



Der natürliche Treibhauseffekt

Dank dem **natürlichen Treibhauseffekt** ist auf der Erde überhaupt Leben möglich: Die globale _____ lag in historischer Zeit bei rund 15 Grad Celsius. Ohne Treibhausgase läge die mittlere Temperatur auf der Erde bei etwa -18 Grad Celsius.

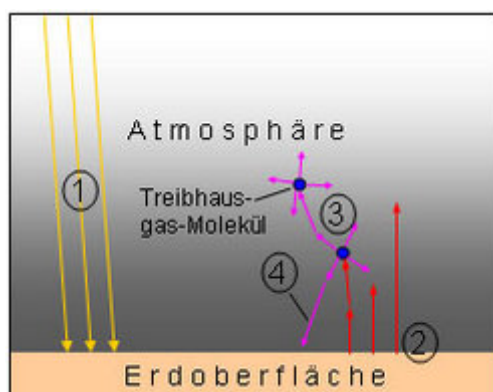
Zu den wichtigsten **natürlichen** _____ gehören Wasserdampf (H₂O), Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O) und Ozon (O₃).

Was genau ist Kohlendioxid (CO₂)?

CO₂ ist die Abkürzung für Kohlenstoffdioxid. Das Molekül besteht aus _____ und Sauerstoff. Es ist ein Gas, das in sehr geringer Konzentration in der Luft vorkommt. Kohlenstoff-Atome kommen praktisch überall in der Natur vor und bauen den grössten Teil der pflanzlichen Biomasse auf. So sind es denn auch die Pflanzen, die CO₂ aus der Luft aufnehmen, aus den Kohlenstoffatomen ihre Struktur aufbauen und Sauerstoff (O₂) freisetzen. Wenn Pflanzen verbrennen oder verrotten, setzen sie den gespeicherten Kohlenstoff in Form von CO₂ wieder frei. CO₂ entsteht aber auch, wenn fossile Energieträger wie _____, Gas und Kohle verbrannt werden. Diese Rohstoffe speicherten während Jahrtausenden riesige Mengen an CO₂ in den Erd- und Gesteinsschichten unter der Erdoberfläche. Was der Atmosphäre über lange Zeit entzogen wurde, setzt der Mensch nun in kürzester Zeit wieder frei. Da der Verbrauch dieser Brennstoffe seit 1880 um das zig-fache zugenommen hat, ist auch die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre massiv gestiegen. Da CO₂ Wärme aufnehmen kann, verursacht es den so genannten Treibhauseffekt.

So funktioniert der Treibhauseffekt:

1. Die _____ erwärmt die Erdoberfläche.
2. Die Erdoberfläche gibt langwellige _____ ab.
3. Die Treibhausgase nehmen einen Teil der Infrarotstrahlung (je nach Treibhausgas unterschiedliche Wellenlängenbereiche) auf und geben ihrerseits Infrarotstrahlung ab.
4. Ein Teil der von den Treibhausgasen ausgesendeten Strahlung gelangt auf die Erde zurück und führt zu einer Erwärmung der Erdoberfläche.
5. Aufgrund des vertikalen Luftaustauschs und physikalischer Effekte im Zusammenhang mit der vertikalen Temperaturschichtung erwärmt sich auch die unterste Atmosphärenschicht (_____).





Aufgrund der Strömungen in der Atmosphäre und in den Ozeanen kommt es zu horizontalen Umverteilungen von Wärmeenergie. Dies führt dazu, dass sich diese zusätzliche Erwärmung nicht in allen Regionen der Erde gleich stark bemerkbar macht.

Rückkopplungen:

Die _____ der Erde löst verschiedene weitere Prozesse im Klimasystem aus, die zu einer zusätzlichen Erwärmung führen (positive Rückkopplungen). Die wichtigsten sind:

- Wärmere Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen. Da Wasserdampf ein Treibhausgas ist, führt der mit der Erwärmung verbundene höhere Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre zu einem zusätzlichen Treibhauseffekt und damit zu einer weiteren Erwärmung. Dieser Verstärkungseffekt führt zu einer Erwärmung, die etwa gleich gross ist, wie die Erwärmung allein aufgrund des zusätzlichen Treibhauseffekts von CO₂.
- Schnee und _____ reflektieren einen hohen Anteil der einfallenden Sonnenstrahlung. Nimmt aufgrund der Erwärmung die mit Schnee oder Eis bedeckte Fläche ab, so wird weniger Sonnenstrahlung reflektiert und mehr Strahlung aufgenommen, was zu einer weiteren, im globalen Vergleich überdurchschnittlichen Erwärmung in diesen Regionen führt. Betroffen sind vor allem Regionen in den Polargebieten und Gebirgsräume.
- Aufgrund der Erwärmung _____ sich Prozesse im Kohlenstoffkreislauf. So verändert sich die CO₂-Aufnahme von Pflanzen, aber auch die CO₂-Bindung in Ozeanen oder von Mikroorganismen im Meer. Die Auswirkungen dieser Effekte können zurzeit noch nicht genau beziffert werden.
- Erhöhter Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre kann auch zu Veränderungen in der Wolkenbedeckung führen. Dabei wirken hohe, dünne Wolken erwärmend, tiefe dicke Wolken dagegen abkühlend (sie reflektieren Sonnenstrahlung und vermindern die Einstrahlung an der Erdoberfläche). Wie sich die Wolkenbedeckung verändert, ist zurzeit noch unklar und bildet die wichtigste Unbekannte in der Abschätzung des Ausmasses der globalen Erwärmung.

Der vom Menschen verursachte Treibhauseffekt

Durch **menschliche Aktivitäten** - vor allem durch _____ fossiler Energieträger und Abholzung der _____ - ist die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre in den letzten Jahrzehnten immer rascher angestiegen. Heute misst man z.B. über 30% mehr CO₂ als zu Beginn des Industriezeitalters. Als Folge davon findet im globalen Durchschnitt eine **zusätzliche Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Atmosphäre** statt.

Quellen:

<http://www.bafu.admin.ch/klima/00469/00471/00473/index.html?lang=de>

<http://www.greenpeace.ch/de/top/faqs/klima/#c1076>