



DIE FLUCHT VOR DEN FAKE-MONSTERN

**Begleitheft mit Lösungen und Hintergrundinformationen
zur Actionbound-Tour für Schülerinnen und Schüler ab Klasse 7
im Rahmen des 2. MINT-Festivals Jena 2021**

DARUM GEHT'S UND SO FUNKTIONIERT'S

Mit den beiden digitalen Schnitzeljagden können Schülerinnen und Schüler (und neugierige Erwachsene!) mithilfe der App Actionbound interaktiv mehr über die Themen Klimawandel, Energie und Nachhaltigkeit erfahren. Es gibt verschiedene Quizfragen und knifflige Rätsel und bei jeder richtig beantworteten Frage erhält der/die Spieler/in Punkte. Bei der Tour „Der geheime Zaubertrank“ sind es maximal 3000 Punkte, bei der Tour „Die Flucht vor den Fake-Monstern“ maximal 5900 Punkte. Zu jeder Tour gibt es ein Begleitheft mit allen Lösungen sowie Hintergrundinformationen zu den einzelnen Fragen.

Mehr Infos: www.mint.uni-jena.de/schnitzeljagd

TOUR I: „DER GEHEIME ZAUBERTRANK“

Die Erde hat Fieber und nur die alte Hexe Urana kennt das Rezept für den Zaubertrank, der die Erde heilen kann. Doch Urana braucht deine Hilfe: Kannst du ihr helfen, die Zutaten zu besorgen? Achtung: Auf deiner Reise erwarten dich merkwürdige Gestalten und knifflige Rätsel zum Klimawandel!

Empfohlen ab Klassenstufe 3

Dauer: ca. 45 Minuten

Bound-Seite: <https://actionbound.com/bound/mintfestivalzaubertrank>



QR-Code zur Tour
„Der geheime
Zaubertrank“

TOUR II: „DIE FLUCHT VOR DEN FAKE-MONSTERN“

Du warst mal wieder zu neugierig und bist nun in einer alten Burg gefangen. In der Burg gibt es allerlei Monster. Besonders schlimm sind die Fake-Monster. Diese verbreiten schlimme Lügen über den Klimawandel. Kannst du alle entlarven und dich so aus der Burg befreien?

Empfohlen ab Klassenstufe 7

Dauer: ca. 35 Minuten

Bound-Seite: <https://actionbound.com/bound/mintfestivalklimafake>



QR-Code zur Tour
„Die Flucht vor den
Fake-Monstern“

Wie starte ich die Touren?

Alles, was man braucht, ist ein Smartphone oder Tablet. Dann einfach die kostenfreie App Actionbound installieren (verfügbar für Android und iOS) und den entsprechenden QR-Code mit der App scannen:

<https://actionbound.com>

Für wen sind die Touren geeignet?

Wir empfehlen unsere beiden Touren für Schülerinnen und Schüler ab Klassenstufe 3 („Der geheime Zaubertrank“) bzw. ab Klassenstufe 7 („Die Flucht vor den Fake-Monstern“). Natürlich können auch neugierige Erwachsene mitmachen! Alle **Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren** sollten vor der Nutzung der App die Zustimmung der Eltern einholen bzw. mit der Lehrerin/dem Lehrer oder der jeweils aufsichtspflichtigen Person sprechen. Kindern im Grundschulalter empfehlen wir zudem, die Tour in Begleitung eines Erwachsenen zu spielen – insbesondere, wenn sie beim Lesen noch nicht ganz so sicher sind.

Brauche ich eine Internetverbindung, um die Touren zu spielen?

Es ist empfohlen, aber nicht zwingend notwendig. Am Anfang werden alle Medieninhalte heruntergeladen, so dass man während des Spiels nicht zwingend eine Internetverbindung benötigt. Jedoch gibt es bei Tour I einige Rätsel, bei denen man auf die Seite learningapps.org weitergeleitet wird. Hierfür ist eine Internetverbindung erforderlich. Aber keine Sorge: Wer während des Spiels kein Internet zur Verfügung hat, kann die Touren dennoch spielen – es erscheinen dann Tipps, mit denen die Aufgabe gelöst werden kann.

Brauche ich GPS, um die Touren zu spielen?

Die Touren können zeit- und ortsunabhängig gespielt werden, also zum Beispiel im Klassenzimmer, abends zu Hause auf dem Sofa, am Strand... GPS ist also nicht notwendig!

Kann ich die Touren allein oder im Team spielen?

Die Touren sind so konzipiert, dass man sie allein spielen kann. Größere Gruppen können natürlich auch in Teams aufgeteilt werden, wobei jedes Team dann mit einem Smartphone oder Tablet spielen sollte.

Bound-Challenge – Unser Tipp für Lehrerinnen und Lehrer: Bei einer Bound-Challenge können mehrere Teams bzw. Spielerinnen und Spieler gegeneinander antreten. Am Schluss können die Ergebnisse miteinander verglichen und diskutiert werden.

Bound-Challenge starten – so geht's:

- die Bound-Webseite über den Browser öffnen (siehe Boxen S. 2)
- auf den Button „Bound Challenge erstellen“ klicken
- einen Namen für die Challenge vergeben und eine E-Mail-Adresse eintragen, an die die Bestätigungsmail und die Ergebnisse geschickt werden sollen
- Unter „Start-Anleitung“ erscheint nun ein QR-Code: Jedes Team bzw. jede/r Spieler/in muss diesen QR-Code scannen, um das Spiel zu beginnen. (Achtung: Dieser QR-Code unterscheidet sich von dem „normalen“ QR-Code zum Starten der Touren!)
- Jedes Team bzw. jede/r Spieler/in lädt nach Ende des Spiels die Ergebnisse hoch, die dann an die angegebene E-Mail-Adresse geschickt werden.

Kann ich die Touren unterbrechen und zu einem späteren Zeitpunkt weiterspielen?

Ja, das ist möglich.

Was ist die App Actionbound und ist die Nutzung sicher?

Actionbound ist eine App, mit der man digitale Schnitzeljagden und Rallyes (sogenannte „Bounds“) planen und spielen kann. Die Nutzung der App ist als Spielerin bzw. Spieler vollständig kostenfrei und werbefrei. Die App wird von der Actionbound GmbH mit Sitz in Hohenpeißenberg (Deutschland) betrieben und die Server stehen in Deutschland. Zu Beginn der Touren muss man einen Spielernamen festlegen. Natürlich sind auch Spitznamen möglich. Am Ende eines Bounds kann man selbst entscheiden, ob man die eigenen Ergebnisse veröffentlichen möchte oder nicht. Weitere Informationen zu den AGB der App Actionbound:

<https://de.actionbound.com/agb>

IM VERLIES

Vier Zahlen öffnen dir den Weg zur Freiheit – wenn du nur wüsstest, welche...

Lösung:

5317

Das Wort LIES ist der Schlüssel zu Lösung: Das um 180 Grad gedrehte Wort auf einer Digitalanzeige ergibt den Code 5317.

IM KELLERLAGER: DIE MASCHINE

Diese Frage hat sich das Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena für Dich ausgedacht.

Ordne jedem Bild den passenden Begriff zu.

Lösung:

- 1 – Sonnenkollektoren
- 2 – Biogasanlage
- 3 – Kohlekraftwerk
- 4 – Talsperre zur Nutzung von Wasserkraft

Hintergrund:

Die **wichtigste Energiequelle** der Erde ist die **Sonne**. Wenn sie die Oberfläche erwärmt, erzeugt die Atmosphäre Winde und andere Energieformen, die das Klimasystem antreiben. Ihre Strahlungsenergie ermöglicht Photosynthese, pflanzliches Wachstum und das Leben. Sie ist die Hauptquelle von erneuerbaren Energien wie Photovoltaik, Solarthermie, Wind, Wasser und Wellenenergie. Denn nahezu alle Energieformen, die wir Menschen nutzen, sind letztendlich umgewandelte Sonnenenergie.

