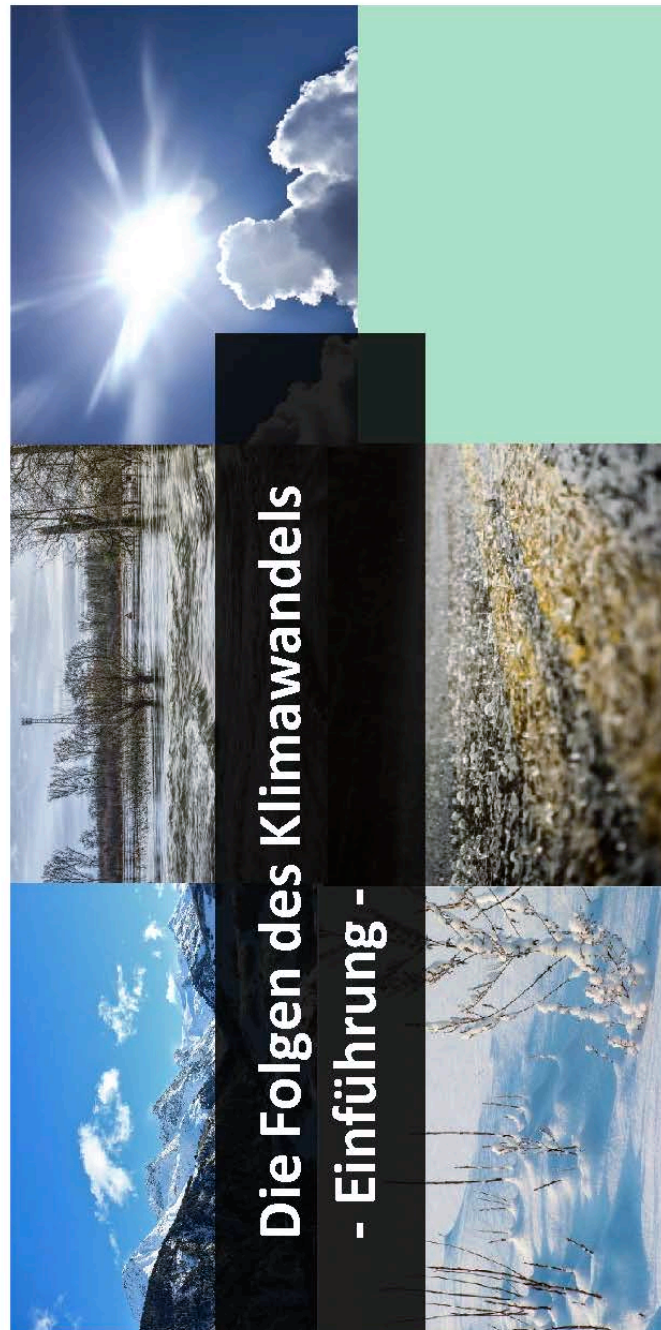


DIE FOLGEN DES KLIMAWANDELS – EINFÜHRUNG TEIL 1

Der **erste** Teil erklärt die klimawissenschaftlichen Grundlagen, u.a. den Treibhauseffekt und den Einfluss des Menschen auf ihn.

- Präsentation Teil 1
- Hintergrundinformationen Teil 1



Fotos: PIXABAY 2017

Testimonials

Das Verbrennen von Kohle, Öl und Gas erhöht die Temperatur des Planeten und liefert damit Energie für immer stärkere tropische Stürme.

Anders Levermann, 2017
Potsdam-Institut für
Klimafolgenforschung

What we are doing to the forests of the world is but a mirror reflection of what we are doing to ourselves and to one another.

Mahatma Gandhi,
Indischer Rechtsanwalt &
Widerstandskämpfer

We want our children to live in a world without the destructive power of a warming planet.

Barack Obama, 2012
Präsident der Vereinigten Staaten
von Amerika 2009-2017

Wenn es jemals ein Ziel gab, das alle Menschen, egal ob jung, alt, reich oder arm, vereinen sollte, dann ist es die Rettung des Weltklimas.

Kofi Annan, 2014
Generalsekretär der UN
1997-2006

Die reinste Form des Wahnsinns ist es, alles beim Alten zu belassen und zu hoffen, dass sich etwas verändert.

Angeblisches Zitat von
Albert Einstein, Physiker

Der Klimawandel wird zu einer Häufung sozialer Katastrophen führen.

Harald Welzer, 2008
Soziologe



Konsens über den Konsens



Eine ganze Reihe von Studien kam in den vergangenen Jahren zu dem Ergebnis, dass eine überwältigende Mehrheit von Klimawissenschaftler*innen darin übereinstimmt, dass der Mensch die Hauptursache der gegenwärtigen Erderwärmung ist.

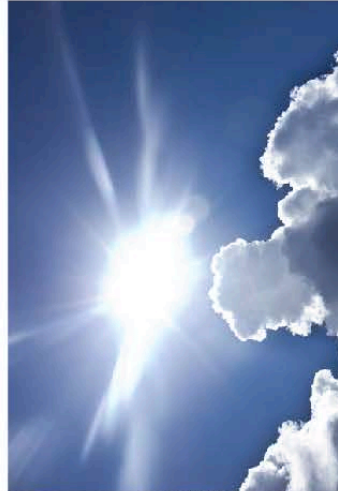
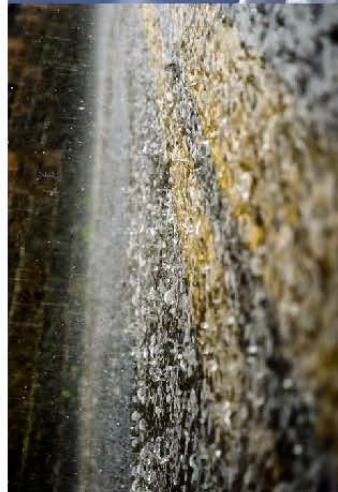
Wetter und Klima

Was bedeutet Wetter?

