

NHZ

NACHHALTIGKEITZENTRUM
BRAUNSCHWEIG

Braunschweig
Löwenstadt



BOHLWEG 55
38100 BS

Handreichung für Lehrkräfte ab Sek I

- Interaktiver Einkaufsladen in Braunschweig-

Inhalt

1. Hintergrund des Projekts	1
2. Organisatorisches	1
3. Mögliche Curriculare Bezüge	1
4. Inhaltliche Vorbereitung für Lehrkräfte	3
5. Verlaufspläne.....	3
5 a. Verlaufsplan Sek I (Jahrgänge 5,6,7)	4
5 b. Verlaufsplan Sek I (Jahrgänge 8,9,10).....	5
5 c. Verlaufsplan Sek II.....	6
5 d. Überblick über die Vertiefungen	7
6. Materialien („Erden-Poster“, „Vergleich des Erdenverbrauchs“ und Vertiefungen).....	9

1. Hintergrund des Projekts

Der Interaktive Einkaufsladen (im Folgenden „InEin“) wurde von der Cluster Projekte GmbH konzipiert und in der Freien Werkstatt in Hildesheim im Auftrag des Klimaschutzmanagements der Stadt Braunschweig gebaut.

Das Ziel ist es, ein Bewusstsein für die Auswirkungen der eigenen Lebensweise zu schaffen und klimafreundliche Handlungsalternativen aufzuzeigen. Besonders ist hierbei, dass die Bewusstseinsbildung auf haptische Weise durch den Einkaufsladen erfolgt. Konkrete Verhaltensweisen für den Alltag werden zusätzlich direkt mitgegeben.

Die Kritik, die am Konzept des ökologischen Fußabdrucks geäußert wird, ist durchaus berechtigt. Nichtsdestotrotz liegt ein Mehrwert in der Reflektion des eigenen Verhaltens. Das Ziel ist, ins Handeln zu kommen und sich der eigenen Möglichkeiten bewusst zu werden. Die Klimakrise ist so akut, dass jede*r einen Beitrag leisten muss. Durch die gemeinsame Auseinandersetzung des Themas im Klassen- oder Kursverband können gemeinsam Lösungen gefunden werden, sodass sich niemand mit dem eigenen Ressourcenverbrauch alleine gelassen fühlt.

2. Organisatorisches

Der Besuch des „InEin's“ ist im Nachhaltigkeitszentrum (Bohlweg 55, 38100 BS) möglich. Eine vorherige Anmeldung ist zwecks der Organisation notwendig und kann unter Angabe des Betreffs „Anmeldung Interaktiver Einkaufsladen“ beim Klimaschutzmanagement der Stadt BS erfolgen (franziska.zimmermann@braunschweig.de). Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage www.braunschweig.de/leben/umwelt/klimaschutz.

Teilweise sind Materialien vor Ort, wiederum andere müssten mitgebracht werden. Die Hinweise finden Sie in den jeweiligen Verlaufsplänen.

3. Mögliche Curriculare Bezüge

Die aufgeführten Bezüge sind vom Niedersächsischen Bildungsserver entnommen und sowohl nach Schulform als auch nach Fächern gegliedert. Hiermit soll eine Hilfestellung gegeben werden, in welchen Bereichen der InEin genutzt werden kann. Der Besuch des InEin kann selbstverständlich auch im Rahmen eines Projekttags oder einer Projektwoche als ein Bestandteil genutzt werden.

Hauptschule

Erkunde

- Ende Jahrgang 8
 - beschreiben Arten von Mobilität und erklären deren Ursachen und Folgen unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten
 - entwickeln Handlungsperspektiven im Hinblick auf ökologische und soziale Verträglichkeit

Politik

- Jahrgang 10
 - bewerten den Zusammenhang zwischen ihrem zukünftigen Leben und den Themen Wirtschaftswachstum, Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz

Werte und Normen

- Verantwortung für Natur und Umwelt (angemessenes Konsumverhalten als möglicher Inhalt angeben)

Realschule

Erdkunde

- Ende Jahrgang 8
 - nehmen Stellung zu menschlichen Eingriffen in natürliche Systeme im Hinblick auf ökologische und soziale Verträglichkeit
 - beschreiben Arten von Mobilität und erklären deren Ursachen und Folgen unter wirtschaftlichen sowie ökologischen Aspekten auch unter dem Leitbild der nachhaltigen Entwicklung

Politik

- Jahrgang 9/10
 - bewerten den Zusammenhang zwischen ihrem zukünftigen Leben und den Themen Wirtschaftswachstum, Nachhaltigkeit, Umwelt- und Klimaschutz

Gymnasium Sek I

Erdkunde

- Jahrgang 9
 - natürlicher und anthropogener Klimawandel; Formen des Ressourcenmanagements

Politik-Wirtschaft

- Jahrgang 8
 - Konsum Jugendlicher kriterienorientiert überprüfen

Gymnasium Sek II

Politik-Wirtschaft

- Ziele der Agenda 2030

Erdkunde

- Fachmodul 3: Ressourcennutzung und nachhaltige Entwicklung
- „ökologische, soziale, politische und ökonomische Fragestellungen wahrzunehmen, zu analysieren und zu beurteilen sowie *Rückschlüsse auf das eigene Handeln* zu ziehen“

Werte und Nomen

- Themenbereiche Gerechtigkeit oder auch Ökologie

4. Inhaltliche Vorbereitung für Lehrkräfte

Die Biokapazität und die Größe des Ökologischen Fußabdrucks werden in der Einheit globaler Hektar (gha) angegeben. Der globale Hektar berücksichtigt, dass von den verschiedenen Naturflächen pro Hektar unterschiedlich hohe Erträge gewonnen werden können. Beispielsweise ist die Produktivität einer Ackerfläche im Durchschnitt doppelt so hoch wie die der anderen Flächen. Zudem variiert die Produktivität von Land zu Land. So kann ein Ackerboden in Deutschland wesentlich höhere Erträge erzielen als ein Ackerboden im Sudan, wo es weniger regnet. Ein globaler Hektar ist demnach die weltweit durchschnittliche biologische Produktivität eines Hektars nutzbarer Erdoberfläche.

(Quelle: https://www.ufu.de/wp-content/uploads/2017/07/Fair-Future-Der-Oekologische-Fu%C3%9Fabdruck_aktualisiert.pdf)

Die Berechnung der Punkte-Zahl erfolgte von der Cluster Projekte GmbH, die den Interaktiven Einkaufsladen entworfen und hergestellt haben. Grundlegend haben sich die Entwickler:innen hierbei an der Homepage www.footprint.at/messen/footprint-rechner orientiert. Neueste Zahlen sind bei der aktualisierten Version des Einkaufsladens, die sich auch hier in Braunschweig befindet, ebenfalls von Statista (<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1275275/umfrage/treibhausgasbilanz-pro-person/>) entnommen.

Wenn Interesse an dem genauen Berechnungsvorgang besteht, wenden Sie sich gerne an die bereits bei Punkt 2 genannte E-Mail-Adresse.

5. Verlaufspläne

Die dargelegten Verlaufspläne sind als Angebote zu verstehen. Die Zuordnung der Vertiefungsmöglichkeiten erfolgte nach eigenem Ermessen. Es kann, je nach Leistungsstand der Lerngruppe durchaus sinnvoll sein, auch bei den Verlaufsplänen der anderen Jahrgänge zu schauen.

Wichtig: Das benötigte Material und die Aufgaben der Vertiefung befinden sich unter dem Punkt „5 d. Überblick über die Vertiefungen“.

5 a. Verlaufsplan Sek I (Jahrgänge 5,6,7)

	Inhaltlicher Schwerpunkt	Material
Möglicher them. Input	Film zum Ökologischen Fußabdruck als Einstieg - Ende des Films „Berechne doch mal deinen eigenen ökologischen Fußabdruck“	Film Löwenzahn
Vor dem Durchlauf des InEin	Besprechen des Vorgehens (Hinweise!) - von jeder Kategorie muss ein Kärtchen genommen werden (Start beim Regal der Wahl) - Berechnung der Punktezahl an der Kasse - Foto des Einkaufs machen (oder die jeweiligen Punkte notieren) - Strich auf dem „Erden-Poster“ machen - am Ende die Kärtchen wieder zurücksortieren	
Hauptteil (InEin)	Durchlauf des InEin's Aufgabe - Foto des letztendlichen Einkaufs machen (ggf. für Vertiefung relevant) - DIN-A3 Poster mit den Erden: Strich machen _Zurückbringen der Kärtchen	Handy „Erden-Poster“
Sicherung	Visualisierung des Erdverbrauchs der gesamten Klasse anschauen → Durchschnitt errechnen → ggf. Vergleich mit benötigten Erden weltweit (mögliche Verständnisfrage: Erkläre die Konsequenz für Deutschland bzgl. der eigentlich benötigten Fläche) → ggf. einzelnen Sektoren ausfindig machen, bei denen die höchsten Werte erreicht worden sind	„Erden-Poster“ „Vergleich des Erdenverbrauchs weltweit“
Vertiefung	Siehe 5 d. Überblick über die Vertiefungen → Vorschläge: Vertiefung c und f	siehe 5 d.

