

# Klimawandel

## Wie lässt sich der Klimawandel definieren?

In der Klimatologie werden die Klimazonen nach ihren Merkmalen eingeteilt: tropisch, gemässigt, äquatorial, wüstenartig, polar. Innerhalb dieser grossen Kategorien gibt es weitere Unterteilungen (die gemässigte Zone wird in die ozeanische, mediterrane und kontinentale Zone unterteilt). Unter Klimawandel versteht man eine Veränderung aller Merkmale des Klimas (Temperatur, Luftdruck, Windgeschwindigkeit, Niederschlag, Sonnenscheindauer), die über einen längeren Zeitraum – in der Regel Jahrzehnte oder länger – bestehen bleibt. Seit einigen Jahren werden deutliche Klimaveränderungen beobachtet; sie stellen ein grosses Risiko für die Menschen und die Biodiversität dar. Der Klimawandel wird von Klimaforschenden beobachtet, die die klimatischen Bedingungen der Vergangenheit über Jahrzehnte bis hin zu Millionen von Jahren zurück untersuchen. Heute werden von ihnen auch Prognosen zum mittelfristigen Zustand des Klimas verlangt. [Die Klimatologie unterscheidet sich von der Meteorologie](#), die sich auf Messungen der vergangenen Tage stützt, um kurzfristige Vorhersagen zu Temperaturen, Winden oder Niederschlägen zu treffen. Die von Klimatologinnen und Klimatologen verwendeten Prognosemodelle sind daher nicht dieselben wie diejenigen in der Meteorologie.

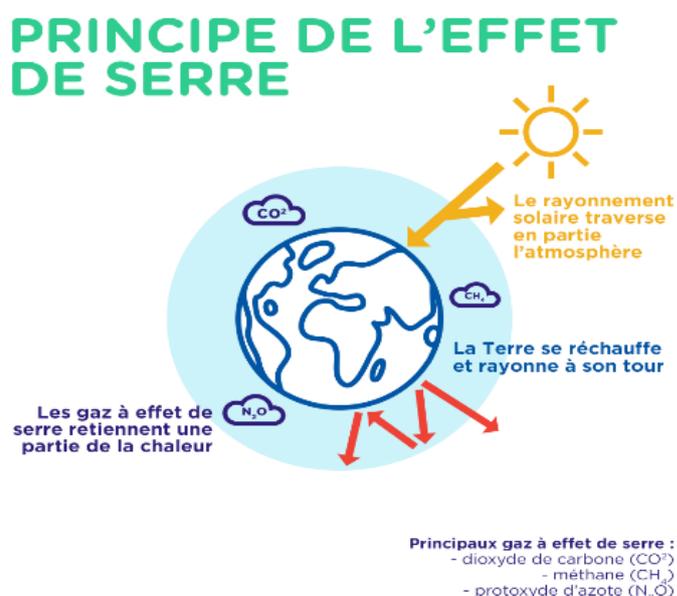
## Verändert sich das Klima auf natürliche Weise?

(Eiszeiten und Nachtgleichen). Diese beiden Variablen führen zu Veränderungen, die sich gegenseitig beeinflussen und das Klima verändern. Untersuchungen von Geologinnen und Geologen haben gezeigt, dass die heutige Sahara (Wüstengezeigt, dass die heutige Sahara (Wüstengezeigt, dass die heutige Sahara (Wüsten'000 Jahren ein Polarklima herrschte.000 Jahren ein Polarklima herrschte.000 Jahren ein Polarklima herrschte.

Das Klima schwankt tatsächlich auch auf natürliche Weise. Heutzutage werden diese Variationen aber durch menschliche Aktivitäten beschleunigt und verstärkt. Dieser doppelte Ursprung – natürlich und anthropogen – wird von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern eindeutig festgestellt und von den Staaten im Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) anerkannt. Das Wissen um die schädlichen Auswirkungen der vom Menschen verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen war der Öl Lobby bereits in den 1970er Jahren bekannt, wie [Keith Larson](#) bekräftigt und weitere Forschungsergebnisse belegen.

## Welcher Zusammenhang besteht zwischen Treibhauseffekt und Klimawandel?

Der Treibhauseffekt ist ein natürliches Phänomen, das einen Teil des Sonnenlichts zurückhält und dadurch eine lebensfreundliche Temperatur auf der Oberfläche unseres Planeten ermöglicht. Dieses Phänomen wird in Analogie zum Gewächshaus einer Gärtnerei «Treibhauseffekt» genannt. Man schätzt, dass die durchschnittliche Temperatur auf der Erdoberfläche ohne den Treibhauseffekt höchstens  $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$  statt der uns bekannten  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$  betragen würde. Diese Eigenschaft der Atmosphäre, Wärme einzufangen, ist auf bestimmte Gase zurückzuführen, die als «Treibhausgase» (THG) bezeichnet werden. Die wichtigsten dieser Gase sind Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ), Ozon ( $\text{O}_3$ ) und Distickstoffmonoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ , Lachgas). Sie sind natürlichen Ursprungs oder stehen in direktem Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten. Wenn sie mit menschlichen Aktivitäten verbunden sind, tragen sie zur globalen Erwärmung bei.



