



Alles über den Klimawandel ○ Hintergründe

Wir Menschen gehen mit der Erde um, als hätten wir noch eine zweite im Keller. Wir sind es selbst, die Artensterben verursachen, die Luft, Gewässer und Boden verschmutzen, die Ressourcen der Erde auf der Jagd nach Profit ausbeuten, Treibhausgase produzieren, Regenwälder für unseren Fleischkonsum abbrennen sowie den Klimawandel verursachen. **Unser Klima spielt verrückt** [jedenfalls immer öfter]: Tornados, Hurrikane, Tsunamis, Stürme, Starkregen, extreme Kälte oder Hitze, Wüstenbildung, Gletscher- und Polareisschmelze und und und. Globale Klimaveränderung, Artensterben, extreme Bedingungen. Ursache: Unsere eigene Schuld. Besonders betroffen ist **Afrika**, wo immer schlimmere Dürreperioden und Wüstenbildung ganze Völker bedrohen. Hungerkatastrophen, Krankheiten und Armut werden dadurch noch forciert. Ebenso **Asien** erwischt es immer öfter, wo Monsunregen zunehmend massivere Überschwemmungen hervorrufen. Auch **hierzulande** sind die Folgen des globalen Klimawandels nicht mehr wegzudiskutieren: Starkniederschläge, Überschwemmungen, Hitze- oder Kälteextreme, Dürren, häufigere und stärkere Stürme und gar Tornados etc. Und nicht nur Wissenschaftler glauben, dass dies erst der Anfang ist, wenn wir nicht bald vernünftiger mit unserem Heimatplaneten umgehen.

Und in den Gebirgen oder in Grönland **schmelzen Gletscher und Eismassen**. Meeresspiegel steigen und bedrohen nicht nur die Tiere in der Arktis. Einige **Südseeinseln** hat das Meer inzwischen zurückerobert und die Menschen mussten ihre Heimat verlassen. Auch in Sibirien und anderswo erhöhen sich die Temperaturen. Durch das **Auftauen des Permafrostbodens** werden weitere riesige Mengen an Treibhausgasen frei.

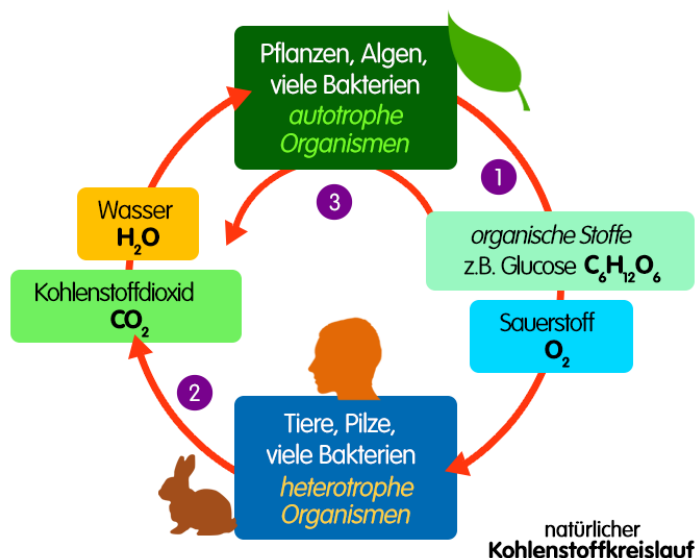
Alles über den Klimawandel ○ Unsere Umwelt in Gefahr

Globale und/oder regionale **Umweltprobleme** sind u.a. ...

