

Die Luft ist ein Gemisch. Ein Liter trockene Luft (1000 ml) enthält etwa:

- 780 ml Stickstoff
- 210 ml Sauerstoff
- 10 ml andere Gase, darunter 9,3 ml Edelgase und 0,4 ml Kohlenstoffdioxid.

Sauerstoff. Sauerstoff ist farb-, geruch- und geschmacklos. Für die meisten Lebewesen ist er lebenswichtig.

Sauerstoff unterhält die Verbrennung, brennt aber selbst nicht. Diese Eigenschaft nutzt man als Nachweis: Ein Holzspan, der an der Luft noch glimmt, brennt in reinem Sauerstoff mit heller Flamme. Man nennt diesen Nachweis **Glimmspanprobe**.

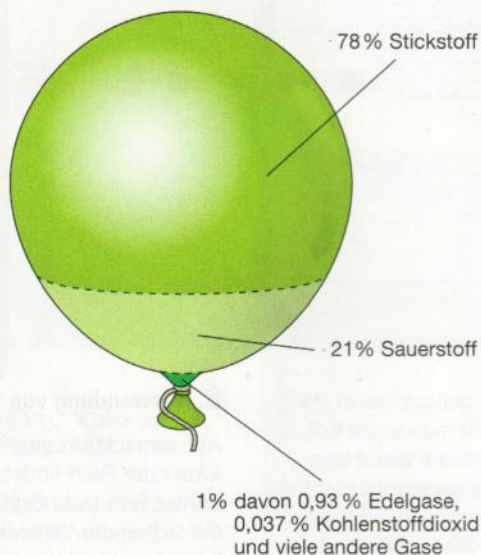
Stickstoff. Es ist das Gas, ▲ 1. Zusammensetzung trockener Luft

das beim Kolbenproberversuch (vgl. S. 129) übrig bleibt, wenn der Sauerstoff mit der Kupferwolle reagiert hat. In reinem Stickstoff würden Lebewesen ersticken. So hat er seinen Namen bekommen. Auch Stickstoff ist farb-, geruch- und geschmacklos.

Bei normalen Bedingungen ist er sehr reaktionsträge. Es gibt daher keinen einfachen Stickstoffnachweis für das Schullabor.

Verpackte Lebensmittel werden oft unter Stickstoff gelagert; sie bleiben dadurch länger haltbar.

Edelgase. Nahezu keine chemischen Reaktionen gehen die Edelgase ein: Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon und Radon.



Kohlenstoffdioxid ist nur ein kleiner, aber bedeutender Bestandteil der Luft. Dieses Gas entsteht bei den meisten Verbrennungen im Alltag. Es spielt eine wichtige Rolle beim Treibhauseffekt.

Zum Nachweis leitet man es durch **Kalkwasser**. Es entsteht eine *milchige Trübung* (vgl. S. 128).

Weitere Stoffe. Die Luft-hülle der Erde enthält immer auch Wasserdampf, bis zu 23 ml pro Liter Luft. Staub und viele andere Gase stammen aus Verkehr, Industrie und Haushalten sowie aus natürlichen Quellen.

Luft besteht im Wesentlichen aus 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff und 1 % sonstigen Gasen. Außerdem sind Wasserdampf, Staub sowie Fremdstoffe in der Luft enthalten.

1. Fragen zum Text

- a) Welches ist der Hauptbestandteil der Luft?
- b) Was ist eine Glimmspanprobe?
- c) Wie weist man Kohlenstoffdioxid nach?
- d) Wofür ist Sauerstoff besonders wichtig?

Steckbrief: Sauerstoff

Physikalische Eigenschaften: Farb-, geruch- und geschmacklos, gasförmig;

Dichte (bei 20 °C): 1,33 g je Liter

Schmelztemperatur: –219 °C

Siedetemperatur: –183 °C

Löslichkeit in 1 l Wasser (bei 20 °C): 31 ml

Chemische Eigenschaften: Verbindet sich mit sehr vielen Stoffen. Unterhält die Verbrennung, brennt aber selbst nicht.

Verwendung: Schweißen, Atemgeräte, Bestandteil von Raketentreibstoff.

Steckbrief: Stickstoff

Physikalische Eigenschaften: Farb-, geruch- und geschmacklos, gasförmig;

Dichte (bei 20 °C): 1,17 g je Liter

Schmelztemperatur: –210 °C

Siedetemperatur: –196 °C

Löslichkeit in 1 l Wasser (bei 20 °C): 16 ml

Chemische Eigenschaften: Verbindet sich schlecht mit anderen Stoffen. Lebewesen ersticken in Stickstoff.

Verwendung: Schutzgas beim Schweißen, Herstellung von Mineraldünger.

1. Kennst du die Edelgase?

- Überlege, in welchem Zusammenhang du einige Namen der Edelgase schon einmal gehört hast.
- Was könnte die Vorsilbe „edel“ bei den Edelgasen bedeuten? Denke auch an die Edelmetalle.

Edelgase in der Luft.

Auch die Edelgase Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon und das radioaktive Radon sind Bestandteile der Luft. Ihr Anteil beträgt allerdings insgesamt weniger als 1%. Ein Liter Luft (1000 ml) enthält nur 9,324 ml Edelgase. Davon sind 9,3 ml Argon.



▲ 1. Leuchtröhren enthalten Edelgase

Edelgase sind reaktionsträge.

Argon ist griechisch und bedeutet „träge“. Träge bedeutet hier chemisch reaktionsträge. Diese Eigenschaft haben alle Edelgase gemeinsam. Weil sie kaum Verbindungen eingehen, bezeichnet man sie auch als „edel“. Da alle Edelgase auch noch farb- und geruchlos sind, kann man sie chemisch kaum nachweisen.

Edelgase sind auch nützlich. In der Technik werden Edelgase vielfach genutzt. **Argon**, das am häufigsten vorkommt, wird beim Schweißen als Schutzgas eingesetzt. Es verhindert, dass geschmolzener Stahl an der Luft verbrennt, weil es den Sauerstoff an der Schweißstelle verdrängt. **Helium** ist viel leichter als Luft und wie alle Edelgase nicht brennbar. Man verwendet es als Füllgas für Ballons und Luftschiffe.

