

# KLIMA SCHADSTOFFE



Schadstoff(e): Was verbirgt sich dahinter? Die WHO (Weltgesundheitsorganisation) spricht zusammengefasst von Luftverschmutzung: „Wenn die Außenluft durch Staub, Dampf, Nebel, Gas, Rauch und/oder Dunst in entsprechenden Mengen und Eigenschaften und über eine gewisse Zeit so kontaminiert ist, dass eine Beeinträchtigung für Mensch, Tier oder Pflanze...und Lebensfreude eintritt“. Die WHO beachtet dabei die Innenluftverschmutzung (Indoor pollution), welche mit dem Schlagwort „sick-building-syndrom“, verursacht durch schadstoffbelastete Teppiche, Möbel usw. mediales Aufsehen erregte, nicht. Grundsätzlich können sich Schadstoffe in jeder Materie – organisch oder anorganisch – anreichern. Um den Schadstoffgehalt messen zu können werden kleinste Maßeinheiten, wie mg (Milligramm) oder ppm (parts per million) verwendet – denn so gering ihr Anteil in den meisten Fällen ist, so groß sind ihre negativen Wirkungen.

## WAS SIND SCHADSTOFFE?

Zu den klassischen Luftschadstoffen zählen Kohlenmonoxid, Schwefelverbindungen, Stickoxide, Staub und Ruß, Dioxine und Furane sowie Kohlenwasserstoffe. FCKW (Fluorchlorkohlenwasserstoffe) und Stickoxide zählen zu den stark ozonschädigenden Substanzen. Schadstoffe können die Luft auch „nur“ als Transportmittel verwenden, wie zum Beispiel PER (Perchlorethylen), das sich schließlich in tierischem und menschlichem Fettgewebe anreichert. Cadmium, Blei, Chrom, Nickel, Quecksilber, Kupfer und Arsen sind Schadstoffe, die zum Beispiel in einer Gießerei freigesetzt werden können. Prinzipiell wird in Konzentrationen gemessen:

Die Cadmiumbelastung der Luft misst man zum Beispiel in  $\text{mg}/\text{m}^2$  Abgas. Kohlenmonoxid wird im Anteil am Volumen (Volumprozent) gemessen. Blei, das – vor dem bleifreien Benzin – vor allem von Kraftfahrzeugen freigesetzt wurde, wird in  $\text{mg}/\text{gefahrenem Kilometer}$  gemessen. Je nachdem welchen Vergleich man anstellen will, muss Konzentration und Gesamtmenge erhoben werden. Grenzwerte sollen schließlich über Gefährlichkeit und Unbedenklichkeit Aufschluss geben.



Rauchende Schornsteine – Symbol einer industrialisierten Welt. Eine weiße Rauchwolke zeigt, dass zumindest Schwebstoffe wie Ruß, Schwefel usw. gefiltert wurden.

## INFO SERVICE:

Weitere Informationen über Schadstoffe und deren Auswirkungen finden Sie auch im Ordner Klima, Kapitel Veränderung - Staub und Ozon.



Um halbwegs gereinigte Abgase zu erreichen, werden den Schornsteinen aufwändige und kostenintensive Anlagen/Filter zur Rauchgaswäsche und -reinigung vorgeschaltet.

## ENTSTEHUNG VON SCHADSTOFFEN

Lediglich zwei Entstehungsarten von Schadstoffen sind zu unterscheiden: Pyrogene-Prozesse – Verbrennungsprozesse (Verkehr, Hausbrand, Industrie) und Nicht-Pyrogene-Prozesse, wie die Ausdampfung von Lösemitteln (Klebstoffe, Farben etc.)



Der Individualverkehr – die Nummer 1 der CO<sub>2</sub>-Verursacher – macht die Einsparungen im Treibstoffverbrauch regelmäßig durch die Neuanmeldungen von PKW's wieder zunichte.



