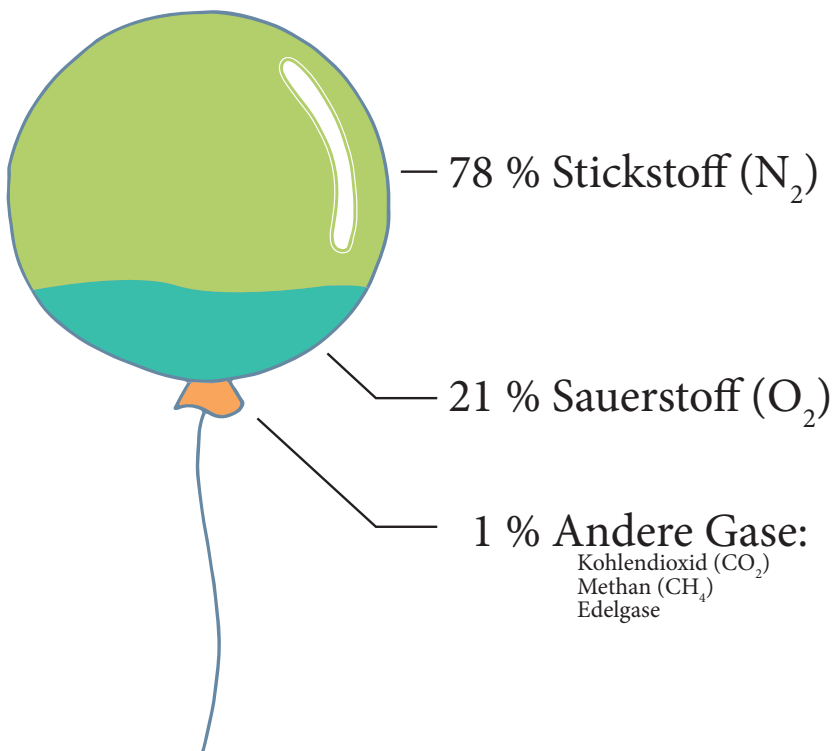


Die Lufthülle der Erde

Unsere Atmosphäre besteht zu etwa 78 % aus Stickstoff (N_2), etwa 21 % aus Sauerstoff (O_2) und nur zu etwa 1 % aus anderen Gasen. Dazu zählen z.B. Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) oder Edelgase. Diese Gase werden auch als „trockene Luft“ der Atmosphäre bezeichnet.

Daneben sehen wir am Himmel aber auch Wolken. Sie bestehen aus Wasserdampf. Dieser wird in die Zusammensetzung der „trockenen Luft“ der Atmosphäre nicht eingerechnet. Der Gehalt schwankt, macht im Extremfall aber bis zu 4 % aus. Der gesamte Wasserdampf befindet sich in der Troposphäre, die deshalb auch Wetterschicht genannt wird. Sie reicht in eine Höhe von ca. 10-15 km.