- **Abholzung** und **Brandrodung** der [Regen-]Wälder
- **Raubbau** an Bodenschätzen [oft zusätzlich mit Giftfreisetzen verbunden]
- **Verschmutzung** von **Luft, Böden** und **Gewässern**
- **Abgase** von Kraftfahrzeugen, Industrie sowie aus der Viehhaltung
- **Treibhauseffekt**, globale **Erwärmung**, Abnahme der Eisvorräte (60% des Treibhauseffekts verursacht Wasserdampf, den Rest Gase wie Kohlenstoffdioxid und Methan)
- **Überfischung** und **Verschmutzung** der **Meere**; Veränderung der **Meeresströmungen**
- **Müll** und **Umweltgifte**, **saurer Regen**, **Radioaktivität** und **Kernkraft**
- **Aussterben** von Tier- und Pflanzenarten
- **intensive Landwirtschaft** und so Belastungen durch künstliche Düngemittel, Pflanzenschutz- und Insektenbekämpfungsmittel; **Massentierhaltung**

Alles über den Klimawandel ○ Natürlicher Kohlenstoffkreislauf

Das Element **Kohlenstoff** ist ein chemisches **Element** z.B. von Kohlenstoffdioxid sowie in den meisten organischen Stoffen. Hier eine schematische Übersicht über den natürlichen Kohlenstoffkreislauf.





Alles über die Treibhausgase ○ Kohlenstoffdioxid

Dieses Gas ist durchschnittlich gerade einmal mit **0,04%** in unserer Luft vorhanden. Da es ständig von tierischen Lebewesen **ausgeatmet**, von **Vulkanen** abgegeben wird oder bei **Waldbränden** entsteht, ist es auch auf natürliche Weise in der Atmosphäre. **Pflanzen** wandeln es per **Fotosynthese** wieder in Traubenzucker [also in organische Substanz] um und geben nebenbei Sauerstoff ab. Eigentlich ein Kreislauf: Pflanzen wachsen dadurch und produzieren Biomasse. Gäbe es das Gas nicht in der Atmosphäre, hätten wir in unseren Breiten nahezu ganzjährig Dauerfrost. Auch in vielen Mineralquellen, Süßwasser und im Meereswasser [hier bis zu 50-mal mehr als in der Luft] findet man es in gelöster Form.

Die Atmosphären von **Venus** und **Mars** enthalten übrigens etwa 95-96% Kohlenstoffdioxid.



Kohlendioxid ist **farblos**, **geruchlos**, wirkt **erstickend** und hat eine viel **größere Dichte als Luft**. Zudem ist es gut **wasserlöslich** und bildet dabei **Kohlensäure** [durch Druck noch begünstigt]. Es besteht aus 3-atomigen Molekülen. Die chemische Formel ist **CO₂**.

Das Gas ist an vielen Klimaereignissen beteiligt. So verursacht es z.B. den **Treibhauseffekt** und senkt durch seine Löslichkeit den **pH-Wert der Meere** und Seen sehr nachteilig, so dass diese immer mehr **versauern**. Am **sauren Regen** ist es zumindest mitbeteiligt. Auch zur **Verwitterung** von Gesteinen sowie auch Bauwerken trägt es mit bei.

Hauptsächliche **künstliche CO₂-Quellen** sind u.a. die Verbrennung von Holz oder Biogas [theoretisch aufkommensneutral - so viel wie die Pflanzen aufgenommen hatten, wird bei Verbrennung frei] sowie die Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger [z.B. Erdöl, Erdgas, Benzin, Diesel, Kohle, Koks; erhöhen den CO₂-Anteil in der Atmosphäre künstlich und verursachen so den Treibhauseffekt mit].

Etwa **seit Mitte des 19. Jahrhunderts** [siehe Industrialisierung] kommt es zu einem kontinuierlichen CO₂-Anstieg in der Atmosphäre und ist gänzlich uns Menschen zuzuschreiben. Derzeit liegt die Konzentration ca. 40% über der in der vorindustriellen Zeit. Allein 2012 wurde etwa 80% des in 150 Jahren von 1750 bis 1900 abgegebenen CO₂ freigesetzt. Eine Hauptquelle ist die Verbrennung fossiler Energieträger. Die Emissionsmenge 2011 **global** betrug **34 Milliarden Tonnen** und steigt weiter. Davon emittieren die **EU**-Staaten etwa **13,4%**. Pro Einwohner und Jahr waren es in **Deutschland** etwa ca. **12 Tonnen**.

