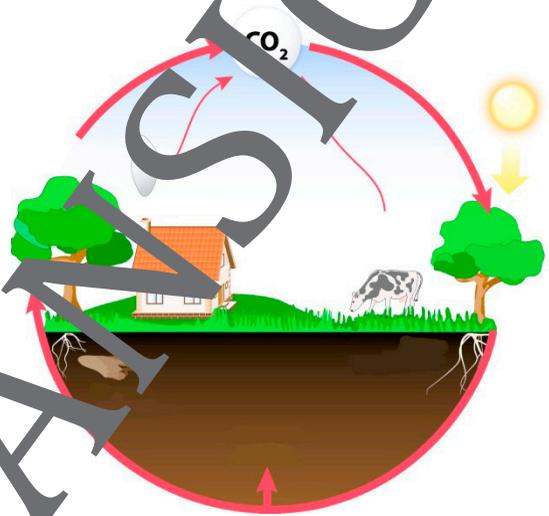


# UNTERRICHTS MATERIALIEN

Biologie Sek. II



**Ackerböden als Kohlenstoffspeicher**

Eigenschaften und Stoffumwandlungsprozesse von Böden

## Impressum

RAABE UNTERRICHTS-MATERIALIEN Biologie Sek. II

Das Werk, einschließlich seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Es ist gemäß § 60b UrhG hergestellt und ausschließlich zur Veranschaulichung des Unterrichts und der Lehre an Bildungseinrichtungen bestimmt. Die Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH erteilt Ihnen für das Werk das einfache, nicht übertragbare Recht zur Nutzung für den persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung. Unter Einhaltung der Nutzungsbedingungen sind Sie berechtigt, das Werk zum persönlichen Gebrauch gemäß vorgenannter Zweckbestimmung in Massensatzstärke zu vervielfältigen. Jede darüber hinausgehende Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Hinweis zu §§ 60a, 60b UrhG: Das Werk oder Teile hiervon dürfen nicht ohne eine solche Einwilligung an Schulen oder in Unterrichts- und Lehrmitteln (§ 60b Abs. 3 UrhG) vervielfältigt, insbesondere kopiert oder eingescannt, verbreitet oder in ein Netzwerk eingestellt oder sonst öffentlich zugänglich gemacht oder wiedergegeben werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Die Vervielfältigung abgedruckter musikalischer Werke ist ggf. GEMA-meldepflichtig.

Für jedes Material wurden Fremdrechte recherchiert und ggf. angefragt.

Dr. Josef Raabe Verlags-GmbH  
Ein Unternehmen der Klett Gruppe  
Rotebühlstraße 77  
70178 Stuttgart  
Telefon: +49 711 62900-0  
Fax: +49 711 62900-60  
mein@RAABE@raabe.de  
www.raabe.de

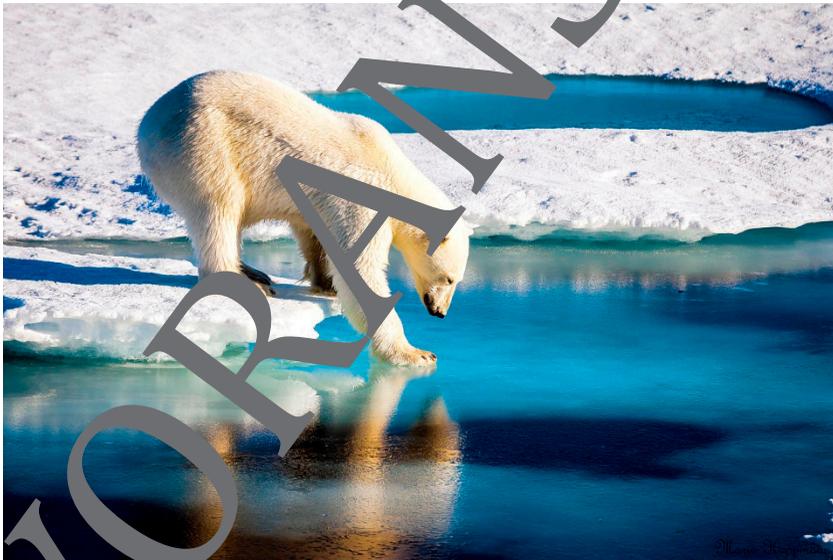
Redaktion: Anne Zörlein  
Satz: Rösel MEDIA GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
Bildnachweis Titel: © Getty Images Plus/iStock/ttsz  
Korrektorat: Josef Mayer