5 b. Verlaufsplan Sek I (Jahrgänge 8,9,10)

	Inhaltlicher Schwerpunkt	Material
Möglicher them. Input	<p>a) Digital Wortwolke erzeugen mittels <i>mentimeter</i>, welche mittels <u>selbst mitgebrachtem</u> Laptop und vorhandenem Beamer ODER auf einem mobilem Bildschirm dargestellt werden</p> <p>b) Analog <u>selbst mitgebrachte</u> Karteikarten verteilen und auf dem Boden zu Begriffsgruppen ordnen lassen (Antizipation: Begriffe, die nach Sektoren/Kritik/allgemeine Erklärung gruppiert werden können)</p> <p>Arbeitsauftrag: „ <i>Erste Assoziation zum Begriff ‚Ökologischer Fußabdruck‘</i> “</p>	<p>Wlan htp-hotspot</p> <p>Digitale Endgeräte</p> <p>Blanko-Karten</p>
Vor dem Durchlauf des InEin	<p>Besprechen des Vorgehens (Hinweise!)</p> <ul style="list-style-type: none"> - von jeder Kategorie muss ein Kärtchen genommen werden (Start beim Regal der Wahl) - Berechnung der Punktezahl an der Kasse - Foto des Einkaufs machen (oder die jeweiligen Punkte notieren) - Strich auf dem „Erden-Poster“ machen - am Ende die Kärtchen wieder zurücksortieren 	Handy
Hauptteil (InEin)	<p>Durchlauf des InEin's</p> <p>Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foto des letztendlichen Einkaufs machen (für Vertiefung relevant) - DIN-A3 Poster mit den Erden: Strich machen _Zurückbringen der Kärtchen 	<p>Handy</p> <p>„Erden-Poster“</p>
Sicherung	<p>Visualisierung des Erdverbrauchs der gesamten Klasse</p> <ul style="list-style-type: none"> → Durchschnitt errechnen → ggf. Vergleich mit benötigten Erden weltweit (mögliche Verständnisfrage: Erkläre die Konsequenz für Deutschland bzgl. der eigentlich benötigten Fläche) → ggf. einzelnen Sektoren ausfindig machen, bei denen die höchsten Werte erreicht worden sind 	<p>„Erden-Poster“</p> <p>„Vergleich des Erdenverbrauchs weltweit“</p>
Vertiefung	<p>Siehe 5 d. Überblick über die Vertiefungen</p> <p>→ Vorschläge a-f</p>	siehe 5 d.

5 c. Verlaufsplan Sek II

	Inhaltlicher Schwerpunkt	Material
Möglicher them. Input	<p>a) Digital Wortwolke erzeugen mittels <i>mentimeter</i>, welche mittels <u>selbst mitgebrachtem</u> Laptop und vorhandenem Beamer ODER auf einem mobilem Bildschirm dargestellt werden</p> <p>b) Analog <u>selbst mitgebrachte</u> Karteikarten verteilen und auf dem Boden zu Begriffsgruppen ordnen lassen (Antizipation: Begriffe, die nach Sektoren/Kritik/allgemeine Erklärung gruppiert werden können)</p> <p>Arbeitsauftrag: „ <i>Erste Assoziation zum Begriff ‚Ökologischer Fußabdruck‘</i> “</p>	<p>Wlan htp-hotspot</p> <p>Blanko-Karten</p>
Vor dem Durchlaufen des Einkaufladens	<p>Besprechen des Vorgehens (Hinweise!)</p> <ul style="list-style-type: none"> - von jeder Kategorie muss ein Kärtchen genommen werden (Start beim Regal der Wahl) - Berechnung der Punktezahl an der Kasse - Foto des Einkaufs machen (oder die jeweiligen Punkte notieren) - Strich auf dem „Erden-Poster“ machen - am Ende die Kärtchen wieder zurücksortieren 	Handy
	<p>Abfrage, wie die Punktezahl auf den Karten zustande kommt (mittels zwei oder drei Beispielpunkten) ODER Erklärung der dargelegten Punkte (Berechnungsgrundlage) → auf der Schautafel enthalten?!</p>	
Hauptteil (InEin)	<p>Durchlauf des InEin's</p> <p>Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Foto des letztendlichen Einkaufs machen (für Vertiefung relevant) - DIN-A3 Poster mit den Erden: Strich machen - Zurückbringen der Kärtchen 	<p>Handy</p> <p>„Erden-Poster“</p>
Sicherung	<p>Visualisierung des Erdverbrauchs der gesamten Klasse → Durchschnitt errechnen → ggf. Vergleich mit benötigten Erden weltweit (mögliche Verständnisfrage: Erkläre die Konsequenz für Deutschland bzgl. der eigentlich benötigten Fläche) → ggf. einzelnen Sektoren ausfindig machen, bei denen die höchsten Werte erreicht worden sind</p>	<p>„Erden-Poster“</p> <p>„Vergleich des Erdenverbrauchs weltweit“</p>
Vertiefung	<p>Siehe 5 d. Überblick über die Vertiefungen → Vorschläge a-f</p>	siehe 5 d.

5 d. Überblick über die Vertiefungen

Folgend sind verschiedene Vertiefungs-Möglichkeiten aufgeführt. Hierfür wird das benötigte Material sowie die Aufgabe(n) genannt.

Vertiefung (a) Berechnung Ökologischer Fußabdruck

Material: *Vertiefung (a) Berechnung Ökologischer Fußabdruck*

Mögliche Aufgabe

Darstellung der Informationen aus dem Grundlagentext visuell darstellen (Mind-Map, Concept-Map, Sketchnotes o.ä.)

Vertiefung (b) Diskussion bzgl. der Methode „Berechnung des CO₂-Fußabdrucks“

Material: *Vertiefung (b) Diskussion bzgl. der Methode „Berechnung des CO₂-Fußabdrucks“* und ggf. Zitate auf DIN-A3 Plakaten

Mögliche Aufgaben

1) mündliche Aufgabe: Zuordnung der einzelnen Schüler:innen zu dem jeweiligen Zitat, welches sie bzgl. der Aussagekraft am ehesten unterstützen. Anschließend wäre eine schriftliche Beurteilung der Zitate möglich.

2) mündliche Aufgabe: Zuordnung der Schüler:innen entlang einer Positionslinie zu jedem einzelnen Zitat. Um Dopplungen zu vermeiden, könnte man bei den unterschiedlichen Zitaten den Fokus auf bestimmte Aspekte lenken.

Mögliche Impulsfragen:

- Perspektive bei Zitat c: Wer kann alles Maßnahmen ergreifen? Wer ist in diesem Fall wir und wen gibt es noch? Wie streng sollten Maßnahmen sein?
- Zitat d: Welches systematischen Ursachen der Umweltprobleme sind den Schüler:innen bekannt?

3) schriftliche Aufgabe: „Schreibe eine Stellungnahme dazu, ob die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks eine Pflichtaufgabe im Laufe der Oberstufenzeit sein sollte.“

Vertiefung (c) Einbezug der Musterwohnung

Mögliche Aufgabe

Die SuS notieren für sich selbst 3 Fakten/Tipps, die sie (und ihre Familie) bereits in ihrem Alltag berücksichtigen und 3 weitere, die sie sich konkret vornehmen wollen, um klimafreundlicher im Alltag zu leben.

Für die nächsten drei Wochen wird festgelegt, wie die SuS ihre Umsetzungen festhalten wollen. Hierbei soll es darum gehen, dass die Erfahrungen festgehalten werden (Probleme, Widerstand/positives Feedback in der Familie, Kosten, Integrierbarkeit in den Alltag o.ä.)

Möglichkeiten wären:

- Fototagebuch
- Podcast-Folge aufnehmen
- ...

Erhöhte Anforderung: Weiterhin wäre eine kriteriengeleitete Beurteilung einer Maßnahme möglich. (Kriterien Wirksamkeit, Effizienz, Realisierbarkeit, Umsetzbarkeit...)

Vertiefung (d) SMARTes Klima-Projekt

Material: *Vertiefung (d) SMARTes Klima-Projekt*

Mögliche Aufgabe

Die SuS wenden die Methode „SMARTe“ Zielfindung an, um letztendlich eine konkrete Klassenaktion zu planen. Relevant dabei ist, dass der Ökologische Fußabdruck dadurch verkleinert und der Handabdruck vergrößert wird.

Produkt

Die Klassenaktion wird auf einem DIN-A4/DIN-A3-Zettel visualisiert und kann im Raum des Interaktiven Einkaufsladens als BEST-Practise-Handabdruck ausgestellt werden.