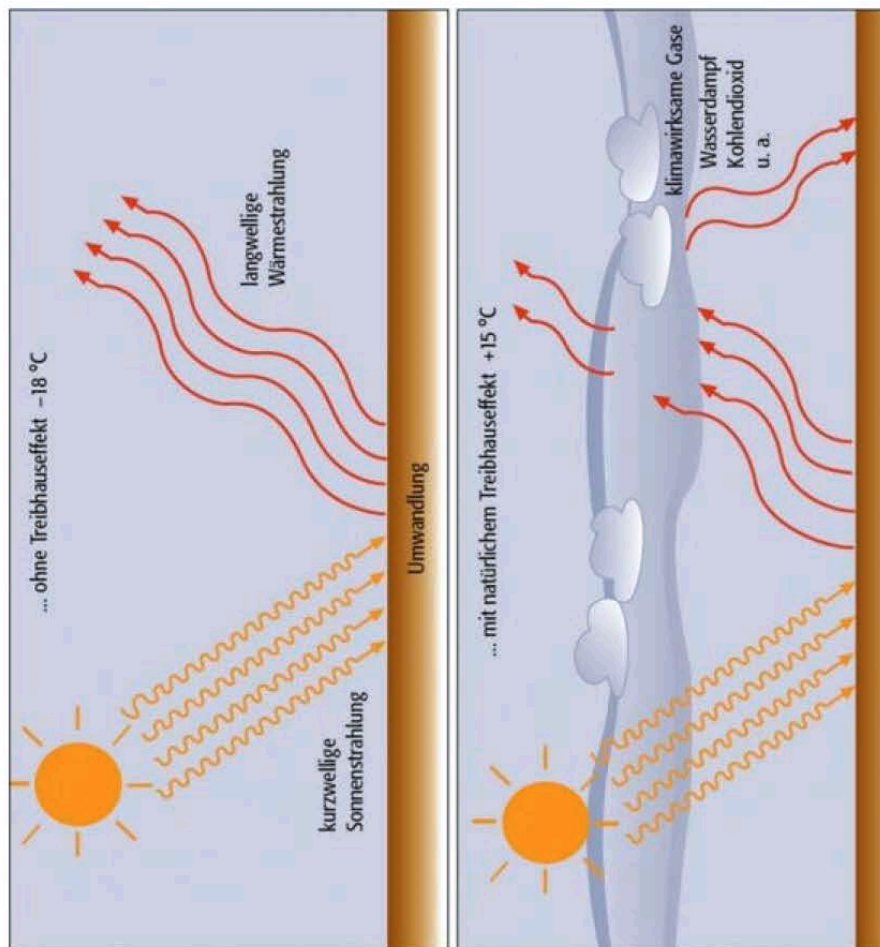
- Physikalischer Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort über einen kürzeren Zeitraum
- Gekennzeichnet durch meteorologische Elemente (Sonnenschein, Regen) und ihr Zusammenwirken

Was bedeutet Klima?

- Zusammenfassung von Wettererscheinungen über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren
- Gekennzeichnet durch Extremwerte, Mittelwerte, Häufigkeiten usw.



Der natürliche Treibhauseffekt



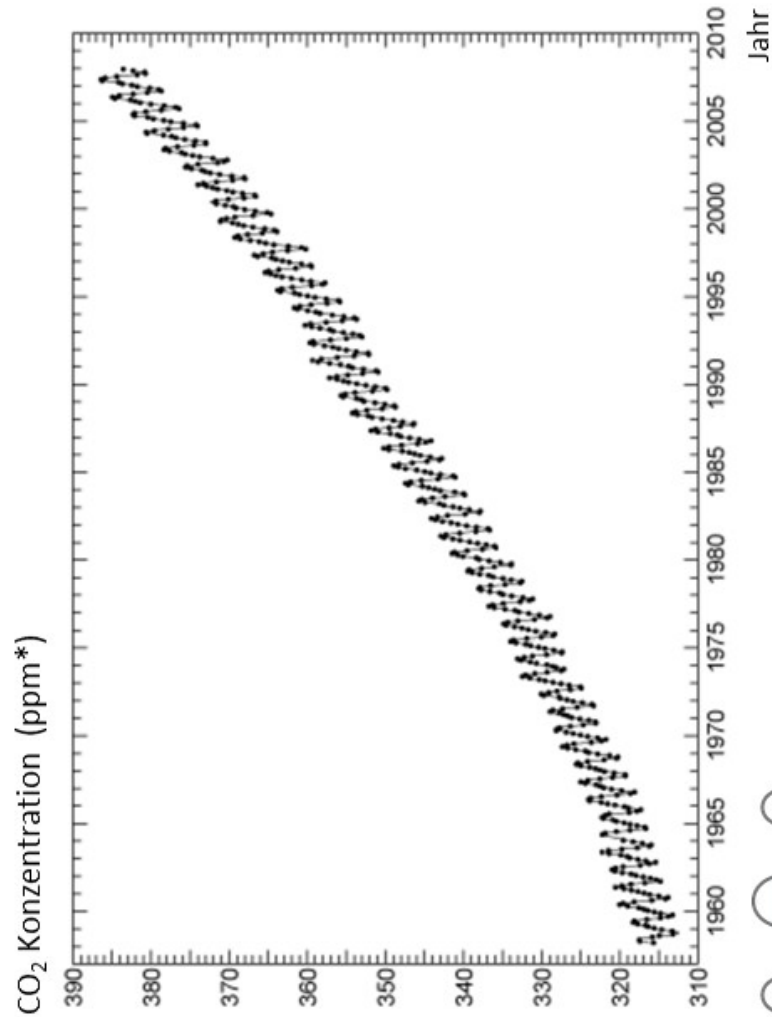
Was bedeutet **anthropogener Treibhauseffekt**?