## M 1 Szenario – Klimawandel

Ihr Biologiekurs besucht die Labore des *Institute of Advanced Sustainability Studies* in Potsdam, einem Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit und Klimawandel. Sie werden die Forschungseinrichtung in Kleingruppen erkunden. Während des Besuchs bekommen Sie auch die Gelegenheit, Vorträge von Wissenschaftlern zum Klimawandel zu hören. Abschließend werden Sie in Kleingruppen einen Vortrag vorbereiten und diesen PowerPoint-gestützt gemeinsam präsentieren.

**Aufgabe**

Entwickeln Sie auf der Basis Ihrer Vorerfahrungen, Assoziationen, Gefühle und Vorkenntnisse ein Begriffsnetz zum Thema Klimawandel, dem Aufgabengebiet des Forschungsinstituts.



Wikimedia/NASA Goddard Space Flight Center/CC BY 2.0

M 2a Brisante Spurengase

**Labor: Frau Professor Dr. Abel**

Vortrag von Professorin Dr. Jessica Abel zur aktuellen Lage der Erderwärmung durch einen dramatisch gestiegenen Kohlenstoffdioxid-Anteil im Gasgemisch der Luft.

**Welche Daten melden die Klimaforscher?**

Die unterste Schicht der Atmosphäre, die Troposphäre weist seit Beginn der industriellen Revolution im 19. Jahrhundert einen steilen Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration auf. Hauptursachen sind die Verbrennung fossiler Brennstoffe, Brandrodungen und auch das Abholzen von Wäldern. So wird auf doppelte Weise der Kohlenstoffdioxid-Anteil im Gasgemisch der Luft erhöht: einerseits durch den Kahlschlag von Bäumen und andererseits durch den Wechsel von Wald- zu Ackerboden. Der Mensch greift dadurch massiv in den globalen Kohlenstoffhaushalt ein. Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ist als Spurengas mit einem Volumenanteil von nur etwa 0,04 %, also 400 ppm (ppm = parts per million), in der Luft vertreten. Die genauen Messwerte liefert seit 1958 die Messstation vom Gipfel des Mauna Loa auf Hawaii. Während im Jahr 1700 der Wert noch bei 275 ppm lag, liegt er heute bereits bei 400 ppm. Schätzungen zur Future werden bis zum Jahre 2100 zwischen 450 ppm und 600 ppm erwartet. Prognostiziert wird für das Jahr 2100 daher eine Erwärmung der Atmosphäre um etwa drei Grad Celsius im Vergleich zum Jahr 2000. Die Niederschlagsmengen werden in vielen Ländern zunehmen und verteilen sich insgesamt neu. Insbesondere im nördlichen Europa erhöht sich die Feuchtigkeit. Darüber hinaus wird ein Anstieg des globalen Meeresspiegels um etwa 80 cm vorhergesagt. Dies bedeutet eine ernsthafte Bedrohung für viele Inseln, z. B. die Malediven, oder für die Küstenregionen der Niederlande und Deutschland.