Vertiefung (e) Overshoot-Day

Material: *Vertiefung (e) Overshoot-Day*

Mögliche Aufgabe

Erstellt auf der Grundlage des vorliegenden Materials (Text „Earth Overshoot Day – eine Erde reicht nicht“ und Abbildung „Country Overshoot Days 2024“) ein Quiz, welches anschließend in der Fußgängerzone mit Passant:innen gespielt werden soll. Notiert euch für jeden Sektor (Mobilität, Ernährung etc.) zwei Tipps, wie man im Alltag ressourcenschonend leben kann. Erläutert den Quiz-Teilnehmenden am Ende zwei praktische Tipps für den Alltag.

Erhöhte Anforderung: Bringt die Tipps „nebenbei“ während eures Gesprächs mit den Passant:innen unter. *Achtung:* Versucht die Tipps eher als Alternative zu eventuell gewohntem Verhalten anzubringen und nicht als Belehrung.

Vertiefung (f) Zusammenhang Fußabdruck und Klimawandel

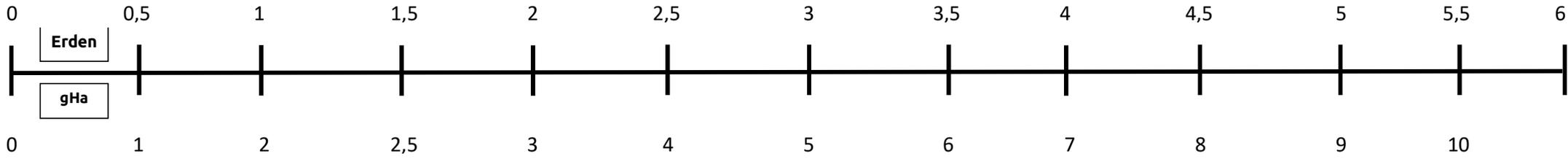
Material: *Vertiefung (f) Zusammenhang Fußabdruck und Klimawandel*

Mögliche Aufgabe

Nennt die Klimaeffekte (Klimafolgen) aufgrund des Klimawandels.

Möglichkeit einer weiteren kreativen Aufgabe, die einen Perspektivwechsel ermöglicht
Erarbeitung von Standbildern zu Klimaeffekten, welche die Konsequenzen für die Bevölkerung miteinbeziehen/Schäden der Natur (mögliche Themen: Zerstörung/Verlust, Flucht/Migration, Kosten, Leid/Tod)

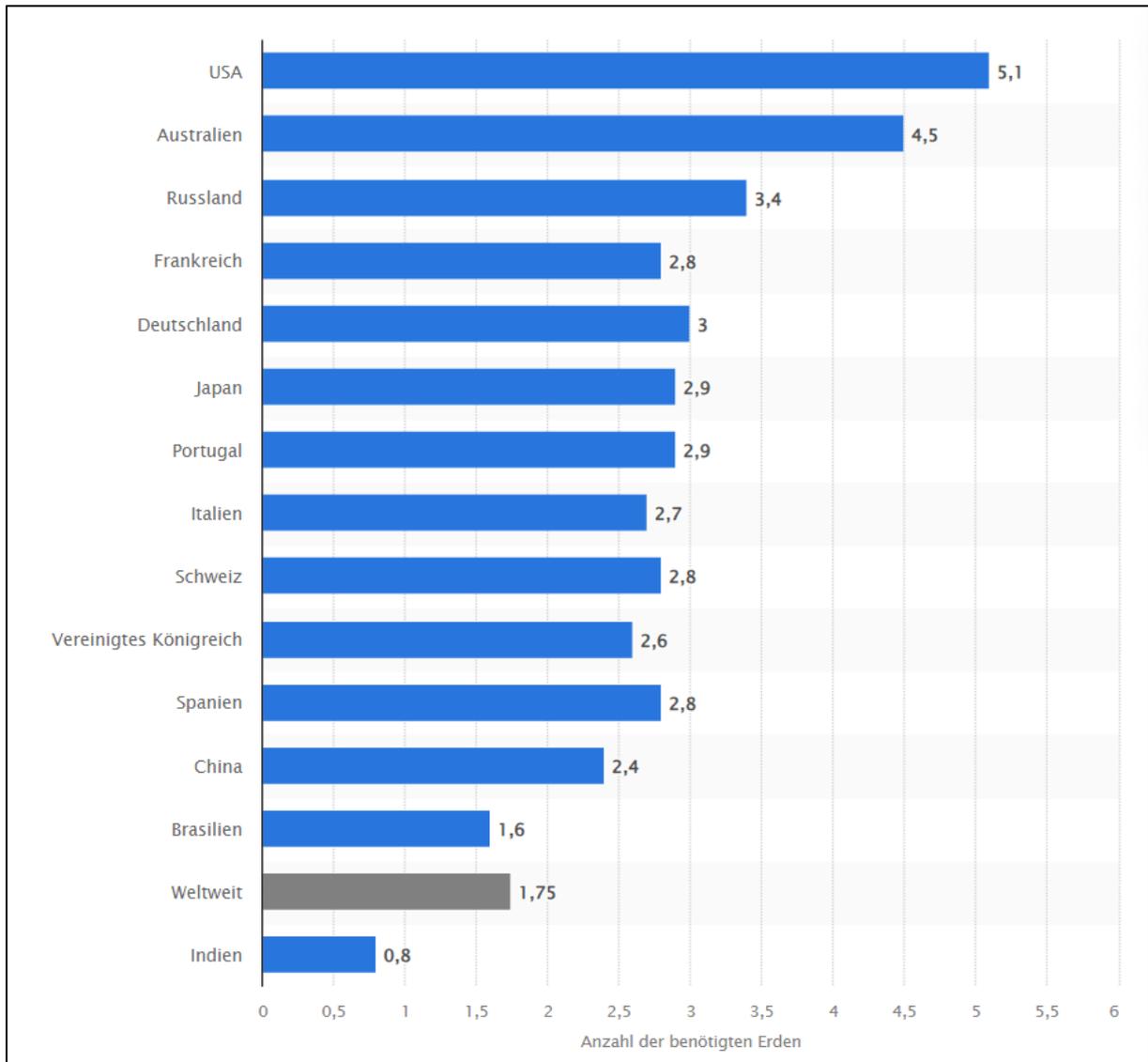
6. Materialien („Erden-Poster“, „Vergleich des Erdenverbrauchs“ und Vertiefungen)



Erden-Poster

Vergleich des Erdenverbrauchs weltweit: Ökologischer Fußabdruck

Anzahl der benötigten Erden, wenn die Weltbevölkerung wie die Bevölkerung der aufgeführten Länder leben würde



© Statista 2024

Vertiefung (a) Berechnung Ökologischer Fußabdruck

Quelle: Fair Future Der Ökologische Fußabdruck (Die Multivision e.V.)
Unterrichtsmaterialien Fair Future Fußabdruck für die Klassen 9–12, abrufbar unter https://www.multivision.info/images/stories/fairfuture/unterrichtsmaterial/ff_unterrichtsmaterial_gesamt.pdf (2010). [letzter Zugriff am 18.10.2024]

Wie wird der Ökologische Fußabdruck berechnet?

3000 Daten und 5000 Rechenoperationen!

Für die Berechnung des Ökologischen Fußabdrucks eines Landes sind etwa 3000 Daten erforderlich, mit denen etwa 5000 Rechenoperationen durchgeführt werden. Diese Daten werden benötigt, um den Verbrauch aller Ressourcen durch die dort lebenden Menschen zu erfassen. Zunächst einmal müssen für alle im eigenen Land verwendeten Produkte die Fußabdruckflächen einzeln, entsprechend dem Ertrag, berechnet werden. Für zusammengesetzte Produkte, wie z.B. einen Computer, ist das ein sehr aufwändiger Prozess (siehe Formelkasten). Danach werden die exportierten Güter abgezogen und den Exportländern zugerechnet. Die importierten und im Land verwendeten Güter werden addiert. Manche Produkte werden auch importiert, im eigenen Land weiterverarbeitet und teilweise wieder exportiert. Hier sind entsprechende Rechenschritte nötig, die allein den Inlandsverbrauch von Produkten und Gütern berücksichtigen. So komplex das Rechenverfahren auch ist, so einfach und anschaulich ist doch das Ergebnis des Ökologischen Fußabdrucks. Er kann entweder für ein Land dargestellt werden oder geteilt durch die Einwohner pro Person. Oder auch, indem man die Fußabdrücke aller Länder addiert, als Fußabdruck der Menschheit.

