

VIII.17

Ökologie

Die Stoffkreisläufe von Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff

Günther Lohmer

Illustrationen von Sylvana Timmer



© RAABE 2020

© mitchightraveler/E+

Die derzeitige Diskussion über Fahrverbote für Dieselfahrzeuge lenkt den Fokus auf die bei der Verbrennung von Dieselmotoren entstehenden Stickoxide. Ursprünglich war die Reduzierung des CO_2 -Ausstoßes Grund für die Förderung von Dieselfahrzeugen anstelle von Benzinfahrzeugen. Ihre Schüler erarbeiten, was bei der Verbrennung fossiler Treibstoffe passiert, wie die verschiedenen Stoffkreisläufe funktionieren und was sich hinter der Ozonproblematik verbirgt.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	7/8
Dauer:	8–10 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	Die Schüler 1. nennen die Erzeuger von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Stickstoff, 2. ermitteln ihre CO_2 -Bilanz, 3. beschreiben die Stoffkreisläufe und nennen deren Störfaktoren, 4. beschreiben den Unterschied zwischen Nitrifikation und Denitrifikation, 5. Beschreiben den Unterschied zwischen Sauerstoff und Ozon
Thematische Bereiche:	Stoffkreislauf, Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff



Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Fo = Folie, LEK = Lernerfolgskontrolle, Lü = Lückentext, RA = Rechenaufgabe, Tk = Tippkarte, Tx = Text

1.–4. Stunde

Thema:	Einführung in die Prozesse der Stoffumwandlung sowie Erarbeitung des Kohlenstoffkreislaufes
M 1 (Fo)	Prozesse der Stoffumwandlung in Natur und Technik / Farbfolie zum Einstieg in die Einheit und das Abfragen von Vorwissen zum Thema Stoffkreisläufe
M 2 (Ab, Tx)	Dort bin ich verborgen – Kohlenstoffspeicher in der Natur / Informationstext zum Kohlenstoffvorkommen mit Aufgaben
M 3 (Ab, Tx)	Der Kohlenstoffkreislauf – zu Wasser, zu Land und in der Luft / Informationstext zum Ablauf des Kohlenstoffkreislaufes mit Aufgaben
M 3a (Tk)	Tippkarte 1 – Vorlage zum Kohlenstoffkreislauf
M 3b (Tk)	Tippkarte 2 – Vorlage zum Kohlenstoffkreislauf
M 4 (Ab)	Aus dem Tritt gekommen – Störfaktoren im Kohlenstoffkreislauf und ihre Wirkung auf den Treibhauseffekt / Informationstext zum natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekt mit Aufgaben
M 4a (Tk)	Tippkarte zur Erklärung von Fremdwörtern
M 5 (Ab)	Deine persönliche CO₂-Bilanz – die Stunde der Wahrheit / Erarbeitung der individuellen CO ₂ -Bilanz anhand Emissionswerttabelle zu üblichen Tätigkeiten

5.–6. Stunde

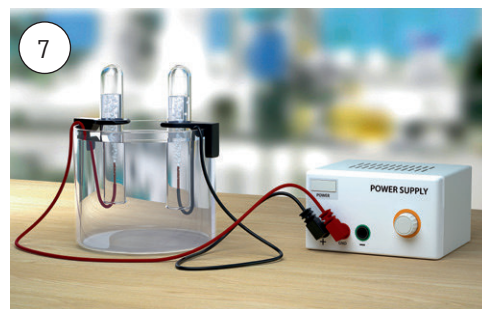
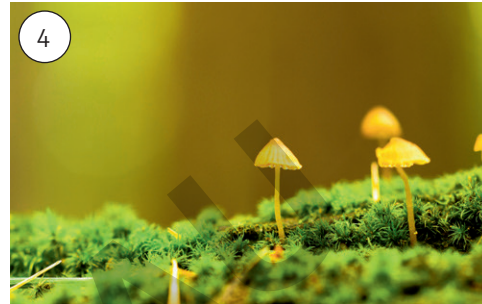
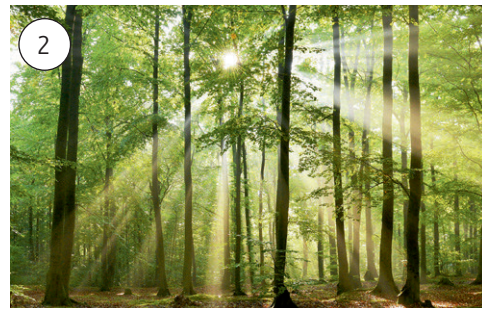
Thema:	Stickstoffkreislauf
M 6 (Ab)	Aus der Luft in den Körper – der Stickstoffkreislauf / Informationstext zum Ablauf des Stickstoffkreislaufes mit Aufgaben
M 6a (Tk)	Tippkarte 1 – Vorlage zum Stickstoffkreislauf
M 6b (Tk)	Tippkarte 2 – Vorlage zum Stickstoffkreislauf

