

teach with space

→ UNTERSUCHUNG VON TREIBHAUSGASEN

Mini-Fallstudie für Klimadetektive



→ UNTERSUCHUNG VON TREIBHAUSGASEN

Mini-Fallstudie für Klimadetektive

DIE WICHTIGSTEN FAKTEN

Thema: Wissenschaft; Technik

Altersgruppe: 12-17 Jahre

Typ: Projektarbeit

Stichworte: Klima; Klimawandel; Erdbeobachtung;
Treibhausgase; Wissenschaft; Technologie

LERNZIELE

- Fähigkeit, durch Erfassung von Daten, sorgfältige Beobachtungen und der Suche nach Mustern und Beziehungen wissenschaftlich zu arbeiten
- Erkennen des Zusammenhangs zwischen Treibhausgasen und Klimawandel
- Ermittlung der wichtigsten Treibhausgase
- Verständnis dafür, wie sich Erdbeobachtungssatelliten zur Überwachung der Treibhausgase einsetzen lassen

Kurzbeschreibung

Die Mini-Fallstudien für Klimadetektive sollen Lehrkräften dabei helfen, das Thema zu ermitteln, das ihr Klimadetektiv-Team untersucht, und es durch die verschiedenen Phasen des Projekts zu führen. In der Vorlage finden die Lehrkräfte Vorschläge für verschiedene Arten von Daten, die die SchülerInnen erfassen und analysieren könnten. Die Vorschläge sind nicht erschöpfend, und die Lehrkräfte können ihren eigenen spezifischen Schwerpunkt innerhalb eines bestimmten Forschungsbereichs festlegen. Die Mini-Fallstudie sollte in Verbindung mit dem [Lehrerhandbuch](#) und nicht als eigenständiges Dokument verwendet werden.

Diese Fallstudie ist dem Thema Klimawandel und Treibhausgase gewidmet, wobei die SchülerInnen untersuchen, wie sich die Treibhausgasemissionen und -konzentrationen in der Atmosphäre in den letzten Jahrzehnten in ihrem Land entwickelt haben.

Zu den Klimadetektiven

„Klimadetektive“ ist ein Schulprojekt für Schülerinnen und Schüler, das von der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) in Zusammenarbeit mit den nationalen European Space Education Resource Offices (ESEROs) in ganz Europa durchgeführt wird.

In diesem Projekt schlüpfen die SchülerInnen in die Rolle von Klimadetektiven und erfahren dabei etwas über die Umwelt der Erde. Dazu ermitteln sie ein lokales Klimaproblem (Phase 1), untersuchen es mit Hilfe von realen Satellitenbildern oder ihren eigenen Bodenmessungen (Phase 2) und schlagen schließlich Maßnahmen vor, die zur Verringerung oder Überwachung des Problems beitragen (Phase 3).



CLIMATE DETECTIVES

HIER
STAR-
TEN

Passt die Frage zum
Thema Klima?

Ja. Es werden die
anthropogenen
Emissionen (bzw.
atmosphärischen
Konzentrationen) von
Treibhausgasen
untersucht, die sich stark
auf das Klima auswirken.

Konzentriert sich die
Frage auf ein einzelnes
Problem oder Thema?

Ja, sie konzentriert sich
auf die
Treibhausgasemissionen
(bzw. die atmosphärische
Konzentration).

Thema: Treibhausgase

Forschungsfrage

Wie haben sich die Treibhausgasemissionen in eurem Land in den letzten Jahrzehnten entwickelt? Wie hoch war bzw. ist die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre?

Ist die Frage zu
weit oder zu eng
gefasst?

Nein. Es geht um
eine konkrete Frage.

Ist die Antwort auf diese
Frage zu leicht zu erhalten?

Nein. Es geht um die
Erfassung und die
Analyse von Daten.

Ja. Die Daten über globale und nationale Treibhausgasemissionen und -konzentrationen sind frei verfügbar, und je nach Zeit und Ressourcen gibt es mehrere Optionen für die Datenerfassung.

