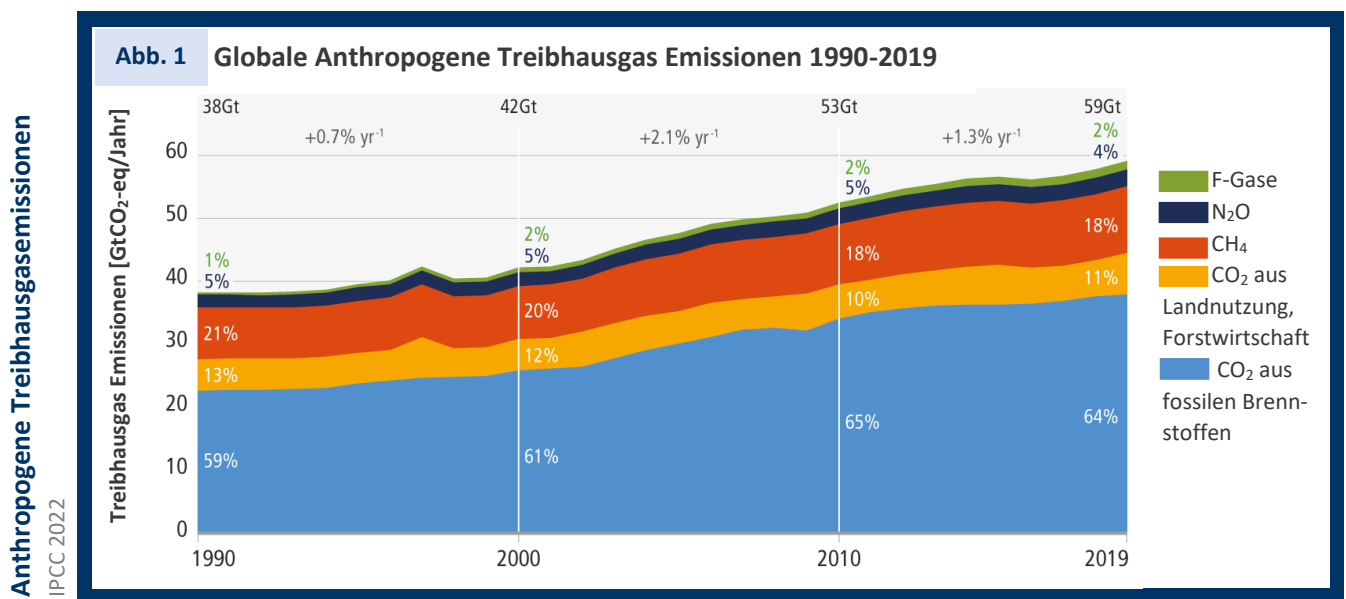


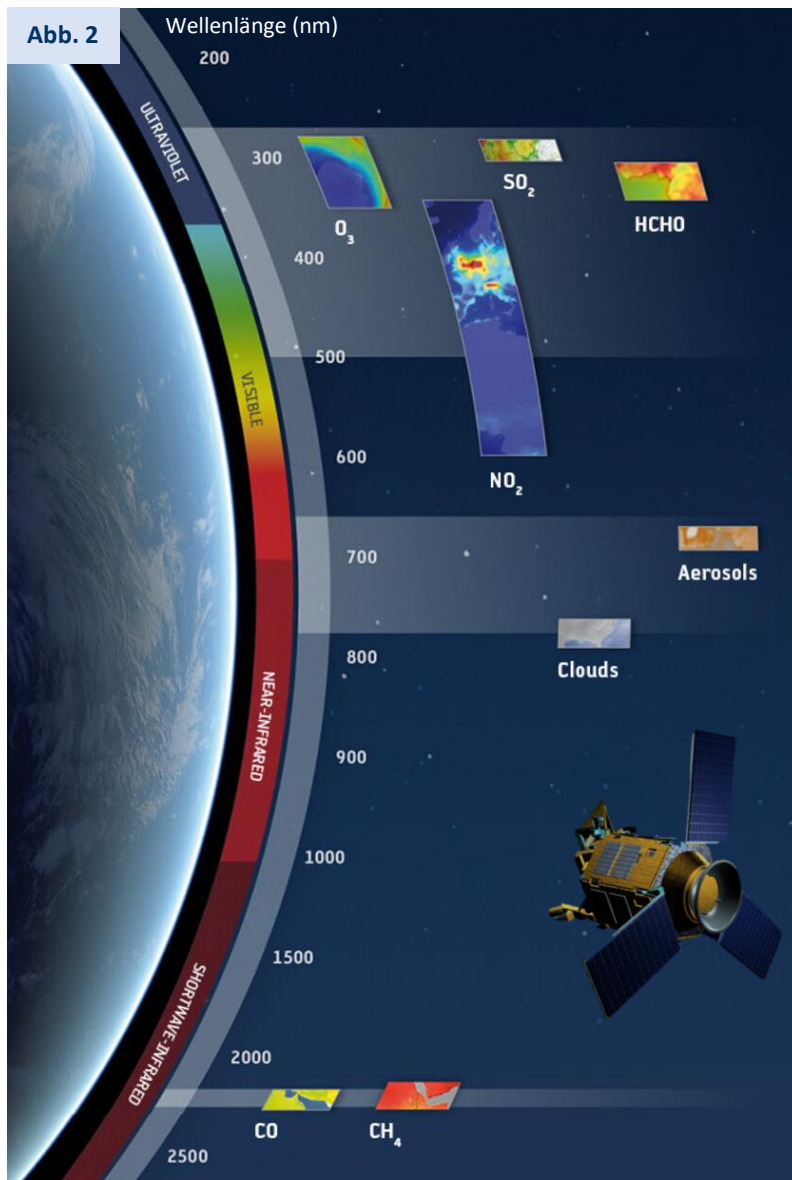
Klimaziele erreichen? Treibhausgase mit Satelliten messen

Das Pariser Klimaabkommen

Im Dezember 2015 einigten sich 195 Staaten auf der **Weltklimakonferenz** in Paris darauf, die global ausgestoßenen Emissionen soweit zu reduzieren, dass eine weltweite Erwärmung von maximal 2°C nicht überschritten wird. Um dieses Ziel zu erreichen, dürften in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen werden, als sie durch natürliche Prozesse wieder aufgenommen werden können. Es wird also eine **Treibhausgas-Neutralität** angestrebt. Zu den klimawirksamen Treibhausgasen zählen vor allen Dingen Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Stickstoffdioxid (N₂O), fluorierte Gase (F-Gase) und Wasserdampf (H₂O). Sie führen zu einer Erwärmung der Atmosphäre, indem sie Strahlung absorbieren und in Wärmestrahlung umwandeln. Ohne diesen natürlichen Treibhauseffekt läge die globale Durchschnittstemperatur bei -18°C. Der zusätzliche Ausstoß von Treibhausgasen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, intensivierte Landwirtschaft und Landbedeckungswandel verstärkt diesen natürlichen Treibhauseffekt und führt zu einem Ungleichgewicht zwischen Abgabe und Aufnahme dieser Gase. Das bezeichnet man als den **anthropogenen Treibhauseffekt**.



Die Abbildung zeigt den Anstieg der anthropogenen Treibhausgasemissionen zwischen 1990 und 2019. Angegeben werden die Emissionen in **CO₂-Äquivalenten**. Dafür wird die Menge des jeweiligen Treibhausgases in die entsprechende Menge CO₂ umgerechnet, die es bräuchte, um dieselbe Erwärmung zu bewirken. Die Umrechnung erlaubt einen besseren Vergleich der Klimawirksamkeit der verschiedenen Gase.



