



## Versuchsanleitung: CO<sub>2</sub> Experiment

Dieses Experiment verdeutlicht den Treibhauseffekt der Atmosphäre, welcher grundlegend für die lebensfreundliche Temperatur auf der Erdoberfläche ist. Die Atmosphäre ist nämlich weitestgehend durchlässig für die von der Sonne an kommende kurzwellige Strahlung, jedoch aufgrund der sogenannten Treibhausgase wie Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid und Methan wenig transparent für die langwellige Infrarotstrahlung, die von der warmen Erdoberfläche emittiert wird.

Die Treibhausgase streuen einen Teil der Wärmestrahlung zurück zur Erdoberfläche, welche dadurch weiter erwärmt wird bis zu einer Gleichgewichtstemperatur, die empfindlich von der Treibhausgaskonzentration abhängt. Insofern führt der durch menschliche Aktivitäten bedingte Ausstoß von Treibhausgasen zu einer erhöhten Gleichgewichtstemperatur, was zu tiefgreifenden Klimaveränderungen führen wird.

Das Absorptionsspektrum von CO<sub>2</sub> ist in Abb. 2 dargestellt.

## Aufbau

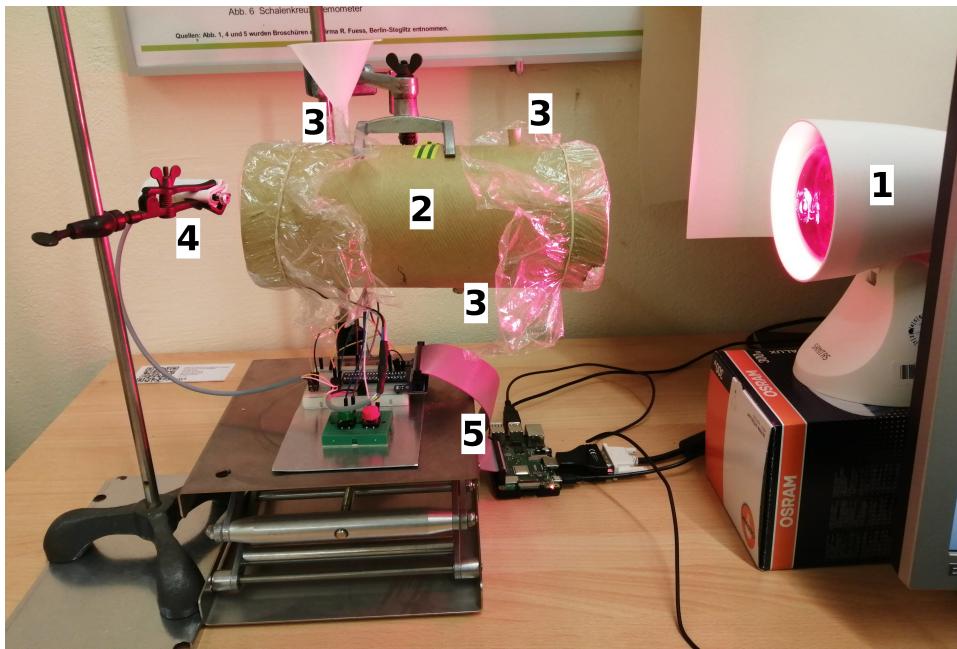


Abbildung 1: Detaillierter Versuchsaufbau

1. Wärmequelle mit Infrarotstrahlung (Philips Incandescent BR125)
2. Atmosphäre, ausgestattet mit CO<sub>2</sub>-, Temperatur- & Feuchtesensor (**SCD4x**)
3. Öffnungen der Atmosphäre
4. Infrarot-Thermometer
5. Raspberry Pie (Einplatinencomputer)

## Durchführung

1. Zunächst sollte das Plot-Fenster mit den Live-Messwerten geöffnet werden. Dazu muss die Stromversorgung des Raspberry Pie verbunden werden (Stecker → Steckdose). Anschließend fährt das Raspberry Pie OS hoch und die Desktopumgebung erscheint. In der oberen linken Ecke wird die Menüleiste über 🍄 aufgerufen, hier findet sich im Bereich "Bildung" das *CO<sub>2</sub> Experiment*, welches mit einem Klick und ein klein wenig Geduld gestartet werden kann. Wird das Plot-Fenster geschlossen, kann es auf diese Weise einfach neu gestartet werden. Falls eine Fehlermeldung erscheint, kann das Programm direkt im Terminal mit dem Befehl `python /home/ir/co2-experiment/code/runco2.py` ausgeführt werden (evtl. Pfad anpassen).

