

# Chemie der Atmosphäre und Schadstoffe in der Luft

gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

## Inhalt

1. Fachlicher Hintergrund .....	1
2. Voraussetzungen der Lerngruppe .....	1
3. Integration in laufenden Unterricht .....	1
3.1. Anknüpfungspunkte an bildungsplanrelevante Themen	1
3.2. Vorschlag zur Gestaltung des Unterrichts	2
4. Die Materialien .....	4
4.1. Allgemeines	4
4.2. Einblick in die Materialien	5

### 1. Fachlicher Hintergrund

Sonnenstrahlung dringt permanent in die Atmosphäre ein. Bevor sie jedoch die Erdoberfläche erreicht, wird etwa 28% von Wolken, Luftpartikeln sowie Schneeflächen reflektiert. Ungefähr 25% der Strahlung wird von der Ozonschicht, Wolken und Wasserdampf absorbiert, bevor die übrige Strahlung von der Erdoberfläche absorbiert wird. Auf der Erdoberfläche werden die Lichtstrahlen in Wärmestrahlung umgewandelt, um später an die Atmosphäre abgegeben zu werden. Hiernach werden die Wärmestrahlen von den wichtigsten Treibhausgasen, Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid absorbiert. Auf diese Weise entsteht der natürliche Treibhauseffekt, bzw. wird die Atmosphäre erwärmt. Dank dieses Effektes liegt die durchschnittliche Temperatur der Erdoberfläche bei 15°C. Aufgrund der anthropogenen Emissionen wird ein künstlicher Treibhauseffekt verursacht, d.h. die Atmosphäre wird zusätzlich erwärmt. Das klimarelevanteste Gas ist das Kohlenstoffdioxid: Es wird hauptsächlich durch die Verbrennung von fossilen Treibstoffen gebildet.

Der anthropogene Treibhauseffekt und die damit einhergehende Klimaerwärmung sind ein Problem, der sich die aktuelle Gesellschaft stellen muss. Obwohl der erhöhte Ausstoß von Kohlenstoffdioxid in den Medien und öffentlichen Diskussionen häufig als Hauptverursacher des Klimawandels verantwortlich gemacht wird, sind die Gründe für die Veränderung des Klimas facettenreich. Das atmosphärische Ozonloch, bodennahes Ozon sowie der Sommersmog sind weitere Probleme, denen sich die heutige Gesellschaft stellen muss.

### 2. Voraussetzungen der Lerngruppe

Damit die Lernenden dieses Unterrichtsmodul erfolgreich absolvieren können, sind gewisse Vorkenntnisse unabdingbar. Diese sollen im Folgenden aufgeführt werden.

Die Schülerinnen und Schüler müssen ...

- ...die verschiedenen Schichten der Atmosphäre kennen.
- ...die Zusammensetzung der Luft kennen.
- ...das Konzept der Energie verstehen.
- ...die Energieumwandlungsprozesse kennen.
- ...den Kohlenstoff-Kreislauf kennen.
- ...den Reaktionsbegriff verstehen.
- ...die Bedeutung von Modellversuchen verinnerlicht haben.

### 3. Integration in laufenden Unterricht

#### 3.1. Anknüpfungspunkte an bildungsplanrelevante Themen

Der Aspekt der Nachhaltigkeit wird in nahezu allen Bildungs- und Rahmenplänen gefordert. Durch diese Thematik können die Schülerinnen und Schüler ein menschengerechtes und naturverträgliches Handeln mit den Ressourcen lernen (Bildungsplan-Bremen, 2010). Der Treibhauseffekt und die Ozonthematik werden explizit genannt. Das Verstehen der Ursachen des anthropogenen Treibhauseffekts sowie des Sommersmogs tragen zu einem umweltbewussten Denken bei. (Kerncurriculum-Niedersachsen, 2012). Hier ermöglicht die Behandlung der verschiedenen Phänomene der At-

mosphäre, die durch den Menschen beeinflusst werden können, eine weitere Thematisierung des Nachhaltigkeitsaspektes.

### 3.2. Vorschlag zur Gestaltung des Unterrichts

Dieses Angebot umfasst insgesamt 13 Experimente. Die Durchführung aller Versuche würde mehr als einen Schultag in Anspruch nehmen. Aus diesem Grund sollen in diesem Abschnitt Anregungen gegeben werden, wie die Materialien und Experimente zu einer vollständigen Unterrichtseinheit miteinander kombiniert werden können. Die Vorschläge, die in diesem Abschnitt getätigt werden, sind keinesfalls bindend und können selbstverständlich umgewandelt werden.

Gestaltungsvorschlag: Krankheiten der Atmosphäre

*Vorbereitung auf den experimentellen Teil:* Vorbereitend zum experimentellen Teil sollen die Schülerinnen und Schüler das notwendige Hintergrundwissen zu der Thematik erhalten. Dazu steht ein Arbeitsblatt bereit (vgl. 4.2.).

*Experimenteller Teil im Schülerlabor:* Im praktischen Teil führen die Schülerinnen und Schüler verschiedene Experimente zum Treibhauseffekt, zu den Auswirkungen von atmosphärischem und bodennahem Ozon sowie Aerosolen durch. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, dass das Klima der Erde ein empfindliches System ist, das leicht gestört werden kann (vgl. 4.2.).

