

Arbeitsauftrag 1

**Aufgabe:**

**Die Schüler*innen sollen typische Anzeichen schlechter Raumluft benennen.
Mögliche und erwartbare Punkte sind:**

Geruch:

- Moderig-muffiger, süßlich-stichiger oder abgestandener Geruch
- Wahrnehmung von Körper- oder Essens-Gerüchen, die sich nur langsam verflüchtigen

Thermisches Empfinden/Klima:

- Stickige, warme Luft trotz geschlossener Fenster
- Feuchte, schwüle Atmosphäre im Raum
- Kondenswasser an Fensterscheiben (bei kühler Außentemperatur)

Physische Symptome:

- Müdigkeit und Konzentrationsschwierigkeiten
- Häufiges Gähnen oder das Bedürfnis, sich zu strecken
- Kopfschmerzen oder Druckgefühl im Kopf
- Gereizte, trockene Augen und trockener Hals
- Schwere Atmung oder ein leichtes Beklemmungsgefühl

Verhaltensauffälligkeiten:

- Unruhe oder gesteigerter Bewegungsdrang („Frischluft-Bedürfnis“)
- Häufiges Aufstehen, um sich die Beine zu vertreten
- Vergesslichkeit oder vermehrte Flüchtigkeitsfehler bei Aufgaben

Arbeitsauftrag 3

**Aufgabe:**

Die Schülerinnen und Schüler sollen in eigenen Worten erklären, dass das im Klassenzimmer nachgewiesene CO₂ hauptsächlich durch den Gasaustausch von Lebewesen entsteht und beschreiben, wie Menschen, Haustiere und Pflanzen dabei wirken. Mögliche und erwartbare Punkte sind:

Quelle des CO₂ durch Respiration:

- Menschen atmen Sauerstoff ein und produzieren bei der Zellatmung CO₂, das sie wieder ausatmen.
- Je mehr Personen (bzw. höhere Aktivität) im Raum sind, desto mehr CO₂ sammelt sich an.
- Dasselbe gilt für Haustiere: auch Tiere atmen und geben CO₂ ab.

Anreicherung bei schlechter Lüftung:

- In geschlossenen, unzureichend gelüfteten Räumen kann CO₂ nicht entweichen und reichert sich an.
- Messwerte über 1 000 ppm CO₂ deuten häufig auf zu geringe Frischluftzufuhr hin (wenn gemessen wird).

Rolle der Pflanzen durch Photosynthese:

- Bei ausreichendem Tageslicht nehmen Pflanzen CO₂ auf und wandeln es in Glucose um, während sie Sauerstoff freisetzen.
- Pflanzen können daher das CO₂-Niveau etwas senken, sind aber in einem voll besetzten Klassenraum meist nicht genug, um den CO₂Anstieg vollständig auszugleichen.

Zusammenfassung der Dynamik:

- Menschen/Tiere: Hauptquelle für CO₂ im Raum durch Ausatmen.
- Pflanzen: Tagsüber CO₂-Senke, nachts (oder bei Dunkelheit) geringe CO₂-Quelle.
- Lüftung: Entscheidend, um CO₂ nach außen abzuführen und frische Luft hereinzubringen.

Arbeitsauftrag 4

**Aufgabe:**

Die Schülerinnen und Schüler sollen in eigenen Worten verständlich erklären, warum ausgeatmetes CO₂ nicht „unten liegen bleibt“, sondern sich im ganzen Raum verteilt, und dazu eine einfache Skizze anfertigen. Erwartbare Punkte sind:

1. Physikalische Erklärung

Warme Atemluft und Dichte:

- Ausgeatmete Luft ist durch die Körpertemperatur ($\sim 37^\circ\text{C}$) wärmer und damit weniger dicht als die kühlere Raumluft.
- Weniger dichte (wärmere) Luft steigt nach oben, dichtere (kältere) Luft sinkt, ein klassischer Konvektionsprozess.

Konvektion:

- Durch Temperaturunterschiede im Raum entwickeln sich Strömungen: warme Luft trägt das CO₂ nach oben und verteilt es entlang von Decke und Wänden.
- In Fensternähe oder an Heizkörpern kann die Luft besonders stark umlagert werden.

Diffusion:

- CO₂-Moleküle bewegen sich durch Brown'sche Molekularbewegung vom Ort hoher Konzentration zu Bereichen niedrigerer Konzentration.
- Dieser ungerichtete Prozess führt mit der Zeit zu einer gleichmäßigeren Verteilung.

Wechselspiel beider Effekte:

- Konvektion transportiert CO₂ großräumig und relativ schnell. Diffusion sorgt für das lokale Ausgleichen von Konzentrationsgefällen.
- Zusammen führen beide Effekte dazu, dass CO₂ im gesamten Volumen des Klassenzimmers verteilt wird.

2. Erwartete Skizze

Raumkontur und Figur**Konvektions-Pfeile:**

- Große, geschwungene Pfeile, die direkt an der Figur nach oben zeigen und dann seitlich unter der Decke verlaufen.
- Beschriftung: „Konvektion“ (ggf. mit kurzer Notiz „warme, weniger dichte Luft steigt nach oben“).

Diffusions-Pfeile:

- Viele kleine, ungerichtete Pfeile rund um die Figur, die in alle Richtungen weisen.
- Beschriftung: „Diffusion“ (ggf. mit kurzer Notiz „Molekülbewegung im Konzentrationsgefälle“).

Legende oder Beschriftung:

- Pfeile farblich oder durch unterschiedliche Strichart
- Klare Zuordnung, welche Pfeile Konvektion und welche Diffusion darstellen.

Beispiel Handout

1. Das Problem: Was ist CO₂ ?

- Kohlendioxid (CO₂) ist ein farb- und geruchloses Gas.
- Chemisch: Molekül aus C + 2 O-Atomen in gerader Linie (O = C = O).
- Unpolar: löst sich kaum in Wasser, bleibt gasförmig.
- Entsteht bei der Zellatmung: Wir atmen O₂ ein und CO₂ aus.

2. Die Ausbreitung: Konvektion & Diffusion:

- Warme Atemluft (~ 37 °C) steigt aufgrund Dichteunterschieden auf. Moleküle bewegen sich zufällig. Leichtere Luftpakete tragen CO₂ nach oben und an die Raumdecke.
- CO₂ wandert von hoher zu niedriger Konzentration.
- Sorgt für schnelle, großräumige Verteilung.
- Sorgt für gleichmäßigen Konzentrationsausgleich.

Möglicherweise analoge Skizze zu Aufgabe 4.

3. Die Auswirkung: Folgen hoher CO₂-Konzentration

- Müdigkeit & Schläfrigkeit ab ~ 0,1 % CO₂ (1 000 ppm).
- Kopfschmerzen und Druckgefühl im Kopf.
- Konzentrationsstörungen: Fehlerhäufigkeit steigt.
- Leistungsminderung: Logisches Denken und Erinnerung leiden.
- Werte über 0,2 % CO₂ verschlechtern Wohlbefinden deutlich.

4. Die Messung: Prinzip eines CO₂-Sensors (Nicht-dispersive Infrarotmessung):

- Luftprobe trifft auf Infrarot-Lichtquelle.
- CO₂-Moleküle absorbieren Licht bei spezifischer Wellenlänge.
- Ein Detektor misst die Abschwächung → CO₂-Konzentration.
- Anzeige in ppm (parts per million)