

## Kurzvortrag Modul 1: Grundlagen des Klimawandels

### Folie 2 – Das Klimasystem

„Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer“ und ein heißer Sommer bedeutet nicht unbedingt Klimawandel. Jedoch gehören Wetter und Klima durch vielfältige Wechselwirkungen im Klimasystem zusammen. Wetter ist der kurzfristige, stets wechselnde Zustand der Atmosphäre. Klima ist das durchschnittliche Wetter über einen längeren Zeitraum, z.B. über mehrere Jahrzehnte oder noch länger. Das Klimasystem ist ein komplexes System, bei dem die verschiedenen Elemente miteinander in Wechselwirkung stehen. Es besteht aus der Atmosphäre, allen Wasserkörpern (Flüsse, Seen, Ozeane), Eismassen, Boden, Pflanzen, Tieren sowie menschlichen Einflüssen. Alle Bestandteile sind miteinander verzahnt und beeinflussen sich gegenseitig. Durch Veränderungen dieser Bestandteile kann sich auch das Klima als Ganzes verändern. Das bedeutet, durch eine Erhöhung atmosphärischer Treibhausgase erwärmt sich zunächst die Atmosphäre und in der Folge dann die Ozeane. Die Energie der Erde kommt von der Sonne (Wärme aus dem Erdinneren ist vernachlässigbar gering). Im Gleichgewichtszustand gibt die Erde genauso viel Energie in Form von Wärme (terrestrische, langwellige Ausstrahlung) an das Weltall ab, wie sie in Form von Licht (solare, kurzwellige Einstrahlung) erhält. Werden Treibhausgase (z. B. CO<sub>2</sub>, Methan, Lachgas) in die Atmosphäre gebracht, dann können sich diese Moleküle erwärmen. Wenn die Moleküle dann die Wärme wieder abstrahlen, dann tun sie das in alle Richtungen, also z. T. auch nach unten. Dadurch entsteht die Erwärmung am Erdboden. Dies ist der sogenannte Treibhauseffekt.

### Folie 3 – Wo wir stehen

Seit Beginn der Industrialisierung, steigt der atmosphärische Anteil von Treibhausgasen durch verschiedene menschliche Aktivitäten stark an. Dadurch wird die Strahlungsbilanz der Atmosphäre verändert, mit der Folge einer globalen Erwärmung. Bereits 1957 begann der US-amerikanische Klimaforscher Charles David Keeling auf Hawaii die atmosphärische Konzentration des Treibhausgases CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid) zu messen. Die Station auf dem Berg Mauna Loa auf Hawaii ist weit von örtlichen CO<sub>2</sub>-Quellen (Fabriken, Straßen, etc.) entfernt, daher lässt sich hier gut die globale sog. „Hintergrundkonzentration“ messen. Das „Sägezahnmuster“ in den Abbildungen resultiert aus dem Jahresgang der Vegetation auf der Nordhalbkugel: Im Frühjahr bilden die Laubbäume Blätter und nehmen dabei CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre auf. Im Herbst fallen die Blätter ab und ein Teil des darin gebundenen CO<sub>2</sub> wird wieder in die Atmosphäre freigesetzt. Auf der Südhalbkugel sind in den mittleren Breiten (wo im Norden die größten Laubwälder stehen) überwiegend Ozeane. Daher dominiert die Nordhalbkugel den Jahresgang. In den letzten 800.000 Jahren lag der CO<sub>2</sub>-Anteil in der Erdatmosphäre nie höher als 300 ppm (englisch parts per million, „Anteile pro Million“. Ein ppm entspricht einem Molekül Kohlendioxid pro einer Million Moleküle trockener Luft).

Anfang der 1950er Jahre lag er noch bei etwa 310 ppm und ist 2020 auf 416 ppm gestiegen. Die Zunahme der atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration führt zu immer höheren Temperaturen und führt zu einer Veränderung des Klimas. Das hat Folgen für Menschen und Ökosysteme.