Ist die Frage durchführbar?



A - Einführung in das Thema (PHASE 1)

Hintergrundinformationen

Treibhausgase sind ein natürlicher Bestandteil der Erdatmosphäre, der es uns ermöglicht, einen Teil der Sonnenenergie in Form von Wärme zurückzuhalten. Ohne den Treibhauseffekt läge die durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche bei etwa -18 °C , so dass unser Planet zu kalt wäre, um Leben, wie wir es kennen, zu ermöglichen. Seit der industriellen Revolution haben menschliche Aktivitäten wie die Verbrennung fossiler Brennstoffe den Gehalt an Treibhausgasen in der Atmosphäre auf ein noch nie dagewesenes Niveau ansteigen lassen. Im Kyoto-Protokoll wurden die sechs Treibhausgase genannt, die durch menschliche Aktivitäten am stärksten zunehmen. Die drei wichtigsten sind Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Stickoxid (N_2O). Das Klima der Erde verändert sich und erwärmt sich im Allgemeinen aufgrund der steigenden Konzentration von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre, was negative Folgen wie den weltweiten Anstieg des Meeresspiegels hat. Während Kohlendioxid in der Atmosphäre häufiger vorkommt und daher stärker mit der Erderwärmung in Verbindung gebracht wird, ist Methan als wärmeabsorbierendes Gas etwa 30 Mal stärker.

Verschiedene Wirtschaftszweige tragen zur Emission von Treibhausgasen bei: die Energiewirtschaft, die Verbrennung von Brennstoffen durch die Energieverbraucher, der Verkehr, die Landwirtschaft und die Viehzucht, industrielle Prozesse und die Verwendung von Produkten sowie Abfälle.

Treibhausgase, die vom Menschen im Übermaß ausgestoßen werden, verändern die natürlichen Eigenschaften der Atmosphäre, was sich wiederum auf die Umwelt auswirkt. In diesem Fall können die Treibhausgase auch als Luftschadstoffe gelten.

Die folgenden Unterrichtsmaterialien können dazu verwendet werden, um den Schülern den Treibhauseffekt zu erläutern:

- [Die Erde unter dem Deckel: Den Treibhauseffekt verstehen](#) (Grundschulunterricht)
- [Der Treibhauseffekt und seine Folgen: Untersuchung der Erderwärmung](#) (Sekundarbereich)
- [Der Kohlenstoffkreislauf](#) (Sekundarbereich)

Weitere Ressourcen, über die Sie mehr erfahren können:

- Unterschied zwischen [Wetter und Klima](#)
- [CO₂- und CH₄-Konzentrationen in der Atmosphäre](#)
- [Der Kohlenstoffkreislauf](#)
- [Der Methankreislauf](#)
- [Die neuesten klimawissenschaftlichen Informationen](#)
- [Klimawandel: Die Beweise aus dem Weltraum](#)

Untersuchungsplan

Nachdem sich Ihr Team für das Thema und die Forschungsfrage entschieden hat, gilt es nun zu planen, welche Daten Ihr Team erfassen muss. Der letzte Schritt in Phase 1 der Klimadetektive ist die Einreichung eines Untersuchungsplans. Ideen für die Datenerfassung enthält Abschnitt B, der für die Einreichung des Untersuchungsplans Ihres Teams zweckmäßig ist.

TIPP

Bei ihren Nachforschungen können sich die verschiedenen Gruppen der Klasse auf einen bestimmten Sektor mit Treibhausgasemissionen oder auf ein bestimmtes Treibhausgas konzentrieren.