Farben und Lacke waren und sind zum Teil noch heute eine besonders gefährliche Quelle giftiger, gesundheits- und umweltschädlicher Lösemittel. Auch die Zusammensetzung der Farben – früher gerne mit Schwermetallen versetzt – brachte Bewegung in die Farbtechnologie. Wasserlösliche Farben und Verbote für besonders giftige Stoffe waren die Folge.

und Konservierungsstoffe (Formaldehyd, Alkohol etc.), sowie Vergärungsprozesse (Deponiegase), Methanentwicklung beim Reisanbau und in der Rinderwirtschaft. Daneben gibt es selbstverständlich auch natürliche Luftverschmutzungen durch Waldbrände, Blütenpollen, Fäulnisprozesse usw.



**ZUSAMMENFASSUNG:** Schadstoffe – natürliche oder vom Menschen produzierte – führen zu Belastungen der Elemente Luft, Boden, Wasser oder zur Beeinträchtigung der Lebensqualität, sowie der Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze. Schadstoffe entstehen einerseits durch Verbrennung in Kraftfahrzeugen, beim Hausbrand oder in der Industrie. Andererseits können chemische Substanzen mit Luft oder Wasser reagieren. Die Vergärung von organischen Stoffen kann ebenfalls Schadstoffe und belästigende Gerüche erzeugen. Schadstoffe zu vermeiden gelingt primär durch Produktionsveränderungen, sekundär filtern Rauchgaswäschen – mit großem technischen Aufwand – zumindest Teile wieder aus.

### VERMEIDUNG VON SCHADSTOFFEN

Bei der Vermeidung von Schadstoffen wird zwischen Primärmaßnahmen und Sekundärmaßnahmen unterschieden. Primär versucht man Prozesse zu optimieren – Schadstoffe erst gar nicht entstehen zu lassen. Belastungen durch PER in chemischen Putzereien wurden zum Beispiel durch die Entwicklung eines Verfahrenskreislaufes fast völlig reduziert. Sekundär wird versucht die entstandenen Schadstoffe bei Verbrennungsprozessen mittels Rauchgasreinigung zu reduzieren. Diese Rauchgaswäschen sind sehr aufwändig und verlangen nach umfangreichen baulichen Maßnahmen. Zur Veranschaulichung: Ein Drehrohrofen eines Entsorgungsbetriebes (Sonderabfallbehandlung) ist ungefähr so groß wie ein mittleres Zimmer, die Abgasreinigung „danach“ umfasst ein vierstöckiges Gebäude.

### ENTWICKLUNG VON SCHADSTOFFEN

Im Straßenverkehr reduzierte man in den letzten Jahren die Blei-Emissionen (von den Fahrzeugen abgegebenes Blei in die Atmosphäre) mittels bleifreiem Benzin (Primärmaßnahme). Der Katalysator führte zur Reduktion von Stickoxiden (Sekundärmaßnahme). Andererseits gingen immer mehr Dieselfahrzeuge in Betrieb, was wiederum zu einer höheren Rußbelastung führte. Nachweislich krebs- und krankheitserregende Stoffe wurden – zumindest für bestimmte Anwendungsbereiche, zum Beispiel Cadmium in Kinderspielzeug.



# KLIMA SCHADSTOFFE



WissenschaftlerInnen auf der ganzen Welt sind sich einig, dass sich das Klima auf unserer Erde rascher als je zuvor verändert. Schuld daran sind nicht zuletzt die vom Menschen verursachten Belastungen der Umwelt. Ein Phänomen der Luftverschmutzung ist der Saure Regen. Darunter versteht man Niederschläge, die durch Schwefeldioxyde, Stickoxide, Ammoniak und anderen chemischen Verbindungen verunreinigt sind.

Während der natürliche pH-Wert des Regens ungefähr bei 5,5 liegt, beträgt der pH-Wert von Saurem Regen durchschnittlich 4 bis 4,5. Dies entspricht etwa einer bis zu circa 40fachen Säuremenge gegenüber unbelastetem Regenwasser. Studien zeigen, dass Schwefel und Salpetersäure am meisten für die Versäuerung des Regens verantwortlich sind. Bei Verbrennungsprozessen entstehen Schwefeldioxyd, Stickstoffoxide und weitere säurebildende Gase. Die so freigesetzten Nichtmetalloxide oxidieren in der feuchten Atmosphäre mit Wasserdampf zu Schwefelsäure und Salpetersäure. Diese Stoffe liegen dann gelöst in der Luft vor, so dass sie dann mit dem Niederschlag abregnen. Da diese Verbrennungsprodukte vermehrt in Städten und in industriellen Ballungsgebieten entstehen, ist dort der pH-Wert meist niedriger als auf dem Land.