- Als **Klimawandel** bezeichnet man eine grundsätzliche Veränderung des Klimas, unabhängig von Zeit und Raum
- Als **anthropogenen Klimawandel** bezeichnet man den durch die Menschen verursachten Klimawandel
- Die **natürlichen Treibhausgase** sind lebensnotwendig für das Leben auf der Erde
- Durch den Menschen verursachte Emissionen bringen den natürlichen Treibhauseffekt aus dem Gleichgewicht, es kommt unter anderem zu einem Temperaturanstieg.

Grafik: Allianz Umweltstiftung, Informationen zum Thema Klima (© Allianz Umweltstiftung)

Der anthropogene Treibhauseffekt

Messungen der atmosphärischen CO₂-Konzentration
am Vulkan Mauna Loa, Hawaii



Modifiziert von livescience.com

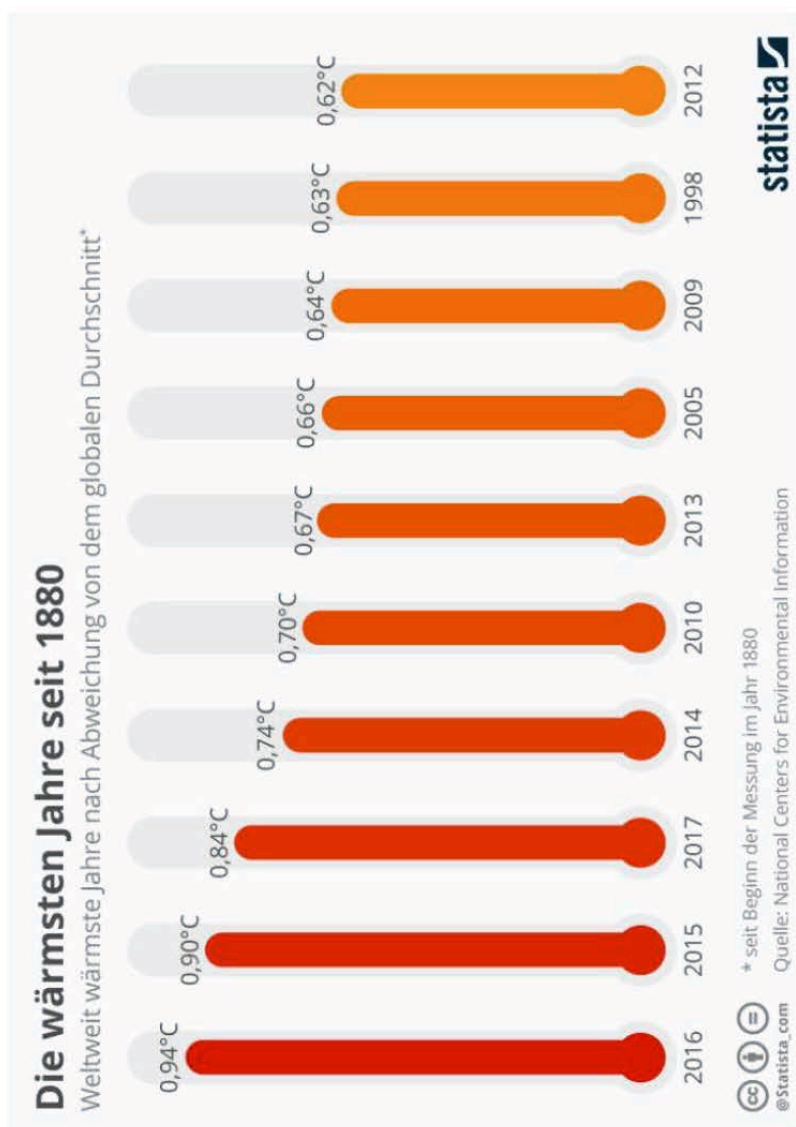
*Die CO₂-Konzentration wird in ppm, also „parts per million“ angegeben. Dies bedeutet, dass ein CO₂-Molekül pro 1.000.000 anderer Luftmoleküle auftritt.

Keeling Kurve

Die nach Charles David Keeling benannte Kurve zeigt erstmals den Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration durch den menschlichen Einfluss.

Jahresverlauf

Die Kurve zeigt auch die jahreszeitlichen Schwankungen. Während die CO₂-Konzentration im Frühling mit austreibender Vegetation abnimmt, steigt sie besonders im Herbst.



Temperaturanstieg

Seit dem Jahr 2000 wurden 9 der 10 wärmsten Jahre seit Beginn der Aufzeichnungen gemessen.