Flächen des Ökologischen Fußabdrucks

Um die Fläche des Ökologischen Fußabdrucks zu bestimmen, müssen für alle verwendeten Güter und verbrauchten Materialien Flächen ermittelt werden. Hierfür wird der Verbrauch in folgende Konsumkategorien eingeteilt und dafür werden Flächen benannt:

Konsum	Fläche
Pflanzliche Nahrungsmittel, Tiernahrung und Faserstoffe	Ackerland
Tierische Nahrungsmittel und Tierprodukte	Weideland
Fisch und Meeresfrüchte	Fischgründe
Holz, Holzprodukte und Papier	Wald
Häuser, Straßen, Abbauf Flächen und Deponien	Siedlungsfläche
Fossile Energie (CO ₂ -Anteil daran)	CO ₂ -Absorptionsfläche (Fläche, die notwendig ist, um die von uns produzierten Treibhausgase aufzunehmen, z.B. Torfmoore, Wälder)

Welche Flächen fließen in die Berechnung ein?

Beispiel Heizung

Jeder Konsum, durch den Kohlendioxid (CO₂) freigesetzt wird, vergrößert die CO₂-Absorptionsfläche des Ökologischen Fußabdrucks. Einen großen Anteil hat dabei die Heizung. Für die Berechnung unseres persönlichen Ökologischen Fußabdrucks ist es daher entscheidend:

- wie groß unsere anteilige Wohnfläche ist
- ob unser Wohnhaus ein Einfamilienhaus ist, welches vier Außenwände hat, oder ob wir in einem wärmetechnisch günstigeren Mehrfamilienhaus wohnen
- wie das Gebäude gedämmt ist
- welcher Brennstoff für die Heizung genutzt wird

Warum hat beispielsweise der Brennstoff für die Heizung einen großen Einfluss auf den Ökologischen Fußabdruck? Kohle setzt (bei gleicher Energiemenge) mehr CO₂ frei als Erdöl und dieses wiederum mehr als Erdgas. Daher ist Erdgas „klimafreundlicher“ als die anderen beiden Energieträger. Der erneuerbare Energieträger Brennholz dagegen trägt (außer dem CO₂-Ausstoß bei Ernte und Transport) nicht zum CO₂-Fußabdruck bei. Das beim Verbrennen von Holz entstehende CO₂ ist Teil des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs und wird dadurch nicht mit in den Ökologischen Fußabdruck eingerechnet. Jedoch vergrößert die Verbrennung von Holz den Ökologischen Fußabdruck für Waldfläche. Werden aus Sägespänen (Abfall) hergestellte Holzpellets zum Heizen genutzt, entfällt diese Fläche, weil sie bereits bei der Verwendung des verarbeiteten Holzes (z.B. als Bauholz) berechnet wurde.

Beispiel Nahrungsmittel

Bei der Berechnung des Ökologischen Fußabdrucks von Nahrungsmitteln wird nicht nur die reine Ackerfläche hinzugezogen. Es wird auch der Energieverbrauch einberechnet, der bei der Herstellung von Mineraldünger und Pestiziden entsteht, die in der konventionellen Landwirtschaft verwendet werden.

In der ökologischen Landwirtschaft sind zwar die Erträge pro Fläche geringer, aber der verwendete natürliche Dünger (Kompost, Gülle) beansprucht keine Fußabdruckflächen. Viel entscheidender für den Ökologischen Fußabdruck ist jedoch, wie oft Fleisch gegessen wird. Denn Fleischkonsum verursacht einen viel größeren Flächenverbrauch als vegetarische Kost. Warum ist das so? Für die Fleischproduktion wird nicht nur Weideland, sondern vor allem auch Ackerland gebraucht. Denn die Tiere fressen große Mengen an Tierfutter (Getreide), für dessen Anbau Ackerfläche beansprucht wird. Als Beispiel: Ein Kilogramm Fleisch benötigt ein Mehrfaches an Futtermitteln. Um uns Menschen die gleiche Menge an Kalorien zur Verfügung zu stellen, wird bei Fleischkonsum also eine wesentlich größere Ackerfläche benötigt, als wenn wir das Getreide selber essen würden. Bei Rindfleisch fällt der Fußabdruck noch größer als bei anderem Fleisch aus. Denn Rinder verursachen zusätzlich durch ihr Rülpsen große Mengen an Methan (ein Treibhausgas wie CO₂), was sich auf die CO₂-Absorptionsfläche auswirkt.

Warum wird ein Äquivalenzfaktor für die Berechnung gebraucht?

Ackerland, Weideland, Meeresfläche, Binnengewässerfläche, Waldfläche und Siedlungsfläche sind unterschiedlich produktiv. Um also die Produktivität von Ackerland mit Produktivität von Weideland vergleichen zu können, bedient man sich eines Korrekturfaktors, dem Äquivalenzfaktor, der die Flächen vereinheitlicht.

Flächenkategorie	Äquivalenzfaktor (gha/ha)
Ackerland	2,64
Weideland	0,5
Meeresfläche	0,4
Binnengewässerfläche	0,4
Waldfläche	1,33
Siedlungsfläche	2,64

Quelle: Global Footprint Network, Faktoren für 2005



ACKERLAND IST 2,64 MAL SO PRODUKTIV WIE DER WELTDURCHSCHNITT ALLER FLÄCHEN!



FÜR SIEDLUNGSFLÄCHE WIRD (PAUSCHAL) DIE FLÄCHE MIT DEM HÖCHSTEN WERT VERANSCHLAGT, WEIL DIESE MEIST IN DEN FRUCHTBARSTEN GEGENDEN LIEGT, WO SONST ACKERBAU STATTFINDET.



Warum wird außerdem ein länderspezifischer Ertragsfaktor für die Berechnung gebraucht?

Nicht auf jedem Acker wächst gleich viel! Die Flächen in den unterschiedlichen Gebieten der Erde sind in ihrer Produktivität unterschiedlich. Die Produktivität beim Ackerland ist unter anderem abhängig von:

- den klimatischen Bedingungen
- von der Art und Weise, in der die Landwirtschaft betrieben wird (industriell/konventionell, ökologisch oder traditionell)

Daher wird die Produktivität weltweit mit einem länderspezifischen Ertragsfaktor auf einen vergleichbaren Wert gebracht:

Land	Ackerland (gha/ha)	Weideland (gha/ha)	Fischgründe (gha/ha)	Wald (gha/ha)
Algerien	0,6	0,7	0,9	0,9
Guatemala	0,9	2,9	1,1	0,8
Ungarn	1,5	1,9	0,0	2,1
Japan	1,7	2,2	0,8	1,1
Jordanien	1,1	0,4	0,7	0,2
Neuseeland	2,0	2,5	1,0	0,8
Sambia	0,5	1,5	0,0	0,2
Weltdurchschnitt	1	1	1	1

Quelle: Global Footprint Network, Faktoren für 2005



ACKERLAND IN NEUSEELAND IST VIERMAL SO PRODUKTIV WIE IN SAMBIA. DAHER WÜRDEN IN DIESEM AFRIKANISCHEN LAND 4 ha BENÖTIGT FÜR DEN ERTRAG EINES HEKTARS IN NEUSEELAND!



IN UNGARN IST DER WALD VIERMAL ERTRAGREICHER ALS IN JORDANIEN, DENN JORDANIEN IST VIEL TROCKENER!



IN UNGARN GIBT ES KEINE NENNENSWERTEN FISCHGRÜNDE, DESHALB IST DER ERTRAGSFAKTOR 0!



Durch Anwendung des Ertragsfaktors und des Äquivalenzfaktors entsteht das Maß des globalen Hektars (gha), mit dem sich nun Fußabdruckflächen untereinander vergleichen lassen.

Formeln zur Berechnung des Ökologischen Fußabdrucks

Formel für die Berechnung des Ökologischen Fußabdrucks eines Produkts

$$EF = \frac{P}{Y_N} \cdot YF \cdot EQF$$

Formel für verarbeitete Produkte oder Teilprodukte

$$Y_D = Y_P \cdot EXTR_D$$

Hinweis: Durch diese Berechnung wird vermieden, dass Produkte doppelt berechnet werden!

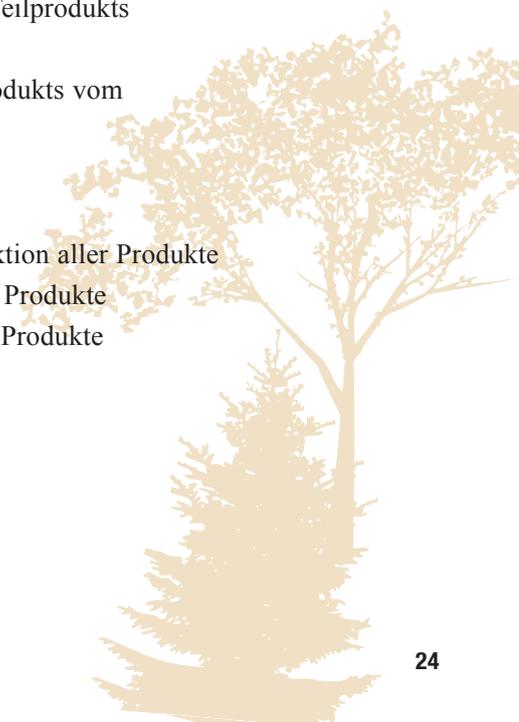
Formel für die Berechnung des Ökologischen Fußabdrucks eines Landes

$$EF_C = EF_P + EF_I - EF_E$$

Hinweis: Damit wird sichergestellt, dass genau die im Land konsumierten Produkte für den Ökologischen Fußabdruck berechnet werden. Unabhängig davon, ob sie im Land produziert oder importiert wurden. Produkte, die in andere Länder exportiert werden, zählen folglich zu ihrem Ökologischen Fußabdruck.