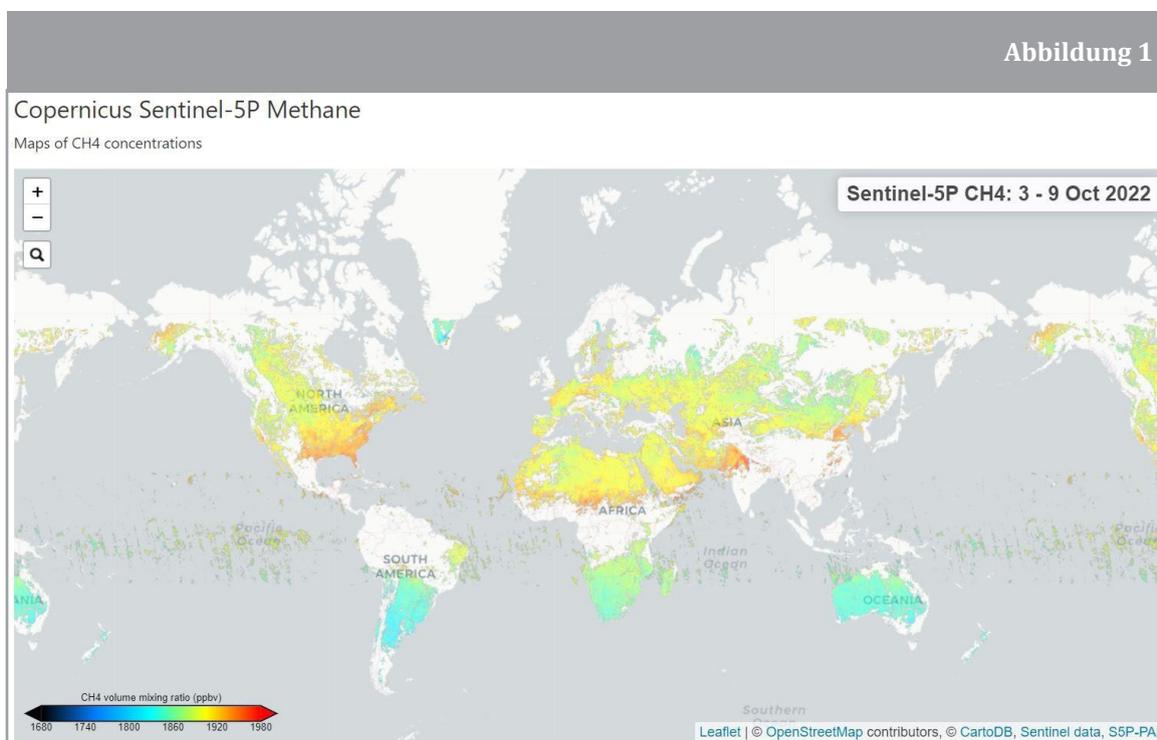
B - Datenerfassung und -analyse (PHASE 2)

Zu analysierende Daten

Je nach zeitlicher Verfügbarkeit und den von den verschiedenen Ländern angebotenen Daten können die Teams eine oder mehrere der unten aufgeführten Datenquellen für ihre Forschung auswählen. Es gibt zwei Arten von Methoden zur Überwachung der Atmosphäre: „In-situ“-Messungen und Fernerkundungsbeobachtungen, zum Beispiel von Satelliten aus. In-situ bedeutet „am ursprünglichen Ort gelegen“. Diese Messungen werden von Institutionen und Agenturen auf regionaler, nationaler und weltweiter Ebene bereitgestellt. Die Teams können auch ihre eigenen Beobachtungen machen und Daten aus ihren eigenen Messungen erfassen. Diese werden als Primärdaten bezeichnet.

Satellitendaten - Treibhausgaskonzentrationen

- [Klima aus dem Weltraum - interaktive Website \(esa.int\)](https://climate.esa.int/) - Die App Klima aus dem Weltraum bietet eine grafische Darstellung archivierter Satellitendaten und gibt einen Überblick über die verschiedenen Klimavariablen, die Wissenschaftler zur Untersuchung des Klimawandels verwenden. Es ist möglich, die Entwicklung der Kohlendioxid- (CO_2) und Methanwerte (CH_4) in der Atmosphäre im Laufe der Zeit (2003-2018) zu verfolgen.
- Die Schüler können den [EO-Browser](#) zur Ermittlung von Daten von [Copernicus Sentinel 5P](#), der ersten Copernicus-Mission zur Überwachung unserer Atmosphäre, zu verwenden. Im Bildungsmodus können sie das Thema „Atmosphäre und Luftverschmutzung“ wählen und versuchen, Daten zur CH_4 -Konzentration zu ermitteln.
- [Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal](#) - Diese Online-Plattform visualisiert weltweite Daten des Copernicus-Satelliten Sentinel-5P.



