

FAKTOREN DES KLIMAWANDELS

E.V. Vasina

*Wissenschaftliche Betreuerinnen Dozentin M.V. Reschetko, Dozentin S.W. Kogut
Nationale Wissenschaftliche Tomsker Polytechnische Universität, Tomsk, Russland*

Der Begriff des Klimawandels ist ein Überbegriff für die Veränderungen des Klimas auf der Erde. Es ist ein Begriff der sich hauptsächlich mit der globalen Erwärmung und deren möglichen Ursachen für natürliche Klimaveränderungen beschäftigt. Aber auch der menschliche Faktor spielt beim Thema Klimawandel eine unterschätzende Rolle. Wenn man den Begriff der globalen Erwärmung verstehen will, so muss man zunächst zwischen dem Begriff Klima und dem Begriff Wetter zu unterscheiden lernen. Hier besteht nämlich ein grundlegender Unterschied. Mit dem Begriff Wetter wird eine zeitlich begrenzte lokale Atmosphäre beschrieben, während man mit dem Begriff der globalen Erwärmung wird das Wetter über einen langen Zeitraum betrachtet. Normalerweise beobachtet man hierbei das Wetter über einen Zeitraum von etwa 30 Jahren. Der Begriff der globalen Erwärmung kann zuweilen auch tückisch sein. Denn auch wenn die Temperaturen rund um den Globus ansteigen, so kann es kurzfristig in einzelnen Regionen der Welt dennoch zu Kältewellen kommen. Auch lässt sich beobachten, dass die Durchschnittstemperaturen auf der Erde aufgrund von sogenannten Rückkopplungsprozessen im Klimasystem ansteigen. Dies kann regional sehr unterschiedlich ausfallen. Ein Beispiel für einen solchen Prozess wäre die polare Amplifikation.

Vom Klimawandel kann man derzeit in allen Zeitungen lesen. Das globale Klima, also alle Erscheinungen, die für den Zustand der Erdatmosphäre an einem Ort verantwortlich sind und das Wetter beeinflussen, verändern sich. Dabei ist der Mensch nach Ansicht der Mehrheit der Wissenschaftler zu einem wesentlichen Teil selbst Schuldige an der Veränderung dieser Umstände. Eine besonders negative Rolle spielt das Kohlendioxid (CO₂). Nach Meinung vieler Experten trägt es zur Erscheinung so genannten Treibhauseffekt bei.

Der Treibhauseffekt: Als Dominante Ursache für den Klimawandel wird nämlich der so genannte Treibhauseffekt angesehen. Mit dem Begriff natürlicher Treibhauseffekt wird die Erwärmung eines Planeten durch Treibhausgase und Wasserdampf in der Atmosphäre umschrieben. Die dafür in der Atmosphäre verantwortlichen Gase werden häufig als Treibhausgase bezeichnet. Hätte unsere Erde diese natürlich Atmosphäre nicht, würde die Oberflächentemperatur auf unserem Planeten etwa -18°C betragen, sie beträgt jedoch heute ca. +15° im Durchschnitt. Selbst eine Atmosphäre aus reinem Sauerstoff und Stickstoff, die ja die Hauptkomponenten (99%) unserer Atmosphäre bilden, würde daran nichts Wesentliches ändern. Unsere Erde wäre eine Eiswüste. Wissenschaftlich betrachtet steht der „atmosphärische Treibhauseffekt für einen Wärmestau der Sonnenstrahlen. Daneben gibt es aber noch den anthropogenen Treibhauseffekt. Hier werden die natürlich vorhandenen Treibhausgase (z.B. CO₂) durch menschlichen Einfluss vermehrt oder durch neue Stoffe (FCKW- Fluorchlorkohlenwasserstoffe) ergänzt. Dies hat natürlich Auswirkungen auf unser Klima. Eine erhöhte Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zwangsläufig infolge des verstärkten Treibhauseffekts zu einer Erhöhung der Temperatur der Erdoberfläche und der unteren Atmosphäre. Die Konzentration der langlebigen Treibhausgase nimmt systematisch zu: Seit Beginn der Industrialisierung bis heute bei Kohlendioxid um ca. 30%. Hauptursache für diese bedrohliche Beobachtung ist mit 50% die Nutzung fossiler Brennstoffe. Besonders viel Kohlendioxid wird bei der Stromproduktion in Kohle- und Gaskraftwerken erzeugt. Menschen beeinflussen daher durch den vermehrten Ausstoß von CO₂, das Klima. Das CO₂ wirkt vereinfacht ausgedrückt, wie das Glas im Treibhaus. Es ist durchlässig für die Sonnenstrahlung, verhindert aber die Wärmeabstrahlung unseres Planeten in den Weltraum. Durch diese Begebenheit besteht die Gefahr der Globalen Erwärmung.