Auch **fossile Energieträger** wie Kohle, Erdöl, und Erdgas **entstanden aus Sonnenenergie**: Braun- und Steinkohle sind die Reste der Sumpfwälder, die vor Jahrmillionen auf der Erde wuchsen. Erdöl und Erdgas entstanden aus den Resten abgestorbener Meerestiere und -pflanzen, die sich am Meeresboden ablagerten. Wenn wir also heute Kohle, Erdgas oder Erdöl verbrennen, nutzen wir die Sonnenenergie, die vor Millionen Jahren in Form von organischem Material gespeichert wurde. Jedoch sind ihre Vorkommen begrenzt und bei ihrer Verbrennung gelangen Treibhausgase wie Kohlendioxid und Luftschadstoffe in die Atmosphäre. Die Treibhausgase und Luftschadstoffe, die entstehen, wenn Energieträger zu Strom oder Wärme umgewandelt werden, bezeichnet man als **energiebedingte Emissionen**. Sie machen **etwa 85 Prozent** aller deutschen Treibhausgas-Emissionen aus. Strom, der aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, ist in der Regel umweltfreundlicher. Denn die Nutzung von erneuerbaren Energiequellen – also zum Beispiel Sonnen-, Wind- und Wasserkraft – setzt keine Treibhausgase frei.

IM KELLERLAGER: DIE ENERGIE FEHLT

Wie lange ist es wohl her, dass sich die Steinkohle gebildet hat?

Lösung:

300 Millionen Jahre

Hintergrund:

Steinkohle ist ein **fossiler Energieträger** und auf allen Kontinenten vorhanden. Sie hat sich im Zeitalter des Karbon, also vor etwa 320 bis 300 Millionen Jahren **aus abgestorbenen Pflanzen gebildet** und besteht zu 60-75 Prozent aus Kohlenstoff. Noch immer werden jedes Jahr große Mengen Kohle verbrannt, um elektrische Energie zu erzeugen. Dabei wird Kohlendioxid freigesetzt, das als Treibhausgas wirkt.

Steinkohle und Braunkohle zählen zu den fossilen Energieträgern. Sie werden entweder im Tagebau (Foto) oder unter Tage abgebaut. „Fossilis“ ist Latein und bedeutet „ausgegraben“.

Foto: Rolf Dobberstein/Pixabay



Zu den Erneuerbaren Energien zählen unter anderem Sonnenenergie, Wasserkraft, Erdwärme und Windkraft (Foto). Wenn Wind weht, drehen sich die Flügel der Windräder und dann kann die Kraft der Drehbewegung in Strom umgewandelt werden.

Foto: Axel Kleidon



IM KELLERLAGER: DIE WINDTURBINE

Diese Frage hat sich das Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena für Dich ausgedacht.

In welcher Einheit misst man die die Leistung einer Windturbine?

Lösung:

Megawatt

Hintergrund:

1 Megawatt sind 1 Million Watt. In Megawatt wird die Leistung von Windanlagen angegeben. Das Watt ist die physikalische Größe für Leistung, das heißt der Energieumsatz pro Zeit.

Windenergieanlagen gibt es auf dem Land und am Meer – so genannte Offshore-Anlagen. Wenn Wind weht, drehen sich die Rotorblätter des Windrades, die Generatoren antreiben. Die Generatoren wiederum erzeugen Strom – ähnlich wie beim Fahrrad-Dynamo. Moderne Windenergieanlagen an Land haben durchschnittlich eine Leistung von etwa **3,5 Megawatt**. Offshore-Anlagen sind noch leistungsstärker. Wie hoch die Leistung einer Anlage tatsächlich ist, hängt jedoch stark vom Standort und der Windgeschwindigkeit ab.

Im Jahr 2020 gab es in Deutschland rund 29.000 Windenergieanlagen an Land. Die meisten davon stehen in Nie-



Bild: brgfx/Freepik.com

dersachsen. Hinzu kommen etwa 1500 Offshore-Windenergieanlagen. Für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland spielt die Windenergie eine wichtige Rolle: **Ungefähr die Hälfte des Stroms aus erneuerbaren Energien wird aus Wind erzeugt.**

Strom aus Windkraft gilt als **sauber**, denn Windräder verursachen keine klimaschädlichen Gase wie Kohlendioxid und es entsteht kein gesundheitsschädlicher Feinstaub. Windenergieanlagen haben aber auch **Nachteile**: Denn der Wind weht nicht immer gleich stark, so dass die Windräder mal mehr und mal weniger Strom erzeugen können. Windräder sind zudem nicht lautlos: Ihre Geräusche können Tiere und auch die Menschen stören, die in der Nähe von Windparks leben. Deshalb dürfen Windräder beispielsweise nicht in Naturschutzgebieten errichtet werden.

TIPP: VORTRAG ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN

Du willst mehr zum Thema Erneuerbare Energien wissen? Dann verfolge am 16. September 2021 um 14:15 Uhr den Vortrag „Erneuerbare Energien – einfach nachgerechnet“ von Dr. Axel Kleidon vom Max-Planck-Institut für Biogeochemie im Livestream. Danach steht der Vortrag auch als Aufzeichnung jederzeit zum Abruf bereit:

www.mint.uni-jena.de/programm/mint-festival+live/erneuerbare+energien+-+einfach+nachgerechnet

IM KELLERLAGER: DIE SOLARZELLE (1)

Diese Frage hat sich das Jenaer Bildungszentrum SCHOTT CARL ZEISS JENOTPIK für Dich ausgedacht.

Wie kann Licht zur Energiegewinnung verwendet werden?

Lösung:

- Durch Umwandlung in elektrische Energie (Photovoltaik)
- Durch Umwandlung in Wärme (Solarthermie)

Hintergrund:

Um die **Wärmeenergie der Sonne** zu nutzen, reicht es schon aus, Wasser durch dunkle Rohre zu leiten, auf die die Sonne scheinen kann. Das Sonnenlicht erwärmt die Rohre und damit auch das Wasser, welches dann beispielsweise zum Händewaschen genutzt werden kann. In manchen Gegenden der Erde strahlt die Sonne so intensiv, dass man das Wasser sogar zum Kochen bringen kann – fertig ist das Kraftwerk zur Erzeugung von **Strom aus Dampf**. **Solarzellen** finden sich immer häufiger auf Hausdächern oder großen Grundstücken. Hier wird das **Sonnenlicht** direkt in elektrischen Strom umgewandelt.

IM KELLERLAGER: DIE SOLARZELLE (2)

Diese Frage hat sich die VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH für Dich ausgedacht.

Was braucht man unbedingt für die Herstellung von Solarzellen?

Lösung:

Vakuum

Hintergrund:

Um keinen Staub oder Schmutz unter die glatte und glänzende Beschichtung auf der Solarzelle zu bekommen, wird ein Vakuum (eine luftleere, saubere und partikelfreie Umgebung) genutzt.

Die Solarzellen werden in einer **Vakuumkammer beschichtet**. In dieser Kammer wird vorher die Luft abgesaugt, um eine luftleere und saubere Umgebung herzustellen. Je weniger Luft und damit Staub oder Schmutz in der Kammer ist, desto besser funktioniert das Beschichtungsverfahren an der Solarzelle.

Die **VACOM GmbH** produziert unter anderem die Bauteile zu diesen Vakuumkammern.