7.–8. Stunde

Thema:	Sauerstoffkreislauf und Ozon
M 7 (Ab)	Ohne ihn geht nichts – der Sauerstoffkreislauf / Informationstext zum Ablauf des Sauerstoffkreislaufes mit Aufgaben
M 8 (Ab, RA)	Kohlenstoffdioxid im Klassenzimmer – Frischluftalarm! / Rechenaufgabe zum CO ₂ -Gehalt in der Raumluft
M 9 (Ab)	Der besondere Sauerstoff – das Ozon / Informationstext zu Ozonwirkungen

M 1

Prozesse der Stoffumwandlung in Natur und Technik



©1: colourbox.com; 2: kwasny221/iStock; 3: SimplyCreativePhotography/E+; 4: doug4537/E+; 5: PeopleImages/E+; 6: RelaxFoto.de/E+; 7: haryigit/iStock/Getty Images Plus

Aufgabe

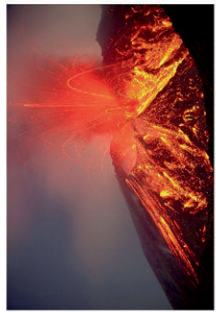
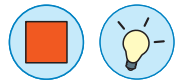
Betrachtet die einzelnen Bilder und überlegt, in welchem Zusammenhang sie mit dem Kreislauf von Kohlenstoff, Sauerstoff und Stickstoff stehen. Beschreibt die euch bekannten Stoffkreisläufe.



Tipp: Überlegt, wie die einzelnen Elemente entstehen bzw. umgewandelt werden.

Tippkarte 1 – Vorlage Kohlenstoffkreislauf

M 3a



© Stocktrek Images/Richard Roscoe/Stocktrek Images



© PaulBurns/DigitalVision



© Thinkstock

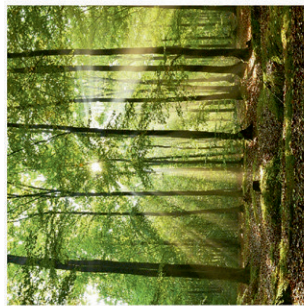


© Relaxfoto.de/E+

CO₂ in Luft und Wasser

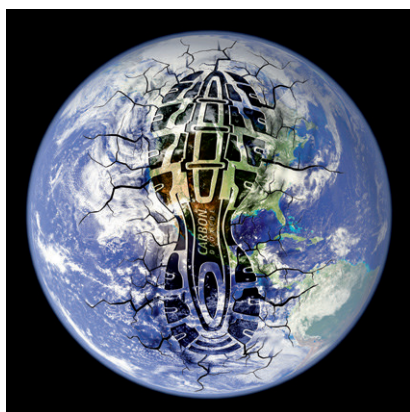


© erosera/Stock



© kwasy221/Stock

M 5 Deine persönliche CO₂-Bilanz – die Stunde der Wahrheit



© CDH_Design/E+

Jeder Mensch erzeugt durch Mobilität und Konsum CO₂-Emissionen. Je nach Lebensstil schwanken die individuellen Emissionswerte erheblich.

Nimm einen Taschenrechner und berechne deinen persönlichen CO₂-Fußabdruck.

Tip: Beachte jeweils die angegebene Basis und rechne bei Bedarf entsprechend um!