Liste der **10 größten, CO₂-Emittenten**, Quelle: wikipedia.de

Land	Emission in Millionen Tonnen 2018 <i>gerundet</i>	Anteil an der Weltemission 2018
China	11256	29,7%
USA	5275	13,9%
Indien	2622	6,9%
Russland	1670	4,6%
Japan	1199	3,1%
Deutschland	753	2,0%
Iran	728	1,9%
Südkorea	695	1,8%
Saudi-Arabien	625	1,6%
Kanada	594	1,6%

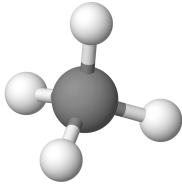
Je mehr Kohlenstoffdioxid in die Luft gelangt, umso mehr löst sich auch in Ozeanen und Binnengewässern. Nur ein kleiner Teil wird per Fotosynthese gebunden – der Rest löst sich in Wasser und bildet teilweise Kohlensäure. Zwischen dem Abschmelzen des arktischen Sommeres und CO₂-Emissionen sind Zusammenhänge inzwischen nachgewiesen.





Alles über die Treibhausgase ○ Methan

Auch dieses Gas entsteht auch auf **natürliche** Art und Weise. Es wird zum Beispiel bei **Fäulnisprozessen** frei sowie bei bestimmten **Gärungen**. So geben **Pflanzenfresser** Methangas in die Luft ab. **Erdgas** besteht ebenso aus überwiegend Methan, genauso wie **Sumpfgas** ["Irrlichter"], Grubengas [oft Ursache von Bergwerksunglücken] und **Biogas**. Methan ist noch viel intensiver am Treibhauseffekt beteiligt als Kohlenstoffdioxid.



Methan ist ein **farbloses, geruchloses** Gas, **leichter als Luft**, **wasserunlöslich** sowie **brennbar** [im Gemisch mit Luft explosiv]. Es besteht aus 5-atomigen Molekülen; seine chemische Formel ist **CH₄**. Bei der **vollständigen Verbrennung** [z.B. in Form von Biogas, Erdgas, LPG-Autogas] entstehen Kohlenstoffdioxid [also ein anderes Treibhausgas] und Wasserdampf.

Bei unvollständiger Verbrennung von Kohlenstoff bildet sich übrigens Kohlenstoffmonooxid CO, ein stark giftiges Gas, das schnell zum Tod führt. Dies passiert bei ungenügender Sauerstoffzufuhr, z.B. zur Erdgasflamme in Gasthermen. Das fördert zusätzlich die Explosionsgefahr.

Biogas wird aufkommensneutral produziert und es werden zusätzliche pflanzliche Abfälle bzw. nachwachsende Rohstoffe genutzt. Es ist sicher ökologisch sinnvoller, aus landwirtschaftlichen Abfällen Biogas zu erzeugen und daraus wiederum elektrische Energie bzw. Wärme, als zusätzlich den Strom aus Kohlekraftwerken zu nutzen. Der Umstieg auf Biogas [oder gar Erdgas] ist nicht das Ende der globalen Klimaveränderung, sondern verstärkt diese noch. Ein landwirtschaftlicher Betrieb, der z.B. Stallbeheizungen per Sonnenenergie bewerkstelligt, ist absolut umweltfreundlicher. Die Gasgewinnung auf Pflanzenbasis ergibt zwar bei der Gasverbrennung nur so viel CO₂, wie die Pflanzen einst aufnahmen, aber dies kann sich die Erde angesichts des Klimawandels eigentlich auch nicht mehr leisten.

Manchmal werden leider auch Nahrungspflanzen zur Biogasgewinnung benutzt.

Auch **Fahrzeuge mit Flüssiggas** verbrennen den Energieträger [LPG-Autogas oder Erdgas] zu CO₂ und Wasserdampf. Es ist zwar weniger Kohlenstoffdioxid als bei Benzin oder Diesel, aber dennoch entsteht Treibhausgas. Also: Keine Alternative, selbst wenn es aus nachwachsenden Rohstoffen erzeugt wird. Eine ähnliche Klima-Mogelpackung sind Biodiesel und E10-Benzin.