TIPP: MINT-FESTIVAL-VIDEOTOUR

Die VACOM Vakuum Komponenten & Messtechnik GmbH ist ein High-Tech-Unternehmen mit Sitz in Großlobichau bei Jena. Du willst mehr über VACOM erfahren?

Dann schau dir unseren Film „**moMINTmal: Die MINT-Festival-Videotour**“ an! Dort erfährst du, welche Ausbildungs- und Studienmöglichkeiten im naturwissenschaftlich-technischen Bereich es in Jena und Umgebung gibt und wo du zum Beispiel ein Praktikum machen kannst oder wo es einen Tag der offenen Tür für Schülerinnen und Schüler gibt. In dem Film sind wir auch zu Besuch bei VACOM – und bei vielen anderen spannenden Firmen sowie bei den beiden Jenaer Hochschulen: www.mint.uni-jena.de/momintmal_videotour

IM TURMZIMMER: DIE MESSGERÄTE

Welches Messinstrument wird wozu verwendet? Ordne die Messgeräte den entsprechenden Messgrößen zu.

Lösung:

- 1-A Barometer – Luftdruck
- 2-D Massenspektrometer – Zusammensetzung von Stoffen
- 3-B Pyrheliometer – Sonnenstrahlung
- 4-C Thermometer – Temperatur

Hintergrund:

Das **Barometer** ist ein Messgerät zur Bestimmung des Luftdrucks. Veränderungen des Luftdrucks sind wichtige Hinweise für kommende Wetterlagen. Das **Massenspektrometer** ist ein Messgerät, mit dem man die Masse von Atomen oder Molekülen bestimmen kann. Zu seinen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten gehört unter anderem die Bestimmung der Zusammensetzung der Atmosphäre. Das **Pyrheliometer** ist ein Strahlungsmessgerät, mit dem die Leistung der Sonnenstrahlung auf der Erde bestimmt wird. Das **Thermometer** ist ein Gerät zur Temperaturbestimmung. Das Prinzip, die Ausdehnung von Gasen zur Temperaturmessung zu nutzen, ist bereits seit der Antike bekannt.

DIE WETTERSTATION AN DER UNIVERSITÄTSSTERNWARTE JENA

Dank der Initiative von **Herzog Carl August** und seinem Minister **Goethe** gibt es seit Oktober 1813 an der Universitätssternwarte im Jenaer Schillergässchen eine Wetterstation. Seit **über 200 Jahren** werden dort die Wetterdaten der Stadt aufgezeichnet und bewahrt – und das bis auf eine kleine Lücke im Sommer 1945 ununterbrochen. Neben Jena gibt es nur wenige weitere Einrichtungen in Deutschland, die über Daten aus einem vergleichbar langen Zeitraum verfügen. Seit 2009 wird die Wetterstation durch das Institut für Geowissenschaften betrieben. Mehr Infos: www.igw.uni-jena.de/wetterstation+jena

Foto: Jürgen Scheere/Universität Jena



IM TURMZIMMER: DIE KLIMAARCHIVE (1)

Diese Frage hat sich der Lehrstuhl für Physische Geographie am Institut für Geographie der Friedrich-Schiller-Universität Jena für Dich ausgedacht.

Wie weit kann man mit den verschiedenen Klimaarchiven in die Vergangenheit zurückschauen?

Lösung:

4-A Baumringe in den Alpen: bis zu 9.100 Jahre vor heute

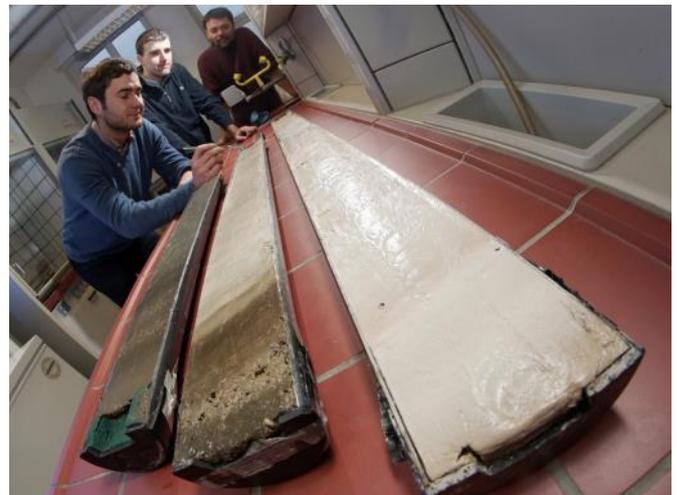
1-B Meeressedimente: bis zu 5,5 Mio. Jahre vor heute

2-C Tropfsteine (Stalagmiten) aus Höhlen in China: bis zu 640.000 Jahre vor heute

3-D Eisbohrkerne aus Grönland: bis zu 125.000 Jahre vor heute

Hintergrund:

Klimainformationen werden erst seit etwa 200 Jahren systematisch mit Instrumenten gemessen und aufgezeichnet (siehe Box S. 8). Will man weiter in die Vergangenheit zurückschauen, nutzt man sogenannte **Klimaarchive**, die klimatische Informationen über unterschiedlich lange Zeiträume gespeichert haben. Durch detaillierte chemische, physikalische und biologische Untersuchungen dieser Archive wird das Klima der Vergangenheit rekonstruiert. Diese Rekonstruktionen sind die Grundlage **der aktuellen Klimamodelle**. Wenn diese Modelle, die nur auf physikalischen Gesetzen basieren, das Klima der Vergangenheit gut abbilden, können sie auch verlässliche Aussagen über die zukünftige Entwicklung des Klimas liefern.



Oben rechts: In einem Labor am Lehrstuhl für Physische Geographie der Universität Jena untersuchen drei Wissenschaftler Bohrkern aus Südafrika. Die Bohrkern haben die Jenaer Wissenschaftler gemeinsam mit südafrikanischen Kollegen aus dem Küstensee Eilandvlei im Garden-Route-Nationalpark gewonnen. Mit ihnen können Klima- und Umweltveränderungen der vergangenen 10.000 Jahre in Südafrikas Küstengebieten rekonstruiert werden. Foto: Jan-Peter Kasper/ Universität Jena

Unten rechts: Die Jahresringe von Bäumen speichern Informationen zu Temperatur, Niederschlägen, Vulkanausbrüchen und Waldbränden in den vergangenen Jahren. Foto: Arnoldis Selbst fotografiert, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=568944>; CC BY-SA 2.5, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>.

IM TURMZIMMER: DIE KLIMAARCHIVE (2)

Diese Frage hat sich Lehrstuhl für Angewandte Geophysik am Institut für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena für Dich ausgedacht.

War es in der Trias im Vergleich zu heute...?

Lösung:

wärmer

Hintergrund:

Die **Trias** gehört zum Erdmittelalter. Sie begann vor 252 Millionen Jahren und endete vor 200 Millionen Jahren. Die Erde ist **4,6 Milliarden** Jahre alt und ihre Entwicklungsgeschichte wird in **Erdfrühzeit, Erdaltertum, Erdmittelalter und Erdneuzeit** eingeteilt. Im Laufe der Erdgeschichte änderten sich immer wieder das Klima und die Lebensbedingungen auf der Erde: mal war es schwül-warm, mal war es trocken wie in der Wüste und mal war es so kalt, dass fast ganz Europa von Gletschern bedeckt war. Diese Klimaänderungen hatten **natürlich Ursachen**, wie zum Beispiel Vulkanausbrüche, Schwankungen der Umlaufbahn der Erde und Veränderungen der Sonnenaktivität. Auch die Lage der Kontinente, die ständig in Bewegung sind, wirkt sich auf das Klima aus. Die **aktuelle globale Erwärmung** unterscheidet sich jedoch von den Klimaänderungen in der früheren Erdgeschichte: Sie ist vor allem **menschengemacht** und sie verläuft erheblich **schneller**. Zum Vergleich: Der kürzeste der Erdbahnparameterzyklen hat eine Dauer von 23.000 Jahren. Die natürlichen Klimaschwankungen laufen also innerhalb langer Zeiträume ab. Wesentliche Ursache des aktuellen Klimawandels ist der zunehmende Ausstoß von Treibhausgasen durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe. So hat die Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre seit dem Zeitalter der Industrialisierung stetig zugenommen (siehe auch Fragen „Im Turmzimmer: Das Treibhausgas“).