Info

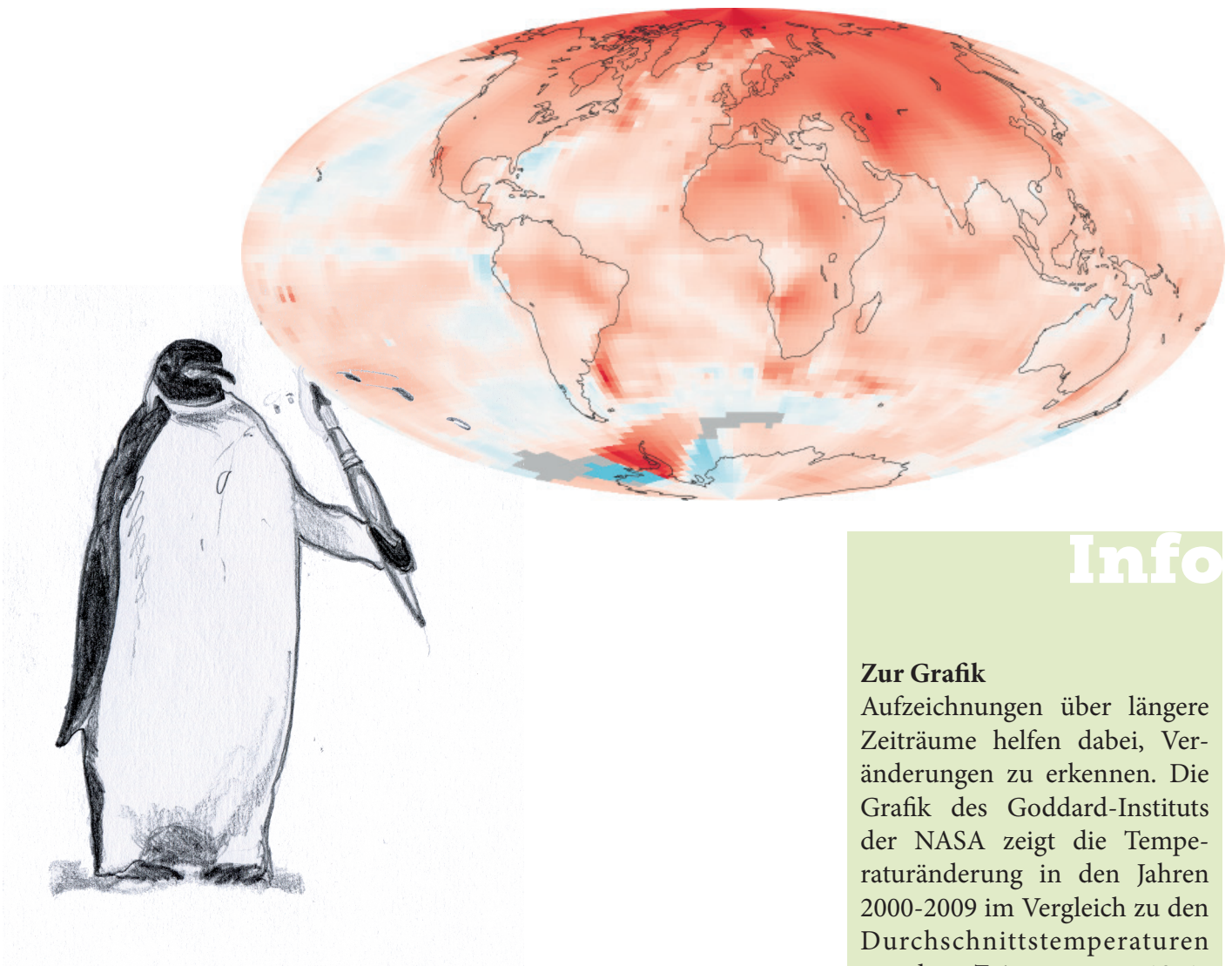
Ein Liter Luft

1 l Luft entspricht 1.000 ml. Davon sind etwa 780 ml N_2 , 210 ml O_2 und nur ca. 10 ml andere Gase, wie z.B. CO_2 , CH_4 oder Edelgase.

Wetter versus Klima

Das Wetter beschreibt Merkmale wie etwa die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Wind an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit. Es beschreibt also eine Momentaufnahme der Atmosphäre.

Das Klima einer Region hingegen wird davon bestimmt, wie sich Temperatur oder Niederschläge über einen längeren Zeitraum – z.B. 30 Jahre – verhalten. Werden diese Wetterelemente also über mehrere Jahrzehnte oder Jahrhunderte beobachtet, so kann festgestellt werden, ob sich z.B. die Anzahl der Frosttage, die Niederschlagsmengen oder die Temperaturen ändern.



Info

Zur Grafik

Aufzeichnungen über längere Zeiträume helfen dabei, Veränderungen zu erkennen. Die Grafik des Goddard-Instituts der NASA zeigt die Temperaturänderung in den Jahren 2000-2009 im Vergleich zu den Durchschnittstemperaturen aus dem Zeitraum von 1951-1980. Rote Bereiche zeigen, wo es wärmer, blaue, wo es kälter wurde.

Das Prinzip der Erderwärmung

Beim Licht der Sonne handelt es sich um kurzwellige Strahlung. Trifft dieses Licht auf die Erdoberfläche, wird es in Wärme (langwellige Strahlung) umgewandelt. Ein Teil dieser Wärmestrahlung gelangt zurück ins Weltall. Ein anderer Teil wird von verschiedenen Gasen (Wasserdampf H_2O , Kohlendioxid CO_2 , Methan CH_4 oder Lachgas N_2O) in der Atmosphäre zurückgehalten und erwärmt diese. Je mehr dieser Gase in der Atmosphäre sind, desto wärmer wird es auf der Erde.

Die Gasteilchen haben somit eine ähnliche Wirkung wie die Glasscheiben bei einem Treibhaus, weshalb man bei der Erderwärmung auch vom „Treibhauseffekt“ spricht.



Info

Prinzip

So kann man sich die Wirkung von Treibhausgasen vorstellen. Das kurzwellige Licht wird auf der Oberfläche in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt. Diese wird teilweise von Treibhausgasen am Austritt ins Weltall gehindert. Je mehr dieser Treibhausgasteilchen in der Luft sind, desto wärmer wird es.

Die Entstehung von Kohlendioxid

CO₂ entsteht immer, wenn man organisches Material verbrennt. Als organisch bezeichnet man alles, was lebt oder einmal gelebt hat. Also Holz, Kohle, Gas, unsere Nahrungsmittel und vor allem die Erdölprodukte, wie etwa Benzin, Diesel, Kerosin oder Heizöl.

