

# Klimawandel

Ist der Klimawandel Folge einer anthropogenen (vom Menschen verursachten) Verstärkung des Treibhauseffekts? Wie sehen die Folgen aus und welche Maßnahmen werden ergriffen, diese Folgen abzumildern? Der Klimawandel wird öffentlich stark diskutiert. Die Argumentation erfolgt dabei in verschiedene Richtungen, je nach politischem Ziel oder persönlicher Motivation. Deswegen ist es wichtig, Argumente des Für und Wider anthropogen bedingter Klimaveränderungen kritisch zu betrachten. Häufige Fragen sind: „Gab es das schon einmal?“ oder „Nehmen die Ereignisse zu?“. Diese Fragen lassen sich nur vor dem Hintergrund geschichtlicher Aufzeichnungen beantworten.

## Der Klimawandel – natürlicher Prozess oder vom Menschen verursacht?

Die Beurteilung fällt schwer, inwieweit der Mensch den derzeitigen Klimawandel verursacht hat. Denn es gab zu allen Zeiten große Schwankungen bei Temperatur und Niederschlägen. Dabei können globale, also weltweite, und regionale Klimaänderungen nachgewiesen werden. Studiert man die Temperaturentwicklung der letzten Millionen Jahre, so fallen enorme Schwankungen auf. Hierbei wechseln extreme Kaltphasen mit milden bzw. warmen Perioden ab. In den Kaltphasen schoben sich die Gletscher weit vor und bedeckten große Teile der Kontinente auf der Nordhalbkugel. Die letzte dieser Kaltzeiten endete vor ca. 15 000 Jahren, sodass Europa und Nordamerika vor etwa 10 000 Jahren wieder eisfrei waren.

Das Ausmaß der Klimaschwankungen ist abhängig vom jeweiligen zeitlichen Maßstab (eine Milliarde Jahre, eine Million Jahre, 1000 Jahre usw.). In einer Zeitspanne von einer Milliarde Jahre lassen sich beispielsweise nur besonders ausgeprägte und lange Warm- und Kaltphasen erkennen. Werden hingegen nur die letzten 100 Jahre betrachtet, so können feinere Schwankungen und Veränderungen im Klima festgestellt werden. Deswegen ist es wichtig, den zeitlichen Maßstab zu beachten, wenn von Klimaveränderung und Wandel gesprochen wird.

Um den Beitrag des Menschen zur aktuellen Klimaerwärmung zu bestimmen und Prognosen für die Zukunft aufstellen zu können, müssen außerdem Prozesse betrachtet werden, die das Klima bestimmen.

## Der Treibhauseffekt

Spricht man vom Klimawandel, wird als Ursache häufig der Treibhauseffekt genannt. Der Treibhauseffekt ist jedoch natürlichen Ursprungs und eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung des Lebens auf der Erde. Dieser Effekt wird zu etwa zwei Dritteln durch Wasserdampf, aber auch durch Gase wie Kohlenstoffdioxid oder Methan hervorgerufen. Die einfallende Sonnenstrahlung dringt dabei zur Erde vor und erwärmt die Erdoberfläche. Aufgrund der Gase kann die Wärme nicht vollständig in den Weltraum zurück entweichen. Gäbe es den Treibhauseffekt nicht, läge die durchschnittliche Temperatur auf der Erdoberfläche bei etwa -18 Grad Celsius und somit etwa 30 Grad unter der realen globalen Durchschnittstemperatur.

Mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert und besonders in den letzten 45 Jahren wurde der natürliche Treibhauseffekt jedoch durch menschliche Aktivitäten verstärkt. Dazu zählen die Verbrennung von Kohle, Erdöl, Erdgas (wodurch Kohlenstoffdioxid, CO<sub>2</sub>, freigesetzt wird), die verstärkte Tierhaltung (wodurch Methan entsteht), die Abholzung von Regenwaldgebieten sowie der Ausstoß von Treibhausgasen durch Industrie und Haushalte.

## Prognose für die Klimaentwicklung

Das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, auch bekannt als Weltklimarat) gibt in einer Prognose einen globalen Temperaturanstieg bis zum Jahr 2100 von bis zu 6,4 Grad Celsius bei unveränderten Emissionen (Ausstoß von Schadstoffen) an. Seit 1860 wurde ein Anstieg um 0,3 bis 0,6 Grad registriert, andere Quellen geben die Temperaturzunahme im Verlauf des letzten Jahrhunderts in Deutschland mit 0,9 Grad an. Diese bloßen Zahlen sprechen noch nicht unbedingt für einen vom Menschen ausgelösten Klimawandel. Betrachtet man jedoch, dass dieser Temperaturanstieg mit dem starken CO<sub>2</sub>-Ausstoß speziell seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zeitlich zusammenfällt, so erscheint ein Zusammenhang sehr wahrscheinlich.

Nach der Prognose des Deutschen Wetterdienstes wird es in Deutschland bis 2100 durchschnittlich um drei Grad wärmer. Zweifel daran, dass diese Entwicklung auf den Menschen zurückzuführen ist, bestehen kaum noch.