ESA Sentinel-5P TROPOMI Sensor

ESA 2017

Sentinel-5P TROPOMI

Die Sentinel-5P Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA hat das Ziel atmosphärische Prozesse, wie die Konzentration von Treibhausgasen, zu beobachten. Hierfür trägt der Satellit ein bestimmtes Instrument an Bord, das „*Tropospheric Monitoring Instrument*“, genannt TROPOMI. Seit 2018 liefert TROPOMI tägliche globale Daten zu atmosphärischen Gasen wie Ozon, Stickstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid und Methan. TROPOMI misst hierfür Signale im ultravioletten, sichtbaren und im nahen und kurzwelligen infraroten Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Jedes Gas besitzt individuelle Reflexionseigenschaften, das bedeutet die unterschiedlichen Wellenlängenbereiche des elektromagnetischen Spektrums werden unterschiedlich stark zurückgestrahlt. So kann der Sensor zwischen den verschiedenen Gasen unterscheiden.

Aufgabe 1

Teilt euch in Gruppen auf. Jede Gruppe soll eines der folgenden Gase übernehmen:

1. Kohlenstoffmonoxid (CO)
2. Stickstoffdioxid (NO_2)
3. Ozon (O_3)
4. Methan (CH_4)

Recherchiert im Internet zu eurem Gas und beantwortet die folgenden Fragen. Schaut euch auch Abbildung 2 nochmal genau an.

1. Durch welche Prozesse gelangt das Gas in die Atmosphäre? Unterscheidet zwischen natürlichen und anthropogenen Prozessen.

2. In welchem Wellenlängenbereich kann das Gas von TROPOMI gemessen werden?

Aufgabe 2

Bleibt in euren Gruppen und öffnet gemeinsam die Plattform „Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal“ unter diesem Link: <https://maps.s5p-pal.com>

Die Plattform bietet Visualisierungen für die verschiedenen Datenprodukte der Sentinel-5P Mission auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen. In der Menüleiste oben links könnt ihr unter „Quantity“ zwischen den verschiedenen Gasen wählen. Unter „Variant“ muss nur für Stickstoffdioxid „Tropospheric Column“ ausgewählt werden, für alle andere Gase muss nichts eingestellt werden. Unter „Period“ könnt ihr zwischen verschiedenen Zeitabschnitten wählen, für die ein durchschnittliches Produkt berechnet wurde. Unter der Karte könnt ihr die gewünschte Zeitperiode eurer Darstellung auswählen.

Wählt unter „Quantity“ euer Gas und beantwortet die folgenden Fragen:

1. In welchen Regionen der Welt wurde für das Jahr 2023 die höchste Konzentration eures Gases beobachtet? In welchen Regionen ist die Belastung besonders gering? (Einstellung „Period“= Year, Zeitperiode unten = 01-01-2023 – 31-12-2023)

2. Was könnt ihr aus der räumlichen Verteilung eures Gases ableiten? Welche Prozesse und Faktoren könnten hinter dieser Verteilung liegen?