Die Gletscher der Erde - Zeugen des Klimawandels

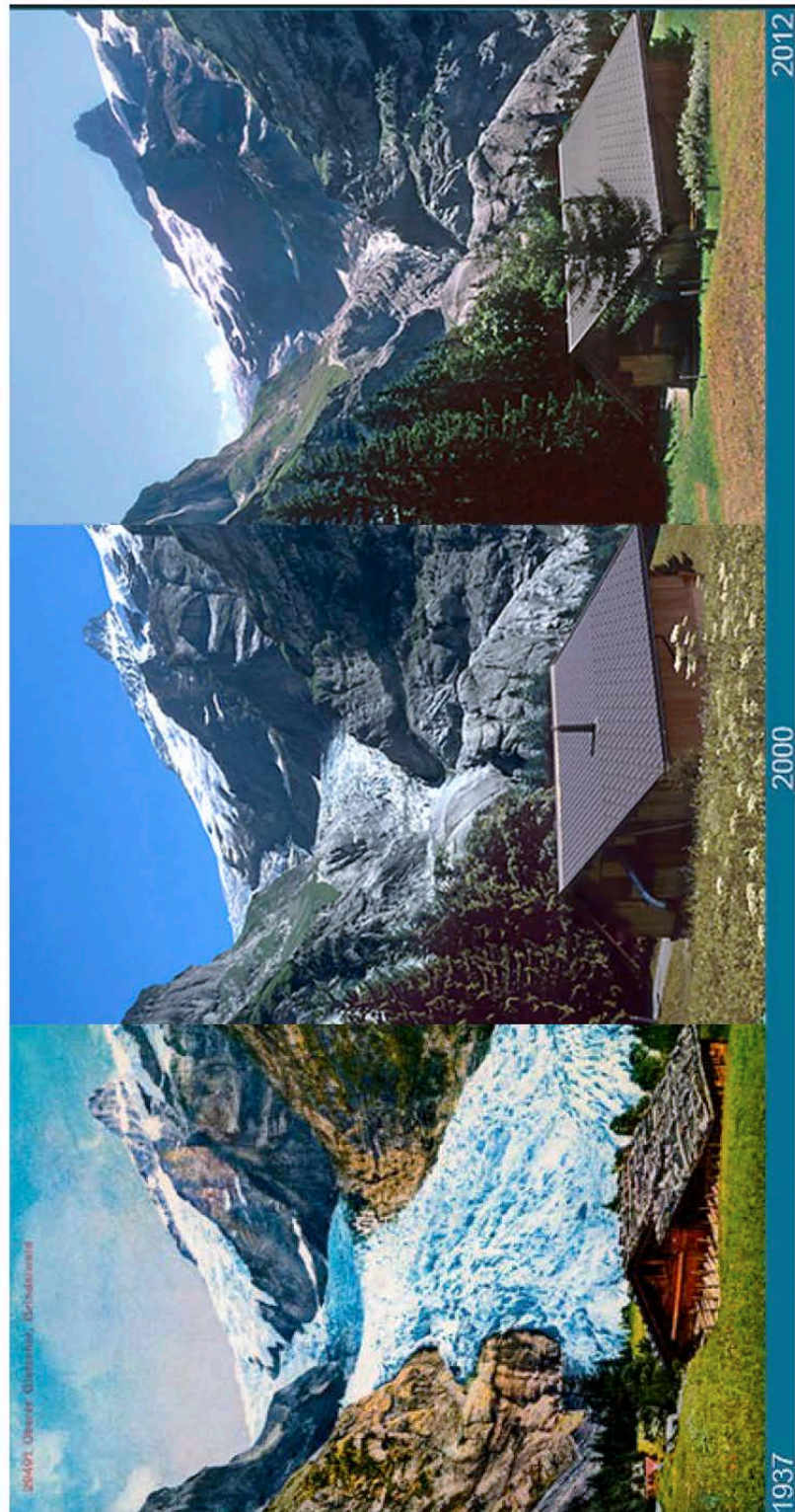


Foto: Grindelwald Gletscher Schweiz
© Sammlung Gesellschaft für ökologische Forschung / Daniele Grosse / Wolfgang Zängl

8

HINTERGRUNDINFORMATIONEN TEIL 1

Einleitung *Der Treibhauseffekt*

Das Klima der Erde unterlag zwar schon immer Schwankungen, die einen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten nach sich zogen (Wanner 2009).¹ Allerdings ist die Geschwindigkeit, der seit Beginn der Industrialisierung im 18. Jahrhundert zu beobachtenden Erwärmung deutlich höher als jemals zuvor. Die Ursachen liegen in der fortschreitenden industriellen Entwicklung und in der rasant steigenden Weltbevölkerung. Beides zusammen verursachte in den letzten Jahrzehnten einen dramatischen Anstieg der in die Erdatmosphäre emittierten Treibhausgase. Diese Zunahme der Treibhausgase in der Atmosphäre verursacht den anthropogenen Treibhauseffekt, d.h. der natürliche Treibhauseffekt wird aus dem Gleichgewicht gebracht, was wiederum zu einer Erwärmung der Erdoberfläche führt (Beuermann & Hüging 2014).²

Seit der Industrialisierung hat sich die Erde bereits um ca. 1 Grad Celsius erwärmt – mit schwerwiegenden Folgen für Mensch und Umwelt (IPCC 2018).³ Wie stark sich das Klima weiter verändern wird, ist davon abhängig, wie viel weitere Treibhausgase durch den Menschen freigesetzt werden. Ein rasches Handeln ist daher von enormer Wichtigkeit, um schwerwiegende Folgen für Mensch und Umwelt abzuwenden (IPCC 2013).⁴

¹ Wanner, H. (2009): Zum Klimagedächtnis der Gletscher - ein Blick in die Kleine Eiszeit. In: Mitteilung der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Online unter: <http://www.ngbe.ch/wordpress/wp-content/uploads/2014/08/Heinz-Wanner.pdf>, [Stand: 31.01.2019].

² Beuermann, C. und Hüging, H. (2014): Vom Menschen gemacht: Der anthropogene Treibhauseffekt. In: Bundeszentrale für politische Bildung, vom 10.3.2014. Online unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38441/anthropogener-treibhauseffekt>, [Stand: 17.12.2018].

³ IPCC (2018): 1,5°C Globale Erwärmung. Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. In: Intergovernmental Panel on Climate Change, vom 30.11.2018. Online unter: https://www.de-ipcc.de/media/content/SR1.5-SPM_de_181130.pdf, [Stand: 05.12.2018].

⁴ IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. In: Intergovernmental Panel on Climate Change. Online unter: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, [Stand: 17.12.2018].

Folie 2

Testimonials

Die zur Verfügung gestellten Zitate können Impulse setzen, um in das Thema einzusteigen.

