

Zur Kernaussage 3

Der direkte Zusammenhang zwischen der Höhe der CO₂-Konzentration in der Luft und dem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist auffällig

3a

Experimentell lässt sich der Zusammenhang sichtbar machen.

Ein durch jede/jeden nachahmbares Experiment wurde an der Fakultät für Physik der LMU München im Rahmen des Projektes „Der Klimawandel: Verstehen und Handeln“ unter der Leitung von Frau Dr. Cecilia Scorza entwickelt:

Beschreibung des Experiments: Es handelt sich hier um ein Modell-Experiment, das die Absorption von Wärmestrahlung durch CO₂ anschaulich darstellt. Ein Infrarot-Keramikstrahler steht modellhaft für ein Stück Erdoberfläche, welches Wärmestrahlung abstrahlt. Die Dose entspricht einem zylinderförmigen Ausschnitt der Atmosphäre, welcher von der Erdoberfläche (im Experiment vom Infrarot-Strahler) bestrahlt wird. Im Fall der luftgefüllten Dose stellt sich nach einiger Zeit eine Gleichgewichtstemperatur ein – die Dose mitsamt der in ihr enthaltenen Luft gibt pro Zeitabschnitt ebenso viel Energie an die Umgebung ab, wie sie aufnimmt, so dass die Temperatur nach einiger Zeit nicht weiter ansteigt Durch Mischen von Zitronensäure und Natronpulver in Wasser in einem Erlenmeyerkolben entsteht CO₂, welches über einen Schlauch in die Dose geleitet wird. Hierfür werden zwei durch Stopfen verschlossene Löcher an der Oberseite der Dose geöffnet: durch eines der Löcher wird CO₂ zugeführt, durch das zweite Loch kann die in der Dose enthaltene Luft entsprechend entweichen. Die CO₂-Konzentration in der Dose wird somit stark erhöht. Nach kurzer Zeit (ca. ein bis zwei Minuten) wird der Schlauch aus der Dose entfernt und beide Löcher mit Stopfen wieder verschlossen.

Der zu Beginn beobachtete Temperaturanstieg von 25°C (Umgebungstemperatur) auf 36°C (Gleichgewichtstemperatur im luftgefüllten Fall) ist auf die anfängliche Erwärmung der Dose und der darin enthaltenen Luft durch den Infrarot-Keramikstrahler zurückzuführen. **A** Wie im Diagramm zu erkennen ist, steigt die Temperatur nach Zugabe von CO₂ nach einem kurzen Abfall (welcher dadurch begründet werden kann, dass die Reaktion im Erlenmeyerkolben endotherm und das ausströmende CO₂ kälter als die Luft ist) an, bis sich eine neue Gleichgewichtstemperatur auf höherem Niveau bei ca. 38°C einstellt. Daraus kann gefolgert werden, dass CO₂ einen Teil der infraroten Strahlung des Infrarot-Keramikstrahlers absorbiert, was zu einer Erhöhung der Temperatur in der Dose führt. Dieser Effekt sorgt in der Realität für den Treibhauseffekt, den wir aktuell in immer stärkerem Maße auf unserer Erde erleben.

Quelle: https://klimawandel-schule.de/materialien/Klimakoffer/Experiment_AbsorptionCO2_Hintergrund.pdf



Versuchsaufbau

Anmerkung zum Video (ohne Ton!)

Aufmerksamkeit besonders auf das Thermometer links im Video richten. Es zeigt ca. 40 Sekunden lang die konstante Temperatur in der Röhre. Nachdem dann CO₂ eingeleitet wurde, zeigt es einen langsamen, aber stetigen leichten, eindeutig auf das CO₂ zurückgehenden Temperaturanstieg.

Video https://klimawandel-schule.de/materialien/Klimakoffer/Videos/AbsorptionWaermestrahmung_web.mp4

Zur Kernaussage 3

Der direkte Zusammenhang zwischen der Höhe der CO₂-Konzentration in der Luft und dem Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist auffällig

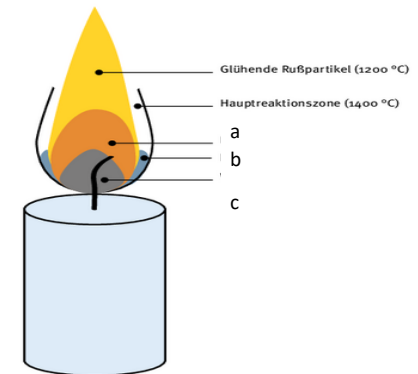
3b

Ein weiteres Experiment zur Sichtbarmachung des Effekts

Hier wird durch eine Glasröhre hindurch, die an beiden Enden lichtdurchlässig verschlossen ist, die Wärmestrahlung einer brennenden Kerze mit Hilfe einer Infrarotkamera aufgenommen und auf einen Bildschirm projiziert. Kamera und Kerzen befinden sich an den entgegengesetzten Enden. Anfangs enthält die Röhre nur normale Luft. Die **Infrarotaufnahme** zeigt die Wärmestrahlung einer typischen Kerzenflamme.

Im zweiten Schritt wird eine größere Menge an CO₂ in die Röhre eingeführt. Nach kurzer Zeit verschwindet der vorher gelb sichtbare Teil der Wärmestrahlung.

[Klick](#)



- a glühende Rußpartikel (1.200 °C)
 - b Hauptreaktionszone (1.400 °C)
 - c Bildung von Rußpartikeln (800 – 1.000 °C)
- Bildquelle: www.weltderphysik.de

Quelle: youtube; Chris Morris, BBC 2008, Reality Check

Das hat folgende Ursache: Empfundene Wärme ist eine Energiestrahlung in einem bestimmten Bereich kurzwelliger, infraroter Strahlung. Mit Hilfe der Infrarotkamera wird solcherlei Strahlung auf einem Bildschirm sichtbar gemacht. Die Farben entsprechen bestimmten Temperaturbereiche bzw. entsprechende Infrarot-Frequenzen. Anfangs bildet die Kamera die Wärmeverhältnisse ab, die sie nach dem Durchgang durch die normale Luft in der Glasröhre wahrnimmt, was gemäß der Erfahrung (s. Grafik) zu erwarten ist: Gelb steht für höhere Temperaturen, rot für eher mittlere und blau für eher geringere Temperatur.

Dann wird das CO₂ (in relativ hoher Konzentration, um die Wirkung schnell und deutlich sichtbar zu machen) in die Röhre gebracht. Dass daraufhin der gelbe Bereich im Computerbild verschwindet, zeigt, dass nur noch ein verminderter Teil der Flammenwärme auf dem Weg durch die mit CO₂ angereicherte Luft auf die Kamera trifft. Die Energiestrahlung von der Kerze zur Kamera ist gedämmt worden.

Genau das geschieht auch in der Atmosphäre: Das CO₂ in der Atmosphäre begrenzt die Rückstrahlung von eingestrahelter Sonnenenergie ins All via Wärmestrahlung der Materie auf der Erdoberfläche.