FORSCHUNGSBOHRUNG IN ERFURT

Im Sommer 2013 hat ein Forschungsteam der Universität Jena im Norden von Erfurt eine Forschungsbohrung durchgeführt. Über **1.200 Meter** tief haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die Erde gebohrt – und damit bis in die Sedimentschichten aus der Zeit der **Trias**. In ihren Forschungslaboren haben sie dann den Bohrkern mit chemischen und physikalischen Methoden untersucht, um so mehr über den Untergrund des Thüringer Beckens herauszufinden. Mehr zu der Forschungsbohrung erfährst du im **Video auf unserer Webseite: www.mint.uni-jena.de/gesteinsphysikalische_untersuchungen**
Foto der Bohranlage: Jan-Peter Kasper/Universität Jena



IM TURMZIMMER: DAS TREIBHAUSGAS (1)

Diese und die folgende Frage hat sich der Lehrstuhl für Physische Geographie am Institut für Geographie der Friedrich-Schiller-Universität Jena für Dich ausgedacht.

Schätze den derzeitigen Gehalt an dem Treibhausgas CO₂ (Kohlendioxid) in der Atmosphäre in ppm (parts per million – Teile pro Million).

Lösung: 420 ppm

Hintergrund:

Im Jahr 2019 lag die weltweite Kohlendioxid-Konzentration in der Atmosphäre bei 412,45 ppm. In der vorindustriellen Zeit betrug die Konzentration 280 ppm. Im April 2021 hat die US-amerikanische Wetterbehörde NOAA am Mauna-Loa-Observatorium auf Hawaii erstmals eine Konzentration von mehr als 420 ppm gemessen. Ein ppm entspricht einem Molekül Kohlendioxid pro einer Million Moleküle trockener Luft.

IM TURMZIMMER: DAS TREIBHAUSGAS (2)

Dieser Wert ist der höchste...

Lösung: seit circa 3 Millionen Jahren

Hintergrund:

2008 haben Forschende in der Antarktis einen Eisbohrkern gewonnen, mit dem sie nachweisen konnten, dass noch nie in den vergangenen 800.000 Jahren die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre so hoch war wie heute. Eine Studie aus dem Jahr 2020, bei der versteinertes Zooplankton vom Meeresboden der Karibik untersucht wurde, hat sogar ergeben, dass die aktuelle CO₂-Konzentration wahrscheinlich sogar die höchste seit etwa 3 Millionen Jahren ist.

Das Klima der Erde wird durch viele Faktoren beeinflusst. Die meiste Energie, die die Erde bekommt, kommt von der **Sonne**. Diese kurzwellige Sonnenstrahlung wird von der Erdoberfläche aufgenommen, in langwellige (Wärme)Strahlung umgewandelt und abgestrahlt („Stefan-Boltzmann-Gesetz“). Ohne Atmosphäre würde die Erde also genau so viel Energie abstrahlen, wie sie von der Sonne bekommt. **Kohlendioxid** (CO₂) in der Atmosphäre gehört zu den **Treibhausgasen**. Die Treibhausgase sorgen dafür, dass ein Teil der langwelligen (Wärme)Strahlung auf der Erde bleibt. CO₂ ist ein Molekül aus einem Kohlenstoffatom und zwei Sauerstoffatomen, die in einem bestimmten Winkel miteinander verbunden sind. Die Wärmeenergie wird von dem Molekül aufgenommen und bringt es zum Schwingen – wird also in kinetische Energie umgewandelt. Durch die Schwingungen im Molekül wird Wärmeenergie abgegeben, wodurch ein Teil wiederum zur Erdoberfläche zurückgeworfen wird. Dies ist der natürliche **Treibhauseffekt**. Durch mehr Treibhausgase in der Atmosphäre wird also entsprechend die Temperatur höher. Die Menschheit trägt die Hauptschuld an dem derzeitigen hohen Gehalt an CO₂ in der Erdatmosphäre, was sich durch detaillierte Untersuchungen nachweisen lässt. CO₂ ist aber nur eines von vielen Treibhausgasen. **Methan** ist zum Beispiel ein viel stärkeres Treibhausgas als CO₂, allerdings ist der Anteil in der Atmosphäre auch viel geringer. Der Ausstoß von CO₂, den die Menschheit verursacht, ist viel größer als bei anderen Treibhausgasen. Daher gibt es auch viel mehr Möglichkeiten, den Ausstoß zu reduzieren (zum Beispiel indem wir erneuerbare Energien anstatt fossile Brennstoffe verwenden).

IM BURGARTEN: PERMAFROST

Diese Frage hat sich das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt – Institut für Datenwissenschaften Jena für Euch ausgedacht.

Was ist Permafrost?

Lösung:

Ein besonderer Boden, welcher unter der Erdoberfläche mindestens zwei Jahre ununterbrochen gefroren ist

Hintergrund:

Permafrost ist eine Art von Boden, der in unterschiedlicher Tiefe andauernd gefroren ist, und hauptsächlich in den Polargebieten und in Hochgebirgen vorkommt. Den Permafrostgebieten kommt eine wichtige Rolle als **Kohlenstoffspeicher** zu: Sie binden insgesamt sogar fast doppelt so viel Kohlenstoff wie unsere gesamte Erdatmosphäre. Leider ist der Permafrost durch den Klimawandel bedroht. Darum sammelt das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zusammen mit **Citizen Scientists** im Projekt „**Undercover-Eisagenten**“ Informationen über den Zustand von Permafrost in einem Testgebiet in der Arktis – und zwar mithilfe ultrahochauflösender Drohnenbilder. Citizen Science bedeutet, dass Bürgerinnen und Bürger an Forschungsprojekten beteiligt werden. Mehr Informationen zum Projekt „Undercover Eisagenten“:

https://www.dlr.de/content/de/artikel/news/2021/01/20210201_undercover-eisagenten.html

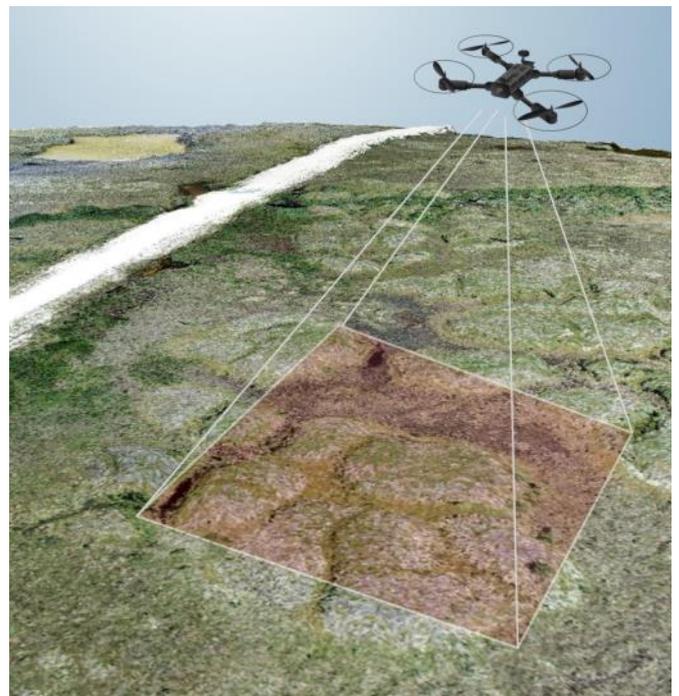
RAUS AUS DER SCHULE, REIN INS LABOR: DAS JOIN_IN_LAB UND DAS SCHOOL_LAB DES DLR IN JENA

Das **Join_in_Lab** ist das bürgerwissenschaftliche Labor am DLR in Jena und für alle die richtige Adresse, die sich einmal aktiv an einem Forschungsprojekt beteiligen möchten. Im **DLR_School_Lab Jena** können Schülerinnen und Schüler ab der 5. Klasse außergewöhnliche Experimente zu aktuellen Forschungsthemen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Jena selbstständig durchführen. Das SchoolLab wird voraussichtlich im Herbst 2021 eröffnet.