Folie 3

Konsens über den Konsens

Seit der Jahrtausendwende wurden mehrere **Studien** durchgeführt, um herauszufinden, wie groß die Einigkeit in der Wissenschaft ist, dass ein menschengemachter Klimawandel stattfindet. Schließlich ist eines der Hauptargumente von Klimaskeptiker*innen, dass sich die Wissenschaftler*innen nicht einmal untereinander darüber einig sind. Um diese Frage zu klären, wurden unterschiedliche Methoden verwendet. Naomi Oreskes (2004)⁵ und John Cook (2013)⁶ beispielsweise, untersuchten wissenschaftliche, peer-reviewte⁷ Veröffentlichungen. Peter T. Doran und Kendall Zimmermann (2009)⁸ befragten Klimawissenschaftler*innen zu ihrer Meinung und William R. L. Anderegg et al. (2010)⁹ zählten Klimawissenschaftler*innen, die Deklarationen für oder gegen den Konsens zur Erderwärmung unterzeichnet haben. Jede einzelne der Studien kam zu dem Schluss, dass eine weitreichende Einigkeit (immer über 90 Prozent) über den Tatbestand besteht, der auf Evidenz beruht. Die folgenden Studien haben sich alle mit der Thematik befasst. Einige davon finden in der

⁵ Oreskes, N. (2004): The Scientific Consensus on Climate Change. In: Science, vom 03.12.2004. Online unter: <http://science.sciencemag.org/content/sci/306/5702/1686.full.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

⁶ Cook, J. et al. (2013): Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. In: Environmental Research Letters, vom 15.05.2013. Online unter: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/2/024024/pdf>, [Stand: 31.01.2019].

⁷ Beim „Peer Review“-Prozess wird eine Veröffentlichung anderen Kolleg*innen mit derselben Spezialisierung vorgelegt. Diese können dann überzeugende Einwände erheben. So wird sichergestellt, dass die in der Veröffentlichung beschriebene Forschung den nötigen wissenschaftlichen Standards entspricht und so die entsprechenden Ergebnisse als zuverlässig erachtet werden können.

⁸ Doran, P. T. und Kendall Zimmerman, M. (2009): Examining the Scientific Consensus on Climate Change. In: Eos, Transactions, American Geophysical Union, vom 20.01.2009. Online unter: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/testfolder/aa-migration-to-be-deleted/assets-delete-me/documents-delete-me/ssi-delete-me/ssi/DoranEOS09.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

⁹ Anderegg, W. R. L. et al. (2010): Expert credibility in climate change. In: PNAS, vom 06.07.2010. Online unter: <https://www.pnas.org/content/pnas/107/27/12107.full.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

Präsentation Erwähnung: Oreskes, N. (2004),¹⁰ Doran, P. T. & Kendall Zimmermann (2009),¹¹ Anderegg, W. R. L. et al. (2010),¹² Cook, J. et al. (2013),¹³ Verheggen, B. et al. (2014),¹⁴ Stenhouse, N. et al. (2014),¹⁵ Carlton, J. S. et al. (2015),¹⁶ Robinson, S. F. (2018).¹⁷

Weiterführende Informationen:

Mehr Informationen findet man auf **Skeptical Science**, einer mehrsprachigen Webseite, die klimaskeptische Argumente unter die Lupe nimmt und sie mithilfe wissenschaftlicher Beweise widerlegt: <https://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=6>, [Stand: 04.12.2018]

¹⁰ Oreskes, N. (2004): The Scientific Consensus on Climate Change. In: Science, vom 03.12.2004. Online unter: <http://science.sciencemag.org/content/sci/306/5702/1686.full.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

¹¹ Doran, P. T. und Kendall Zimmerman, M. (2009): Examining the Scientific Consensus on Climate Change. In: Eos, Transactions, American Geophysical Union, vom 20.01.2009. Online unter: <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/testfolder/aa-migration-to-be-deleted/assets-delete-me/documents-delete-me/ssi-delete-me/ssi/DoranEOS09.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

¹² Anderegg, W. R. L. et al. (2010): Expert credibility in climate change. In: PNAS, vom 06.07.2010. Online unter: <https://www.pnas.org/content/pnas/107/27/12107.full.pdf>, [Stand: 17.12.2018].

¹³ Cook, J. et al. (2013): Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature. In: Environmental Research Letters, vom 15.05.2013. Online unter: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/8/2/024024/pdf>, [Stand: 31.01.2019].

¹⁴ Verheggen, B. et al. (2014): Scientists' Views about Attribution of Global Warming. In: Environmental Science and Technology, vom 22.07.2014. Online unter: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es501998e>, [Stand: 17.12.2018].

¹⁵ Stenhouse, N. et al. (2014): Meteorologists' views about global warming: a Survey of American Meteorological Society Professional Members. In: American Meteorological Society, vom Juli 2014. Online unter: <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-13-00091.1>, [Stand: 17.12.2018].

¹⁶ Carlton, J. S. et al. (2015): The climate change consensus extends beyond climate scientists. In: Environmental Research Letters, vom 24.09.2015. Online unter: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/10/9/094025/pdf>, [Stand: 17.12.2018].

¹⁷ Robinson, S. F. (2018): The Scientific Consensus on Climate Change. In: Boston University, Institute for Sustainable Energy, vom 13.11.2018. Online unter: <https://www.bu.edu/ise/2018/11/13/the-scientific-consensus-on-climate-change/>, [Stand: 17.12.2018].

Folie 4

Wetter und Klima

Wenn man begreift, wie groß der Einfluss des Klimas auf das Leben unserer Erde ist, versteht man auch mögliche Konsequenzen einer Klimaänderung. Was aber bedeutet eigentlich der Begriff "Klima"? In der Alltagssprache wird häufig nicht klar zwischen den Begriffen "Klima" und "Wetter" unterschieden. Um zu verstehen, was Klimawandel bedeutet, ist es aber wichtig, beide Begriffe zu unterscheiden.

Wir beginnen mit dem Wetter: Unter **Wetter** versteht man den kurzfristigen Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit, z. B. ob die Sonne scheint, es regnet, es kalt oder warm ist und woher der Wind kommt. Das Wetter variiert im Laufe der Zeit an einem Ort sehr stark.

Das **Klima** dagegen bezieht sich auf längere Zeiträume – mindestens 30 Jahre. Es gibt vor, in welchem Rahmen das Wetter variiert. Aus einer Vielzahl an Wetterbeobachtungen lassen sich dabei typische Verhältnisse ableiten. Dadurch lässt sich das Klima für ein Gebiet bestimmen. Die Region kann klein oder groß sein, eine Stadt oder ein Kontinent oder auch die ganze Erde. Aber das Klima stellt nicht nur die durchschnittlichen Wetterverhältnisse dar, sondern beschreibt auch die Wahrscheinlichkeiten für Extremereignisse und für Abweichungen von den Mittelwerten. Während sich das Wetter auf die Atmosphäre bezieht, spielen für das Klima noch weitere Faktoren eine Rolle, z. B. die Ozeane.