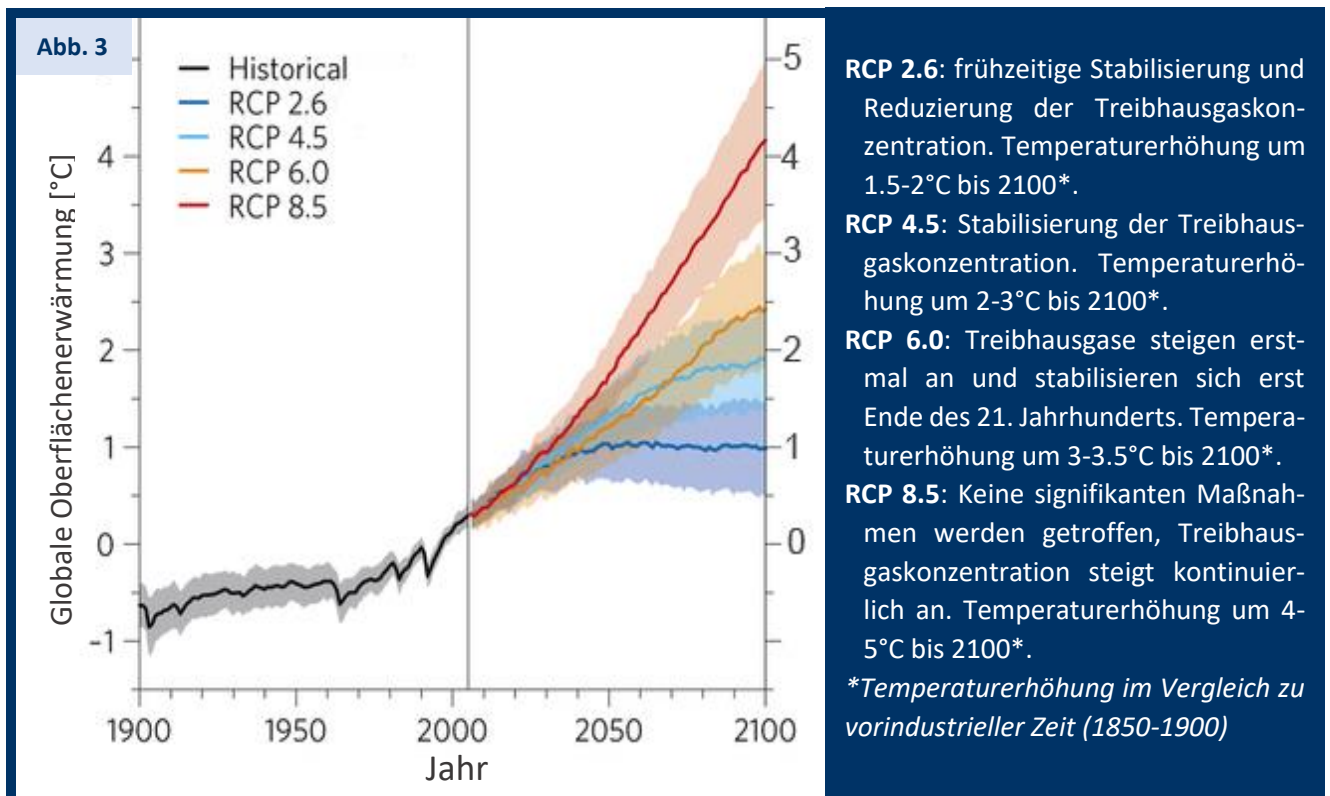
3. Könnt ihr auch Unterschiede zwischen den Jahren feststellen? Ändert hierfür den angezeigten Zeitabschnitt unter der Karte und vergleicht zwischen den 6 Jahren 2018-2023. Gibt es Jahre, die mit einer besonders hohen oder besonders niedrigen Konzentration auffallen?

Aufgabe 3

Präsentiert die Informationen, die ihr über euer Treibhausgas herausgefunden habt der Klasse. Vergleicht die Antworten aus **Aufgabe 2** und **Aufgabe 3** mit den anderen Gruppen. Welche Unterschiede und welche Gemeinsamkeiten fallen euch auf?

Die IPCC Klimaszenarien

Die IPCC Klimaszenarien: Um das in Paris definierte Klimaziel zu erreichen, müssen weitgehende Maßnahmen getroffen werden. Ob wir als Weltgesellschaft dieses Ziel erreichen werden ist zum heutigen Zeitpunkt unklar. Der Weltklimarat „IPCC“ veröffentlicht daher in regelmäßigen Abständen Zukunftsszenarien, zum Beispiel über die Entwicklung der globalen Temperatur. Diese Szenarien basieren auf komplexen Modellen, die sowohl physikalische Gesetze als auch historische Klimadaten nutzen. IPCC beschreibt für zukünftige Prognosen vier Hauptszenarien, die sogenannten „Representative Concentration Pathways“ (RCP). Diese Szenarien beschreiben die möglichen Entwicklungen der Treibhausgaskonzentrationen, je nachdem wie stark der anthropogene Ausstoß von Treibhausgasen in Zukunft eingeschränkt wird.



IPCC Klimaszenarien

IPCC 2022

Aufgabe 4

Diskutiert mit eurem neu erlangten Wissen über den anthropogenen Klimawandel in der Klasse wie realistisch das Einhalten des Pariser Klimaabkommens auf der globalen Ebene ist. Welche Maßnahmen müssen getroffen werden und welche der IPCC Klimaszenarien haltet ihr für realistisch?