Formelzeichen

EF:	Ökologischer Fußabdruck (Ecologic Footprint)
P:	Produkt
Y_N :	Durchschnittlicher Ertrag des Produkts (P) im jeweiligen Land
YF:	Ertragsfaktor
EQF:	Äquivalenzfaktor
Y_D :	Ertrag des verarbeiteten Produkts oder des Teilprodukts
Y_P :	Ertrag des Produkts
$EXTR_D$:	Extraktionsfaktor, der den Anteil des Teilprodukts vom Ausgangsprodukt wiedergibt
EF_C :	Ökologischer Fußabdruck eines Landes
EF_P :	Ökologischer Fußabdruck der Inlandsproduktion aller Produkte
EF_I :	Ökologischer Fußabdruck aller importierten Produkte
EF_E :	Ökologischer Fußabdruck aller exportierten Produkte



Biokapazität – Die nutzbare Naturfläche der Erde

Dem Ökologischen Fußabdruck (d.h. der Summe unseres Verbrauchs) steht eine nutzbare Naturfläche gegenüber, die wir für die Deckung unseres Verbrauchs benötigen. Sie wird Biokapazität genannt. Das ist die bioaktive und von Menschen nutzbare Fläche, die nur 26% umfasst. Die biologische Kapazität ist einerseits die Fähigkeit eines Ökosystems Ressourcen zu produzieren. Also etwas wachsen zu lassen. Auf der anderen Seite ist es gleichzeitig die Fähigkeit, Müll aufzunehmen. Auch die Biokapazität kann man mit einer Formel berechnen:

Formel für die Berechnung der Biokapazität für einen Flächentyp

$$BC = A \cdot YF \cdot EQF$$

BC: Biokapazität
 A: Fläche
 YF: Ertragsfaktor
 EQF: Äquivalenzfaktor

Wer erfasst und berechnet den Ökologischen Fußabdruck?

Für die Sammlung und Berechnung der Daten sowie die Präsentation der Ergebnisse hat sich das Global Footprint Network gebildet, das mit dem World Wildlife Fund WWF jährlich den Living Planet Report herausgibt: www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/. Die Daten stammen unter anderem von der Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen (FAOSTAT, 2010), der UN Statistics Division (UN Commodity Trade Statistics Database – UN Comtrade 2010), der Internationalen Energieagentur (IEA 2010) und weiteren Datenquellen, die z.B. im Ecological Footprint Atlas 2010 veröffentlicht wurden.



Vertiefung (b) Diskussion bzgl. der Methode „Berechnung des CO₂-Fußabdrucks“

Mögliche Aufgaben

1) mündliche Aufgabe: Zuordnung der einzelnen Schüler:innen zu dem jeweiligen Zitat, welches sie bzgl. der Aussagekraft am ehesten unterstützen. Anschließend wäre eine schriftliche Beurteilung der Zitate möglich.

2) mündliche Aufgabe: Zuordnung der Schüler:innen entlang einer Positionslinie zu jedem einzelnen Zitat. Um Dopplungen zu vermeiden, könnte man bei den unterschiedlichen Zitaten den Fokus auf bestimmte Aspekte lenken.

Mögliche Impulsfragen:

- Perspektive bei Zitat c: Wer kann alle Maßnahmen ergreifen? Wer ist in diesem Fall wir und wen gibt es noch? Wie streng sollten Maßnahmen sein?

- Zitat d: Welche systematischen Ursachen der Umweltprobleme sind den Schüler:innen bekannt?

3) schriftliche Aufgabe: „Schreibe eine Stellungnahme dazu, ob die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks eine Pflichtaufgabe im Laufe der Oberstufenzeit sein sollte.“

Zitate

- a) "Der ökologische Fußabdruck ist ein wichtiges Werkzeug, um die Auswirkungen unseres Lebensstils auf die Umwelt zu verstehen."
- b) "Der ökologische Fußabdruck vereinfacht komplexe ökologische Zusammenhänge und kann irreführend sein."
- c) "Durch die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks können wir gezielt Maßnahmen ergreifen, um nachhaltiger zu leben."
- d) "Der ökologische Fußabdruck legt zu viel Verantwortung auf den Einzelnen und lenkt von den systemischen Ursachen der Umweltprobleme ab."

Anmerkung

Diskussionsimpuls bzgl. negativer Kritik an der Methode „Berechnung des CO₂-Fußabdruck“

Relevanz des individuellen, täglichen Handelns reflektieren

- ➔ **Haltungsänderung:** ich kann etwas in meinem Handeln bei vielen kleinen Dingen ändern, anstatt ich werde für die Klimakrise individuell verantwortlich gemacht (Perspektivwechsel!)
- ➔ **Bestes Beispiel für individuelles Handeln und Auswirkungen:** Hätte Greta Thunberg sich nicht allein mit einem Schild vor den schwedischen Reichstag gesetzt, wäre nicht so schnell eine globale Bewegung entstanden (Fridays for Future)

a) "Der ökologische Fußabdruck ist ein wichtiges Werkzeug, um die Auswirkungen unseres Lebensstils auf die Umwelt zu verstehen."

b) "Der ökologische Fußabdruck vereinfacht komplexe ökologische Zusammenhänge und kann irreführend sein."

c) "Durch die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks können wir gezielt Maßnahmen ergreifen, um nachhaltiger zu leben."

d) "Der ökologische Fußabdruck legt zu viel Verantwortung auf den Einzelnen und lenkt von den systemischen Ursachen der Umweltprobleme ab."

Vertiefung (d) SMARTes Klima-Projekt

Einstieg

_Lehrperson schlägt Ziele vor, die die Klasse umsetzen könnte „Wir wollen uns klimafreundlicher ernähren“, „Wir wollen klimafreundlicher zur Schule kommen“, „In den nächsten zwei Wochen retten wir das Klima“

→ L. erfragt, weshalb die Wahrscheinlichkeit relativ hoch ist, dass diese Ziele sehr wahrscheinlich nicht zum Erfolg führen werden

Erarbeitung (Gruppenarbeit)

_Einteilung der Gruppe könnte z.B. dahingehend erfolgen, dass sich diejenigen zusammen finden, die im Vergleich zu den anderen Sektoren bei sich eine hohe Punktzahl hatten

_Mittels der SMART-Methode wird ein Ziel für ein Klima-Projekt der Klasse formuliert, welches die Größe des ökologischen Fußabdrucks senken soll

- in Stichpunkten werden zu den einzelnen Kriterien Aspekte aufgeschrieben

_Ein konkreter Plan muss angeführt werden, wie das Ziel umgesetzt werden kann.

- Überlegung dazu, wie man das Ergebnis des Projekts auf einem DIN-A4 Zettel darstellen kann, damit es als Best-Practise-Handabdruck-Beispiel am Ende des Interaktiven Einkaufsladens aufgehängt werden kann

Sicherung

_Vorstellung der SMARTEN Ziele

_Festlegung mindestens eines Ziels für die gesamte Klasse (z.B. durch die Vergabe von jeweils zwei Stimmen)

Vertiefung

_Für die Umsetzung des ausgewählten Ziels muss jetzt noch überlegt werden, ob man die Unterstützung von Personen benötigt und wie man ggf. auf Widerstand reagieren könnte.

_Innerhalb der Klasse sollten Aufgaben verteilt werden, um die Umsetzung des Projektes zu überprüfen.

Methode SMARTe Zielfindung

S steht für Spezifisch: Das Ziel soll so eindeutig wie möglich formuliert sein.

M steht für Messbar: Es muss beurteilt werden können, ob das Ziel erreicht wurde.

A steht für Annehmbar: Man sollte das Ziel erreichen wollen (z.B. um stolz zu sein).

R steht für Realistisch: Das Ziel muss trotz Rahmenbedingungen erreichbar sein.

T steht für Terminiert: Das Ziel gilt für einen genauen Zeitpunkt oder Zeitrahmen.

Quelle: oneplanetgame.org

Vertiefung (e) Overshoot-Day

Earth Overshoot Day – eine Erde reicht nicht

Wir verbrauchen mehr Ressourcen, als unsere Erde im Jahr zur Verfügung stellen kann. Unser Planet ist am Limit. Schon lange. Wie hoch ist diese Überlastung? Eine Antwort darauf gibt der jährliche Earth Overshoot Day, auch bekannt als Welterschöpfungstag oder Erdüberlastungstag.