So lässt sich zusammenfassend sagen: Das Wetter können wir erleben, das Klima aber nur berechnen. Wichtig zu wissen ist, dass ein einzelnes Wetterereignis nicht auf den Klimawandel zurückgeführt werden kann, sondern im Kontext langer Beobachtungszeiträume analysiert werden muss. So sind beispielsweise die Rekordsommer 2003 oder 2018 nicht allein als Indiz für Veränderungen des Klimas zu bewerten. Der Vergleich mit vielen anderen Sommern zeigt aber, dass eine Veränderung der statistischen Parameter, wie der Durchschnittstemperatur, und somit des Klimas stattgefunden hat (Hüging 2013).¹⁸

¹⁸ Hüging, H. (2013): Wetter, Klima und Klimawandel. In: Bundeszentrale für politische Bildung, vom 31.5.2013. Online unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/38427/wetter-klima-und-klimawandel>, [Stand: 17.12.2018].

Folie 5

Der natürliche Treibhauseffekt

Der natürliche Treibhauseffekt sorgt für eine durchschnittliche Temperatur von +15 Grad Celsius auf der Erde und macht dadurch erst das Leben für die Menschen möglich. Ohne natürlichen Treibhauseffekt würde die mittlere Temperatur etwa -18 Grad Celsius betragen und die Erde wäre vereist. Der Treibhauseffekt bewirkt, dass nur ein Teil der langwelligen Wärmestrahlung die Atmosphäre wieder verlassen kann. Der Großteil der Strahlung wird absorbiert und zum Teil zur Erde zurückgestrahlt. Dadurch erwärmen sich die Erdoberfläche und die tieferen Schichten der Atmosphäre.

Ein Gewächshaus funktioniert ganz ähnlich. Sein Glasdach ist durchlässig für die kurzwellige (sichtbare) Sonnenstrahlung, sodass sich das Innere des Treibhauses erwärmt. Diese Wärme bleibt im Treibhaus, da sie nicht als Wärmestrahlung durch das Glas nach außen gelangen kann. In der Atmosphäre übernehmen sogenannte Treibhausgase die Rolle des Glasdachs. Wasserdampf und Kohlendioxid (CO₂) sind die wichtigsten Treibhausgase. Daneben haben aber auch Methan (CH₄), Stickoxide (NO_x), Ozon (O₃) und weitere Gase der Atmosphäre eine Treibhausgaswirkung. Insgesamt machen die Treibhausgase jedoch nur einen sehr geringen Teil unserer Atmosphäre aus. Circa 99 Prozent der Atmosphäre bestehen aus Stickstoff und Sauerstoff, die keine Treibhausgaswirkung haben. Verändert man die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre, hat das einen Einfluss auf den Treibhauseffekt. Es verändern sich dadurch die Temperaturen und das gesamte Klimasystem der Erde (Wiki Bildungsserver 2019).¹⁹

Weiterführende Informationen:

In dem Erklärfilm "**E Mission CO₂**" wird kurz, knapp und leicht verständlich der Treibhauseffekt erklärt: <https://vimeo.com/71004199>, [Stand: 04.12.2018]

¹⁹ Wiki Bildungsserver (2019): Treibhauseffekt. Online unter:
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhauseffekt>, [Stand: 09.01.2019].

Folie 6**Der anthropogene Treibhauseffekt**

Seit dem Beginn der industriellen Revolution hat sich die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre erhöht. Die Erfindung der Dampfmaschine und Verschmelzung zu Koks Kohle, mit der Eisen hergestellt werden konnte, brachten den Menschen Erleichterung und Wohlstand. Allerdings hat die Tatsache, dass der Mensch fossile Energieträger, wie Kohle, verbrennt auch zur Folge, dass er massiv in den natürlichen Treibhauseffekt und das Klimasystem eingreift (Rahmstorf 2007).²⁰ Die fortlaufende Erhöhung der Treibhausgase in der Atmosphäre führt dazu, dass immer mehr Wärme nicht zurück in den Weltraum entweichen kann, sondern wie unter einer Kuppel gefangen bleibt und unseren Planeten weiter erwärmt.

Auf dem Vulkan Mauna Loa befindet sich eine meteorologische Forschungsstation, die sich besonders gut zur Messung von atmosphärischem Kohlendioxid eignet, da dort eine gute Durchmischung der Luft vorliegt. Aufgrund der isolierten Lage und der 3400 m Höhe werden die Messungen außerdem kaum von menschlichem Einfluss gestört (Lockwood & Rhodes 1995).²¹

Seit dem Jahr 1958 wird auf der Station der CO₂-Gehalt der Luft gemessen, um herauszufinden, welchen Einfluss der Mensch auf die Zusammensetzung der Atmosphäre hat und wie stark die Emissionen des Treibhausgases Kohlendioxid sind. Diese Messreihe ist die längste kontinuierliche Aufzeichnung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und wird nach dem maßgeblich beteiligten Forscher Charles David Keeling benannt (Freisteller 2017).²² Die globale Konzentration von Kohlendioxid ist seit Beginn der Industrialisierung um 42 Prozent gestiegen (UBA 2017).²³

Weiterführende Informationen:

Animation zur Entwicklung der atmosphärischen CO₂-Konzentration:

<https://www.youtube.com/watch?v=UatUDnFmNTY>, [Stand: 15.11.2018]

²⁰ Rahmstorf, S. (2007): Klimawandel - einige Fakten. In: Bundeszentrale für politische Bildung, vom 09.11.2007. Online unter: <http://www.bpb.de/apuz/30101/klimawandel-einige-fakten>, [Stand: 17.12.2018].