<https://www.conventioncitoyennepourleclimat.fr/2019/12/04/quest-ce-que-leffet-de-serre/>

## Welche Rolle spielt der Mensch beim Klimawandel?

Seit der industriellen Revolution wurde die Produktion von Treibhausgasen durch menschliche Aktivitäten erhöht, vor allem durch die Verbrennung fossiler Energieträger (Öl, Gas, Kohle). Seit einem Jahrhundert steigt die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Erde tendenziell an. Die Klimaforschung hat gezeigt, dass dieser Temperaturanstieg mit dem drastischen Anstieg der Emissionen insbesondere von  $\text{CO}_2$ , aber auch von Methan und Stickstoff im Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten korreliert.

Ein negativer Effekt dieses Temperaturanstiegs ist das Auftauen der Permafrostböden. Diese dauerhaft gefrorenen Unterböden in den alpinen, arktischen und antarktischen Regionen verschwinden tendenziell, wenn sich die Erde erwärmt. So entsteht ein Teufelskreis, denn das Auftauen der Permafrostböden verstärkt wiederum den Treibhauseffekt, weil dabei Gase wie Kohlendioxid und Methan freigesetzt werden, die in den gefrorenen Böden eingeschlossen sind.

## Wie sind die Prognosen für die Zukunft?

Die Klimaforscherinnen und Klimaforscher des IPCC verändern die Parameter und die Modellierungen und entwickeln so verschiedene Szenarien, die selbstverständlich prospektiv sind, aber Trends aufzeigen. Unabhängig von der Diskussion über diese Trends lassen sich verschiedene Folgen vorher-sagen. Zahlreiche davon sind bereits durch Beobachtungen und Messungen belegt.

## Was sind die Folgen des Klimawandels?

Zu den direkten Folgen des vom Menschen verursachten Klimawandels gehören:

- steigende Maximaltemperaturen
- steigende Minimaltemperaturen
- steigender Meeresspiegel, wodurch die Gefahr besteht, dass bewohntes Land vom Meer überflutet wird
- höhere Meerestemperaturen

- zunehmende Starkniederschläge (Starkregen und Hagel)
- Gletscherschwund und Gletscherrückgang
- tauender Permafrost

Zu den indirekten Folgen des Klimawandels, die uns Menschen sowie unsere Umwelt betreffen, gehören:

- Zunahme der Hunger- und Wasserkrisen, insbesondere in Entwicklungsländern
- Gesundheitsrisiken durch Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Hitzeextremen
- wirtschaftliche Folgen für die Beseitigung der Klimafolgeschäden
- weitere Verbreitung von Schädlingen und Krankheitserregern
- Verlust an Biodiversität durch begrenzte Anpassungsfähigkeit und -geschwindigkeit von Flora und Fauna
- Ozeanversauerung durch erhöhte  $\text{HCO}_3^-$ -Konzentrationen im Wasser als Folge erhöhter  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen
- Anpassungsnotwendigkeit in jeglichen Bereichen (z. B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Infrastruktur, Tourismus usw.)

Die Dienststellen des Bundes haben diese [Folgen für die Schweiz](#) regionalisiert, das Gleiche wurde im [Wallis](#) durchgeführt.

### Welche Handlungsansätze gibt es?

Es gibt eine Vielfalt von individuellen, kollektiven, wirtschaftlichen und politischen Ansätzen, um den von Menschen verursachten Anstieg der Treibhausgasemissionen zu verringern. Mit den Protokollen von Kyoto, Rio und Paris wurde versucht, gemeinsame und politische Ziele festzulegen, die mit einer persönlichen Bewusstseinsbildung einhergehen müssen.

### Der Klimawandel im Modell der planetaren Grenzen

<u>Modell der neun planetaren Grenzen</u>		
Kontrollvariable	Planetare Grenze	Wert 2022
<p><b>(1) Die Konzentration von <math>\text{CO}_2</math> in der Atmosphäre</b>, ausgedrückt in Teilen pro Million (ppm). <math>\text{CO}_2</math> wird ausgewählt, weil es das wichtigste anthropogene Treibhausgas ist, das für den Klimawandel verantwortlich ist.</p> <p><b>2) Der Strahlungsantrieb (oder Klimaantrieb)</b>, ausgedrückt in <math>\text{W/m}^2</math>. Der Strahlungsantrieb beschreibt, wie stark die Energie, die auf den Erdboden trifft, im Laufe der Zeit zunimmt, und wird vom IPCC als Mass für diese Veränderung der Energiebilanz der Erde verwendet. Diese Variable ermöglicht es, die Konzentration aller Treibhausgase sowie anderer Veränderungen zu berücksichtigen, die sich auf die Energiebilanz der Erde auswirken können (z. B. Veränderungen der Albedo).</p>	<p><b>(1) 350 ppm <math>\text{CO}_2</math></b> <b>(2) + 1 <math>\text{W/m}^2</math></b></p> <p>Die Grenzwerte für diese beiden Variablen sind schwierig zu ermitteln. Sie basieren im Wesentlichen auf dem politischen Konsens, der sich allmählich um das Ziel gebildet hat, die globale Erwärmung bis zum Ende des 21. Jahrhunderts auf weniger als +2 °C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu begrenzen, da die Risiken einer unkontrollierbaren Veränderung des Klimas oberhalb dieser Schwelle erheblich werden.</p>	<p><b>(1) 412 ppm <math>\text{CO}_2</math></b> <b>(2) + 3,18 <math>\text{W/m}^2</math></b></p>