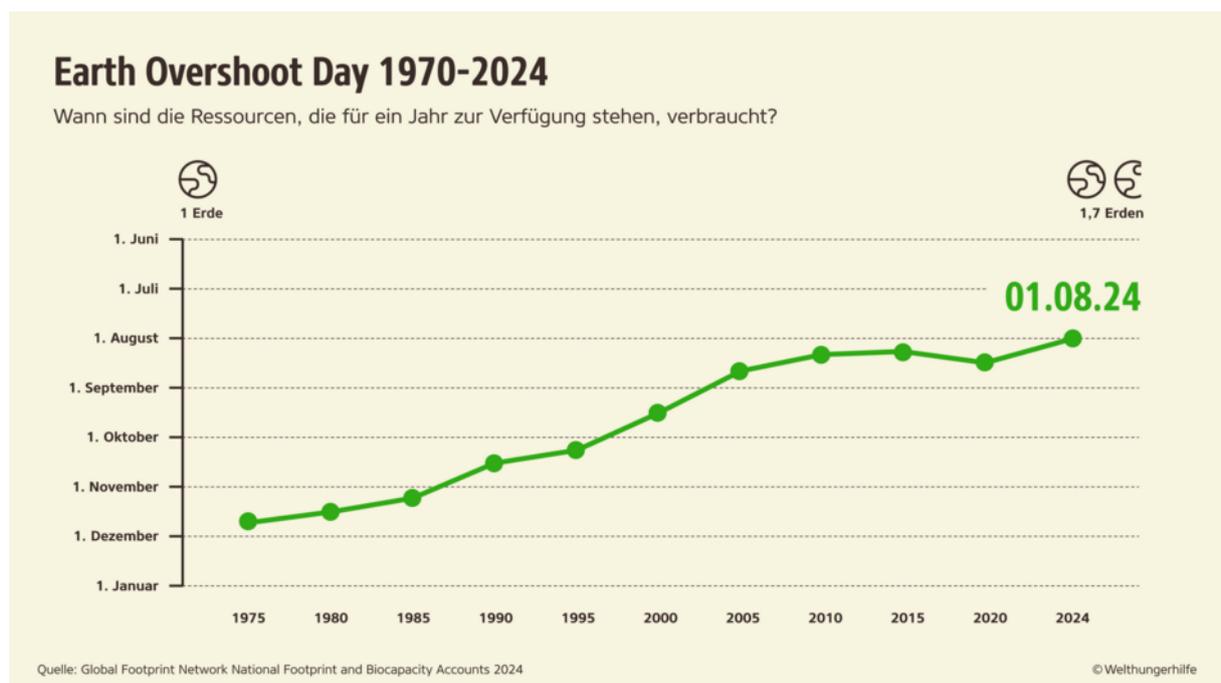
Der weltweite Earth Overshoot Day fällt 2024 auf den 1. August – einen Tag früher als im Vorjahr. Der Earth Overshoot für Deutschland ist 2024 bereits am 2. Mai – das sind sogar zwei Tage früher als vorherigen Jahr.

Das Datum des Earth Overshoot Day wird seit 1961 vom Global Footprint Network errechnet. Die Grundlage ist unser ökologischer Fußabdruck – ein Messinstrument, um die Nachhaltigkeit des menschlichen Lebens zu bestimmen. Er gibt an, wie viele CO₂-Emissionen ein Mensch in einer bestimmten Zeit verursacht.

Earth Overshoot Day: Fast Jahr für Jahr früher

Wie viel Fläche brauchen wir, um all unsere Bedürfnisse zu decken? Wann ist der Zeitpunkt gekommen, an dem wir bereits alle Ressourcen verbraucht haben, die für das ganze Jahr reichen sollten?

Seit 1961 ist der Earth Overshoot Day immer früher im Jahr eingetreten. War er 1970 noch im Dezember, lag er im Jahr 2019 schon im August. Unser Planet war also bereits im August „erschöpft“ – so früh wie noch nie. 2024 ist der weltweite Earth Overshoot Day wieder einen Tag nach vorne gerückt. Für Deutschland sieht es allerdings bereits ernster aus – Deutschlands Erdüberlastungstag liegt 2024 noch zwei Tage früher als im Vorjahr. Nach einem Drittel des Jahres haben wir Deutschen so viele Ressourcen verbraucht, wie die Natur in einem ganzen Jahr für uns produzieren kann. Wenn alle Menschen so leben würden wie die Deutschen, bräuchten wir also drei Erden.



Seit 1970 findet der Earth Overshoot Day fast jedes Jahr noch früher statt als im Vorjahr. © Welthungerhilfe

Die Daten des Earth Overshoot Day werden vom Global Footprint Network veröffentlicht. Die Basis der Berechnung des National Footprint and Biocapacity Accounts (NFBA) beruht auf offiziellen UN-Datensätzen. Die Daten sind allerdings mit einer Zeitverzögerung von drei bis vier Jahren verbunden. So basieren die Ergebnisse für 2023 auf der Grundlage von UN-Daten bis 2019 sowie auf Schätzungen für alle erfassten Länder bis zum Jahr 2022.

Wir leben auf Pump

Ab dem 1. August 2024 sind weltweit alle nachhaltigen Ressourcen verbraucht, die das Ökosystem der Erde innerhalb des ganzen Jahres 2024 herstellen kann. Ab dann leben wir sozusagen auf Pump, die Erde ist am Limit. So, wie wir heute leben, bräuchten wir nicht nur eine Erde, sondern 1,7 Erden.

Der Welterschöpfungstag soll uns bewusstmachen, dass wir ab diesem Tag mehr Ressourcen verbrauchen, als wir haben. Das ist so, als hätten wir am Earth Overshoot Day bereits unser gesamtes Jahresgehalt ausgegeben – auch den Teil, den wir noch nicht verdient haben.

Earth Overshoot Day: So wird er berechnet

Basis der Berechnung: Die Biokapazität der Erde (Menge ökologischer Ressourcen, die die Erde in einem Jahr erzeugen kann)

Die Biokapazität stellt man dem globalen ökologischen Fußabdruck gegenüber. Dieser misst, wie viele natürliche Ressourcen die Menschheit verbraucht.

Ist der Verbrauch der Ressourcen größer als der Nachschub, spricht man vom „Overshoot“ – der ökologischen Verschuldung. Den Faktor legt man auf die Skala eines Jahres an.

Vereinfacht lautet die Formel: Biokapazität der Erde / Ökologischen Fußabdruck der Menschheit * 365 Tage.

Bei der Berechnung des Earth Overshoot Day spielt die Größe eines Landes eine entscheidende Rolle. Je kleiner eine Industrienation, desto weniger eigene, nachwachsende Ressourcen kann sie erzeugen.

Welterschöpfungstag: unsere Welt am Limit

„There is no planet B“ – diesen Satz kennen wir alle. Von Plakaten, T-Shirts, aus den Medien. Vor allem bei Demonstrationen gegen Klimawandel und Erdüberlastung taucht er auf.

Wir nehmen zu viel von unserem Planeten. Mehr als vorhanden ist und nachwachsen kann. Wir beuten ihn aus. Immer schneller. Zu hoch ist unser Rohstoff-Verbrauch. Unser Fleisch- und Fischkonsum. Wasserverschmutzung, Abholzung, Produktion von Kohlenstoffdioxid – das alles ist zu viel. Wir erschöpfen die Reserven unserer Erde – mit einer Geschwindigkeit, bei der die Erde nicht mithalten kann.

Earth Overshoot Day in Deutschland

Zusätzlich zum globalen Earth Overshoot Day errechnet das Global Footprint Network einen Überlastungstag spezifisch für jedes Land. Dieses Datum gibt es schon zu Beginn eines jeden Jahres bekannt. Der Earth Overshoot Day aus dem Vorjahr dient dabei als Datengrundlage.

Deutschland erreicht seinen Erschöpfungstag demnach schon am 2. Mai 2024. Gerade mal ein Drittel des Jahres 2024 ist vorüber und die Menschen in Deutschland haben ihr rechnerisches Ressourcenbudget für das gesamte Jahr 2024 bereits verbraucht. Wenn alle Menschen so leben würden, wie wir in Deutschland, bräuchten wir also drei Erden.

Nicht alle Länder haben einen eigenen Erschöpfungstag. Wenn der ökologische Fußabdruck pro Person in einem Land kleiner ist als die globale Biokapazität pro Person, dann taucht es nicht in der Liste auf. Trotzdem werden über 120 Länder im Laufe des Jahres 2024 ihr Ressourcenbudget für das Jahr aufbrauchen.