2. Es sollte kontrolliert werden, dass die Atmosphäre nahezu CO<sub>2</sub>-frei ist. Andernfalls die Atmosphäre lüften. Alle Öffnungen des Zylinders nun verschließen. Die Lampe sollte ungefähr 20cm vom näheren Ende des Zylinders entfernt sein und sich auf gleicher Höhe befinden.
3. Als nächstes die Wärmequelle anschalten und der Atmosphäre Zeit geben (15-20min!), sich zu erwärmen. Anschließend kann das Plotfenster neu gestartet werden, um den dynamischen y-Achsenbereich an die erwärmte Atmosphäre anzupassen.
4. Nun wird das CO<sub>2</sub> durch eine chemische Reaktion von je zwei Teelöffeln Natron und Zitronensäure mit ca. 30ml Wasser im Erlenmeyerkolben erzeugt und über einen Schlauch durch eine der beiden oberen Öffnungen in die Atmosphäre geleitet, die andere Öffnung dabei ebenfalls freimachen, damit die Luft entweichen kann. Den Erlenmeyerkolben schwenken – nach ca. 1,5min ist die chemische Reaktion beendet und die oberen Öffnungen werden verschlossen. Es wird ein Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration um mehrere Größenordnungen beobachtet, allmählich steigt die Temperatur der Atmosphäre ebenfalls, da langwellige Wärmestrahlung durch das CO<sub>2</sub> absorbiert und isotrop gestreut wird.
5. Die untere Öffnung sollte nach Versuchsdurchführung geöffnet werden, damit das CO<sub>2</sub> entweichen kann.

Eine [Versuchsanleitung](#) zum analogen Experiment der Aktivität 5 des Klimakoffers der LMU München kann ergänzend zu Rate gezogen werden. Hinweise oder Korrekturen bitte weiterleiten an Robert Wright per Mail unter [r.wright@fu-berlin.de](mailto:r.wright@fu-berlin.de).

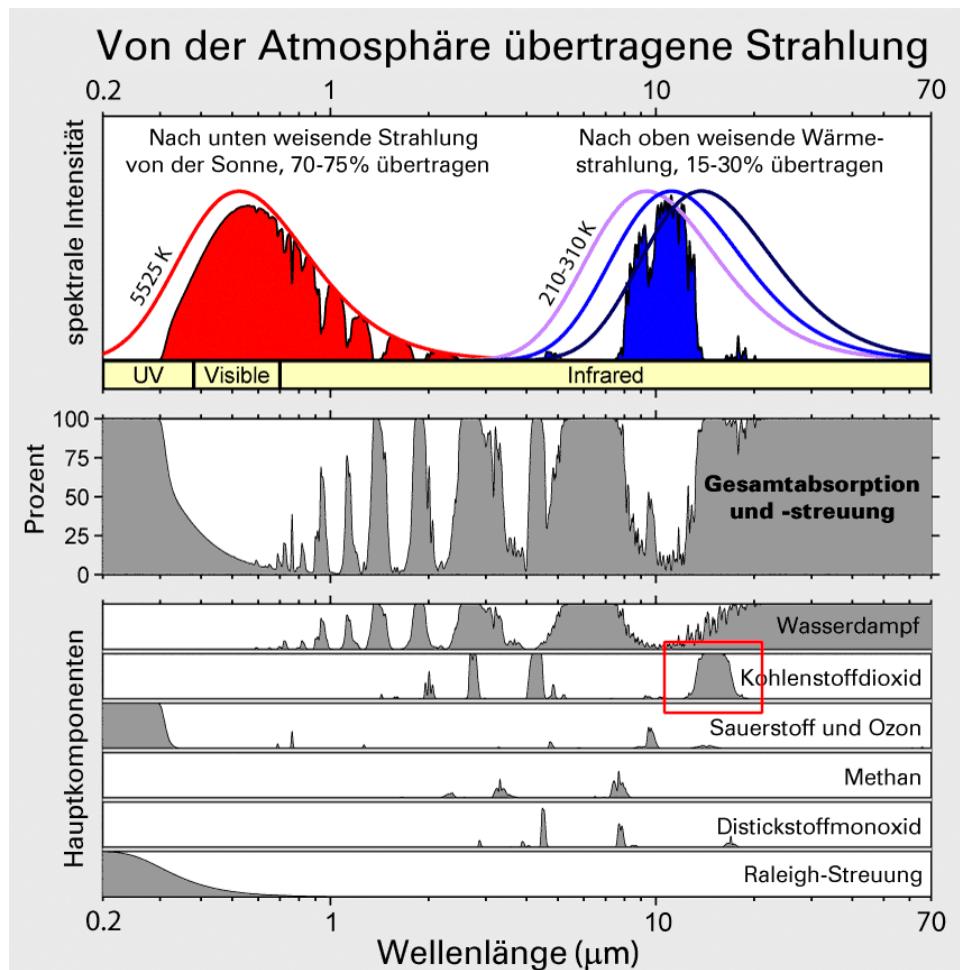


Abbildung 2: 70 bis 75 % der von der Sonne emittierten kurzweligen Strahlung (rot) gelangen durch die Atmosphäre auf die Erdoberfläche, die sich dadurch erwärmt und langwellige Infrarotstrahlung aussendet (blau), deren Abstrahlung ins All von Treibhausgasen behindert wird. Eingezeichnet sind drei Strahlungskurven der Infrarotstrahlung von Körpern zwischen  $-63^{\circ}\text{C}$  und  $+37^{\circ}\text{C}$  (violett, blau, schwarz). Die Grafiken darunter zeigen, welche Treibhausgase welche Teile des Spektrums absorbieren (CC BY-SA 3.0).