Saurer Regen schädigt Tiere und Pflanzen. Nadelbäume beispielsweise reagieren mit Vergilben und Abfall der Nadeln, sie weisen Schäden an Knospen und jungen Trieben auf und zeigen nicht selten Wachstumsanomalien und Wurzelstörungen. Aber auch viele historische Gebäuden leiden unter dem Sauren Regen.

## LERNZIELE:

- Die SchülerInnen begreifen, dass der Mensch die Schadstoffe in der Luft verstärkt.
- Sie erarbeiten im Unterricht gemeinsam Möglichkeiten um den Schadstoffausstoß zu verringern.
- Anhand von Experimenten wird den SchülerInnen verdeutlicht, welche Auswirkungen Luftschadstoffe haben können.

## SAURER REGEN

**ORT:** Klassenzimmer, Pausenhof, Freiluftklasse.

**ZEITAUFWAND:** eine Unterrichtseinheit.



Für den Versuch „Saurer Regen“ schneidet man Rotkraut in Scheiben, kocht es ca. 5 Minuten in destilliertem Wasser, lässt es auskühlen und füllt es in verschiedene Gläser. Dann tropft man Testflüssigkeiten in die Gläser.

## INFO SERVICE:

Mehr Informationen dazu finden Sie auch im Ordner Klima, Kapitel Vegetationszonen und Kapitel Verkehr.



Man kann sofort die Verfärbungen des Rotkrautsaftes beobachten!



ALTERSGRUPPE

6 - 10



Wenn man Essig auf einen Betonbrocken tropft, kann man sehr gut erkennen, wie sich dieser verändert.



Anhand unseres zweiten Versuchs sehen die SchülerInnen, dass auch Bauten leiden.



**MATERIALIEN:** Rotkraut, destilliertes Wasser, Zitrone, Weinstein, Leitungswasser, verschiedene Wasserproben (zum Beispiel aus Wasserlacken), Backpulver, Allesreiniger, Waschsoda, Messer, Schneidbretter, Sieb, großes Glas, kleine Gläser, Kochplatte oder Herd in der Schulküche bzw. Wasserkocher.

**KOSTEN:** ca. 5,- Euro.

### UMSETZUNG:

Der Protonenüberschuss im Regenwasser verursacht eine verstärkte Auflösung von Gestein. Das bedeutet, dass die Verwitterung wesentlich schneller voranschreitet. So reagiert beispielsweise Kalkstein mit Schwefelsäure zu Gips. Dadurch bröckelt das Gestein ab, auf ähnliche Weise wird auch Sandstein zersetzt. Zahlreiche Kulturdenkmäler werden so unwiederbringlich zerstört. Normalerweise hat Regen einen pH-Wert von 5,6. Ist er höher, ist das Wasser alkalisch. Niederschläge gelten dann als sauer, wenn ihr pH-Wert unter 5 liegt, dabei werden sowohl Pflanzen, als auch Tiere geschädigt. Mit Rotkrautsaft, der als Indikatorflüssigkeit dient, kann man die pH-Werte verschiedener Flüssigkeiten demonstrieren. Säuren färben den Indikator rot. Je intensiver das Rot, desto stärker ist die Säure. Laugen hingegen färben den Indikator grün. Das Rotkraut für diesen Test in feine Streifen schneiden und im destillierten Wasser ca. 5 Minuten kochen, dann abdrehen und auskühlen lassen. Abseihen, in kleine Gläser füllen und verschiedenen Testflüssigkeiten vorsichtig hineintropfen lassen. Gut geeignet sind Zitronensaft, Essig, Weinstein, Orangensaft und saure Milch für Säuren, Waschsoda und Ammoniakputzmittel für Laugen. Wie verändert sich die Indikatorflüssigkeit, wenn Regenwasser dazu getropft wird?