Argon und **Krypton** werden als Füllgas in Glühlampen eingesetzt. Dann verdampft der hell glühende Metallfaden nicht so schnell. Das blauweiße Licht moderner Autoscheinwerfer stammt meist von Blitzentladungslampen, die mit **Xenon** gefüllt sind.

Lampen mit farbiger Lichtreklame bezeichnet man auch heute oft noch als Neonröhren, weil die ersten roten Leuchtröhren mit Neon gefüllt waren. Heutzutage enthalten diese Lampen meistens ein Gemisch aus **Neon**, **Argon** und Quecksilberdampf. Ihre Leuchtfarbe erhalten diese Lampen durch eine Beschichtung, die innen auf das Glas aufgebracht wird, manchmal auch durch die Farbe des Glases selbst.

Die Luft enthält etwa 1% Edelgase. Sie sind sehr reaktionsträge. Deshalb eignen sich die Edelgase als Füll- und Schutzgas.

2. Fragen zum Text

- Welche Edelgase gibt es?
- Erläutere den Begriff Edelgas.
- Welches ist das häufigste Edelgas in der Luft?
- Warum ist Argon beim Schweißen so nützlich?



▲ 2. Xenonlampen leuchten heller als Halogenlampen



▲ 3. Argon schützt vor Oxidation

1. Achtung, Alarm: Kohlenstoffmonooxid!

In Tiefgaragen und langen Straßentunneln kontrollieren Gaswarngeräte die Luft.

a) Weshalb ist dies notwendig?

b) Wie sollte man sich verhalten, wenn in einer Tiefgarage plötzlich Kohlenstoffmonooxid-Alarm ausgelöst wird?

Im Abgas eines Motors findet man neben unverbranntem Treibstoff Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonooxid, Schwefeldioxid und Stickstoffoxide. Diese Gase entstehen bei der Verbrennung des Benzins im Motor. Sie sind für Mensch und Umwelt mehr oder weniger schädlich. Vom Abgaskatalysator können sie nur teilweise in unschädlichere Stoffe umgewandelt werden.

Kohlenstoffdioxid. Kohlenstoffdioxid (abgekürzt CO_2) ist ein farbloses und geruchsloses Gas. Es ist nicht brennbar und unterhält die Verbrennung nicht. Um frischen, prickelnden Geschmack zu erzeugen, wird Kohlenstoffdioxid unter Druck in Mineralwasser geleitet und löst sich dort. Auf dem Etikett steht dann meistens „mit Kohlensäure“.

Entstehung. Kohle und Holzkohle bestehen fast ganz aus Kohlenstoff; Holz, Heizöl, Benzin und Erdgas enthalten ebenfalls Kohlenstoff.

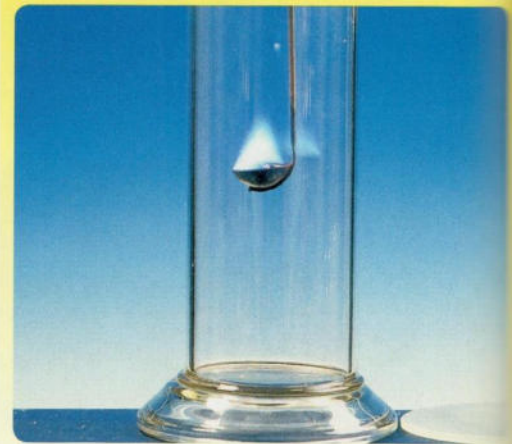
Kohlenstoffdioxid bildet sich, wenn diese Stoffe in Luft oder Sauerstoff verbrannt werden.



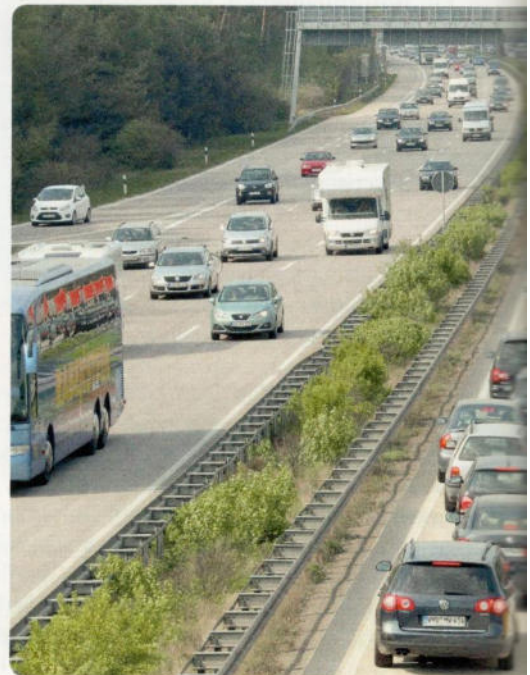
▲ 1. Kohlenstoffdioxid trübt Kalkwasser

Leitet man Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser, lässt sich eine Trübung beobachten. **Die Trübung des Kalkwassers** ist eine **Nachweisreaktion** für Kohlenstoffdioxid.

Kohlenstoffdioxid ist ein **Treibhausgas**. Steigt die Konzentration des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre, so kommt es zu einer globalen Erwärmung unserer Erde, dem so genannten Treibhauseffekt. Kohlenstoffdioxid wird durch den Abgaskatalysator nicht verändert.



▲ 2. Schwefel verbrennt mit einer intensiv blauen Flamme zu Schwefeldioxid.



▲ 3. Verkehrsstau bei Ferienbeginn

Kohlenstoffmonooxid. Kohlenstoffmonooxid (abgekürzt CO) ist ein farbloses und geruchsloses Gas, das schon bei geringen Mengen in der Luft tödlich wirkt.

Verbrennt man Kohlenstoff unter Sauerstoffmangel, entsteht neben Kohlenstoffdioxid auch Kohlenstoffmonooxid.

Schwefeldioxid. Schwefeldioxid (abgekürzt SO_2) ist ein giftiges, stechend riechendes Gas, das die Schleimhäute und Atemwege schädigt. Es tötet Schimmelpilze und Bakterien ab und wird deshalb zur Desinfektion von Bier- und Weinfässern verwendet. Auch Trockenobst wird damit behandelt und so länger haltbar gemacht.