↑ Auf dem Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal können die vom Tropomi-Instrument gemessenen durchschnittlichen globalen Methankonzentrationen ermittelt werden.

Lokale/nationale Daten - Treibhausgaskonzentrationen

Die Teams werden auch dazu angehalten, Daten von nationalen und internationalen Agenturen und Institutionen in Bezug auf ihre Länder bzw. ihr Untersuchungsgebiet zu ermitteln und zu analysieren.

- [Das Global Monitoring Laboratory \(GML\)](#) der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) stellt Dateien für verschiedene Arten von Treibhausgasen bereit. [Hier](#) könnt ihr Messstationen in der Nähe eures örtlichen Untersuchungsgebiets finden.

Nachstehend stellen wir Daten vor, die an einer Station auf den Azoren gemessen wurden. Wir haben uns für diese Station entschieden, weil sie nahe bei Kontinentaleuropa liegt und sie seit 1979 Parameter misst:

- [Kohlendioxid \(CO₂\), Monatsdurchschnitt von 1979 bis 2020](#)
 - [Methan \(CH₄\), Monatsdurchschnitt von 1983 bis 2020](#)
 - Stickoxid ([N₂O](#)), Monatsdurchschnitt von 1997 bis 2020
- Ansicht der gemessenen CO₂-Konzentrationen aus Eiskernen – Mit derartigen Daten kann man weiter in der Zeit zurückgehen. [Hier](#) ist ein Beispiel von vielen derartigen Werten.

Emissionen je Land und Sektor

Die Teams können online nach Daten suchen, die von ihrem Heimatland bereitgestellt werden und die Treibhausgasemissionen je Land und Sektor zeigen. Nachstehend findet ihr einige Beispiele für Veröffentlichungen und Online-Plattformen mit weltweiten Daten.

- [Global Carbon Atlas](#) ist eine Online-Plattform zur Erkundung und Visualisierung globaler und regionaler Kohlenstoffdaten, die sowohl durch menschliche Aktivitäten als auch durch natürliche Prozesse entstehen. Es lassen sich die geografischen Emissionen verschiedener Länder im Laufe der Zeit ermitteln.
- [EDGAR](#) - Emissions Database for Global Atmospheric Research ist eine globale Datenbank über die vom Menschen verursachten Emissionen von Treibhausgasen und Luftverschmutzung auf der Erde. Sie bietet ein nach Sektoren und Stoffen gegliedertes Länderdatenblatt.
- [Diese](#) von Eurostat entwickelte [interaktive Veröffentlichung](#) enthält EU-Daten zu Treibhausgasemissionen nach Sektoren und Ländern.

TIPP

Der erste Schritt bei der Organisation der Daten besteht darin, sie in einer Form zusammenzustellen, die leicht zu interpretieren ist und bei der die Zusammenhänge zwischen den Variablen leicht zu erkennen sind. Die Daten können in Datentabellen sortiert werden. Diese lassen sich dann dazu verwenden, um unterschiedliche Diagramme zu erstellen, die Muster, Trends und Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede deutlicher zeigen.

Primärdaten

Sensoren

Die ESA hat eine Plattform für Luftqualität (AQP) entwickelt, die auf dem Computer Raspberry Pi 3B+ basiert und mit mehreren Sensoren ausgestattet ist, die verschiedene Merkmale messen und zu Bildungszwecken eingesetzt werden können. Die ESERO-Büros in den einzelnen Ländern verfügen über AQPs, die an Schulen ausgeliehen werden können, um z.B. die tägliche CO₂-Konzentration zu messen. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass die CO₂-Werte aufgrund der Genauigkeit der Sensoren nicht mit den kurz- und langfristigen Daten der nationalen Behörden verglichen werden sollten. Trotzdem ist die ESA-AQP ein pädagogisches Instrument, um zum Beispiel die Auswirkungen des täglichen Verkehrs auf die CO₂-Konzentrationen zu überwachen. Zu weiteren Informationen besuchen Sie <https://aqp.eo.esa.int/>.