	CO ₂ -Emission	Dein Verbrauch im Jahr	Deine CO ₂ -Emission
Mobilität			
Auto: Basis 15.000 km Fahrleistung im Jahr			
Kleinwagen < 1,4 l Hubraum Benzin	0,182 t je 1.000 km		
Kompakt-/ Mittelklasse 1,4–2 l Hubraum Benzin	0,215 t je 1.000 km		
Minivan > 2 l Hubraum Benzin	0,298 t je 1.000 km		
Kleinwagen < 1,4 l Hubraum Diesel	0,152 t je 1.000 km		
Kompakt-/ Mittelklasse 1,4–2 l Hubraum Diesel	0,188 t je 1.000 km		
Minivan > 2 l Hubraum Diesel	0,258 t je 1.000 km		
Kompakt-/ Mittelklasse 1,4–2 l Hubraum Erdgas	0,188 t je 1.000 km		
Minivan > 2 l Hubraum Erdgas	0,261 t je 1.000 km		
Flugreisen			
Basis: Hin-/Rückflug ab Düsseldorf			
Deutschland – Mallorca 6.400 km	1,33 t je Fluggast		
Deutschland – Gran Canaria 6.380 km	1,13 t je Fluggast		
Deutschland – Athen 4.000 km	0,71 t je Fluggast		
Deutschland – New York 12.034 km	2,14 t je Fluggast		
Deutschland – Auckland /Neuseeland 36.340 km	6,45 t je Fluggast		
Busfahrten			
Basis: 185 Schultage; Fahrtstrecke 15 km täglich	0,19 t Gesamtverbrauch		

© RAABE 2020

M 8

Kohlenstoffdioxid im Klassenzimmer – Frischluftalarm!



© Klaus Vedfelt/DigitalVision

Gehört auch deine Klasse zu denjenigen, die ungern den Klassenraum lüften? Dabei spielt frische, unverbrauchte Luft eine wichtige Rolle für eine gute Konzentration. Denn der Anteil an Kohlenstoffdioxid sollte in der Raumluft nicht zu hoch werden. Der empfohlene Maximalwert für CO_2 in der Raumluft liegt bei 5.000 ppm, das entspricht 0,5 %. Berechnet Schritt für Schritt, wann dieser kritische Grenzwert in eurem Klassenzimmer erreicht ist.

Aufgaben

Gegeben sind die folgenden Maße und Größen:

- **Klassenraummaße:**
- **Grundfläche:** $A = 50 \text{ m}^2$, **Raumhöhe:** $h = 3 \text{ m}$
Daraus ergibt sich ein **Klassenraumvolumen** $V_R = A \cdot h = 150 \text{ m}^3 = 150.000 \text{ L Luft}$
- **Schüleranzahl:** $NS = 28$
- **Atemminutenvolumen pro Schüler:** $AMVS = 8 \text{ l/min}$
- **Anteil CO_2 in der Raumluft:** $AR = 0,04 \%$
- **Anteil CO_2 in der Ausatemluft:** $AA = 4 \%$

1. Berechne den prozentualen CO_2 -Anteil in der Raumluft nach 60 Minuten.
2. Gib durch Berechnung an, nach welcher Zeit der Grenzwert von 0,5 % CO_2 -Anteil in der Raumluft erreicht ist.