Entstehung. In Kohle, Heizöl und Benzin sind geringe Mengen schwefelhaltiger Stoffe enthalten. Verbrennt man sie, entsteht Schwefeldioxid.

Schwefeldioxid ist einer der Verursacher des sauren Regens. Es lässt sich durch den Abgaskatalysator nicht aus dem Abgas entfernen.



Kohlenstoffmonoxid entsteht auch im Automotor und wird im Abgaskatalysator zu Kohlenstoffdioxid verbrannt. Auch im Tabakrauch kommt dieses giftige Gas in geringen Mengen vor.

Stickstoffoxide. Es gibt verschiedene Stickstoffoxide (abgekürzt NO_x). Das wichtigste darunter ist das Stickstoffdioxid (NO_2).

Entstehung. Stickstoff ist so reaktionsträge, dass er nur bei hohen Temperaturen verbrennt. Man kann die Bildung des braunen Stickstoffdioxids gut beobachten, wenn man eine Wunderkerze in einem verschlossenen Glas verbrennt.



▲ 4. NO_2 entsteht beim Verbrennen einer Wunderkerze.

Im Automotor wird das Benzin-Luft-Gemisch durch den heißen Zündfunken der Zündkerze zur Explosion gebracht. Da Stickstoff und Sauerstoff immer in der Luft vorhanden sind, entstehen im Automotor stets auch Stickstoffoxide. Sie sind Mitverursacher des sauren Regens. Im Abgaskatalysator wird Stickstoffdioxid wieder in Stickstoff und Sauerstoff umgewandelt.

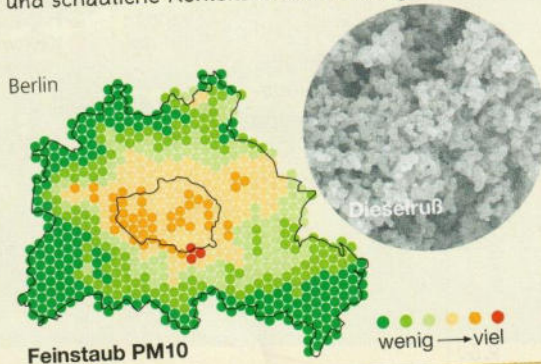
Die Nichtmetalle Kohlenstoff, Schwefel und Stickstoff reagieren mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonoxid, Schwefeldioxid und verschiedenen Stickstoffoxiden. Diese Oxide sind für die Umwelt mehr oder weniger schädlich, manche sogar giftig.

1. Fragen zum Text

- Welcher Bestandteil in Abgasen ist schon in geringer Konzentration für den Menschen sehr gefährlich?
- Welche Stoffe im Abgas eines Motors sind für den sauren Regen mitverantwortlich?
- Welches Gas aus dem Auspuff eines Autos verstärkt den Treibhauseffekt?
- Bei welchen Gasen bleibt der Abgaskatalysator wirkungslos?

Feinstaub: Winzig und gefährlich! Für viele Fachleute ist die Belastung durch Feinstaub heute eines der gravierendsten Umweltprobleme in Europa.

Feinstaub (PM 10) ist ein Sammelbegriff für winzigste Teilchen in der Größe bis zu 10 Mikrometern (= 10 Millionstel Meter). Es sind feinste Rußpartikel, Reifenabrieb, Schwermetalle, Salze und schädliche Kohlenstoffverbindungen.



Sie stammen aus der unvollständigen Verbrennung von Brenn- und Treibstoffen, aus Produktionsprozessen, aus dem Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenbelägen sowie aus der Natur. Besonders aggressiv scheint Dieselruß zu sein, der auch als Krebs erregend gilt. Die Oberfläche der Rußpartikel ist sehr zerklüftet, sodass sich dort weitere Schadstoffe anlagern können.

1. Welche gesundheitlichen Folgen verursacht Feinstaub? Recherchiere im Internet und in Lexika.
2. Untersuchungen haben ergeben, dass Feinstaub umso schädlicher für Menschen ist, je kleiner die Partikel sind. Woran könnte das liegen?
3. Suche im Internet aktuelle Messwerte für Feinstaub, für Hannover sowie ganz Deutschland.
4. Wie hoch ist der aktuelle Feinstaub-Grenzwert?
5. Welche Maßnahmen würdest du vorschlagen, um die Feinstaubmenge zu verringern?

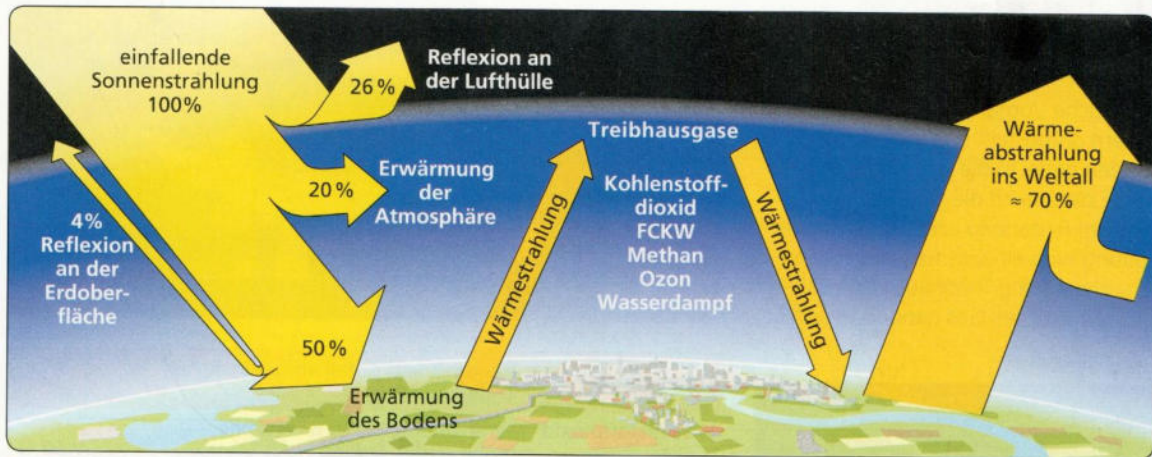
Wintersmog Luftschadstoffe vermischen sich meist mit frischer Luft aus höheren Luftschichten. Dabei werden sie verdünnt. Im Winter legt sich jedoch manchmal eine warme Luftschicht über die kalte Luft am Boden. Die Schadstoffe können dann nicht mehr entweichen und sammeln sich in Bodennähe an. Die Mischung aus Abgasen (engl. *smoke*) und feuchter Luft (engl. *fog*) nennt man *Smog*. Er belastet vor allem bei älteren Menschen Kreislauf und Atemwege.