*Reflexion des experimentellen Teils:* Nach dem experimentellen Teil sollen sich die Lernenden Maßnahmen erarbeiten, die zum Schutz des Klimas beitragen können. Dabei wird insbesondere auf individuelle Maßnahmen Bezug genommen. Entsprechende Arbeitsblätter werden zur Verfügung gestellt.

## 4. Die Materialien

### 4.1. Allgemeines

Dieses Angebot umfasst 13 Experimente rund um den Treibhauseffekt und die Ozonproblematik:

- Aufnahme der Wärmestrahlung durch verschiedene Aluminiumplatten
- Abgabe der Wärmestrahlung durch verschiedene Oberflächen
- Vergleich der Wärmeabgabe von Wasser an verschiedenen Trinkbechern
- Experiment zur Absorption von Wärme und Licht
- Aufnahme von Wärmestrahlen durch verschiedene Gase
- Modellversuch zum Treibhauseffekt
- Modellexperiment zum Treibhauseffekt mit Cola
- Positive Wirkung von Ozon
- Negative Wirkungen von Ozon
- Wirkung von Ozon auf Gummischlauch
- Negative Wirkungen von Ozon auf Pflanzen
- Bildung von Aerosolen und ihr Einfluss auf die Temperatur
- Wirkung von Rußaerosolen auf die Lichtintensität

Diese Experimente können sowohl in den Schülerlaboren in Bremen und Saarbrücken als auch – bei entsprechender Ausstattung – in der Schule durchgeführt werden. Neben den Experimenten und deren Versuchsvorschriften enthält das Angebot auch kopierfertige Arbeitsblätter für die Vor- und Nachbereitung der praktischen Experimentierphase.

Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft ein Arbeitsblatt sowie eine Versuchsvorschrift dargestellt. Bei Interesse ist eine Handreichung zur Thematik verfügbar. Diese enthält neben allen kopierfertigen Materialien auch umfangreiche Hintergrundinformationen und weitere Vorschläge zur Einbindung der Experimente in den laufenden Unterricht.

Name:	<b>Bildung von Ozon und seine schützende Wirkung</b>	Datum
-------	--	-------

In der Stratosphäre gibt es Sauerstoff-Moleküle  $O_2$ , die aus einer Verbindung von zwei Sauerstoffatomen entstehen und Sauerstoff-Moleküle  $O_3$ , die aus einer Verbindung von drei Sauerstoffatomen erfolgen. Die letzte wird „Ozon“ genannt.

Die Sonne sendet nicht nur Wärme und sichtbares Licht, sondern auch unsichtbares Licht, die sogenannte Ultraviolettstrahlung, aus. Diese kann sehr schädlich für die Lebewesen sein, da sie z. B. die Strukturen von Pflanzen zerstören kann. Außerdem kann sie Sonnenbrände sowie Hautkrebs bei den Menschen verursachen.

Die Verbindung zwischen den Atomen der Sauerstoff-Moleküle  $O_2$  wird durch die Ultraviolettstrahlung gebrochen und in zwei Sauerstoff-Atome gespalten:  $O_2 \rightarrow O + O$



Jedes der so entstandenen Sauerstoffatome kann mit einem Sauerstoff-Molekül reagieren und Ozon bilden:  $O + O_2 \rightarrow O_3$



Ozon kann die Ultraviolettstrahlung aufnehmen und wird auf diese Weise abgebaut:  $O_3 \rightarrow O + O_2$



In der Stratosphäre erfolgen diese Reaktionen ständig, somit wird immer wieder Ozon auf- und abgebaut. Auf diese Weise wird die gefährliche Ultraviolettstrahlung vom Ozon aufgenommen und die Erdoberfläche wird vor dem gefährlichen UV-Licht geschützt. Darüber hinaus wird das UV-Licht durch die Spaltung des Ozon-Moleküls in Wärmestrahlung umgewandelt, so dass die Stratosphäre aufgeheizt wird.

### Das Ozonloch

Seit ungefähr dreißig Jahren verringert sich die Ozonkonzentration der Ozonschicht. Die Folge ist die Entstehung des Ozonloches, das vor allem über der Südpolarregion beobachtet werden kann. Ursachen der Zerstörung der Ozonschicht sind vor allem Gase wie die Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW), die in der Regel als Kühlmittel verwendet wurden. Diese Gase reagieren mit dem Ozon in der Stratosphäre. Das Ozon-Molekül wird gespalten und die Konzentration des Ozons in der Stratosphäre verringert sich, wodurch die schützende Funktion der Ozonschicht zerstört wird.

**Versuch 13: Wirkung von Rußaerosolen auf die Lichtintensität**



Aufgabe: Finde heraus, welchen Einfluss Aerosolnebel auf die Lichtintensität hat. Stelle dazu zunächst einen Aerosolnebel her. Du hast folgende Materialien zur Verfügung: eine Glühlampe (75W), Luxmeter, IR-Thermometer, Bechergläser, Spatel, Kristallisierschale, Glasglocke, Stopfen mit Verbrennungslöffel, Räucherstäbchen, Kerze, Wasser.

---

Sicherheit:  
Trage eine Schutzbrille!

*Den Aerosolnebel nicht direkt einatmen.*

Versuchsaufbau:



Durchführung:

---

---

---

---

Beobachtung:

---

---

---

---

Auswertung:

Erkläre, welchen Einfluss Aerosolnebel auf die Lichtintensität hat.



---

---

---