## Wie wirkt sich der Klimawandel konkret aus?

Obwohl die globale Durchschnittstemperatur steigen wird, gibt es Modelle, die eine regionale Abkühlung für Europa erwarten. Das verstärkt abschmelzende Eis in der Arktis könnte die Nordatlantikströmung schwächen. Diese „Fernheizung Europas“ bewirkt, dass die Temperaturen bis zu zehn Grad Celsius über eigentlich zu erwartenden Werten liegen. Erste Hinweise auf eine solche Entwicklung gibt es bereits.

Mit der globalen Erwärmung wird auch der Meeresspiegel ansteigen – zum einen weil grönländische und antarktische Eismassen abschmelzen, zum anderen weil wärmeres Wasser sich stärker ausdehnt. Die IPCC prognostiziert bis 2100 einen Anstieg von neun bis 88 Zentimetern, die Schätzungen halten bis zu 200 Zentimeter für möglich. Besonders Inselstaaten sind demnach durch den Klimawandel direkt bedroht.

Auch die Anzahl und Schwere von Stürmen wird möglicherweise in einigen Regionen zunehmen, im Bereich des Nordatlantiks konnte dies bereits beobachtet werden. Und auch in Deutschland gibt es solche Anzeichen.

Viele Forscher gehen davon aus, dass extreme Wetterereignisse deutlich häufiger auftreten werden. Verheerende Stürme, Überschwemmungen, Dürren und ausgedehnte Waldbrände, aber z. B. auch ausbleibende Schneefälle in Wintersportgebieten gehören zu diesen Ereignissen. Inwieweit einzelne Ereignisse auf den anthropogenen Klimawandel zurückzuführen sind oder noch im Rahmen natürlicher Schwankungen liegen, ist aber bisher unklar.

Insbesondere in den warmen Klimazonen rund um den Äquator wird es durch Veränderung der Niederschläge und Verdunstungsverhältnisse wahrscheinlich zu einer zunehmenden Austrocknung der Böden kommen. Wüsten breiten sich aus. Dies ist nachteilig für Mensch und Tier. Vor allem Entwicklungsländer werden noch stärker von Problemen in der Nahrungsmittelproduktion betroffen sein.

Auch Flora und Fauna sind vom Klimawandel betroffen. Manche Arten werden sich nicht so schnell an die veränderten Bedingungen anpassen können. Die Folgen können bis zum Aussterben einzelner Arten reichen.

## Internationale Abkommen als Gegenmaßnahme?

Experten sind sich weitgehend darüber einig, dass der bereits eingesetzte, anthropogen herbeigeführte Klimawandel nicht mehr umzukehren ist. Spricht man also heute von Gegenmaßnahmen, geht es nur um eine Abmilderung der zukünftigen Entwicklung.

1992 unterzeichneten in Rio de Janeiro 154 Staaten eine sogenannte Klimarahmenkonvention, in der sich die Industrieländer zu einer Reduzierung ihrer Emissionen verpflichteten. Entwicklungsländer wurden davon vorerst freigestellt. Dieses internationale Abkommen zum Klimaschutz haben bis heute 195 Staaten unterzeichnet mit dem Ziel, sowohl die menschlichen Einflüsse auf das Klima zu mindern als auch auf eine Verlangsamung der globalen Erwärmung hinzuwirken und Klimafolgen abzuschwächen.

Als Fortentwicklung dieser Konvention wurde 1997 von 160 Staaten das sogenannte „Kyoto-Protokoll“ verabschiedet, in dem erstmals auch rechtlich bindende Verpflichtungen zur Reduzierung der Emissionen festgelegt sowie Emissionshandel ermöglicht wurden. Nach der Ratifizierung durch die Mehrheit der beteiligten Staaten konnte das Protokoll schließlich am 16. Februar 2005 in Kraft treten. Einzelne Staaten weigerten sich, das Protokoll zu ratifizieren – dies löste internationale Proteste aus. Inzwischen haben 191 Staaten das Kyoto-Protokoll ratifiziert, darunter alle EU-Mitgliedstaaten, Kanada, Neuseeland, Norwegen, Japan sowie wichtige Entwicklungs- und Schwellenländer wie Brasilien, China, Mexiko, Indien, Südafrika und Südkorea. Australien folgte 2007. Die USA sind damit der einzige verbleibende Industriestaat, der die Ratifizierung weiterhin ablehnt. 2012 wurde das Kyoto-Protokoll bis zum Jahr 2020 verlängert, für die Zeit danach sind noch keine weiteren Vereinbarungen getroffen worden.

2010 wurde in Cancún von der Weltgemeinschaft das langfristige Ziel festgesetzt, den globalen Temperaturanstieg auf zwei Grad gegenüber vorindustriellen Werten zu begrenzen. Dafür müssten allerdings die globalen Emissionen bis 2050 um mindestens 50 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden.