

Astronomische und menschliche Einflüsse auf das Klima

Im [Newsletter 2023-03](#)¹ wurden die Einzelkomponenten der Rotation und Revolution (Umlauf um die Sonne) der Erde erläutert. Die zyklischen Veränderungen der Exzentrizität, Obliquität und Präzession werden nach dem jugoslawischen Wissenschaftler, der wesentlichen Anteil an ihrer Erforschung hatte, als Milanković-Zyklen bezeichnet. Die einzelnen Zyklen mit ihren unterschiedlichen Perioden überlagern sich gegenseitig. Es konnte gezeigt werden, dass sie über die Beeinflussung des Strahlungshaushaltes der Erde maßgebenden Einfluss auf das Klima in der Vergangenheit mit dem Wechsel von Warm- und Kaltzeiten hatten (**Bild 1**).

Das Klima wird von weiteren Auslöse- und Verstärkungsmechanismen beeinflusst:

- zyklische Änderungen der Sonnenaktivität, am bekanntesten der Sonnenfleckenzyklus von ca. 11 Jahren.
- Veränderungen von Meeresströmungen (z.B. Golfstrom, El Niño).
- Plattentektonik und Vulkanismus
- Rückkopplungseffekte wie die Eis-Albedo-Rückkopplung (wechselweise Reduzierung des Eisschildes und Verringerung der Wärmeabstrahlung)
- Gehalt von Treibhausgasen und Aerosolen in der Atmosphäre

Diese und andere Klimaeinflüsse zeichnen sich durch sehr komplexe Wechselwirkungen aus, und werden erst seit wenigen Jahrzehnten nach und nach immer besser verstanden. Seit 1990 werden in Abständen von ca. 6 Jahren durch den Weltklimarat der UNO Sachstandsberichte zum Stand der Klimaforschung (Weltklimaberichte) erarbeitet. Der inzwischen 6. Klimabericht³ wurde im Zeitraum zwischen August 2021 und April 2022 veröffentlicht. Das insgesamt über 10.000 Seiten umfassende Werk wurde von 721 Fachleuten aus 90 Ländern erstellt, darunter auch 39 Experten aus Deutschland. Für den Bericht wurden u.a. mehr als 230.000 Studien ausgewertet, die nach dem 5. Klimabericht erschienen waren. Die Bearbeitung erfolgte in den drei Arbeitsgruppen:

1. Naturwissenschaftliche Grundlagen des Klimawandels
2. Folgen des Klimawandels, Anpassung und Verwundbarkeit
3. Minderung des Klimawandels

Der Bericht wurde durch einen Synthesbericht ergänzt, der Kernbotschaften der drei Teilberichte sowie Sonderberichte zu den Themen 1,5°-Ziel, Ozean und Kryosphäre sowie Klimawandel und Landsystem enthält.

Unter Wissenschaftlern und auch einer zunehmenden Anzahl von Politikern gibt es inzwischen einen weitgehenden Konsens darüber, dass der aktuell beobachtete Klimawandel größtenteils anthropogene (menschgemachte) Ursachen hat (**Bild 2**). Haupttreiber ist der Ausstoß

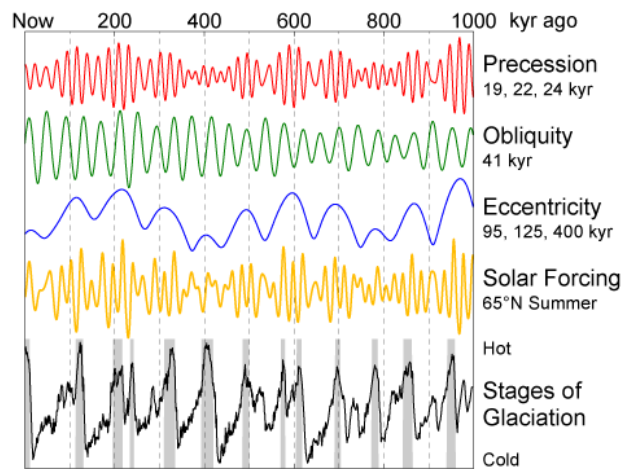


Bild 1 Diagramm der Milanković-Zyklen, der Sonnenaktivität und der wechselnden Warm- und Kaltzeiten in der letzten Jahrmillion² (senkrechte Achse in relativen Größen; 1 kyr = 1.000 Jahre)

klimaschädlicher Gase (insbesondere CO₂), der seit der industriellen Revolution verstärkt und seit den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in bisher nie dagewesener Geschwindigkeit zugenommen hat (Bild 3).

Wie der Weltklimabericht ausführt, ist der gegenwärtige Zustand des Klimas u.a. durch die nachweisliche weltweite Zunahme von Extremwetterereignissen gekennzeichnet. Viele globale Veränderungen durch die Treibhausgasemissionen, wie die Reduzierung der Eisschilde, das Schmelzen der Gletscher und der Anstieg des Meeresspiegels werden, ausgehend vom Iststand, über Jahrhunderte, wenn nicht Jahrtausende, unumkehrbar sein. Erforderlich ist vor allem die konsequente Reduzierung der CO₂-Emission. Eine Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2°C (möglichst 1,5°C) gegenüber der vorindustriellen Zeit würde prognostizierte Verluste und Schäden durch den Klimawandel zumindest reduzieren. Je länger sich allerdings Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen hinauszögern, umso komplexer und schwieriger zu bewältigen werden die Auswirkungen und Risiken des Klimawandels.

Um die Erde auch für unsere Nachkommen lebenswert zu erhalten, ist nicht nur die Politik gefragt, sondern jeder einzelne kann seinen Beitrag dazu leisten.

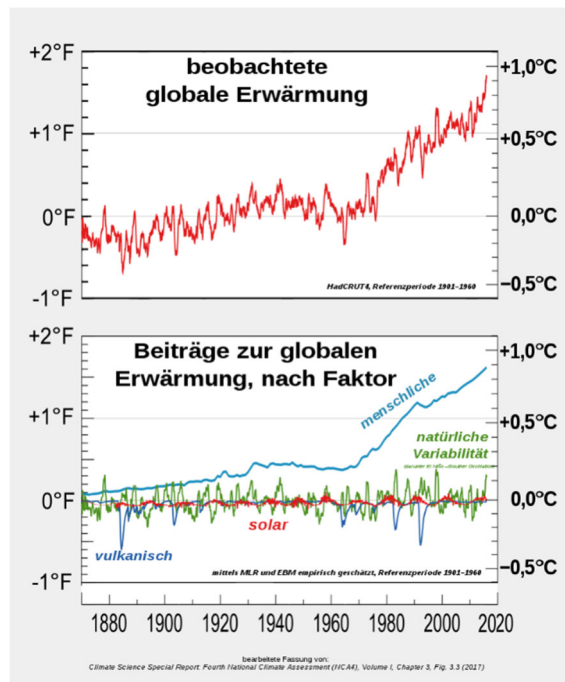


Bild 2 Entwicklung der Erdoberflächentemperatur (oben) und der einzelnen klimawirksamen Faktoren seit 1870: Sonnenaktivität, Vulkanismus, natürliche Variabilität (z. B. El-Niño/La-Niña-Jahre) und menschliche Aktivitäten (Treibhausgas- und Aerosolemissionen) ⁴

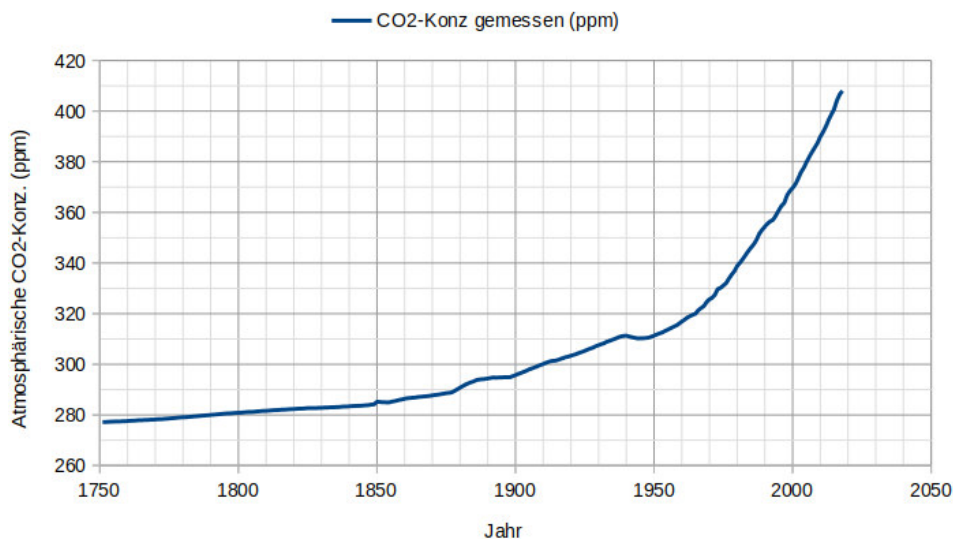


Bild 3 Atmosphärische CO₂-Konzentration seit 1750 (basierend auf Analysen von Eisbohrkernen und seit 1959 auf direkten Messungen) ⁵

Quellen

- 1 https://astrowis.de/wp-content/uploads/Newsletter_2023_03.pdf
- 2 <https://de.wikipedia.org/wiki/Milankovi%C4%87-Zyklen>
- 3 https://de.m.wikipedia.org/wiki/Sechster_Sachstandsbericht_des_IPCC
- 4 https://de.wikipedia.org/wiki/Globale_Erw%C3%A4rmung#/media/Datei:Global_Temperatur_e_And_Forces.svg
- 5 <https://cdatac.de/index.php/co2-conc/co2-konzentration-zwischen-1750-und-1900/>