6. Weshalb ist wohl der Wintersmog in Europa inzwischen sehr selten geworden?



Sommersmog (photochemischer Smog) entsteht, wenn Schadstoffe in der Luft bei intensiver Sonneneinstrahlung miteinander reagieren. Es sind vor allem die Stickstoffoxide, die z.B. mit unverbranntem Benzin und Sauerstoff zu dem Gas Ozon und weiteren Schadstoffen reagieren. Ozon ist giftig und kann zu Erkrankungen der Atemwege und der Augen führen. Es greift auch die Blätter der Pflanzen an. Bei Ozonwerten über 200 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft sollten Anstrengungen im Freien vermieden werden.

7. Lies auch den Text zum Wintersmog und beschreibe die Unterschiede zwischen Sommer- und Wintersmog.



▲ 1. Der natürliche Treibhauseffekt; ohne ihn wäre es auf der Erde bitterkalt

Im Gewächshaus. Wenn die Sonne scheint, ist es im Gewächshaus und in einem Wintergarten immer wärmer als außerhalb.



Sonnenstrahlung kann leicht durch die Glaswände eines Gewächshauses gelangen. Wenn sie innen auf Pflanzen und Erde trifft, erwärmen sich diese und strahlen selbst Wärme ab. Die Wärmestrahlung kann aber die Glaswände kaum durchdringen, das Gewächshaus erwärmt sich.

Ein Gewächshaus nennt man auch Treibhaus, weil darin Pflanzen wegen der Wärme früher austreiben und schneller wachsen. Die Wirkung des Glases in einem Gewächshaus bezeichnet man daher als **Treibhauseffekt** oder auch als **Glashauseffekt**.

Der natürliche Treibhauseffekt. Die Lufthülle der Erde wirkt ähnlich wie ein riesiges Glasdach: Sonnenstrahlung kann leicht hindurchgelangen, Wärmestrahlung dagegen wird aufgenommen und so zum Teil zurückgehalten.

Ohne diesen **natürlichen Treibhauseffekt** wäre es auf der Erde sehr viel kälter. Die Durchschnittstemperatur läge nicht bei +15 °C sondern bei -18 °C. Bei diesen Bedingungen hätte sich Leben, so wie wir es heute kennen, nicht entwickeln können.

Treibhausgase. An der Erhöhung der Durchschnittstemperatur der Erde um rund 33 °C sind die Gase in der Luft unterschiedlich stark beteiligt. Die stärkste Wirkung hat Wasserdampf, dann folgt Kohlenstoffdioxid – und das, obwohl es nur zu 0,038 % in der Luft enthalten ist.

Diese Gase entstehen bei natürlichen Ereignissen: Wasser verdunstet, Vulkane brechen aus, Wälder geraten in Brand, abgestorbenes Material wird zersetzt.

Die Lufthülle der Erde wirkt ähnlich wie das Glas in einem Gewächshaus: Wärmestrahlung wird teilweise zurückgehalten. Erst durch diesen natürlichen Treibhauseffekt haben wir auf der Erde angenehme Durchschnittstemperaturen.

Natürliche Treibhausgase und Temperaturerhöhung	
Wasserdampf (H ₂ O)	21 °C
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	7 °C
Stickstoffoxide (vor allem N ₂ O)	1,4 °C
Ozon (O ₃)	2,4 °C
Methan (CH ₄)	0,8 °C
Andere (zusammen)	0,4 °C

▲ 3. Wirkung unterschiedlicher Treibhausgase (durchschnittliche Temperaturerhöhung)

1. Fragen zum Text

- Wie wirkt die Sonne bei einem Gewächshaus?
- Erläutere den natürlichen Treibhauseffekt auf der Erde.
- Welche Bedeutung hat der natürliche Treibhauseffekt für die Lebewesen auf der Erde?
- Erkläre die Bedeutung der Pfeile in Abb. 1.
- Welche Gase sind vor allem an der Entstehung des natürlichen Treibhauseffektes beteiligt?

1. Treibhausgase aus Technik und Landwirtschaft

- a) Welche Vorgänge sind in den Bildern dargestellt und welche Gase werden dabei in die Luft abgegeben? Nutze dazu auch die Tabelle.
- b) Beim Reisanbau und bei der Rinderhaltung wird ein Gas frei, das Wissenschaftler zu den Treibhausgasen zählen. Um welches Gas handelt es sich?

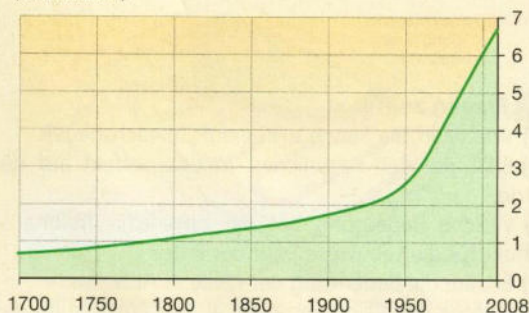


Treibhausgase	Herkunft und Anteil am zusätzlichen Treibhauseffekt	
Kohlenstoffdioxid (CO ₂)	Verbrennung fossiler Brennstoffe (Kohle, Erdöl, Erdgas, Holz)	50 %
Methan (CH ₄)	Sumpfgas, Reisanbau, Rinderhaltung, Mülldeponien, Öl- und Gasförderung	20 %
Stickstoffoxide (NO _x)	Verbrennungsvorgänge, aus Böden, aus Dünger	5 %
Fluorchlorkohlenwasserstoffe	Früher als Kältemittel, Lösemittel, Treibgas in Spraydosen und für Schaumstoffe	10 %
Ozon (O ₃)	unter Sonneneinstrahlung aus Abgasen und Methan	15 %