²¹ Lockwood, J. P. und Rhodes, J. M. (1995): Mauna Loa revealed: Structure, Composition, History and Hazards. In: Geophysical Monograph 92, American Geophysical Union. Online unter: <https://web.archive.org/web/19980114152259/http://mlo.serv.mlo.hawaii.gov/publish/steve/VolcCO2.htm>, [Stand: 17.12.2018].

²² Freisteller, F. (2017): Klimawandel, Kohlenstoffdioxid und die Keeling-Kurve. In: Science Blogs, vom 13.02.2017. Online unter: <http://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2017/02/13/klimawandel-kohlenstoffdioxid-und-die-keeling-kurve/>, [Stand: 17.12.2018].

²³ UBA (2017): Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen. In: Umweltbundesamt, vom 07.08.2017. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#textpart-1>, [Stand: 25.01.2018].

Folie 7

Der Temperaturanstieg

Das Jahr 2016 war global das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen 1880, wobei die mittlere globale Lufttemperatur in Oberflächennähe um rund 0,94 Grad Celsius höher war als das Mittel des 20. Jahrhunderts. Darauf folgen die Jahre 2015 an zweiter und 2017 an dritter Stelle (NOAA 2017).²⁴ 2018 belegt weltweit betrachtet den vierten Platz (WMO 2018)²⁵ und in Deutschland war es sogar das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen (DWD 2018).²⁶

Fakt ist, dass es im Verlauf der Erdgeschichte immer mal wieder Schwankungen gab. Das Klima wird von verschiedenen äußeren Faktoren beeinflusst, wie Erdbahnzyklen, Sonnenaktivität, Vulkanausbrüchen, Treibhausgasen und unterliegt zudem internen Schwankungen (UBA 2014).²⁷ Die Überlagerung dieser Faktoren bestimmt die Oberflächentemperatur. Sie beeinflussen das Klima dabei auf unterschiedlichen Zeitskalen. So haben z. B. Vulkanausbrüche nur eine Wirkung von wenigen Jahren.

Die anthropogenen CO₂-Emissionen bilden einen neuen und unnatürlichen zusätzlichen Einflussfaktor (UBA 2016).²⁸ Es kommt bei den Auswirkungen auf die Ökosysteme und die Gesellschaft jedoch nicht nur auf den Betrag, sondern auch sehr auf die Geschwindigkeit der Veränderungen an, da eine langsamere Klimaänderung eine Anpassung wesentlich erleichtert (Rahmstorf & Neu 2004).²⁹ Eine Tatsache unterscheidet die Situation aber noch maßgeblich von den historischen Gegebenheiten: Aktuell leben mehr als 7 Milliarden Menschen auf der Erde, die ernährt werden wollen und in einem Großteil der Welt auch in einem gewissen Wohlstand leben. Viele dieser Menschen haben durch ihren Lebensstil einen hohen ökologischen Fußabdruck und sind dadurch auch maßgeblich an der Verursachung des Klimawandels beteiligt. Auf der anderen Seite sind genau diese Menschen auch von den Folgen des Klimawandels betroffen. Der Spruch, dass man aus seinen Fehlern lernen kann, trifft für die Menschheit, die die Klimaerwärmung verursacht, leider nicht zu. Für unser Verhalten gibt es keinen Probelauf und keine zweite Chance. Das Risiko ist hoch, dass sich Prozesse in Gang setzen, die unumkehrbar sind (PIK 2017).³⁰ Zweifeln am hohen Risiko sei gesagt, dass es wahrscheinlich zu spät sein wird, die Auswirkungen des Klimawandels einzudämmen, wenn wir auf einen hundertprozentigen

²⁴ NOAA (2017): Global Climate Report - Annual 2017. In: NOAA National Centers for Environmental Information, vom Januar 2018. Online unter: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201713>, [Stand: 17.12.2018].

²⁵ WMO (2018): WMO climate statement: past 4 years warmest on record. In: World Meteorological Organization, vom 29.11.2018. Online unter: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-climate-statement-past-4-years-warmest-record>, [Stand: 11.01.2019].

²⁶ DWD (2018): Erste Bilanz des Deutschen Wetterdienstes zum Jahr 2018 in Deutschland. In: Deutscher Wetterdienst, vom 20.12.2018. Online unter: https://www.dwd.de/DE/presse/pressemitteilungen/DE/2018/20181220_jahr2018_rekord_news.html, [Stand: 11.01.2019].

²⁷ UBA (2014): Klima und Treibhauseffekt. In: Umweltbundesamt, vom 01.09.2014. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/klima-treibhauseffekt#textpart-1>, [Stand: 17.12.2018].

²⁸ UBA (2016): Klimawandel. In: Umweltbundesamt, vom 23.02.2016. Online unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel>, [Stand: 17.12.2018].

²⁹ Rahmstorf, S. und Neu, U. (2004): Klimawandel und CO₂: haben die „Skeptiker“ recht? Online unter: http://www.pik-potsdam.de/~stefan/Publications/Other/rahmstorf_neu_2004.pdf, [Stand: 17.12.2018].

³⁰ PIK (2017): Kippelemente - Die Achillesferse im Erdsystem. In: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, vom 01.02.2018. Online unter: https://www.pik-potsdam.de/services/infothek/kippelemente/kippelemente?set_language=de, [Stand: 17.12.2018].

Beweis warten wollen. Die Frage sei erlaubt, ob Sie einen Ausflug mit dem Fahrrad unternehmen würden, wenn sie wissen, dass die Muttern des Vorderrades locker sind?

Weiterführende Informationen:

Auf dieser Seite kann man seinen ökologischer Fußabdruck berechnen und auch Tipps erhalten, wie man ihn verkleinern kann: <https://www.fussabdruck.de/fussabdrucktest/#/start/index/>, [Stand: 18.12.2018].