#### **Folie 4 – CO<sub>2</sub>-Emissionen – Beobachtung und Szenarien**

Der Weltklimarat (engl.: Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) hat ausgehend von den bisherigen Treibhausgasemissionen mögliche Szenarien für die Zukunft entwickelt. Dargestellt in der Abbildung sind verschiedene Emissionspfade, abhängig von der Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen in Gigatonnen (Y-Achse) über den zeitlichen Verlauf (X-Achse). Wenn die Weltgemeinschaft so weitermacht wie bisher, dann wird sie voraussichtlich dem höchsten der angenommenen Emissionspfade folgen und eine globale Erwärmung von 5 - 6 °C im Vergleich zur vorindustriellen Zeit (hierfür wird der Zeitraum ca. um 1860 angenommen) verursachen. Um die Erwärmung auf höchstens 2 °C über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, wie in der Erklärung von Paris (2015) gefordert, müsste die Weltgemeinschaft dem Klimaschutz-Pfad folgen (vgl. Abb.) und die globalen Emissionen ab sofort deutlich reduzieren. Selbst bei drastischen Reduktionen müsste noch gegen Ende dieses Jahrhunderts aktiv CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre entfernt werden (sog. „negative Emissionen“). Das ist in der Abbildung durch die Bezeichnung „Net-negativ global emissions“ und der grünen Markierung dargestellt. Natürliche Systeme, die CO<sub>2</sub> aufnehmen, sind insbesondere intakte Moore, aber auch Wälder. An technischen Lösungen zur CO<sub>2</sub>-Entfernung aus der Atmosphäre und Lagerung wird aktuell geforscht.

#### **Folie 5 – Wo wir stehen: Globale Jahresmitteltemperatur 1880 bis 2019**

Die amerikanische „National Ocean and Atmosphere Administration“ (NOAA) beobachtet das weltweite Klima und gibt regelmäßig Berichte zum Stand des Klimas heraus. Die Grafik zeigt die Abweichung der jeweiligen Jahresmitteltemperatur vom Mittelwert über die Jahre 1901 bis 2000. Im globalen Mittelwert war das wärmste Jahr seit Messbeginn das Jahr 2016. Das zweitwärmste Jahr war 2019. Die Grafik zeigt deutlich die Jahr-zu-Jahr-Variabilität der Temperatur. Es wechseln sich wärmere und kühlere Jahre unregelmäßig ab. Auch gibt es etwas längerfristige Schwankungen (ein bis mehrere Jahrzehnte), die wie „Wellen“ aussehen. Dies sind natürliche Schwankungen. Seit den 1980er Jahren hat es kein Jahr mehr gegeben, das kühler war als der Mittelwert des Jahrhunderts (1901 bis 2000).



---

Dieses Modul ist Teil einer digitalen Mustervortragsreihe. Durch das digitale Angebot sind die Akteure in der Lage, die Materialien je nach Bedarf und rund um die Uhr abrufen zu können. Die Materialien können beispielsweise zur Ergänzung von Vorträgen eingesetzt werden oder dienen schlicht der Wissensvermittlung. Die Module können je nach Bedarf, einzeln oder der Reihe nach genutzt werden.

Weitere Module der digitalen Mustervortragsreihe sind Modul 0: „Das Fachzentrum Klimawandel und Anpassung (FZK) stellt sich vor“, Modul 2: „Beobachtete Klimaänderungen weltweit und in Hessen“, Modul 3: „Projizierte Klimaänderungen weltweit und in Hessen“, Modul 4: „Globale Folgen des Klimawandels“, Modul 5: „Folgen des Klimawandels in Hessen“, Modul 6: „Anpassung an den Klimawandel“, Modul 7: „Folgen und Anpassung im Gesundheitsbereich“ sowie Modul 8: „Klimawandel und Kommunikation“. Diese können heruntergeladen werden, unter: <https://www.hlnug.de/themen/klimawandel-und-anpassung/downloads>