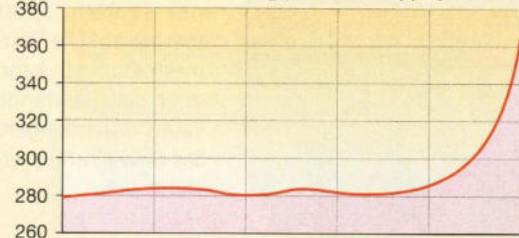
2. Die Menschheit wächst

- a) Beschreibe grob den Verlauf der Kurve unten.
- b) Wie stark ist die Weltbevölkerung zwischen 1700 und 1800 angewachsen und wie stark zwischen 1900 und 2000?
- c) Überlege, welche Gründe es für die starke Zunahme der Weltbevölkerung geben könnte.
- d) Menschen brauchen Nahrung, Energie und Rohstoffe. Was bedeutet es dann, wenn die Weltbevölkerung so rasch wächst, wie zurzeit noch?
- e) Was kann man den Grafiken rechts entnehmen?
- f) Vergleiche den Verlauf der Kurve links mit dem der Kurven rechts. Was für einen Schluss könnte man daraus ziehen?

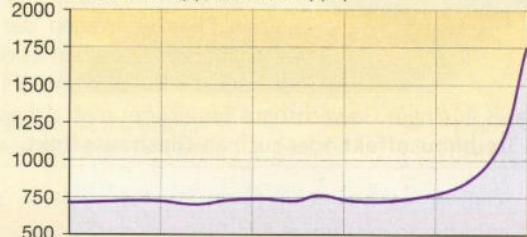
Entwicklung der Weltbevölkerung 1700–2008
(in Milliarden)



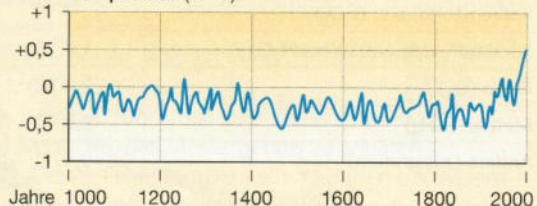
Kohlenstoffdioxid CO₂ (Mittelwert in ppm)

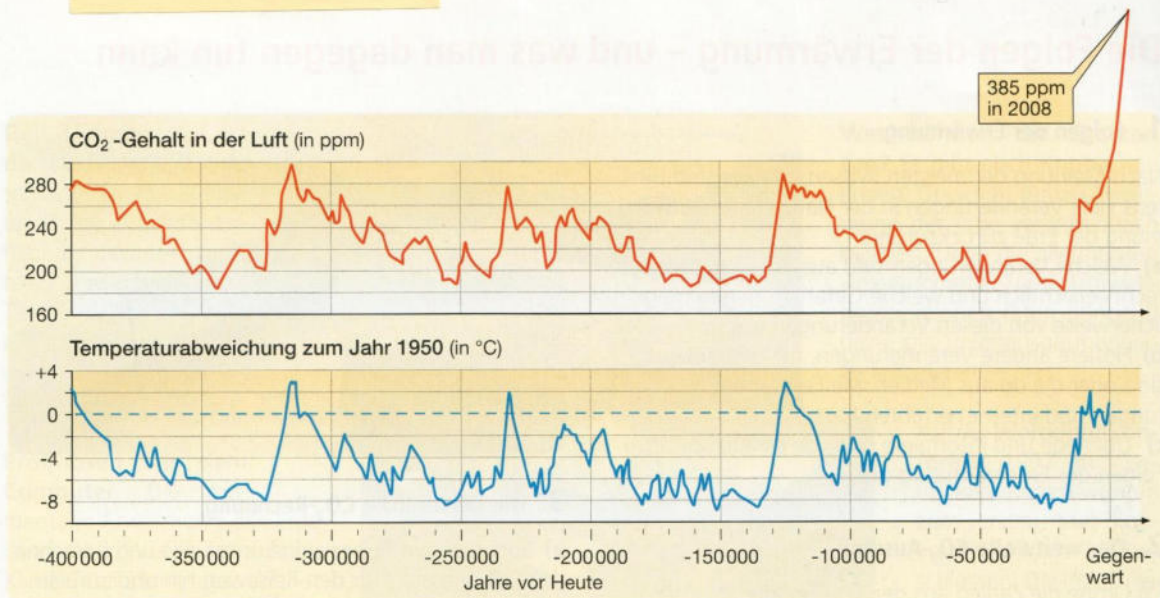


Methan CH₄ (Mittelwert in ppb)



Temperatur (in °C)





▲ 1. 400 000 Jahre Klimageschichte – rekonstruiert aus der Untersuchung von Eisproben aus der Antarktis

Die Erde erwärmt sich. Die letzten zehn Jahre des 20. Jahrhunderts waren die wärmsten des Jahrtausends. Fast jedes Jahr wird eine Rekordtemperatur gemessen. Man hat festgestellt, dass die Durchschnittstemperatur auf der Erde in den letzten 50 Jahren um durchschnittlich 0,7 °C angestiegen ist.

Zusätzliche Treibhausgase. Die Mehrheit der Klimaforscher ist davon überzeugt, dass dieser Anstieg im Wesentlichen vom Menschen verursacht worden ist – und zwar durch die große Menge an zusätzlichen Treibhausgasen. Es handelt sich vor allem um **Kohlenstoffdioxid (CO₂)** und **Methan (CH₄)**. Sie gelangen aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und durch die extreme Nutzung der Landwirtschaft in die Luft.

Ursache für die zusätzlichen Treibhausgase sind die starke **Zunahme der Weltbevölkerung** (Abb. 26.5), die Industrialisierung und der wachsende Anspruch an einen höheren Lebensstandard. Für immer mehr Menschen werden **immer mehr Nahrungsmittel, Energie und Rohstoffe** benötigt.