Earth Overshoot Day: Folgen für die ärmsten Länder am größten

Wassermangel, Dürre, Artensterben, Plagen, die Vernichtung von Ökosystemen – die Folgen sind vielfältig und zerstörerisch. Der Klimawandel bedroht uns und unsere Lebensräume. Die Verantwortung für die Ausbeutung unserer Erde tragen wir alle. Vor allem in den Industrienationen des Globalen Nordens verbrauchen wir zu viel – mit den Folgen müssen aber vor allem die ärmsten Länder im Globalen Süden leben. Länder, denen es ohnehin schon an vielem fehlt. Der Klimawandel ist weltweit eine zentrale Ursache für Armut und Hunger.

Vor 2050 werden wir vermutlich Ressourcen von drei Erden benötigen

Die Erde bleibt gleich groß, die Bevölkerung aber wächst – und mit ihr die Bedürfnisse. Laut Prognose der Vereinten Nationen wird die Weltbevölkerung bis 2050 auf 9,7 Milliarden Menschen anwachsen. Und damit auch die Nachfrage an Lebensmitteln, Energie, Konsumgütern. Noch vor 2050 werden wir schätzungsweise Ressourcen von drei Erden benötigen.

Die Erdüberlastung nimmt dadurch massiv zu, der Erdüberlastungstag rückt jährlich weiter nach vorne. Zirka 60 Prozent unseres ökologischen Fußabdrucks entfallen auf CO₂-Emissionen. Würde es uns gelingen, diese auf die Hälfte zu reduzieren, könnten wir den Erderschöpfungstag wieder nach hinten verlegen – und zwar um über zirka drei Monate.

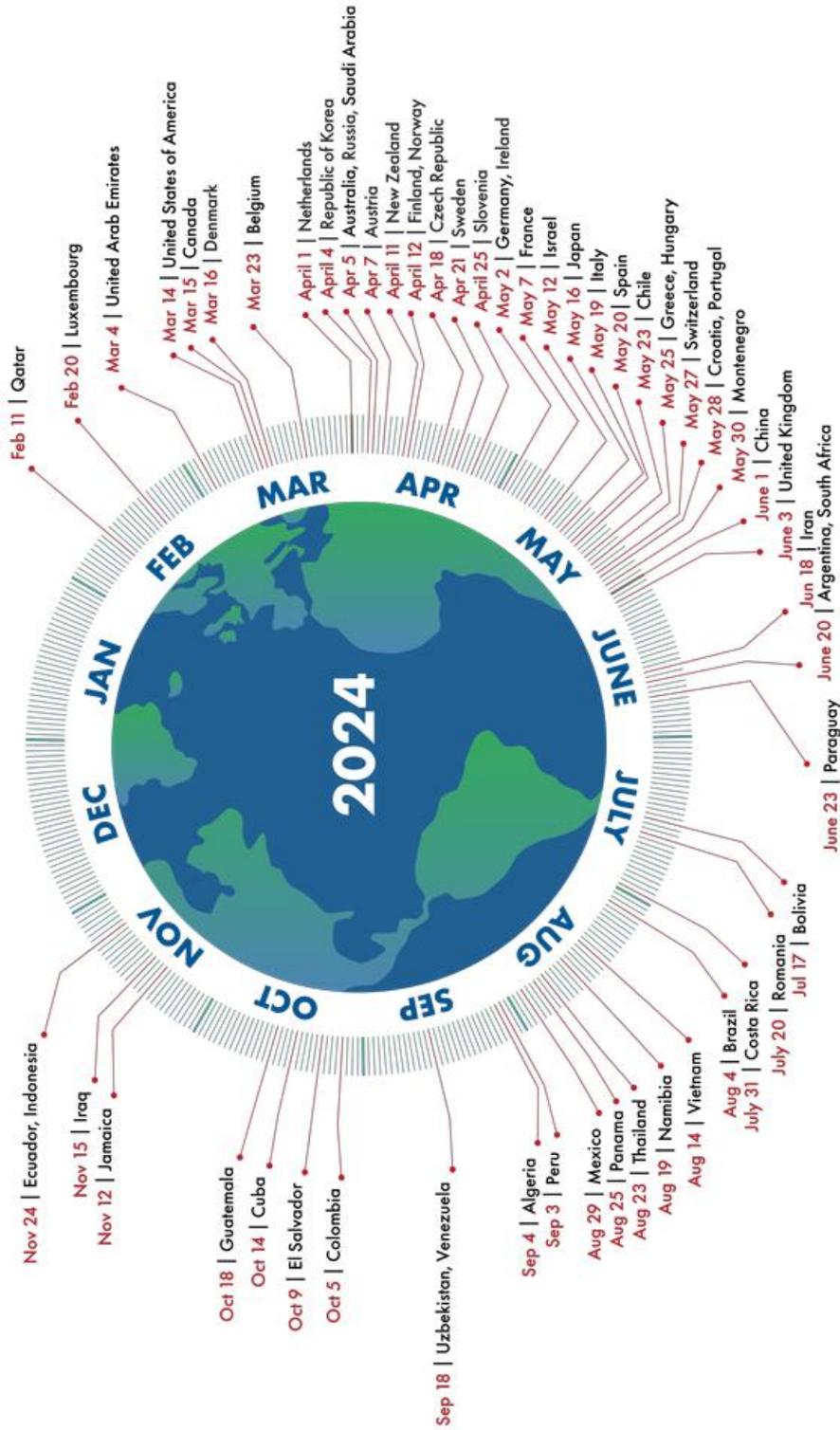
Erdüberlastungstag: Was können wir dagegen tun?

Wir alle verbrauchen Ressourcen. Wir alle haben Einfluss darauf, wie viele. Wir alle hinterlassen einen ökologischen Fußabdruck – und können darauf achten, unsere Lebensweise so nachhaltig wie möglich zu gestalten. Es ist gar nicht so schwer, etwas zu verändern. Es gibt zahlreiche Möglichkeiten

Quelle: <https://www.welthungerhilfe.de/informieren/themen/klimawandel/earth-overshoot-day-welthungerhilfe> [letzter Zugriff am 08.10.2024]

Country Overshoot Days 2024

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



For a full list of countries, visit overshootday.org/country-overshoot-days.

Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2023 Edition
data.footprintnetwork.org



Mögliche Aufgabe

Erstellt auf der Grundlage des vorliegenden Materials (Text „Earth Overshoot Day – eine Erde reicht nicht“ und Abbildung „Country Overshoot Days 2024“) ein Quiz, welches anschließend in der Fußgängerzone mit Passant:innen gespielt werden soll. Notiert euch für jeden Sektor (Mobilität, Ernährung etc.) zwei Tipps, wie man im Alltag ressourcenschonend leben kann. Erläutert den Quiz-Teilnehmenden am Ende zwei praktische Tipps für den Alltag.

Erhöhte Anforderung: Bringt die Tipps „nebenbei“ während eures Gesprächs mit den Passant:innen unter. *Achtung:* Versucht die Tipps eher als Alternative zu eventuell gewohntem Verhalten anzubringen und nicht als Belehrung.

Vertiefung (f) Zusammenhang Fußabdruck und Klimawandel

Quelle: Bundeszentrale für politische Bildung (2019) Da kommt was. Klimawandel. *Wie warm wird's?* fluter Nr. 70, S. 20 und 21.

Wie warm wird's?

Die wichtigsten Erkenntnisse der Klimaforscher – einmal schön kompakt Von Michael Brake

Wieso sorgt CO₂ für die Erwärmung des Erdklimas?

Kohlenstoffdioxid, also CO₂, ist ein sogenanntes Treibhausgas, es fördert den Treibhauseffekt in der Atmosphäre. Und der funktioniert so: Die Sonne strahlt auf die Erde, der Großteil des Sonnenlichts wird auf der Erdoberfläche in Wärmestrahlung umgewandelt und strahlt zurück ins All. Nun sind mehrere Bestandteile der Atmosphäre, die Treibhausgase nämlich, durchlässig für kurzwelliges Sonnenlicht – aber nicht für die langwellige Wärmestrahlung. Diese Wärme bleibt also in der Atmosphäre. Das ist eigentlich eine gute Sache, denn ohne den Treibhauseffekt läge die durchschnittliche Temperatur auf der Erde bei etwa minus 18 Grad, es gäbe kein oder fast kein Leben auf ihr. Bloß verstärkt die deutlich gesteigerte Freisetzung von CO₂ und anderen Treibhausgasen durch die Menschen den Effekt rapide und macht die Atmosphäre spürbar wärmer.

Welche Treibhausgase gibt es außerdem?

Am bedeutendsten sind Methan und Distickstoffoxid (N₂O) – auch als Lachgas bekannt. Methan entsteht vor allem in den Mägen von Wiederkäuern wie Kühen – weswegen unser Fleischkonsum einen merkbaren Anteil am Klimawandel hat –, aber auch beim Reisanbau, auf Müllkippen und in Klärwerken. N₂O wird hauptsächlich von der Landwirtschaft freigesetzt, wo es in Düngemitteln zum Einsatz kommt. Methan hat im Vergleich zu CO₂ eine 25-fach höhere Treibhauswirkung, N₂O sogar eine rund 300-fache. Trotzdem ist CO₂ mit Abstand das bedeutendste Treibhausgas, einfach aufgrund der Menge, in der wir es freisetzen. Um die unterschiedlich wirksamen Gase vergleichen zu können, rechnet man in „CO₂-Äquivalenten“.