Folie 8

Die Gletscher der Erde – Zeugen des Klimawandels

Mit enormer Kraft dringen gigantische Gletscher in die Landschaft ein. Das ist wahrlich beeindruckend anzuschauen. Seit Jahren ist allerdings ein massiver Gletscherrückgang zu beobachten (Roe et al. 2017),³¹ weil durch die Erwärmung die Gletscher weltweit dramatisch abschmelzen. Gletscher sind Indikatoren für den globalen Klimawandel, da sie anschaulich die Konsequenzen des stattfindenden Temperaturanstiegs zeigen. Vielen ist dabei aber gar nicht bewusst, dass es einen Zusammenhang zwischen Gletscherrückgang und Wasserverknappung gibt. Nur ein Viertel der weltweiten Süßwasserreserven entfällt auf Grundwasser, Seen, Flüsse. Gletscher sind gigantische Süßwasserspeicher (Wissen.de 2019).³² Es leiden beispielsweise Städte an der südamerikanischen Westküste, wie Lima, bereits heute unter massivem Wassermangel, da die Andengletscher dort vollständig verschwunden sind (Wiki Bildungsserver 2019a).³³

Verschwinden die Gletscher, verändern sich auch Lebensräume. Parallel verursacht die Erwärmung auch eine Abnahme der Stabilität von Bergregionen, denn Permafrost wirkt quasi als „Kleber“, während Tauwasser in Felsen eindringt und die Verwitterung beschleunigt. Die zunehmenden Abgänge von Gerölllawinen, wie das Ereignis von Randa in der Schweiz, sind dadurch eine zunehmende Gefahr für Mensch und Infrastruktur (PLANAT 2005).³⁴ Auch heute sieht man auf der riesigen Schutthalde noch Felsblöcke in der Größe eines Einfamilienhauses.

Infolge des Temperaturanstiegs nehmen erst die Gletscherabflüsse zu, was in Kombination mit Starkniederschlägen die Gefahr von Hochwassern erhöht. Langfristig führen abnehmende Gletschermassen jedoch zu einer Verringerung des Gletscherabflusses. In Deutschland ist deshalb beispielsweise mit niedrigeren Wasserständen vieler Flüsse zu rechnen. Das ist wiederum mit wirtschaftlichen Folgen für die Schifffahrt und den Betrieb sowie die Kühlung von Kraftwerken verbunden (Escher-Vetter 2007).³⁵ Wichtig ist jedoch auch, dass in Ländern, deren Wasserversorgung auf großen Flusssystemen basiert, wie z. B. Indien oder Bangladesch (Ganges), zukünftig mit saisonal stark schwankenden Abflüssen rechnen müssen (Greenpeace 2012).³⁶ Viele der großen Flüsse in Süd- und Südostasien, wie der Ganges oder der Indus, entspringen in den Gebirgen zwischen Hindukusch und Himalaya und liefern Wasser für viele Millionen Menschen (Wiki Bildungsserver 2019b).³⁷ Ohne

³¹ Roe, G. H. et al. (2017): Centennial glacier retreat as categorical evidence of regional climate change. In: Nature Geoscience, vom 12.12.2016. Online unter: <https://www.nature.com/articles/ngeo2863>, [Stand: 17.12.2018].

³² Wissen.de (2019): Das Wasser – Tropfen voller Kostbarkeit. Online unter: <https://www.wissen.de/bildwb/das-wasser-tropfen-voller-kostbarkeit>, [Stand: 11.01.2019].

³³ Wiki Bildungsserver (2019a): Wasserprobleme und Klimawandel in den tropischen Anden. Online unter: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wasserprobleme_und_Klimawandel_in_den_tropischen_Anden, [Stand: 11.01.2019].

³⁴ PLANAT (2005): Bergsturz Randa. In: Plattform Naturgefahren. Online unter: <http://www.planat.ch/de/bilder-detailansicht/datum/2010/09/01/bergsturz-randa-1991/>, [Stand: 11.01.2019].

³⁵ Escher-Vetter, H. (2007): Gebirgsgletscher im Klimawandel – Auswirkungen auf die Wasserversorgung. In: Deutscher Wetterdienst. Online unter: https://www.dwd.de/DE/leistungen/klimastatusbericht/publikationen/ksb2007_pdf/a1_2007.pdf?__blob=publicationFile&v=1, [Stand: 17.12.2018].

³⁶ Greenpeace (2012): Berge ohne Eis: Die Gletscher schmelzen. Online unter: <https://www.greenpeace.de/themen/klimawandel/folgen-des-klimawandels/berge-ohne-eis-die-gletscher-schmelzen>, [Stand: 11.01.2019].

³⁷ Wiki Bildungsserver (2019b): Wasserprobleme und Klimawandel in Asien. Online unter: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Wasserprobleme_und_Klimawandel_in_Asien, [Stand: 11.01.2019].

das Schmelzwasser der Gletscher könnten mehr als eine halbe Millionen Menschen in eine systemische Wasserknappheit geraten (Greenpeace 2012).³⁸ Zurzeit gleichen die zunehmenden Gletscherabflüsse dies noch aus. Zur Erfassung von Gletscheränderungen wurde ein Gletscher-Beobachtungsnetz eingerichtet (WGMS 2018).³⁹ Die Daten bieten u. a. die Grundlage für die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen.

Weiterführende Informationen:

Durch den Klimawandel ziehen sich die Gletscher weltweit dramatisch zurück: <https://www.planet-wissen.de/natur/klima/gletscher/pwiegletscherschmelze100.html>, [Stand: 18.12.2018].

³⁸ Greenpeace (2012): Berge ohne Eis: Die Gletscher schmelzen. Online unter: <https://www.greenpeace.de/themen/klimawandel/folgen-des-klimawandels/berge-ohne-eis-die-gletscher-schmelzen>, [Stand: 11.01.2019].

³⁹ WGMS (2019): What is the current state of glaciers around the world? In: World Glacier Monitoring Service. Online unter: <https://wgms.ch/>, [Stand: 30.01.2019].