Klimaforschung am Südpol. Aus der Untersuchung von Eisbohrkernen bei der russischen Forschungsstation Wostok in der Antarktis konnte man die Klimabedingungen der letzten 420 000 Jahre rekonstruieren. Die Grafik oben zeigt, dass die Temperaturen deutlich schwanken.

Man sieht auch sehr deutlich, dass die **Temperaturkurve parallel** zur Kurve mit dem **CO₂-Gehalt** der Luft verläuft. Ein **hoher CO₂-Gehalt** war immer verknüpft mit einer **höheren Temperatur** – und das Hunderttausende von Jahren lang. Es ist also nur logisch, das auch für die Zukunft so anzunehmen.

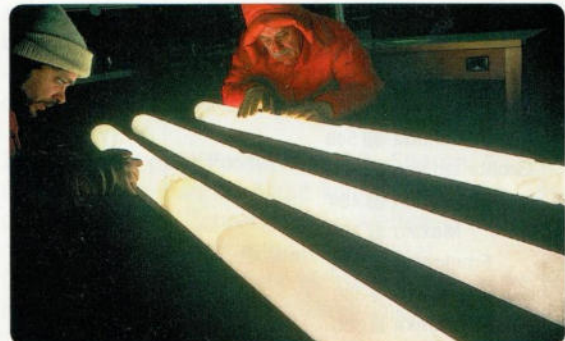
Die CO₂-Werte bewegten sich früher allerdings nur zwischen 180 und 300 ppm (= 0,03 %). Erst in den letzten zweihundert Jahren ist der Wert stark angestiegen, bis auf 385 ppm (0,0385 %) im Jahr 2008. Das ist der höchste Wert seit über 400 000 Jahren!

Weil dieser Wert so hoch liegt und weil er so dramatisch schnell angestiegen ist, haben die Wissenschaftler Alarm geschlagen.

Die derzeitige Erderwärmung ist wahrscheinlich zu einem großen Teil auf die Zunahme von Treibhausgasen zurückzuführen, die der Mensch verursacht hat.

1. Fragen zum Text

- Wodurch verstärkt der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt?
- Was ist die Ursache für den starken Anstieg der Treibhausgase?
- Welche Erkenntnisse fanden die Klimaforscher besonders alarmierend?



▲ 2. Untersuchung von Eisbohrkernen

1. Folgen der Erwärmung

Nach Meinung der meisten Wissenschaftler sind bereits viele Veränderungen in der Natur auf die Erwärmung der Erde zurückzuführen.

- Welche Veränderungen sind aus der Abbildung rechts ersichtlich und welche Gefahren gehen möglicherweise von diesen Veränderungen aus?
- Notiere andere Veränderungen, die dir bekannt sind oder die du aus Medien wie Fernsehen, Zeitungen und Internet erfahren hast.
- Überlege und informiere dich, ob es auch positive Folgen der Erderwärmung gibt.



2. Der weltweite CO₂-Ausstoß

- Ordne die Zahlen aus der Tabelle unten für den CO₂-Ausstoß pro Person (rechte Sp.) der Größe nach.
- Vergleiche die Reihenfolge aus a) mit der Rangfolge der verschiedenen Nationen beim jährlichen CO₂-Ausstoß. Was fällt dabei auf?
- China, Mexiko und Indien zählen zu den so genannten Schwellenländern. Informiere dich über diesen Begriff.
- Welche Probleme werden auftreten, wenn sich die Schwellenländer zu Industriestaaten entwickeln?





CO₂-Ausstoß weltweit
Energiebedingte Emissionen



Gesamt in Mio. t (Stand: 2005)	Pro Kopf in t
USA 5817	19,6
China 5060	3,9
Russland 1544	10,8
Japan 1214	9,5
Indien 1147	1,1
Deutschland 813	9,9
Kanada 549	17,0
Großbritannien 530	8,8
Italien 454	7,8
Mexiko 389	3,7
Frankreich 388	6,2
Brasilien 330	1,8
Südafrika 330	7,0
Kenia 8,5	0,3

3. Die persönliche CO₂-Rechnung

- Suche dir ein Reiseziel in Europa aus und berechne den CO₂-Ausstoß für den Reiseweg hin und zurück. Führe die Rechnung für verschiedene Verkehrsmittel durch. Verwende dazu die Angaben aus der Abbildung unten. Vergleiche die Ergebnisse.

CO ₂ -Ausstoß pro Person		
	Bus	→ 44 g/km
	Bahn	→ 50 g/km
	Auto	→ 161 g/km
	Flugzeug	→ 215 g/km

- Im Internet gibt es Programme, um die persönliche CO₂-Menge zu berechnen. Gib dazu in eine Suchmaschine „CO₂-Rechner“ oder „CO₂-Fußabdruck“ ein.

4. Ein T-Shirt verursacht weltweit CO₂

Erläutere die Zusammenstellung unten.

Ein T-Shirt verursacht Kohlenstoffdioxid

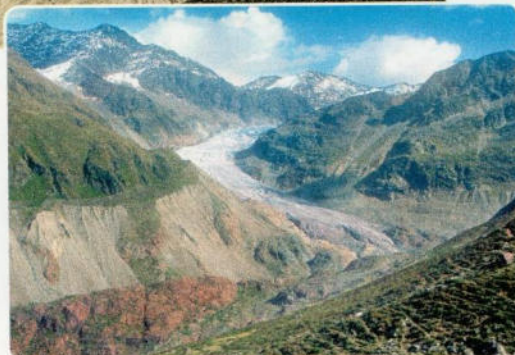
Rohstoff
 Baumwolle aus Brasilien
 – Waldrodung
 – Traktor
 • Herstellung
 • Betrieb
 – Düngemittel
 – Pestizide
 – Transporte



Verarbeitung in Vietnam
 – Maschinen
 – Strom
 – Chemikalien

Verkauf in Europa
 – Transporte
 – Kaufhäuser

Der Klimawandel ist da. Die Alpengletscher schrumpfen immer weiter. Einige Zugvögel ziehen im Winter nicht mehr weg; manche Tier- und Pflanzenarten aus Südeuropa kann man nun auch bei uns finden.



