindestens ein **naturnahes mitteleuropäisches Ökosystem** (möglichst im schulnahen Bereich) wie beispielsweise Wiese, Hecke, Wald oder Teich kennengelernt haben.
- **in Kleingruppen** weitgehend selbstständig und eigenverantwortlich bestimmte Themenbereiche zielführend bearbeiten können.
- in Grundzügen beherrschen, wie ein bestimmtes Themengebiet **klar strukturiert und präsentiert** werden kann.
- gewohnt sind, mit unterschiedlichen **Informationsquellen** zu arbeiten und bestimmte Aufgaben und Problemstellungen strategisch sinnvoll und in angemessener Zeit zu bearbeiten.

Aufbau der Reihe

Die Einheit ist eingebettet in den Themenkomplex „Große Ökosysteme“ und kann wie folgt strukturiert werden:

a) empfohlener Lerneingangstest (M 1); Aktivierung des Vorwissens und sichern wichtiger ökologischer Grundbegriffe am Beispiel „Savanne – ein Ökosystem“ (2 Unterrichtsstunden, M 2 und M 3)

b) Erweiterungs-, Vertiefungs- und Sicherungsbausteine zu „Kohlenstoffkreislauf – Treibhauseffekt – Klima“ als Lerntheke (M 4 ff.; 3–4 Unterrichtsstunden; ideal für Doppelstunden oder Projekttage)

c) empfohlener Lernerfolgstest; Feedback und Ausblick (1 Unterrichtsstunde) M 1

Die verschiedenen Bausteine der Lerntheke sind so strukturiert, dass die Schüler – idealerweise in Partner- oder Kleingruppenarbeit zu 3 bis 4 Schülern – die Aufgaben weitgehend selbstständig bearbeiten, die erarbeiteten Ergebnisse fixieren, diese mit der (beispielsweise am „Lösungstisch“ vom Lehrer ausgelegten) Musterlösung vergleichen und am Ende der Lehr-Lern-Einheit ggf. ausgewählte Aufgaben und Experimente sowie die Lösungen im Plenum präsentieren. Ggf. können auch Schülertutoren bestimmt werden, die den anderen Schülern helfen und angeleitet werden, nochmals als Team an einzelnen Bausteinen zu arbeiten und die richtigen Lösungen zu finden, so dass auch die Selbstvergewisserung und der Lernfortschritt der Schüler erkennbar und erfahrbar wird.

Tipps zur Differenzierung

Die einzelnen Materialien sind so aufgebaut, dass sie in unterschiedlicher Zeit, mit unterschiedlichen Hilfen und auf unterschiedlichem Schwierigkeitsniveau bearbeitet werden können. So können beispielsweise Informationsmaterialien oder einzusetzende Begriffe weggelassen werden, damit lerneifrige, kognitiv sehr geschulte Lernende sich die Informationen beispielsweise mittels Fachbüchern, Lexika, Internet etc. beschaffen können. Auch bei der Präsentation der Ergebnisse der einzelnen Materialien können Sie gut differenzieren, indem Sie beispielsweise kognitiv stärkere Schüler ohne Notizen frei (beispielsweise mithilfe einer Flipchart) präsentieren lassen, während kognitiv schwächere oder weniger konzentrierte Schüler mittels Handzetteln, vorgefertigten Plakaten, PowerPoint etc. präsentieren können.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler …

- beschreiben und skizzieren den Kohlenstoffkreislauf und die Einzelprozesse in einem Ökosystem nach eigener Wahl.
- erläutern ökologische Grundbegriffe.
- beschreiben die Bedeutung von Produzenten, Konsumenten und Destruenten für den globalen Kohlenstoffkreislauf.
- erklären warum der nichtanthropogene Treibhauseffekt Voraussetzung für das Leben auf der Erde ist.
- nennen mindestens drei Treibhausgase und erläutern ihre Herkunft.
- erläutern, wie man feststellen kann, dass die Menge der Treibhausgase in der Atmosphäre in den vergangenen Jahrzenten zugenommen hat.
- nennen mindestens drei große Kohlenstoffsenken und können ihre Bedeutung für die Zusammensetzung der Erdatmosphäre abschätzen.
- begründen und beurteilen, warum und wie der Mensch den Kohlenstoffkreislauf in der Natur beeinflusst.

Ideen für die weitere Arbeit

Infolge der ökologischen, ökonomischen und Alltagsbedeutung mit hohem Gegenwarts- und Zukunftsbezug kann auf die Thematik „Kohlenstoffkreislauf – Treibhauseffekt – Klima“ in der Sekundarstufe I kaum verzichtet werden. An o. g. Thema kann exemplarisch verdeutlicht werden, welche komplexen Prozesse in großen Ökosystemen wie Korallenriff und Savanne ablaufen. Auch können die Jugendlichen an diesem Thema ihre Haltung und Einstellung im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kritisch überprüfen, indem sie das Prinzip der Nachhaltigkeit vertieft verstehen und zukunftsorientiert weiterdenken lernen.