↑ESA-Plattform für Luftqualität (AQP)

Umfragen und Messung des CO₂-Fußabdrucks

Teams, die aktivere Untersuchungen durchführen möchten, können Umfragen zu bestimmten Themen im Zusammenhang mit Sektoren durchführen, die Treibhausgase emittieren. Die Schüler können die Umfrage ihren Familien, einer anderen Klasse, der Schulbehörde usw. vorlegen.

- Es sind verschiedenartige Umfragen möglich:
 - Die Schülerinnen und Schüler können zum Beispiel eine Umfrage zu den Einkaufsgewohnheiten von Kleidung durchführen und sich mit nachhaltiger Kleidung beschäftigen.
 - Ein Beispiel dafür, was in eine Umfrage über die Einkaufsgewohnheiten von Kleidung aufgenommen werden kann:
 - Wie alt ist Herr/Frau X?
 - Wie viele neue T-Shirts hat Herr/Frau X in diesem Jahr gekauft?
 - Hat Herr/Frau X in der Vergangenheit eher mehr bzw. weniger neue T-Shirts pro Jahr gekauft?
 - In welchen Ländern wurden diese T-Shirts hergestellt?
 - Sind diese T-Shirts mit Etiketten versehen? Z. B. Etiketten zum Nachweis der Nachhaltigkeit?
 - Die SchülerInnen können auch eine Umfrage über ihr Essverhalten in Bezug auf den Konsum von Fleisch oder Produkten aus der ganzen Welt durchführen. Durch Aktivitäten im Bereich der Ernährungssysteme, wie z. B. die Viehzucht, entstehen Treibhausgasemissionen; daher stehen sie in einem direkten Zusammenhang mit dem Klimawandel. So werden beispielsweise bei der Erzeugung von 100 Gramm Rindfleisch 7,6 kg CO₂ freigesetzt. Hier lassen sich weitere Informationen finden: [Ernährung und Klimawandel: Gesunde Ernährung für einen gesünderen Planeten | Vereinte Nationen](#)

Für jede Umfrage können die Schüler den CO₂-Fußabdruck berechnen. Die von uns genutzten Produkte und Dienstleistungen sowie viele unserer täglichen Aktivitäten verursachen Treibhausgasemissionen. Diese Emissionen ergeben zusammen unseren CO₂-Fußabdruck. Wir produzieren sogar einen digitalen CO₂-Fußabdruck! Die Schülerinnen und Schüler können ihren individuellen CO₂-Fußabdruck oder den ihrer Schule berechnen. Um den CO₂-Fußabdruck einzubeziehen, sind die folgenden Tipps zu beachten:

- Erörtert zunächst, was ein CO₂-Fußabdruck ist und wie man ihn messen kann. [Dies ist ein Beispiel](#) für die vielen CO₂-Fußabdruck-Rechner, die online verfügbar sind. Die Teams können nach dem Fußabdruck-Rechner suchen, der ihren Bedürfnissen am besten entspricht. Ferner können sie auch versuchen, ihren eigenen Rechner zu entwickeln. Siehe hierzu [dieses Beispiel](#) aus einem früheren Klimadetektive-Projekt.
- Es könnte interessant sein, den CO₂-Fußabdruck vor dem Projekt und nach der „Veränderung“ (Phase 3) zu berechnen.

C – Zeit für VERÄNDERUNG! (PHASE 3)

Welche Maßnahmen könnten die Schülerinnen und Schüler als Einzelne oder als Gemeinschaft ergreifen, um in Bezug auf ihr Untersuchungsthema eine Veränderung herbeizuführen? Maßnahmen lassen sich in vielen Bereichen des täglichen Lebens durchführen. Selbst kleine Veränderungen tragen dazu bei, die Treibhausgasemissionen pro Person zu verringern.