Eine nicht zu unterschätzende Methanquelle sind die riesigen **Rinderherden großer Fast-Food-Konzerne**, die Unmengen an CH₄ produzieren. In der Regel werden dafür zudem **riesige Regenwaldflächen für Weideland abgeholzt**, die nur wenige Jahre fruchtbar sind. Der zunehmende **Verzicht** von Konsumenten **auf Fleisch und Fast Food** würde also natürlich ganz besonders zur Verbesserung der globalen Klimas beitragen.

Jährlich werden weltweit etwa **585 Millionen Tonnen Methan** freigesetzt [in Deutschland 2,1 Mio. t]. **70%** der Emissionen sind auf **Aktivitäten der Menschen** zurückzuführen, davon 39% durch die **Rinderhaltung** [durch bakterielle Zellulosezersetzung in den Verdauungsorganen] verursacht sowie 17% durch den **Nassreisianbau**. Ein Hausrind gibt täglich bis zu 250 Liter CH₄ ab. Aber auch Kläranlagen, Mülldeponien sowie die Land- und Forstwirtschaft sind Methanquellen.

Zudem kommt es in den größeren Tiefen der Meere in riesigen Mengen als **Methanhydrat** [in Eis eingeschlossenes Methangas] vor, das durch die globale Erwärmung im Zuge des Klimawandels in Methan und Wasser zerfällt – eine weitere enorme Ursache des Treibhauseffekts und damit des Klimawandels.

Das **Treibhauspotenzial** von Methan ist im Vergleich zu Kohlenstoffdioxid mindestens 28-fach höher und trägt so zur globalen Erwärmung noch wesentlich mehr bei. Methan ist mit etwa 20% am Treibhauseffekt beteiligt.



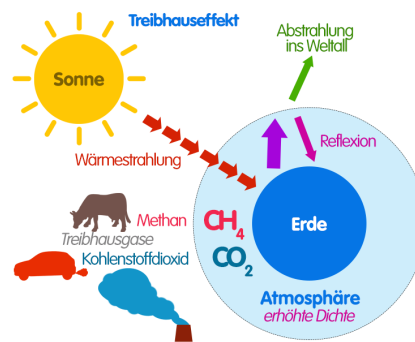
Alles über den Klimawandel ○ Der menschengemachte **Treibhauseffekt**

Kohlenstoffdioxid. Problem ist eher nicht das natürliche Entstehen des Gases, sondern der künstliche Ausstoß von CO₂ durch Kraftfahrzeuge, Industrie, Kraftwerke etc., d.h. durch alle Verbrennungsvorgänge von fossilen Brennstoffen [Kohle, Erdgas, Erdöl, Kohle, Benzin, Diesel, Heizöl u.a.] zwecks energetischer Nutzung. Auch durch die Abnahme der Wälder stehen immer weniger Pflanzen zur Verfügung, die es wieder in Biomasse umwandeln könnten.

Methan. Problematisch sind besonders die riesigen Viehherden der großen Lebensmittel- und Fast-Food-Konzerne, vor allem in Südamerika, die Methan abgeben. Zugleich wird für die Viehweiden sehr viel Regenwald gerodet. Da der Boden nährstoffarm ist, sind die Weiden nur kurze Zeit nutzbar.

Weitere Ursachen des Treibhauseffekts sind u.a. Wasserdampf und Wolken, Distickstoffmonoxid [Lachgas N_2O ; Treibgaswirkung 300-mal höher als CO_2] und andere Stickstoffoxide, Fluor- sowie Fluorchlorkohlenwasserstoffe [FCKW; z.B. in Isolations-schaumstoffen oder Kälteanlagen], FCKW-Ersatzstoffe wie z.B. Propan-Butan-Gemische [z.B. in Sprays], Ozon, Aerosolpartikel [z.B. Seesalz in der Luft], Feinstäube wie Ruß oder Vulkanstaub sowie Pollen.

Der menschenverursachte **Treibhauseffekt**. Durch die Treibhausgase steigt die Dichte der Luft; dadurch wird Wärmestrahlung vermehrt zur Erde zurückreflektiert [anstatt ins Weltall abgestrahlt zu werden] – langfristige Folge ist die globale Klimaerwärmung durch diesen Treibhauseffekt.