Anthropogene Aerosole, die wie Kohlendioxid bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt werden, im globalen Mittel zu einer Abkühlung des Erdbodens beitragen. Dabei unterscheidet man zwischen „direkten“ und „indirekten“ Aerosol-Effekten. Durch den „direkten“ Effekt dringt in einem Aerosol belastete Atmosphäre weniger Sonnenlicht zum Erdboden und zu Ozeanoberflächen durch, wodurch diese sich abkühlen. „Indirekte“ Aerosol-Effekte beschreiben den vielfältigen Einfluss von Aerosolen auf Wolken. Aerosole stellen zusätzliche Kondensationskeime zur Wolkentropfenbildung bereit. Dadurch bestehen Wolken aus mehr und somit kleineren Tropfen, was die Reflexion von Sonnenstrahlung durch die Wolken erhöht und so einen abkühlenden Effekt bewirkt. Daneben gibt es möglicherweise weitere Einflüsse von Aerosolen auf Wolken, wie die Verzögerung der Niederschlagsbildung, ein verstärkter konvektiver Niederschlag oder eine Verdunstung von Wolken durch die lokale Erwärmung der Atmosphäre durch absorbierende Aerosole.

Die abkühlenden Aerosol-Effekte sind also in der Lage, einen Teil der Erwärmung durch den Treibhauseffekt zu verdecken. Da aber die Lebensdauer von Treibhausgasen in der Größenordnung von Jahrzehnten bis Jahrhunderten liegt, häufen sich diese Gase in der Atmosphäre an, und ihr erwärmender Effekt akkumuliert. Die recht kurze Lebensdauer der Aerosole von einigen Tagen dagegen bewirkt, dass der abkühlende Effekt dieser Verschmutzungspartikel nur unmittelbar nach der Emission wirkt. So konnte festgestellt werden, dass nach einem hypothetischen Stopp der Verbrennung fossiler Brennstoffe aufgrund des Wegfalls der Maskierung des Treibhauseffekts durch die kühlenden Aerosol-Effekte die globale Mitteltemperatur innerhalb weniger Jahre um bis zu 1 K ansteigen würde. Man kann folgern, dass, je größer die Abkühlung durch die Aerosole ist, die künftige globale Erwärmung desto höher ausfallen muss.

Die Sonne, beziehungsweise die von ihr ausgestrahlte Solarenergie sind die eigentliche Antriebskraft für das Wetter und das Klima auf dem Planeten Erde. Es gibt daher immer einen engen Zusammenhang zwischen langfristigen Klimaveränderungen und dem täglichen Wetter mit der Sonne. Das Licht der Sonne mag auf der Erde jeden Tag stabil und gleichmäßig erscheinen. Die ausgewerteten Messdaten von Satelliten zeigen, dass sich in den Spektralbereichen (diese sind für das menschliche Auge unsichtbar) starke Schwankungen und Veränderungen in der Sonnenaktivität messen lassen. Das Klima der Erde wird von solchen Schwankungen mitbestimmt. Hinzu kommt noch, dass von der

Sonne aus ein ständiger Sonnenwind ausgeht. In diesem beständigen Strom befinden sich elektrisch geladene Teilchen, die in ihrer Stärke variieren. Zum Teil sehr stark. Unter dem Begriff des Weltraumwetters versucht die Wissenschaft die Wechselwirkung zwischen der sich veränderten Sonnenaktivität und dem Magnetfeld der Erde zu erfassen. Man kann die solaren Schwankungen durch die regelmäßigen Änderungen im Magnetfeld der Sonne nachweisen und erklären. Auch das eigene Magnetfeld der Sonne unterliegt regelmäßigen zyklischen Schwankungen. Ein solcher Zyklus dauert etwa 11 Jahre. Auf dem Höhepunkt eines solchen Zyklus wird der Sonnenwind zu einem Sonnensturm. Auf der Oberfläche der Sonne kommt es dann zu gewaltigen Eruptionen die Millionen von geladen Teilchen ins All schleudern. Diese Sonneneruptionen entsprechen der Kraft von 66 Milliarden Hiroshima-Bomben. Es ist noch nicht bekannt inwieweit und in welchen Ausmaßen die Aktivitäten der Sonne tatsächlich den Klimawandel beeinflussen.