Beide Labore befinden sich in der Jenaer Innenstadt (Leutragraben 4).

Mehr Infos: www.dlr.de/schoollab/jena

Den auftauenden Permafrost mit Hilfe von hochauflösenden Drohnen- und Satellitenbildern sowie gemeinsam mit Bürgerwissenschaftlern, insbesondere mit Schülerinnen und Schülern, erforschen: Das ist das Ziel des Projektes „Undercover Eisagenten“ des DLR-Instituts für Datenwissenschaften Jena. Bild: DLR



IM BURGARTEN: DER TURM IM REGENWALD

Dieses Rätsel hat sich das Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena für Euch ausgedacht.

Was sind die wichtigsten Quellen für Aerosole im Amazonas-Gebiet Brasiliens?

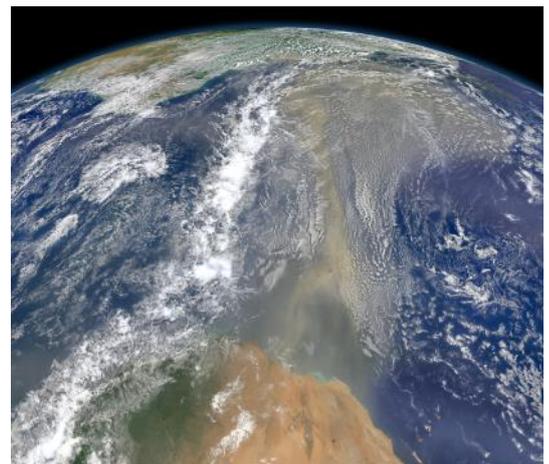
Lösung:

- Die Pflanzen, Tiere und Böden des Regenwaldes selbst
- Waldbrände in Brasilien
- Wald- und Steppenbrände in Afrika
- Staub aus der Sahara

Hintergrund:

Mitten im Amazonas-Regenwald in Südamerika steht ein hoher Messturm, genannt **ATTO (Amazon Tall Tower Observatory)**. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen hier unter anderem die Atmosphäre. Hunderte von Kilometer in jede Richtung erstreckt sich der Regenwald um den Turm herum. Dadurch ist die Luft vergleichsweise sauber, viel sauberer wie in dicht besiedelten Gebieten, wie wir sie in Deutschland kennen. Aber auch hier gibt es viele Partikel in der Luft. Die wichtigste Quelle für die Gase und Partikel, die die Forschenden hier messen, ist der Wald selbst. Das können **Pollen** und **Pilzsporen** sein, aber auch **organische Verbindungen**, die wir als typischen Waldgeruch wahrnehmen.

Der **Wind** weht hier fast immer aus östlicher Richtung. Wird also östlich vom Turm Wald abgebrannt, kann das an ATTO gemessen werden. Aber auch Partikel aus viel größerer Entfernung sind keine Seltenheit. Regelmäßig finden die Messegeräte Spuren von **Bränden** in Afrika, und auch **Saharastaub** ist häufig dabei. Dieser ist sogar wichtig, denn er enthält wichtige Nährstoffe. Abgase dagegen sind in der Luft an ATTO fast nie zu finden, denn entlang der Windrichtung gibt es keine nennenswerten menschlichen Siedlungen. Industrieabgase aus Nordamerika oder Europa kommen nicht vor, denn dazu müsste der Wind von Norden kommen, was quasi nie der Fall ist.



Oben: Der Messturm ATTO umgeben vom Amazonas-Regenwald. Foto: Jorge Saturno

Unten: Aufnahme der Erde aus dem Weltraum: Man sieht, wie Saharastaub den Atlantik in Richtung Amazonas überquert. Copyright: NASA images by Norman Kuring

TIPP: VORTRAG ZUR AMAZONASFORSCHUNG

Mehr zur Arbeit des Max-Planck-Instituts für Biogeochemie Jena mit ATTO erfahrt ihr im **Vortrag von Dr. Iris Möbius „Neue Höhen in der Amazonasforschung“**. Der Vortrag ist als *on demand*-Video jederzeit abrufbar unter: www.mint.uni-jena.de/vortrag_ondemand

IM BURGARTEN: NUTZPFLANZEN

Was schätzt du, wie stark ging der Ertrag von Getreide im Jahr 2018 im Vergleich zu 2017 zurück?

Lösung:

16 Prozent

Hintergrund:

Die Landwirtschaft leidet unter dem Klimawandel: Es gibt immer häufiger **Wetterextreme** wie Hagel, Dürre und Starkregen und durch die weltweit steigenden Temperaturen **verschieben sich die Vegetationsperioden**. So nennt man den Zeitraum, in dem die Pflanzen aktiv sind und wachsen, blühen und Früchte ausbilden. Apfelbäume fangen beispielsweise immer eher an zu blühen und die Vegetationsperiode in Deutschland nahm seit 1961 im mittleren Trend um rund zwei Wochen zu. Wenn Das klingt zwar erst einmal gut, doch das birgt auch Gefahren: Die empfindlichen Apfelblüten können durch Spätfröste geschädigt werden und milde Winter sorgen dafür, dass sich Insekten, Pilze und Viren ausbreiten, die Pflanzen schädigen und Krankheiten verbreiten.

Auf der anderen Seite trägt die Landwirtschaft aber auch selbst maßgeblich zur Emission (=Ausstoß) klimaschädlicher Gase bei. Das sind vor allem **Methan-Emissionen** aus der **Tierhaltung** sowie **Lachgas-Emissionen** aus landwirtschaftlich genutzten Böden als Folge der **Stickstoffdüngung**.

DER BORKENKÄFER: SCHÄDLING ODER NÜTZLING?

Der Borkenkäfer ist ein **wenige Millimeter großer Käfer**, der sich besonders in Fichten wohlfühlt: Die Käfer **graben sich in die Rinde eines Baumes** ein und legen dort ein Labyrinth mit Rillen, Gängen und Kammern an. Dann setzen sie Duftstoffe frei, um ihre Artgenossen anzulocken. Die Weibchen legen schließlich in den Gängen ihre Eier ab. Nach etwa 7-10 Wochen schlüpfen die Jungtiere. Dabei kann es bis zu drei, in sehr trockenen und warmen Jahren sogar bis zu vier Generationen geben – eine richtige **Massenvermehrung** also!



IM BURGARTEN: DER BORKENKÄFER

Dieses Rätsel hat sich das Max-Planck-Institut für chemische Ökologie Jena für Euch ausgedacht.

Wie viele Nachkommen kann ein Borkenkäfer-Weibchen innerhalb eines Jahres haben?