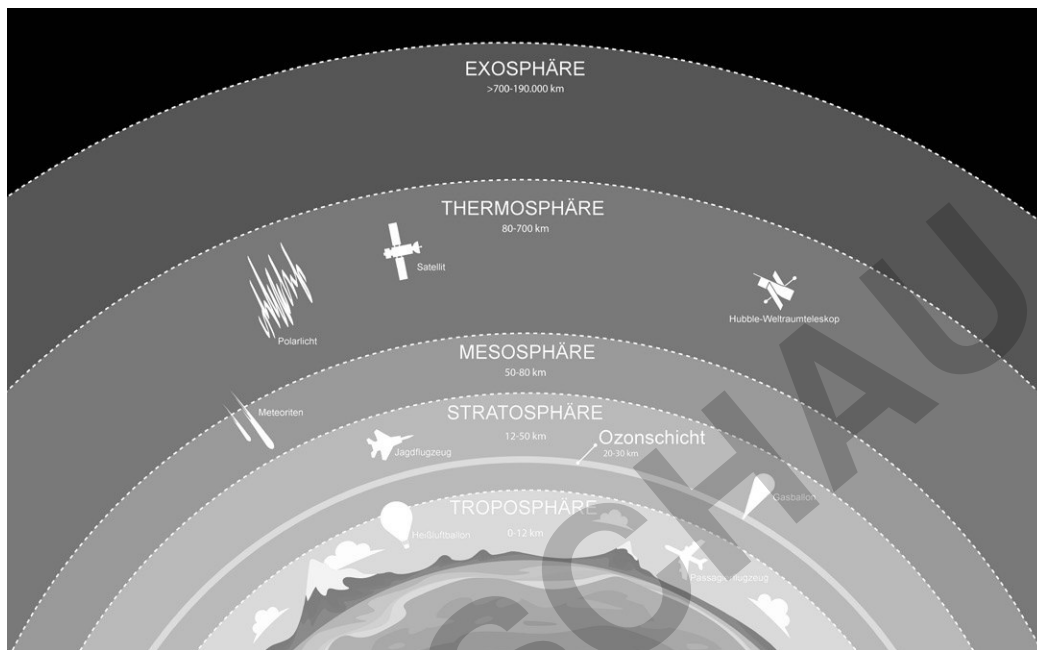


Der besondere Sauerstoff – das Ozon

M 9

Die **Atmosphäre** besteht aus den folgenden Schichten:

- Troposphäre: 0 bis 15.000 Höhenmeter
- Stratosphäre: 15.000 bis 50.000 Höhenmeter
- Mesosphäre: 50.000 bis 85.000 Höhenmeter
- Thermosphäre: 85.000 bis 500.000 Höhenmeter
- Exosphäre: 500.000 bis 10.000.000 Höhenmeter



© shoo_arts/Getty Images Plus/iStock; verändert

Wir leben auf der Erde in der **Troposphäre**. In ihr befinden sich 80–90 % der Luftmassen und annähernd der gesamte Wasserdampf der Atmosphäre. Mit steigender Höhe nimmt die Außentemperatur je 1.000 Höhenmeter um ca. 6,5 °C ab. An der höchsten Stelle der Troposphäre herrschen Temperaturen von bis zu -80 °C. Mit zunehmender Höhe steigt die Temperatur wieder. Dieses Phänomen ist auf die Ozonschicht in der oberen **Stratosphäre** zurückzuführen. Sie nimmt die aus dem Weltraum eintreffenden energiereichen ultravioletten Strahlen (**UV-Strahlen**), auf und wandelt sie in Wärme um. Ohne die **schützende Ozonschicht** in der Stratosphäre würde die UV-C-Strahlung ungefiltert die Erdoberfläche erreichen und das Leben auf unserem Planeten gefährden, da sie auf Dauer die Zellen von Pflanzen und Tieren zerstört. Die Ozonschicht schwächt die etwas weniger gefährliche UV-B-Strahlung ab, bevor sie auf die Erde gelangt. Eine zu hohe Dosis an UV-Strahlen gilt als Verursacher von Hautkrebs. In der Stratosphäre ist das Ozon als Schutzschicht erwünscht. Die von Menschen in die Atmosphäre eingebrachten Emissionen, z. B. durch Fluorkohlenwasserstoffe (FKW), zerstören die lebensnotwendige Ozonschicht. **Ozon** ist eine extrem reaktionsfreudige Form des Sauerstoffs mit der Formel O_3 . Ozon zählt zu den stärksten Oxidationsmitteln und wird zum Bleichen von Papier und zur Desinfizierung von Wasser eingesetzt. Ozon ist ein **giftiges Gas**. Es entsteht innerhalb der Atmosphäre auf drei unterschiedliche Arten:

- a) Spaltung von Sauerstoffmolekülen mithilfe des energiereichen UV-Lichts in der Stratosphäre. Dabei bilden sich zwei reaktionsfreudige Sauerstoffatome, die mit jeweils einem Sauerstoffmolekül zu Ozon reagieren.

Die Reaktionsgleichung lautet: $2 O + 2 O_2 + \text{UV-Licht} \rightarrow 2 O_3$