▲ 1. Alpengletscher 1904 und im Jahr 2005

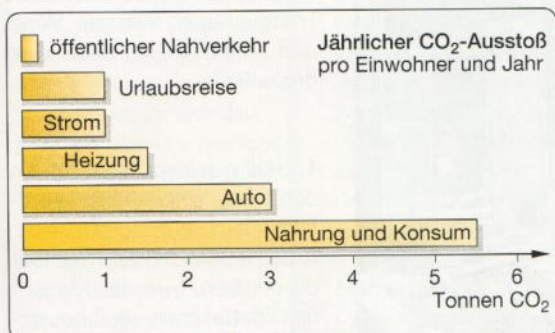
Prognosen aus dem Computer.

Die momentane Erwärmung der Erde ist messbar. Wie die langfristige Klimaentwicklung aussieht, ist allerdings nur sehr schwierig vorauszusagen. Das liegt daran, dass das Klima von sehr vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst wird.

Für Vorhersagen werden komplexe Klimamodelle auf Hochleistungscomputern mit den verschiedensten Daten „gefüttert“. Je nach Klimamodell und angenommenen Voraussetzungen bekommt man anschließend ein Ergebnis, das das Modell in die Zukunft überträgt. Ob es genau zutrifft, ist unsicher.

Folgende **Veränderungen** werden vorhergesagt:

- Das Polareis und die Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt an; Küstengebiete und einige Inseln werden überflutet.
- Extreme Wetterlagen (Stürme, Überschwemmungen, Hitzewellen) nehmen zu.
- Manche Tier- und Pflanzenarten sterben aus.
- Der Dauerfrostboden der Tundra taut auf und setzt klimaschädliches Methan frei.
- In Südeuropa wird es sehr trocken werden; die Ernteerträge werden zurückgehen.



▲ 2. CO₂-Ausstoß in Deutschland, pro Person

Was können die Staaten tun? Es gibt auch Kritiker, die andere Ursachen für die Erwärmung der Erde verantwortlich machen. Doch die allermeisten Wissenschaftler und Umweltorganisationen raten dringend dazu, die Treibhausgasmengen zu reduzieren.

Auf der **Weltklimakonferenz 1997** im japanischen Kyoto wurden zum ersten Mal konkrete Maßnahmen beschlossen. Die Industriestaaten verpflichteten sich, den Gesamtausstoß der Treibhausgase zu senken. Doch unterschiedliche Interessen behindern die Umsetzung der Beschlüsse.

Was kann jeder Einzelne tun? Die privaten Haushalte haben einen Anteil von 25 % am gesamten CO₂-Aufkommen. Hier kann jeder durch einen genügsameren Lebensstil dazu beitragen, CO₂ zu sparen, etwa:

- Langlebige Produkte bevorzugen;
- Lebensmittel ohne lange Transportwege kaufen;
- Energie sparen bei elektrischen Geräten, beim Heizen und durch Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel.

Als Folge der globalen Erderwärmung kann es zu massiven Veränderungen in der Natur kommen.

Um diese Folgen abzumildern, sollten wir klimafreundlicher leben – also CO₂ einsparen.

1. Fragen zum Text

- a) Welche Folgen der Erwärmung werden diskutiert?
- b) Weshalb ist es schwierig, die Klimaentwicklung langfristig vorherzusagen?
- c) Wie verhält man sich klimafreundlich?

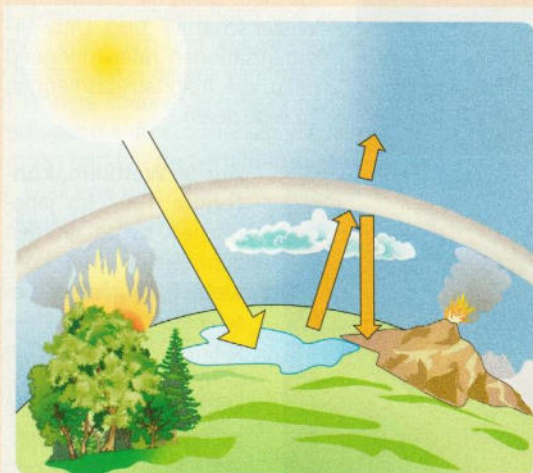
2. Mindmap oder Poster zum CO₂-Sparen

Überlegt, was man im Alltag konkret tun kann, um CO₂ einzusparen. Schreibt die Vorschläge in Form einer Mindmap auf oder gestaltet ein Plakat.

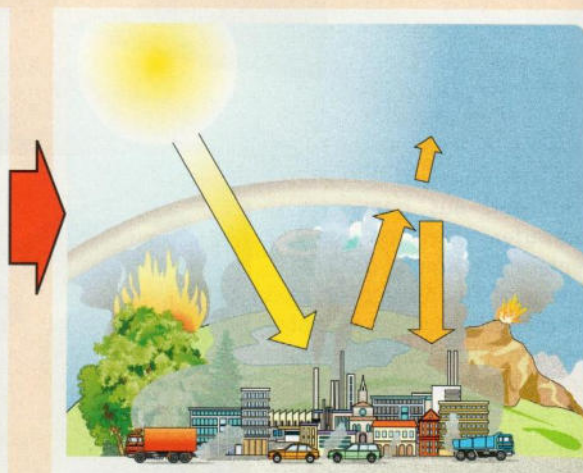
Denkt dabei an die Bereiche Heizung, Strom, Verkehr, Nahrung, Konsum (Kleidung, Elektronik, ...).

► Der Treibhauseffekt – ganz einfach!

Die Wissenschaftler sind sich sicher: Unsere Erde erwärmt sich. Das zeigen nicht nur Messwerte und schmelzende Gletscher. Immer mehr Pflanzen- und Insektenarten aus Südeuropa kann man inzwischen im mittleren und nördlichen Europa finden. Die Hauptursache für die derzeitige Klimaerwärmung sehen die meisten Wissenschaftler beim Menschen. Er verstärkt den natürlichen Treibhauseffekt.



Der natürliche Treibhauseffekt. Die Lufthülle der Erde wirkt ähnlich wie die Scheiben in einem Treibhaus (Gewächshaus): Sonnenstrahlung gelangt hinein und erwärmt Boden und Luft. Die Gase der Lufthülle, vor allem Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid, nehmen die Wärme auf und geben sie erst verzögert wieder ab. So ergeben sich angenehme Durchschnittstemperaturen, die das Leben auf der Erde erst möglich machen.