Lösung:

Bis zu 250.000

Hintergrund:

Fichten und andere Nadelbäume wehren sich mit **Terpenen** gegen den Befall von Schädlingen wie dem Borkenkäfer (siehe auch Box unten). Terpene sind aromatische Verbindungen und sie sind verantwortlich für den typischen Duft von Fichtenzweigen. Wie stark Fichten gegen Schädlinge geschützt sind, entscheiden auch der Gehalt und die Zusammensetzung ihrer Terpene.

Seit einiger Zeit sind Fichten stark bedroht: **Trockenheit** und der **Massenbefall durch Borkenkäfer** haben ein massives Fichtensterben in unseren Wäldern ausgelöst. Je früher es nach dem Winter warm wird und auch warm bleibt, umso mehr Käfergenerationen – und damit hungrige Larven – gibt es im Jahr. Die Käfer vollbringen ihr Zerstörungswerk nicht allein: Auf ihrem Körper transportieren sie **Pilzsporen**. Diese Pilze sind maßgeblich daran beteiligt, die Abwehr der Bäume außer Kraft zu setzen. Die Wissenschaft trägt dazu bei, besser zu verstehen, wie die Verteidigung der Fichten gegen Borkenkäfer funktioniert und warum die Schädlinge inzwischen die Oberhand gewonnen haben. Forschende sind sich aber darüber einig, dass die Rettung unserer Wälder nur mit einem massiven **Waldumbau** gelingt. Das bedeutet: Weg von der forstlichen Monokultur hin zu einem gesunden Mischwald.

Wenn Borkenkäfer sich in einen Baum fressen, kappen sie auch wichtige Versorgungsleitungen im Baum. Der Baum wird nicht mehr genug mit Wasser und Nährstoffen versorgt und stirbt ab. Eigentlich erfüllt der Borkenkäfer im **Ökosystem Wald** damit eine wichtige Aufgabe: Er sorgt dafür, dass es immer genug **Totholz** gibt. Das schafft Platz für den Baumnachwuchs und Totholz ist zudem ein wichtiger Lebensraum für viele Tier- und Pflanzenarten. Doch kommt es zur Massenvermehrung, befallt der Borkenkäfer nicht nur geschädigte, sondern auch gesunde Bäume. Dann kann der Borkenkäfer **ganze Wälder kahl fressen**.



Links: Der nur etwa 5 mm lange Fichtenborkenkäfer bedroht unsere Wälder. *Rechts:* Aufgrund des Schadbildes wird er auch Buchdrucker genannt. Fotos: Anna Schroll

DER SCHLOSSHOF: DER CO₂-HANDEL

Was sind CO₂-Zertifikate?

Lösung:

Das Recht, innerhalb einer bestimmten Periode eine Tonne Kohlendioxid zu produzieren

Hintergrund:

Die wichtigste Maßnahme zum Klimaschutz ist die Verringerung des Ausstoßes an Treibhausgasen, insbesondere von Kohlendioxid (CO₂). In der Europäischen Union und in anderen Regionen der Welt wurden daher **Emissions-Zertifikate für Kohlendioxid** eingeführt. Ein solches CO₂-Zertifikat gibt einem Unternehmen das Recht, innerhalb einer bestimmten Periode eine Tonne Kohlendioxid zu produzieren. Dadurch sollen Unternehmen, aber auch Privathaushalte klimafreundlicher wirtschaften. Unternehmen, die mehr Kohlendioxid ausstoßen, als sie eigentlich dürfen, können anderen Unternehmen mit geringem CO₂-Ausstoß **CO₂-Zertifikate abkaufen**.

Viele Umweltverbände **kritisieren** den Emissionshandel. Zum Beispiel müssen nur bestimmte Firmen Emissions-Zertifikate kaufen (unter anderem Fluggesellschaften, Chemiefabriken und Energiekonzerne) und es gibt noch immer zu viele Zertifikate im Umlauf.



Grafik: vectorjuice/ Freepik

IM SCHLOSSHOF: WAS KOSTET DIE WELT?

Wie viel CO₂ verursacht eine Person bei einem Flug von Berlin nach London (Hin- und Rückflug)?

Lösung:

473 kg

Hintergrund:

Wie verreist du am liebsten? Mit dem Zug, mit dem Flugzeug oder mit dem Auto? Egal mit welchem Verkehrsmittel: Wenn der Mensch unterwegs ist, entstehen fast immer Emissionen – das sind Schadstoffe, die ausgestoßen werden und das Klima und die Luft belasten. **Der Verkehrssektor ist nach der Energiewirtschaft und der Industrie der drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen.** Deswegen ist es wichtig, den Verkehr umweltfreundlicher zu gestalten. Dafür gibt es viele Ideen. Dazu gehören zum Beispiel Carsharing, Elektroautos und der Ausbau von Fahrradwegen. Denn das Fahrrad ist klar im Vorteil: Das einzige Treibhausgas, was du beim Fahrradfahren ausstößt, ist nämlich dein eigener Atem!

CO₂-RECHNER FÜR FLUGREISEN

Die Berechnung des CO₂-Austoßes für unseren Flug von Berlin nach London und zurück bezieht sich auf einen Flug in der Economy-Class. Flüge in der Business- oder First-Class produzieren deutlich mehr Emissionen, da jede Person mehr Platz für sich beansprucht. Im Internet gibt es verschiedene CO₂-Rechner, mit dem du den CO₂-Austoß für verschiedene Flugstrecken berechnen kannst, zum Beispiel beim **Umweltbundesamt** und bei der Klimaschutzorganisation **Atmosfair**.



**Flugzeug
(Inland)
214 g**



**Pkw
154 g**



**Linienbus
(Nahverkehr)
83 g**



**Eisenbahn
(Nahverkehr)
54 g**



**Eisenbahn
(Fernverkehr)
29 g**

So viele Treibhausgas-Emissionen entstehen, wenn du einen Kilometer mit dem Flugzeug, Pkw, Zug oder Bus zurücklegst.
Quelle: Umweltbundesamt; Icon: bqlqn/flaticon.com (verändert)

IM SCHLOSSHOF: DER WASSERWÜRFEL

Dieses Rätsel hat sich der Zweckverband der Abwasserentsorgung und Wasserversorgung „JenaWasser“ für Euch ausgedacht.

Wie hoch ist der durchschnittliche Wasserverbrauch in Deutschland pro Person und Tag?

Lösung:

129 Liter

Hintergrund:

Jede Person in Deutschland verbrauchte im Jahr 2019 im Schnitt **129 Liter Trinkwasser pro Tag**. Im Jahr 1990 waren das noch rund 147 Liter Wasser am Tag. Der Wasserverbrauch in Deutschland pro Person ist in den vergangenen 30 Jahren also tendenziell gesunken. Dabei verbrauchen wir **zum Essen und Trinken den geringsten Anteil**. Der Rest verteilt sich auf die Körperpflege (36 Prozent), Toilettenspülung (27 Prozent), Wäschewaschen (12 Prozent), Geschirrspülen (6 Prozent) sowie Reinigung, Autopflege und Garten (6 Prozent). Kleingewerbe, dazu zählen zum Beispiel Bäckereien und Arztpraxen, machen einen Anteil von etwa 9 Prozent aus.

Der **Zugang zu sauberem Trinkwasser und Sanitäranlagen** ist ein **Menschenrecht** und eines der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (UN). Diese wurden 2015 von den 193 Mitgliedstaaten der UN beschlossen und alle Länder sind gleichermaßen in der Pflicht, die Ziele bis 2030 zu erreichen. Laut dem UN-Weltwasserbericht 2021 haben jedoch noch immer 2,2 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sicherem Trinkwasser und über die Hälfte der Weltbevölkerung hat keine sicheren Sanitäranlagen.



DER JENAWASSER-WÜRFEL: WAS MAN MIT EINEM KUBIKMETER WASSER ALLES MACHEN KANN

1 m x 1 m x 1 m – so groß ist der JenaWasser-Würfel. Und damit ist er genau so groß, dass er einen Kubikmeter (1 m³) Wasser fassen könnte. Mit 1 m³ Trinkwasser kann man zum Beispiel: 20x Duschen, 22x Wäsche waschen, 2.500 Zähne putzen, 111x Toilette spülen, 8x ein Vollbad nehmen oder 1.000 Wärmflaschen füllen.

Mehr Wissenswertes rund ums Trinkwasser:
www.jenawasser.de/trinkwasser/informationen/wissenswertes

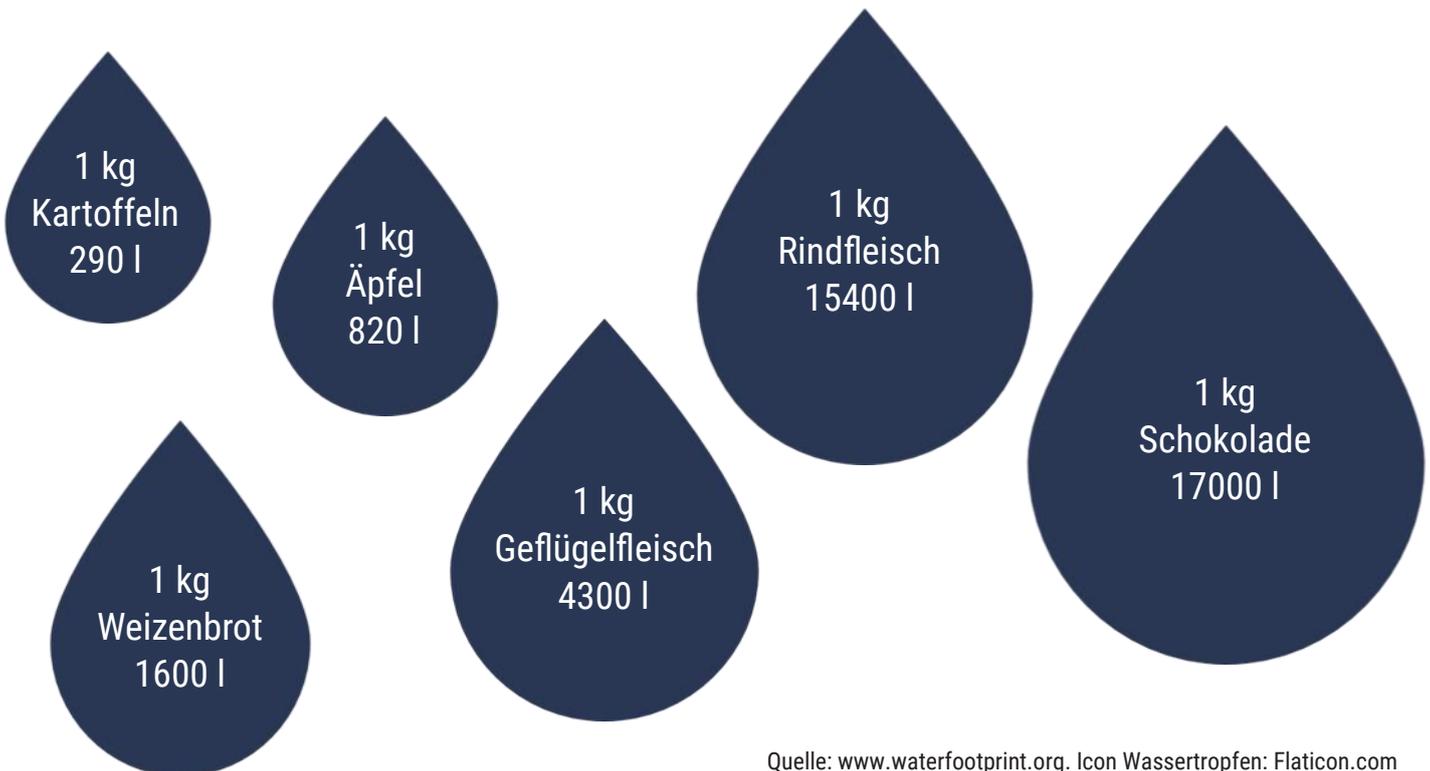
Foto: Archiv JenaWasser

IM SCHLOSSHOF: VERSTECKTES WASSER

Dieses Rätsel hat sich die Professur für Molekulare Ernährungsphysiologie am Institut für Ernährungswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena für Euch ausgedacht.

Wie viel Wasser erfordert die Produktion von 1 kg Lebensmittel?

Lösung:



Quelle: www.waterfootprint.org. Icon Wassertropfen: Flaticon.com

Hintergrund:

Duschen, Wäschewaschen, Toilettenspülung, Essen und Trinken – alles verbraucht Wasser. Hinzu kommt das indirekt genutzte Wasser, das sogenannte „**virtuelle Wasser**“. Das ist das Wasser, welches benötigt wird, um Lebensmittel oder auch andere Gegenstände, wie zum Beispiel Kleidung, Möbel oder Handys, herzustellen. Jeder Mensch in Deutschland hat einen virtuellen Wasserverbrauch von etwa **4000 Litern pro Tag**. Das Problem: Häufig werden Lebensmittel oder andere Dinge, die viel Wasser benötigen, dort hergestellt, wo es nur wenig Wasser gibt – mit negativen Folgen für die Natur.

Der exakte **Wasserfußabdruck** – so nennt man die Menge an Wasser, die man für die Herstellung eines Produktes benötigt – hängt davon ab, wie, wann und wo etwas angebaut wird. Zwar gibt es auch einige Ausnahmen, doch als Faustregel kannst du dir merken: **Fleisch und tierische Lebensmittel haben einen größeren Wasserfußabdruck als pflanzliche Lebensmittel**. Außerdem liegst du in der Regel im Vorteil, wenn du **regionale, saisonale und biologisch angebaute Produkte** einkaufst.

Übrigens: Auf der Webseite des Water Footprint Networks findest du den virtuellen Wasserverbrauch von vielen Lebensmitteln und du kannst Dir Deinen eigenen Wasserfußabdruck ausrechnen lassen:

www.waterfootprint.org

VOR DEM SCHLOSSTOR: DIE FAKE-MONSTER

Monster 1: „Mit unserer Ernährungsweise haben wir einen Einfluss auf den Ressourcenverbrauch.“

Lösung: Wahr

Monster 2: „Mit verschiedenen Messmethoden und Klimaarchiven kann man herausfinden, wie das Klima vor Tausenden und sogar Millionen Jahren auf der Erde war.“

Lösung: Wahr

Monster 3: „Ein erhöhter CO₂-Gehalt in der Atmosphäre ist kein Problem, denn er war in der Menschheitsgeschichte schon mal viel höher.“

Lösung: Falsch

Monster 4: „Der Klimawandel betrifft vielleicht irgendwelche untergehenden Atolle im Pazifik. Aber Deutschland ist nicht betroffen, wir sind sicher.“

Lösung: Falsch

MIT FAKTEN GEGEN KLIMASKEPTIKER – LINKTIPPS

Dir begegnen in deinem Alltag Menschen, die wissenschaftliche Fakten zum Klimawandel anzweifeln oder gar den Klimawandel leugnen? Du bist selbst verwirrt, weil du im Freundes- und Familienkreis widersprüchliche Aussagen hörst und bist dir unsicher, was du nun glauben sollst und was nicht? Antworten auf häufige Argumente von Klimaskeptikern findest du zum Beispiel hier:

- Antworten des Umweltbundesamtes auf häufige Fragen zum Klimawandel:
www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/haeufige-fragen-klimawandel
- Fakten statt Behauptungen von klimafakten.de:
www.klimafakten.de/fakten-statt-behauptungen/fakt-ist
- Fakten aus der Wissenschaft zu aktuellen Debatten rund um den Klimawandel vom Deutschen Klima-Konsortium, Helmholtz-Klimainitiative, klimafakten.de, Scientists for Future:
www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klima-debatten

ERKENNST DU FALSCHNACHRICHTEN IM INTERNET?