Natürlicher Treibhauseffekt. Ein gewisser Treibhauseffekt ist durchaus erwünscht, da er das Klima auf dem Planeten milder macht, was ein Garant für das Leben auf der Erde überhaupt ist. Ohne den Effekt läge die Durchschnittstemperatur auf der Erde um ca. 30 Grad niedriger [statt bei +15 nur noch bei -18 °C].

Vergleich: Die Atmosphäre der Venus besteht zu 95% aus Kohlenstoffdioxid und ist so enorm dicht. Daher herrschen dort auch Temperaturen von weit mehr als 400°C.

Geschichte und Zukunft. Seit Beginn der Industrialisierung hat der Treibhauseffekt stetig zugenommen. Das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid CO_2 hat seitdem um 40%, Distickstoffmonooxid N_2O um 10%, Methan CH_4 gar um 120% zugenommen. Bis zum Ende dieses Jahrhunderts [schätzt der Weltklimarat] wird sich die Erde um weitere 6°C erwärmt haben.



Alles über den Klimawandel ☉ Eisvorräte der Erde

Die natürlichen **Eisvorräte der Erde** bestehen vor allem aus dem Eis an den **Polen** sowie dem Eis der **Gletscher**. Doch das Eis schmilzt mehr und mehr als **Folge des vermehrten Ausstoßes von Treibhausgasen** und somit des Treibhauseffekts.

Folge ist die **Gefährdung der Lebensräume** von Tieren und Pflanzen [z.B. am Süd- und Nordpol sowie in den Hochgebirgsregionen]. Ansteigende Meeresspiegel bedrohen Küstenregionen und Inseln [schon heute sind einige in der Südsee unbewohnbar geworden].

Durch abschmelzende Eisvorräte kann die **warme Atlantikströmung abreißen** – in einigen Gebieten kann es also auch zu kälteren Temperaturen kommen [anstatt zur Erwärmung], z.B. in Form von längeren Dauerfrostperioden, ebenso mit Einfluss auf die Lebensräume von Organismen.

Alles über den Klimawandel ☉ Globale Alternativen

- **alternative [regenerative] Energiequellen** → keine Brennstoffe nutzen, die bei Verbrennung Kohlenstoffdioxid CO₂ liefern, sondern regenerative Energiequellen verwenden wie Brennstoffzellen, Solarenergie, Wind- oder Wasserkraft, Geothermie
- **neue Antriebskonzepte** → für Kraftfahrzeuge ohne Schadstoffemissionen [z.B. Elektrofahrzeuge, die regenerative Energien benutzen, Brennstoffzellen etc.]
- **Mobilität verändern** → Umstieg auf Busse und Bahnen, mehr Wege per Fahrrad oder zu Fuß
- **weniger Südfrüchte** → um unnötige Transportwege zu vermeiden [stattdessen einheimisches Obst der Saison]
- **Fleischkonsum reduzieren** → um weniger Methan zu produzieren, verzichten wir am besten immer öfter auf Fleisch und Wurst, besonders auf Fast Food, damit nicht für Viehherden der Regenwald weichen muss sowie nicht mehr so viel Methan in die Atmosphäre abgegeben wird
- **Wälder schützen** → Regenwälder und auch alle anderen Wälder nicht mehr abholzen, sondern schützen, damit das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid gebunden wird
- **energie- und rohstoffintensive Verfahren reduzieren** → Industrieverfahren meiden, die viel Energie oder/und Ressourcen verschlingen [z.B. Produktion von Aluminium oder von Kunststoffen]; Ersatz durch Stoffe, für deren Herstellung wenig Energie benötigt wird bzw. nachwachsender Produkte [z.B. Einsatz von Holz für Fensterrahmen statt Kunststoff oder Aluminium]
- **keine Sprays** → auch wenn heute keine FCKW mehr drin sind [die die schützende Ozonschicht der Erde vernichten], aber die heute benutzten Treibgas wie Propan, Butan oder Lachgas begünstigen den Treibhauseffekt zusätzlich [am besten Pumpsprays oder Deoroller verwenden]





Alles über den Klimawandel ☉ Das kannst Du gegen den Klimawandel tun...