Was ist Wetter und was ist Klima?

Vereinfacht gesagt: Klima ist das durchschnittliche Wetter über einen längeren Zeitraum – in der Regel 30 Jahre – betrachtet. Wetter ist eine Momentaufnahme, der klimatische Zustand an einem bestimmten Ort zu einem bestimmten Zeitpunkt – es hängt von sich permanent ändernden Bedingungen wie Luftdruck, Wolkenfeldern oder der Windrichtung ab. Deswegen kann es jederzeit Ausreißer geben, die nicht zum Gesamtklima passen – ein verregneter Sommer ist noch kein Beweis gegen den Klimawandel, ein warmer Herbst ist keiner dafür.

Wie viel wärmer ist es bereits geworden?

Seit etwa 1880 werden Temperaturen strukturiert gemessen, seitdem sind sie um 0,8 bis 1 Grad im weltweiten Durchschnitt gestiegen, in Deutschland sogar um 1,4 Grad. Der größte Teil dieses Anstiegs ist in den vergangenen 50 Jahren passiert. 17 der 18 wärmsten jemals gemessenen Jahre fallen ins 21. Jahrhundert.

Wie warm wird es noch werden?

Darüber herrscht Uneinigkeit – einfach weil es von zu vielen Faktoren abhängt und man nur Modellrechnungen am Computer als Grundlage hat. Es gibt schließlich keine Versuchserde für Forschungszwecke, an der man das alles mal ausprobieren kann. Im allerbesten Fall, glauben Wissenschaftler, kann die Erwärmung auf 1,5 bis 2 Grad beschränkt werden. Dafür müssten die Menschen ihren Treibhausgasausstoß so weit senken, dass spätestens um das Jahr 2070 herum der CO₂-Anteil in der Atmosphäre stabil bleibt. Negativszenarien prognostizieren einen Anstieg von 4 bis 5 Grad bis zum Jahr 2100 – oder noch höher, wenn bestimmte „Kippunkte“ erreicht werden oder selbstverstärkende Effekte einsetzen.

Was sind Kippunkte und selbstverstärkende Effekte?

Kippunkte sind sensible Stellen im globalen Ökosystem, deren Veränderung ab einem bestimmten Umfang nicht mehr rückgängig zu machen ist. So wird etwa beim Nordatlantikstrom oder dem indischen Monsun befürchtet, dass sie vom Klimawandel verstärkt, verlangsamt oder aber zum Stoppen gebracht werden. Auch die Eisschilde an den Polen und das Grönlandeis sind Kippunkte. Wird es zu warm, können Schmelzvorgänge in Gang gesetzt werden, die sich nicht mehr aufhalten lassen. Hier zeigt sich zudem, welche selbst-

verstärkenden Dynamiken der Klimawandel hat: Während das helle Eis wenig Sonnenstrahlung aufnimmt, wird diese von dunkleren Böden oder dem Meerwasser gut absorbiert. Je mehr Eis verschwindet, desto mehr „Angriffsfläche“ hat das Sonnenlicht, die Umgebung des Eises aufzuheizen und den Schmelzvorgang zu beschleunigen. Ein weiteres Beispiel: Tauen die Permafrostböden Russlands und Nordamerikas durch die Klimaerwärmung nach und nach auf, können Mikroorganismen die fossilen Tier- und Pflanzenreste im Boden schneller zersetzen – dabei werden CO₂ und Methan freigesetzt.

Lässt der Klimawandel den Meeresspiegel steigen?

Ja. Das Festlandeis an den Polen sowie Gebirgsgletscher schmelzen durch die Wärme immer schneller. Zwischen 250 und 300 Milliarden Tonnen Eis verliert allein Grönland pro Jahr. Und der Meeresspiegel steigt bereits: Im 20. Jahrhundert waren es insgesamt 20 Zentimeter, seit Anfang der 1990er-Jahre im Jahresmittel schon gut 3 Millimeter, und es wird davon ausgegangen, dass er noch stärker pro Jahr steigen wird. Forscher gehen bei Einhaltung des Zwei-Grad-Ziels von einem Anstieg von etwa einem halben Meter bis zum Jahr 2100 aus. Erwärmt sich die Erde um 3 bis 4 Grad, könnte es, je nach Szenario, fast ein Meter oder sogar mehr sein. Die exakten Auswirkungen sind dabei auch deswegen schwer zu bestimmen, weil sich der Anstieg nicht überall gleichmäßig vollzieht: Auf den Philippinen sorgen beispielsweise Passatwinde dafür, dass der Meeresspiegel überdurchschnittlich steigt. In Skandinavien sinkt er hingegen sogar – weil sich hier das Festland seit der letzten Eiszeit, befreit vom Gewicht der Eismassen, langsam aus dem Wasser hebt.

Was ist das Zwei-Grad-Ziel?

Es beschreibt die Begrenzung des Temperaturanstiegs auf maximal 2 Grad Celsius – vom Beginn der Industrialisierung an gerechnet, es dürfte aktuell also nur noch etwa ein Grad hinzukommen. Erstmals formuliert wurde das Zwei-Grad-Ziel 1975 vom Klimaökonom William D. Nordhaus. In den 1990er-Jahren wurde in einem Bericht des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung formuliert, dass bei 2 Grad die Grenze dessen liegt, was unser Ökosystem noch verkraften kann, danach drohen einschneidende Veränderungen. Da alle Modelle für Klimafolgen nur mit Näherungswerten arbeiten, ist das Ziel vor allem ein Symbol – aber ein wirksames: 1996 legte die EU das Zwei-Grad-Ziel als Richtlinie der europäischen Klimapolitik fest. Bei der Weltklimakonferenz in Paris wurde es 2015 in einem völkerrechtlichen Vertrag verankert. Einige Staaten wie die Marshallinseln hatten sogar 1,5 Grad gefordert. Die aktuellen Zusagen der Vertragsstaaten zum Klimaschutz reichen allerdings nicht mal aus, um das Zwei-Grad-Ziel zu erreichen.

Gab es auch früher in der Erdgeschichte schon Klimaschwankungen?

Ja, die gab es, als mögliche Ursachen gelten vulkanische Aktivitäten, veränderte Meeresströmungen infolge von Kontinentalverschiebungen und eine schwankende Sonnenaktivität. Erdgeschichtlich gesehen leben wir sogar in ziemlich kalten Zeiten. Nach aktuellem Forschungsstand machten den Großteil der letzten 500 Millionen Jahre Warmklimata aus, also Perioden, in denen die Pole der Erde nicht vereist sind. So lag die durchschnittliche Erdoberflächentemperatur mitunter 15 Grad über den heutigen 15 Grad. Damals war auch die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre deutlich höher. Während der letzten Eiszeit war es hingegen rund 5 bis 6 Grad kälter.

Ist die aktuelle Erwärmung der Erde vielleicht gar nicht menschengemacht?

Die bisherigen Klimaschwankungen vollzogen sich über Zeiträume von Zehn- bis Hunderttausenden Jahren. Ein Anstieg von etwa einem Grad innerhalb von weniger als 150 Jahren deutet sehr darauf hin, dass ein zusätzlicher Faktor im Spiel ist – der Mensch. Rund 97 Prozent der Klimaforscher gehen davon aus, und auch die Konzentration des CO₂ in der Atmosphäre lässt darauf schließen. Aktuell sind es etwa 0,04 Prozent beziehungsweise 410 ppm (410 Millionstel) – klingt wenig, aber vor rund 250 Jahren waren es nur 280 ppm und in den 650.000 Jahren zuvor nie mehr als 300 ppm. Schuld ist die Verfeuerung von Kohle, Erdöl und Erdgas im Zuge der Industrialisierung.

Wenn die Erde schon viel wärmeres Klima überstanden hat, was ist dann unser Problem?

Für die Erde gibt es kein Problem. Nur für die Lebewesen, die aktuell auf ihr leben – also auch für uns. Das aktuelle ökologische Gleichgewicht wird mit zunehmender Erwärmung immer weiter durcheinandergebracht. Wenn beispielsweise die Siebenschläfer früher aus ihrem Winterschlaf erwachen, fressen sie Vogeleier, die einst zu diesem Zeitpunkt bereits ausgebrütet waren. Nach einem Negativszenario könnte ein Sechstel aller Arten klimawandelbedingt noch in diesem Jahrhundert aussterben. Da sich auch hier die Effekte gegenseitig verstärken, könnte die Folge ein Massenaussterben sein, von dem es in der Erdgeschichte schon einige gab – zuletzt vor ca. 65 Millionen Jahren, als die Zeit der Dinosaurier endete.