Wie gut kannst du mit Nachrichten aus dem Netz umgehen und kannst du die Falschmeldungen von den seriösen Nachrichten unterscheiden? Die Stiftung Neue Verantwortung hat mit Unterstützung unter anderem von der Bundeszentrale für politische Bildung einen Selbsttest entwickelt, mit dem du es herausfinden kannst: <https://der-newstest.de/>

QUELLEN

Im Kellerlager: Die Maschine

Die Angaben zu den energiebedingte Emissionen in Deutschland beziehen sich auf Daten des Umweltbundesamtes (Stand 2.6.2021): <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen#energiebedingte-treibhausgas-emissionen> (abgerufen am 22.7.2021)

Im Kellerlager: Die Windturbine

- Die Angaben zur Anlagenleistung basieren auf: „Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland. Das Jahr 2020.“ URL: https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2021/Status%20des%20Windenergieausbaus%20an%20Land%20-%20Jahr%202020.pdf (abgerufen am 23.8.2021)
- Die weiteren Zahlen stammen von dem Statistik-Portal Statista. URLs: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28154/umfrage/anzahl-von-windenergieanlagen-nach-bundesland/>; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/270856/umfrage/installierte-windenergieleistung-auf-see-in-deutschland/>; <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173871/umfrage/stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien-in-deutschland/> (jeweils abgerufen am 23.8.2021)

Im Turmzimmer: Die Klimaarchive (2)

- Mehr zu den natürlichen Klimaschwankungen: „Ursachen von Klimaänderungen - Äußere Einflüsse“, URL: <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/basisfakten/4-auessere-einfluesse.html> (abgerufen am 22.8.2021)
- Mehr zur Frage, ob der Mensch die Ursache der aktuellen globalen Erwärmung ist: „Ist vielleicht etwas anderes als der Mensch die Ursache?“, URL: <https://www.klimafakten.de/behauptungen/behauptung-die-co2-emissionen-des-menschen-sind-winzig> (abgerufen am 9.8.2021)

Im Turmzimmer: Das Treibhausgas (1)

- US-Wetterdienst NOAA misst erstmals über 420 ppm Kohlendioxidkonzentration am Mauna Loa auf Hawaii: „Carbon dioxide spikes to critical record, halfway to doubling preindustrial levels“, Artikel vom 5. April 2021, URL: <https://www.washingtonpost.com/weather/2021/04/05/atmospheric-co2-concentration-record/> (angerufen am 23.8.2021)
- Originaldaten auf NOAA-Webseite: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>
- Informationen des Umweltbundesamtes: „Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen“, Stand 26.5.2021. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen> (abgerufen am 10.8.2021)

Im Turmzimmer: Das Treibhausgas (1)

- „CO₂ auf höchstem Wert seit 800.000 Jahren“, Artikel vom 15.5.2008, URL: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/neue-eiskern-analyse-co2-auf-hoehstem-wert-seit-800-000-jahren-a-553419.html> (angerufen am 23.8.2021)
- „Höchster CO₂-Wert seit 3,3 Millionen Jahren erwartet“, Artikel vom 13.7.2020, URL: <https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2020-07/klimaforschung-studie-co2-gehalt-atmosphaere-hoehstwert-university-southampton>
- Original-Veröffentlichung: de la Vega, E., Chalk, T.B., Wilson, P.A. et al. Atmospheric CO₂ during the Mid-Piacenzian Warm Period and the M2 glaciation. Sci Rep 10, 11002 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-67154-8>

Im Burggarten: Nutzpflanzen

- Ernteerträge: „Erntebericht 2018“, Stand 24.8.2018. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/ernte2018.html> (abgerufen am 9.8.2021)
- Verschiebung Vegetationsperiode: „Veränderung der jahreszeitlichen Entwicklungsphasen bei Pflanzen“, Stand 5.2.2021. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/veraenderung-der-jahreszeitlichen#die-dauer-der-vegetationsperiode-nimmt-zu> (abgerufen am 9.8.2021)

Im Burggarten: Der Borkenkäfer

Die Angaben zur Anzahl der Nachkommen wurde entnommen aus: „Kleines Einmaleins des Borkenkäfers“, Stand 27.3.2019. URL: <https://www.forstpraxis.de/kleines-einmaleins-des-borkenkaefers/> (abgerufen am 9.8.2021)

Im Schlosshof: Was kostet die Welt?

- Berechnung des CO₂-Ausstoßes des Fluges Berlin-London wurde der CO₂-Rechner von Atmosfair verwendet: <https://www.atmosfair.de/de/kompensieren/wunschmenge/>. Die Angabe bezieht sich auf einen Economy-Flug von Berlin nach London-Heathrow, Hin- und Rückflug.
- Verkehrssektor ist drittgrößter Verursacher von Emissionen: „Klimaschutz in Zahlen 2020“, Broschüre herausgegeben vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, S. 26. PDF: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/klimaschutz_zahlen_2020_broschuere_bf.pdf
- Die Grafik zeigt die durchschnittlichen Treibhausgas-Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland in Gramm pro Personenkilometer für das Jahr 2019. Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten> (Stand 21.6.2021, abgerufen am 5.8.21)

Im Schlosshof: Der Wasserwürfel

Die Zahlen zum Wasserverbrauch und zur Trinkwasserverwendung in Deutschland basieren auf Angaben des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft:

- Entwicklung des personenbezogenen Wassergebrauches in Deutschland (Stand: 15.4.2020): <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/entwicklung-des-personenbezogenen-wassergebrauchs/> (abgerufen am 22.7.2021)
- Trinkwasserverwendung im Haushalt 2020 (Stand: 13.4.2020): <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasserverwendung-im-haushalt/> (abgerufen am 22.7.2021)

Die Informationen aus dem UN-Weltwasserbericht 2021 wurden entnommen aus der Pressemitteilung der UNESCO vom 22.3.2021: „UN-Weltwasserbericht 2021: Der Wert von

Im Schlosshof: Verstecktes Wasser

Die Zahlen zum virtuellen Wasserverbrauch in Deutschland sowie zu den einzelnen Lebensmitteln stammen vom Water Footprint Network und sind gerundet: <https://www.waterfootprint.org> (abgerufen am 26.7.2021). Die zugrunde liegenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Berichte:

- Mekonnen, M., & Hoekstra, A. Y. (2011): National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. (Value of water research report 50; No. 50). Unesco-IHE Institute for Water Education. URL: <http://www.unesco-ihe.org/Value-of-Water-Research-Report-Series/Research-Papers> (abgerufen am 26.7.2021).
- Mekonnen, M., & Hoekstra, A. Y. (2011): The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Hydrology and Earth System



KONTAKT

MINT-Festival Jena
Friedrich-Schiller-Universität Jena
c/o Physikalisch-Astronomische Fakultät
Max-Wien-Platz 1
07743 Jena
E-Mail: mint@uni-jena.de
Web: www.mint.uni-jena.de

Redaktionsschluss: 31. August 2021