Das Thema „Kohlenstoffkreislauf – Treibhauseffekt – Klima“ kann auch sehr gut als Projekt angegangen werden, wobei dann auch geographische Themenfelder wie „Rifftourismus“, „Urlaubsgewohnheiten“ und „Tsunamis“ durchaus eine Rolle spielen können; auf diese Weise kann ein Beitrag dazu geleistet werden, das „Denken in zwei Welten“ (Naturwissenschaften vs. Gesellschafts-/Geisteswissenschaften) kritisch zu hinterfragen und produktiv zu überwinden.

Nach der Thematisierung der Thematik „Kohlenstoffkreislauf – Treibhauseffekt – Klima“ sind die Grundlagen gelegt, um sich beispielsweise mit weiteren Ökosystemen wie „Wüste“ und „Borealer Nadelwald“ im Rahmen einer Fach-/Hausarbeit intensiver zu beschäftigen. Dadurch kann auch ein wichtiger Beitrag zur Bewusstmachung von Biodiversität auf unserem Planeten geleistet und gleichzeitig verdeutlicht werden, wie die verschiedenen Ökosysteme in recht komplexer Weise ineinandergreifen, sich wechselseitig beeinflussen, auch voneinander abhängig sind und wie der Mensch in die Ökosysteme – bewusst oder unbewusst – eingreift.

Erläuterungen (M 1)

Erlebbar gemachter Erfolg – Wissenstest M 1

Lassen Sie die Lernenden den **Wissenstest M 1** zur Überprüfung ihres Vor- oder Ausgangswissens bearbeiten. Der Wissenstest wird nicht bewertet und bleibt unkorrigiert bei den Schülern oder wird in einem verschlossenen Umschlag von Ihnen aufbewahrt. Nach Abschluss der Unterrichtseinheit schreiben die Schüler den Wissenstest erneut. Legen Sie bei der anschließenden Besprechung die **Lösungen M 1** als Folie auf oder teilen Sie sie aus. Vor- und Nachtest werden dann möglichst **vom Lernenden selbst korrigiert**. Auf diese Weise erfährt der Schüler, welchen Lernfortschritt er selbst erzielt hat, und der Lernfortschritt wird transparent.

Lösungen (M 1)

1	Die Savanne ist ein Ökosystem.	✓	✗	Stoffkreislauf in einem Ökosystem.
2	Für eine Savanne treffen folgende Merkmale zu: ~~viele~~ Baumarten, Tierwelt ~~wenig~~ artenreich, Gräser knie- bis körperhoch, ~~viele~~ Niederschläge	✓	✗	wenige Baumarten wenige Niederschläge
3	Die Sonne ist ein Stern.	✓	✗	
4	Die Sonne „treibt zahlreiche globale Kreisläufe“ wie beispielsweise den Kohlenstoffkreislauf an.	✓	✗	
5	Durch Sonnenstrahlung wird auch Vitamin D in unserer Haut gebildet.	✓	✗	
6	~~Der größte~~ Teil der Sonnenstrahlung wird an den äußersten Atmosphärenschichten in den Weltraum reflektiert.	✓	✗	Ein kleiner
7	Alle Biomasse auf der Erde ist letztlich durch die ~~Zellatmung der Tiere~~ entstanden.	✓	✗	Fotosynthese der grünen Pflanzen
8	Kochsalz ist ~~ein~~ organischer Stoff; er wird beim starken Erhitzen ~~schwarz~~.	✓	✗	kein nicht schwarz
9	Bei der Fotosynthese wird aus energiearmen anorganischen Stoffen energiereicher Traubenzucker aufgebaut.	✓	✗	
10	Bei der Zellatmung und Gärung werden energiereiche Stoffe abgebaut und Energie freigesetzt.	✓	✗	
11	Bei der Gärung ~~wird Sauerstoff benötigt, bei der Zellatmung jedoch nicht.~~	✓	✗	wird kein Sauerstoff benötigt, jedoch bei der Zellatmung.
12	Bei der Zellatmung (beispielsweise beim Abbau eines Moleküls Traubenzucker) ~~wird mehr Energie~~ freigesetzt als bei der Vergärung von Traubenzucker.	✓	✗	wird weniger Energie

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Kohlenstoffkreislauf und Treibhauseffekt

Das komplette Material finden Sie hier:

School-Scout.de