Die Maßnahmen brauchen sich nicht auf die Schulzeit zu beschränken; beispielsweise könnten die Schülerinnen und Schüler Ideen mit nach Hause nehmen und ihre Familien einbeziehen, um sie in ihrem Alltag umzusetzen, oder sie könnten ein Referat halten oder eine Kampagne in ihrer Schule oder in ihrer Gemeinde durchführen, um das Bewusstsein zu schärfen



CLIMATE DETECTIVES

→ AUFGABEN ALS KLIMADETEKTIVE

Arbeitsblatt für Schüler

A - Einführung in das Thema (PHASE 1)

- Was ist ein Treibhausgas? Was ist der Treibhauseffekt?
- Was ist der Unterschied zwischen Gasemissionen und der atmosphärischen Konzentration eines Gases?
- Welches sind die Hauptemissionsquellen für die Treibhausgase, die ihr untersuchen wollt?
- Wie wirkt sich das von euch gewählte Thema auf euch, euren Wohnort oder euer lokales Umfeld aus bzw. wie hängt es damit zusammen?
- Beschreibt, wie ihr das Klimaproblem untersuchen wollt und welche Daten ihr zu analysieren vorhabt. (Für den Untersuchungsplan)

B - Datenerfassung und -analyse (PHASE 2)

- Zeichnet ein Diagramm über die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im Laufe der Zeit.
 - Was zeigen die Daten?
- Zeichnet ein Diagramm der atmosphärischen Konzentration eines Treibhausgases von den 1980er Jahren bis heute.
 - Was zeigen die Daten?
- Vergleicht die Entwicklung der Treibhausgasemissionen mit ihrer atmosphärischen Konzentration. Welche Schlussfolgerungen könnt ihr daraus ziehen?
- Zeichnet Sie ein Diagramm, das den Beitrag der verschiedenen Sektoren zu den Treibhausgasemissionen im Laufe der Zeit zeigt.
 - Was zeigen die Daten?
- Führt Umfragen eurer Wahl durch, die Aufschluss über einen Sektor oder eine Gewohnheit geben, die zu den Treibhausgasemissionen beitragen.

C – Zeit für Veränderung! (PHASE 3)

Eure Arbeit als Klimadetective ist nun abgeschlossen. Welche Maßnahmen könntet ihr als Einzelne und als Gemeinschaft vorschlagen, um bei eurem Untersuchungsthema eine Veränderung herbeizuführen?

→ Links

ESA-Ressourcen

Klimadetektive-Lehrerhandbuch

<https://climatedetectives.esa.int/teacher-guide/>

Klimadetektive-Unterrichtsmaterialien

<https://climatedetectives.esa.int/classroom-resources>

Klima für Schulen - Ressourcen der Initiative Klimawandel

<https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Hintergrundinformationen

Was ist Klima und Klimawandel?

<https://climate.esa.int/en/evidence/what-is-climate-and-climate-change/>

Wetter und Klima - was sind die Unterschiede

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Weather_vs_climate_What_s_the_difference

Europäische Umweltagentur - Treibhausgasemissionen in Europa

<https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory>

Datenerfassung und -analyse

App „Klima aus dem Weltraum“

<https://climate.esa.int/en/explore/climate-from-space/>

EO-Browser

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Copernicus Sentinel-5P-Kartierungsportal

<https://maps.s5p-pal.com/>

EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research

<https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>

ESA-Plattform für Luftqualität

<https://aqp.eo.esa.int/>

Labor für globale Überwachung

<https://gml.noaa.gov/dv/site/>

Das ESA-Bildungsbüro begrüßt freut sich über Rückmeldungen und Kommentare
teachers@esa.int

Eine Produktion von ESA Education in Zusammenarbeit mit ESERO Belgien
Copyright 2022 © European Space Agency