## Welche Verbindung besteht zu anderen planetaren Grenzen?

Eine Besonderheit des Klimawandels liegt darin, dass er mit fast allen anderen planetaren Grenzen verbunden ist.

**Die Versauerung der Ozeane** ist grösstenteils darauf zurückzuführen, dass die Ozeane etwa ein Drittel der anthropogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen binden, wodurch die Klimaerwärmung bis anhin in Grenzen gehalten werden kann.

**Die Abnahme der Biodiversität:** Aufgrund seiner Geschwindigkeit ist der Klimawandel bereits zu einer Hauptursache für die Belastung der Unversehrtheit der Biosphäre und den Verlust der Artenvielfalt geworden, da Ökosysteme und Arten mitunter Schwierigkeiten haben, sich an diesen raschen Wandel anzupassen.

**Die Veränderung der Landnutzung** wirkt sich auf verschiedene Weise auf den Klimawandel aus: Sie hat einen Einfluss auf die Fähigkeit der Biomasse, Kohlenstoff zu binden. Zudem wird insbesondere bei der Entwaldung CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre freigesetzt, was den Klimawandel verstärkt.

**Die Störung der biogeochemischen Kreisläufe** verschärft den Klimawandel ebenfalls, vor allem durch die erhöhte Produktion von Distickstoffmonoxid in der Atmosphäre.

**Das stratosphärische Ozon** spielt eine kühlende Rolle im Strahlungshaushalt der Erde. Einige der Gase, die für die Zerstörung der Ozonschicht verantwortlich sind, wie etwa FCKW, sind gleichzeitig starke Treibhausgase, weshalb ihr Einsatz noch dringender unterbunden werden muss. Allerdings sind einige FCKW-Ersatzgase wie HFKW ebenfalls Treibhausgase und könnten in Zukunft zu einem bedeutenden Faktor des Klimawandels werden. (WMO, 2018)

**Aerosolbelastung der Atmosphäre:** Paradoxerweise hat die zunehmende Belastung der Atmosphäre mit Aerosolen einen kühlenden Effekt auf die unteren Schichten der Atmosphäre, wodurch die Auswirkungen der Treibhausgase tendenziell abgeschwächt werden. Allerdings sind Aerosole auch mit nicht unerheblichen Gesundheits- und Umweltauswirkungen verbunden.

**Süswasserknappheit:** Der Klimawandel wirkt sich auf den Wasserkreislauf und das Niederschlagsmuster aus, was die Verfügbarkeit von Süswasser lokal beeinflussen könnte.

## Quellen

IPCC-Bericht (Französisch): <https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/>

<https://www.conventioncitoyennepourleclimat.fr/2019/12/04/quest-ce-que-leffet-de-serre/>,

<https://www.myclimate.org/de/informieren/faq/faq-detail/was-sind-die-folgen-des-klimawandels/>

Mythen zum Klimawandel: (Lizenzfreie Illustrationen: vgl. Dossier Klimawandel Wallis) <https://www.lenouvelliste.ch/monde/cinq-mythes-sur-le-changement-climatique-1123892>

Verschwinden der Korallen: <https://www.netflix.com/ch-fr/title/80168188>

<https://www.rts.ch/info/monde/12612884-le-rechauffement-climatique-a-lorigine-de-la-famine-a-madagascar.html>

<https://www.rts.ch/audio-podcast/2021/audio/on-avait-tout-en-mains-il-y-a-40-ans-pour-eviter-la-catastrophe-climatique-selon-le-chercheur-keith-larson-25776627.html>

<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien.html>

[https://www.vs.ch/documents/408590/415579/3103\\_06+Brosch%C3%BCre+%C2%ABDas+Wallis+an+gesichts+des+Klimawandels%C2%BB/c8202c2c-6cd1-45e2-ab65-e26b58a77ca9](https://www.vs.ch/documents/408590/415579/3103_06+Brosch%C3%BCre+%C2%ABDas+Wallis+an+gesichts+des+Klimawandels%C2%BB/c8202c2c-6cd1-45e2-ab65-e26b58a77ca9)

<https://jancovici.com/changement-climatique/aspects-physiques/meteo-et-climat-cest-pareil>

<https://www.encyclopedie-environnement.org/climat/variabilite-de-activite-solaire-impacts-climatiques>