### AUCH BAUTEN LEIDEN

**ORT:** Klassenzimmer, Pausenhof, Schulgarten.

**ZEITAUFWAND:** 10 Minuten.

**MATERIALIEN:** Betonbrocken, Essig (stark konzentriert), Backblech.

**KOSTEN:** keine.

### UMSETZUNG:

Tropft man einige Tropfen Essig auf Betonbrocken, kann man beobachten, wie das Baumaterial aufsprudelt und wie es sich verändert. Voraussetzung dafür ist, dass der Beton Karbonate enthält, die mit Säuren reagieren. Ein Produkt dieser Reaktion ist Kohlendioxid, das als Gas freigesetzt wird und schäumt. Die Zerstörung an (historischen) Bauten kann mit diesem Versuch eindrucksvoll demonstriert werden.



Dieses Kapitel lässt sich sehr gut mit dem Kapitel Treibhaus Erde verbinden.

# KLIMA SCHADSTOFFE

ALTERSGRUPPE

6-10

## SO ENTSTEHT SAURER REGEN

Versuche die Wörter an der richtigen Stelle einzusetzen!

In vielen I\_\_\_\_\_ wird zur Herstellung Wärme gebraucht.

Um diese Wärme zu erzeugen werden K\_\_\_\_\_ und

E\_\_\_\_\_ verbrannt.

Auch für die Stromerzeugung braucht man Wärme. Die kann durch das Verbrennen von Kohle und Erdöl entstehen oder durch andere „alternative“ Energieformen wie Wind oder Wasser erzeugt werden.

Auch in vielen Wohnhäusern wird für die Heizung Ö\_\_\_\_\_ oder E\_\_\_\_\_ verwendet.

In den Motoren der Autos wird B\_\_\_\_\_ oder

D\_\_\_\_\_ verbrannt.

Bei der Verbrennung dieser Stoffe entstehen schädliche A\_\_\_\_\_, Rauch, Ruß und Staub.

**NIEDERSCHLAG** **ERDÖL** **SAURER REGEN**  
**KOHLE** **ERDGAS** **DIESELÖL** **ÖL**  
**MENSCHEN** **INDUSTRIEN** **BENZIN** **WASSERDAMPF** **ABGASE**

Die Abgase vermischen sich in der Luft mit dem W\_\_\_\_\_.

Dadurch entsteht Saurer Regen. Der Saure Regen fällt als

N\_\_\_\_\_ wieder auf die Erde und sickert in den Boden.

Der S\_\_\_\_\_ R\_\_\_\_\_ ist schädlich für Pflanzen, Bäume und Tiere, aber auch für uns M\_\_\_\_\_.

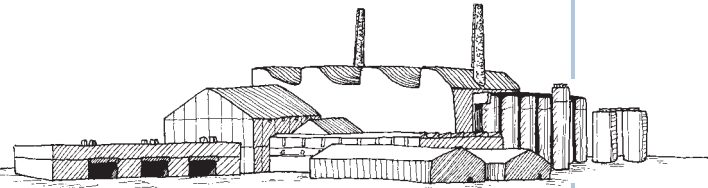
ALTERSGRUPPE

**6-10**

„Sauer macht lustig“ heißt ein Sprichwort, aber das stimmt leider nicht immer. Pflanzen und Tiere leiden unter dem Sauren Regen, der vom Himmel fällt.

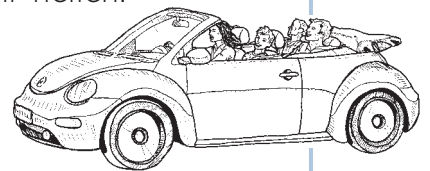
Murli hat eine Idee, wie man dem Sauren Regen vorbeugen kann. Doch leider hat er die Buchstaben durcheinander gebracht. Ordne die Buchstaben ihrer Größe nach und du erfährst, was auch du tun kannst! Beginne mit dem kleinsten Buchstaben.

**U S H G z E F N U E S**



Welche Ideen hast du noch?

Schreib deine Ideen auf! Die Abbildungen sollen dir helfen!




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