Es ist eigentlich nicht so schwer, den Energieverbrauch zu senken, und schon kleine Dinge helfen der Umwelt sehr viel. Jeder von uns kann selbst einiges dafür tun, damit weniger Energie verbraucht und auch weniger Kohlenstoffdioxid oder Methan gebildet wird. *Beispielsweise ...*

- **Wasser vom Gemüsewaschen auffangen** und zum Blumengießen nutzen
- **Reinigungsmittelbestand reduzieren** [das Abkochen mit Backpulver reinigt eine Pfanne auch, ebenso kann man Zitronensaft bzw. -säure, Essig und Soda zum Reinigen verwenden]
- zum **Entkalken Essig** oder Zitronensäure nehmen [statt chemischer Mittel]
- **feste Zitronensäure** [Apotheke] mit ganz wenig Wasser **entfernt Flecke** von Oberflächen und wirkt bleichend
- **Waschnüsse** für die Wäsche nutzen [natürlicher Rohstoff; auch im Eine Welt Laden oder Biomärkten erhältlich]
- einen **Ökostrom-Anbieter** nutzen
- **Standby-Betrieb vermeiden** [z.B. durch abschaltbare Steckdosenleisten]
- **Stromfresser** [alte Kühlschränke etc.] durch moderne Geräte **ersetzen**
- eine **Wärmflasche** nehmen [anstatt die Heizung vor dem Schlafengehen noch einmal richtig aufzudrehen]
- **Jute statt Plastik** [auf Tragetaschen aus Kunststoff verzichten]
- **Mehrwegflaschen/-gläser** aus Glas statt Einwegverpackungen
- Artikel aus **Kunststoff vermeiden**, stattdessen Gegenstände aus Naturmaterialien, Glas oder Porzellan verwenden [z.B. Spielzeug, Geschirr]
- statt Mülltüte im **Mülleimer einen Bogen Zeitungspapier** nehmen [und so mehrfach nutzen]
- **einheimisches Obst und Gemüse der Saison** verwenden, statt aus Holland, Spanien, Argentinien etc.
- **Alufolie nur sparsam** einsetzen [da sehr energieintensive Herstellung]
- **Wasserhahn beim Einseifen kurz zudrehen** [nicht laufen lassen und erst zum Abspülen wieder öffnen; ähnlich kann man das beim Rasieren und Zähneputzen machen] – denn auch die Trinkwassergewinnung und -aufbereitung erfordert Energie [und in vielen Ländern ist Wasser ein knappes Gut]
- in nicht genutzten Räumen **Licht aus** [und bei längerer Nichtnutzung Heizung auf Sternchen]
- **zum Lesen keine Deckenlampe**, sondern eine kleine Lese- oder Schreibtischlampe nutzen
- **Fernseher aus**, wenn keiner hinschaut
- Glühlampen durch **LED-Lampen** ersetzen [nicht durch Energiesparlampen, da diese schadstoffhaltig sind; LED-Lampen sind inzwischen recht hell und verbrauchen nur sehr wenig Strom – leider sind sie viel teurer, halten aber auch länger]
- **keine Benzinrasenmäher** [Elektromäher lassen sich zumindest theoretisch mit Öko-Strom betreiben]
- **Bäume pflanzen**
- **Fleisch und Wurst meiden** [auch aus gesundheitlichen Gründen]
- *usw.*

Quellen:

Internet → wikipedia.de, unendlich-viel-energie.de, regenwald.org

Molekülmodelle → molview.com

Informationsmaterial, Literatur → Begleitheft zur Folienserie des Fonds der Chemischen Industrie, Frankfurt am Main 1987;
Naturwissenschaften im Unterricht Chemie [Heft 129, 2012]; M. Latif, Klimawandel und Klimadynamik, UTB Ulmer Verlag 2009