Eine der anerkanntesten Erklärungen für die Veränderungen der Globaltemperatur auf lange Sicht ist in der Wissenschaft ist die Kontinentaldrift. Mit dem Begriff Kontinentaldrift ist die Bewegung der Landmassen (Kontinente) auf der Erde gemeint. Wie man heute weiß, war die Anordnung der Kontinente nicht immer so wie sie heute ist. Im Laufe von Millionen Jahren haben sich die Kontinente wie Puzzelteile immer weite Teile der Erde verschoben und neu zusammengefügt. Noch vor 150 Millionen Jahren gab es den Urkontinent Gondwana, der am damals am graphischen Südpol lag. Das Gebiet der Sahara war damals eine Eislandschaft. Eine Theorie in der Thematik der Kontinentaldrift besagt, dass der Niederschlag an Nord- und Südpol verstärkt die Möglichkeit hat Schnee zu bilden, wenn sich dort Landmassen befinden. Ursache dafür ist, dass Land sehr viel mehr Licht reflektiert als Wasser. Durch eine stärkere Reflektion des Lichts kommt es zu einer lokalen Abkühlung der Temperatur und somit entstehen Eis und Schnee. Und Eis kann Licht sogar noch besser reflektieren als Land. Auf diese Art und Weise entsteht eine natürliche Rückkopplung mit weiter sinkenden Temperaturen und der Meeresspiegel sinkt. Diese Abkühlung kommt erst dann zur Umkehr wenn Kohlendioxid ins Spiel kommt. Der natürliche Treibhauseffekt mit Kohlendioxid wird mit Hilfe von Vulkanismus zustande gebracht.

Vulkanismus kann in einem großen Ausmaß auch zu einer mehrjährigen Abkühlung des Klimas führen. Dazu sind aber sehr starke Vulkanausbrüche nötig. Die freigesetzten Gase und die Asche bei einem Ausbruch werden hoch in die Atmosphäre der Erde geschleudert und verbleiben dort. Durch die Prozesse in der Atmosphäre bilden sich aus den Gasen Aerosole. Diese winzigen Partikel reflektieren die Sonnenstrahlen und verhindern so die Einstrahlung von Wärmeenergie auf die Erde. Die natürliche Folge ist eine Abkühlung.

Was passiert, wenn es einen Temperaturanstieg von 1,5 bis 4,5 Grad in den nächsten 100 Jahren gibt? Wenn die Temperaturen global steigen, verändert sich das Klima an fast allen Orten der Welt. Sicher ist auch, dass wir auf eine Erwärmung zusteuern, die drei bis siebenmal stärker ist, als jene, die sich während der letzten 100 Jahre ereignet hat. Die Klimaforscher rechnen bei Kohlendioxid-Verdoppelung zwischen dem 40. und 60. Breitengrad, also etwa von Sizilien bis Mittelschweden oder von New York bis zur Südspitze von Grönland, mit einer Erwärmung von zwei Grad im Sommer und fünf Grad im Winter. Nach allen Klimamodellen erwärmt sich die Luft in den hohen Breitengraden stärker als in den Tropen. Das liegt daran, dass die zusätzliche Wärme in Äquatornähe vor allem mehr Wasser verdampfen lässt und so insbesondere den Ozeanen Wärmeenergie entzogen wird. Dadurch wachsen in den inneren Tropen die Niederschläge. Aller Voraussicht nach nimmt dann die Bodenerosion zu und durch die globale Erwärmung steigt der Meeresspiegel an, wodurch es häufiger zu Überschwemmungen kommt, vor allem in Zonen, wo der Regenwald schwindet. Letzteres führt zu lokalen Klimaveränderungen, die unmittelbar gar nichts mit dem Treibhauseffekt zu tun haben. In höheren Breiten steigen die Temperaturen relativ stärker, weil der Ausgangswert tiefer liegt. Und daher pro Grad Temperaturanstieg weniger zusätzliches Wasser verdampft. Da im Winter obendrein seltener Schnee fällt und sich nicht mehr so viel Meereis bildet, erwärmen sich Boden und Ozean auf schnee- und eisfreien Flächen leichter. Deshalb bekommen wir in Mittel- und Nordeuropa den Treibhauseffekt im Winter stärker zu spüren als im Sommer.

Neben den oben genannten Punkten müssen beim Klimawandel auch der Treibhauseffekt, die Veränderungen der Meeresströmungen und der Einfluss des Mondes berücksichtigt werden. Neben den natürlichen Faktoren für den Klimawandel spielt auch der menschliche Faktor eine wichtige Rolle. Alle Faktoren zusammen sind am aktuellen Klimawandel beteiligt und stehen in Beziehungen zueinander.

Literatur

1. Referat über Klimawandel [Электронный ресурс]. – Zugriffsart: <https://www.globalisierung-fakten.de/klimawandel/referat-ueber-klimawandel/>
2. DER KLIMAWANDEL [Электронный ресурс]. – Zugriffsart: <http://www.lerntippsammlung.de/Klimawandel.html>
3. Einfluss der Luftverschmutzung auf den Klimawandel – neue Erkenntnisse aus Satellitendaten und Klimamodellen [Электронный ресурс]. – Zugriffsart: <https://www.mpg.de/405815/forschungsschwerpunkt>
4. Das Klima – Referat [Электронный ресурс]. – Zugriffsart: <http://www.lerntippsammlung.de/Das-Klima.html>