Vom Menschen verstärkter Treibhauseffekt.

Seit der Industrialisierung gelangen durch den Menschen riesige Mengen von Abgasen in die Luft. Sie stammen aus den Schornsteinen von Kraftwerken und Industrieanlagen sowie von Haushalten und Automotoren. Dabei ist auch das Kohlenstoffdioxid, CO_2 . Vor allem die Zunahme dieses Gases verstärkt den Treibhauseffekt. Die Durchschnittstemperaturen steigen.

Folgen der Erwärmung. Das Eis der Pole schmilzt, die meisten Gletscher werden kleiner. Der Meeresspiegel steigt an, sodass in Zukunft manche Inseln und viele Küstenregionen vom Wasser bedroht sind. Wegen der Erwärmung nimmt der Energiegehalt der Atmosphäre zu, sodass extreme Wetterereignisse wie Stürme und Überschwemmungen öfter auftreten können als früher. Insgesamt könnte sich in vielen Regionen das Klima verändern. Man befürchtet schlechtere Ernteerträge, weil größere Gebiete austrocknen.



3. Folgen eines Sturmes in den USA

Was tun? Viele Forscher meinen, dass man die Erwärmung begrenzen kann, wenn man möglichst schnell den CO_2 -Ausstoß drastisch verringert. Dies kann man erreichen, indem man weltweit weniger Energieträger nutzt, die CO_2 freisetzen. Die erneuerbaren Energieträger Wasser, Wind und Sonne spielen dabei eine große Rolle.

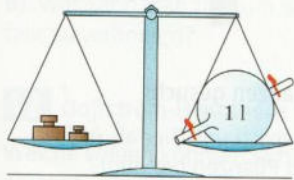
1. Erkläre deinem Sitznachbarn den natürlichen Treibhauseffekt.

Anschließend soll dein Nachbar dir erklären, wie der Mensch den natürlichen Treibhauseffekt verstärkt.

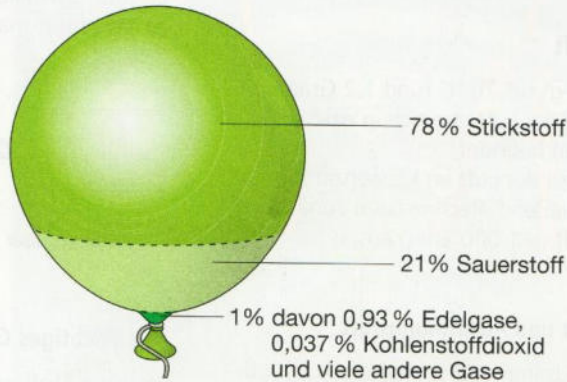
→ **Lufthülle:** Die Erde ist von einer dünnen Lufthülle umgeben.



→ **Masse:** 1 Liter Luft wiegt bei 20 °C rund 1,2 g.



→ **Zusammensetzung trockener Luft:**



→ **Stickstoff (N_2):**

- farbloses, geruchloses Gas
- erstickt Flammen
- reaktionsträge

→ **Sauerstoff (O_2):**

- farbloses, geruchloses Gas
- wichtig für die Atmung
- reagiert mit vielen Elementen zu Oxiden
- Nachweis: Glühspanprobe



→ **Edelgase:**

- äußerst reaktionsträge
- Verwendung als Füll- und Schutzgas

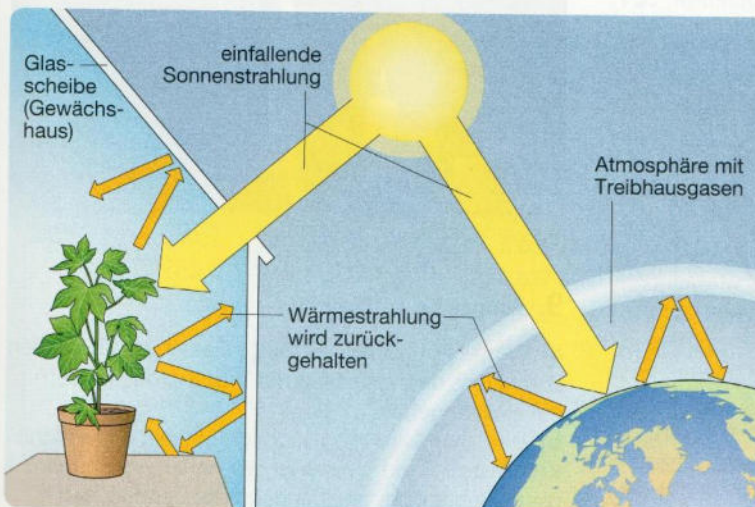
→ **Kohlenstoffdioxid (CO_2):**

- farbloses, geruchloses Gas
- schwerer als Luft
- entsteht bei Verbrennungen
- wichtig beim Treibhauseffekt
- Nachweis: Kalkwasserprobe



→ **Luftschadstoffe:** Sie entstehen vor allem bei der Verbrennung von Treib- und Brennstoffen. Unter Sonneneinwirkung kann daraus giftiges **Ozon** entstehen. Auch **Feinstaub** belastet den Körper.

→ **Treibhauseffekt:** Die Atmosphäre der Erde wirkt ähnlich wie die Glaswände eines Gewächshauses: Sie hält die Wärme zurück. Nur deshalb herrschen auf der Erde angenehme Temperaturen.



→ **Klimawandel:** In den letzten Jahrzehnten hat sich die Atmosphäre der Erde erwärmt. Ursache dafür sind vermutlich die Treibhausgasen, die der Mensch in großen Mengen in die Atmosphäre bläst. Es ist vor allem Kohlenstoffdioxid aus der Verbrennung von fossilen Brennstoffen wie Kohle, Öl und Erdgas.

→ **Was tun?** Wissenschaftler raten dringend dazu, den CO_2 -Ausstoß weltweit möglichst stark einzuschränken, damit die vorhergesagten Klimaänderungen nicht so stark ausfallen.