Stoff, chemisches Symbol	Anteil in Volumenprozent [Vol.-%]
Molekularer Stickstoff, N <sub>2</sub>	78,08
Molekularer Sauerstoff, O <sub>2</sub>	20,95
Edelgas Argon, Ar	0,93
Kohlenstoffdioxid, CO <sub>2</sub>	0,04

## Treibhauseffekt und Ozonloch

Wenn die UV-Strahlung der Sonne auf die Erde trifft, absorbiert diese einen Teil dieser Energie. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt würde die Durchschnittstemperatur der Erde bei  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  und nicht wie heute bei  $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$  liegen. Der andere Teil der Solarstrahlung wird in Form von Infrarotstrahlung, das ist Wärmestrahlung, in den Weltraum reflektiert. Durch den Anstieg der Konzentration der natürlichen Treibhausgase, Wasserdampf  $\text{H}_2\text{O}$ , Kohlenstoffdioxid  $\text{CO}_2$ , Ozon  $\text{O}_3$ , Methan  $\text{CH}_4$  und Lachgas  $\text{N}_2\text{O}$ , sowie durch Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wird die Wärmestrahlung immer stärker von der Atmosphäre auf die Erde reflektiert und nicht mehr in den Weltraum abgegeben.

Eine Folge der Erhöhung der Konzentration der Treibhausgase ist das Schmelzen der Eisflächen und Gletscher am Nordpol. Klimaforscher stellten einen Rückgang von etwa 10% der Schneeflächen und einen Verlust der alpinen Gletscher von 50% fest. Die freigelegten dunklen Erdoberflächen führen ihrerseits wiederum zu einer höheren Absorption der Sonnenstrahlung. Dieser Prozess wird als anthropogener Treibhauseffekt bezeichnet, also vom Menschen gemacht.

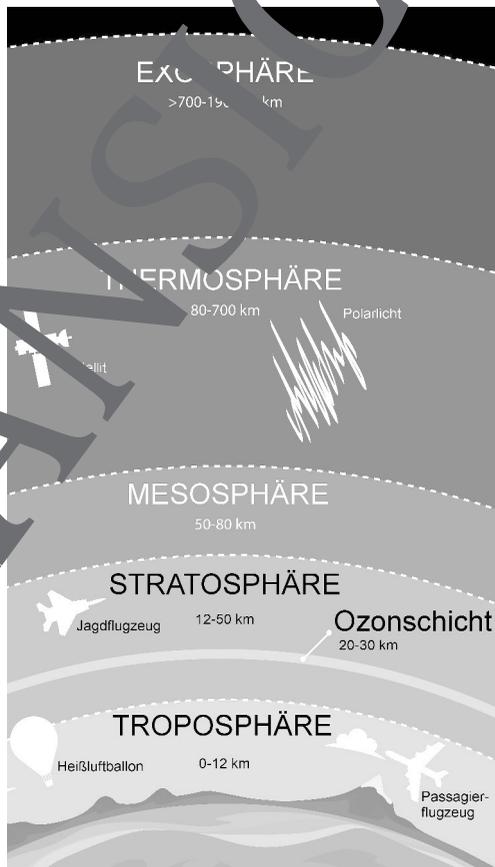


Abb. 1: Lage der Ozonschicht in der Atmosphäre

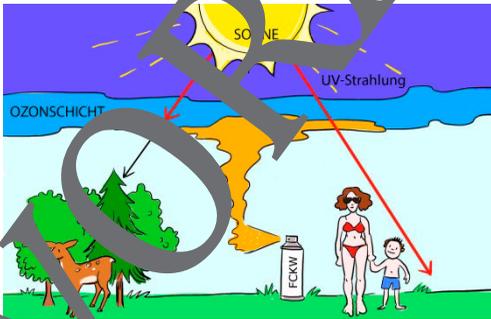
© Getty Images Plus/iStock/shoo\_arts

Mit der Erderwärmung und der hohen Konzentration an Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) nimmt auch die sogenannte Ozonschicht immer weiter ab. Die Ozonschicht in der Stratosphäre wirkt wie ein riesiger Schutzschirm, der die Lebewesen am Boden vor der zerstörerischen Wirkung der ultravioletten Strahlung der Sonne bewahrt. Die Ozonmoleküle  $O_3$  des Schutzschildes befinden sich 20–40 Kilometer über der Erdoberfläche und halten fast die energiereiche UV-Strahlung der Sonne vor einem Auftreffen auf der Erde zurück. Das Ozon schützt so die Lebewesen vor Hautschäden durch Sonnenbrand, Mutationen des Erbgutes und Krebs.



Wikimedia/Lars Petersmeyer, CC BY-SA 4.0

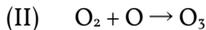
Abb. 2: Natürlicher Treibhauseffekt



Grafik: Hans Schumacher

Abb. 3: Entstehung des Ozonlochs

Wenn ein Ozonmolekül  $O_3$  ein UV-Photon absorbiert, wird es zweifach in ein Sauerstoffmolekül  $O_2$  und ein Sauerstoffatom  $O$  gespalten, das freigesetzte O-Atom reagiert aber sofort mit einem weiteren Sauerstoffmolekül  $O_2$  der Luft wieder zu Ozon:



Die Ozonschicht regeneriert sich so immer wieder auf natürliche Weise.

Durch die Reaktion von FCKW mit Ozon werden Ozonmoleküle  $O_3$  zu Sauerstoffmolekülen  $O_2$  reduziert und verlieren damit ihre Schutzfunktion. Stark betroffen von einer abnehmenden Ozonschicht waren besonders die Antarktis, Südamerika, Neuseeland und Australien. Durch drastische Verbote der zerstörerischen FCKW könnte sich das bestehende Ozonloch über der nördlichen Halbkugel schon in weniger als zwanzig Jahren wieder erholen, das deutlich größere Ozonloch über der Südhalbkugel aber frühestens in der Mitte des Jahrhunderts. Über den Polen wird die Ausdünnung der Ozonschicht noch bis in die 60er-Jahre dieses Jahrhunderts zu erwarten sein.

### Vergleich der klimaschädlichen Wirkung von Treibhausgasen

Das Treibhauspotenzial (THP) oder  $CO_2$ -Äquivalent einer chemischen Verbindung ist eine Maßzahl für ihren relativen Beitrag zum Treibhauseffekt, also ihre mittlere Erwärmungswirkung der Atmosphäre der Erde über einen bestimmten Zeitraum. Verschiedene Treibhausgase wie Kohlenstoffdioxid, Methan und Lachgas tragen unterschiedlich zum Treibhauseffekt bei. Um die Auswirkungen ihres globalen Erwärmungspotenzials (*Global Warming Potential* – GWP) vergleichbar zu machen, wird ihr jeweiliges GWP in  $CO_2$ -Äquivalente in der Maßeinheit Tonne umgerechnet. Im Vergleich zu Kohlendioxid  $CO_2$  hat beispielsweise Methan  $CH_4$  einen 21-fach höheren Wert, allerdings bei zeitlich kürzerer Wirksamkeit, und Lachgas  $N_2O$  wirkt pro Molekül 300-mal so stark wie Kohlendioxid und 12-mal stärker als Methan.

## Zeigen die Weltklimakonferenzen Wirkung?

Manche Staaten versuchen mit einer effizienteren Nutzung von Energiequellen und erneuerbaren Energien den Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre zu reduzieren. Schon auf der ersten Weltklimakonferenz in Kyoto einigten sich im Kyoto-Protokoll des Jahres 1997 die Industriestaaten darauf, die Emissionen jährlich zu senken. Bis 2012 sollte eine Reduzierung der Treibhausgas-Emission um 5 % im Vergleich zu 1990 erreicht werden. Deutschland wollte die Emissionen um 21 %, die EU um 8 % senken. Schon früh stand fest, dass diese Ziele mit den gewählten Methoden nicht erreicht werden konnten. Dennoch symbolisiert das Kyoto-Protokoll bis heute den ersten globalen Schritt in Richtung nachhaltige Nutzung der natürlichen Energieressourcen.

Laut des Berichts des Weltklimarats (IPCC) von 2019 ist z. B. durch eine nachhaltige Bewirtschaftung der Ackerflächen eine deutliche Reduktion der Treibhausgase möglich. In Deutschland hatte die industrielle Landwirtschaft 2017 mit 66,3 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten einen Anteil von 7,3 Prozent an den deutschen Gesamtemissionen. Der Umweltbundesamt schätzt die Treibhausgas-Emissionen aus der Landwirtschaft für das Jahr 2018 auf 63,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente. Insgesamt konnten die Emissionen zwischen 1990 und 2018 von 79,2 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente um etwa 20 Prozent gesenkt werden.

## Aufgaben

- 1 **Beschreiben und erläutern** Sie Ihrem Tandempartner die Abbildungen 1 bis 3 mithilfe der Informationen im Text. (PA)
  - 2 **Fassen** Sie Ihre Ergebnisse in kurzen Texten **zusammen**. (EA)
  - 3 **Werten** Sie das Säulendiagramm in Abbildung 4 im Kontext der bisherigen Informationen **aus**, indem Sie mehrere Hauptaussagen formulieren. (EA)
  - 4 **Entwickeln** Sie im Tandem ein Fließdiagramm, das die Entwicklung vom unregulierten Umgang mit Energieressourcen bis hin zu den aktuellen Klimazielen in Schritten aufzeigt. Erläutern Sie dieses im Plenum. (PA, PL)
- Diskutieren** Sie den Nutzen von Weltklimakonferenzen. (PL)

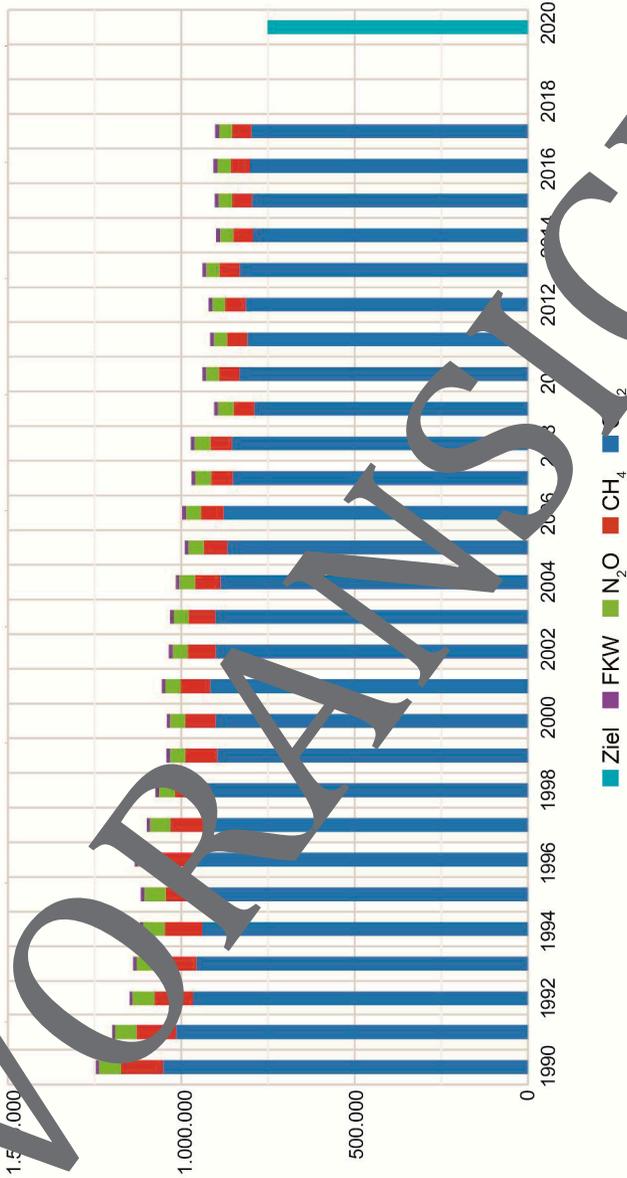


Abb. 4: Jährliche Treibhausgas-Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2017 (nach Umweltbundesamt, Nationaler Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2017, Stand 01/2019)

## Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



### Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über  
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch  
SSL-Verschlüsselung

**Mehr unter: [www.raabe.de](http://www.raabe.de)**