Man bezeichnet Kohle, Erdgas und Erdöl auch als fossile Brennstoffe, weil sie sich über Jahrtausende aus abgestorbenen Tieren und Pflanzen gebildet haben. Auch bei der Zersetzung von toten Tieren und Pflanzen entsteht CO₂.

Am meisten CO₂ erzeugen wir Menschen bei der Stromerzeugung in Kohle- und Gaskraftwerken. Sehr viel CO₂ entsteht auch bei der Verbrennung von Treibstoffen, vor allem in Flugzeugen, LKWs und PKWs. Ein großer Teil des CO₂ kommt auch durch die Brandrodung von Regenwäldern in die Atmosphäre.

Daneben kommen noch das Heizen unserer Wohnräume sowie der Konsum von Gütern hinzu. Für jedes Produkt, das wir in Händen halten, wurde CO₂ ausgestoßen – sei es in der Herstellung oder beim Transport.



Die Entstehung von Methan und Lachgas

Methan (CH_4)

Wird organisches Material unter Sauerstoffmangel zersetzt, bildet sich Methan. Große Mengen von diesem Gas entstehen daher z.B. in den Mägen von Wiederkäuern, wie etwa Rindern, oder beim Reisanbau, bei welchem viele Pflanzenreste in sauerstoffarmem Wasser zersetzt werden.



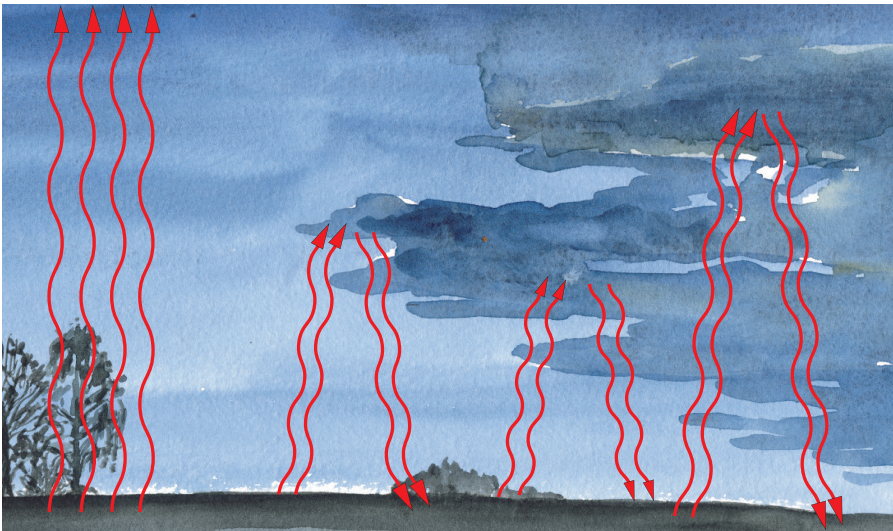
Lachgas (N_2O)

Lachgas ist leider nicht so lustig, wie es klingt. Es entsteht beispielsweise durch die Aktivität von stickstoffbindenden Bakterien in Böden. Je stärker die Böden gedüngt werden, desto mehr Lachgas wird von den Bakterien gebildet. Intensive Düngung schadet somit über Umwege unserem Klima.

Was macht ein Gas zum Treibhausgas?

Warum können manche Gasteilchen der Atmosphäre die Erde erwärmen und andere nicht? Das liegt am chemischen Aufbau dieser Moleküle. Sauerstoff- (O_2) und Stickstoffmoleküle (N_2) bestehen aus zwei Atomen desselben Elements. CO_2 hingegen besteht aus einem Kohlenstoff- und zwei Sauerstoffatomen, also aus drei Atomen von zwei verschiedenen Elementen. Dasselbe gilt für Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O). Wenn Gasmoleküle unterschiedliche Atome enthalten, dann können sie Wärmestrahlung in der Atmosphäre „auffangen“. Wenn diese Wärmestrahlung nicht mehr von der Erde in den Weltraum gelangt, wird es dadurch auf der Erde wärmer. Je mehr von diesen Gasen sich in der Lufthülle befinden, desto wärmer ist es.

Auch die Größe der Teilchen sowie die Anordnung der Atome im Molekül spielen eine wichtige Rolle und entscheiden darüber, wie stark ein Molekül Wärme in der Atmosphäre halten kann. Ein Methanmolekül (CH_4) hält beispielsweise über den Zeitraum von 100 Jahren ca. 25-mal mehr Wärme in der Atmosphäre zurück als ein CO_2 -Molekül.



Info

Wie wirkt ein Treibhausgas?

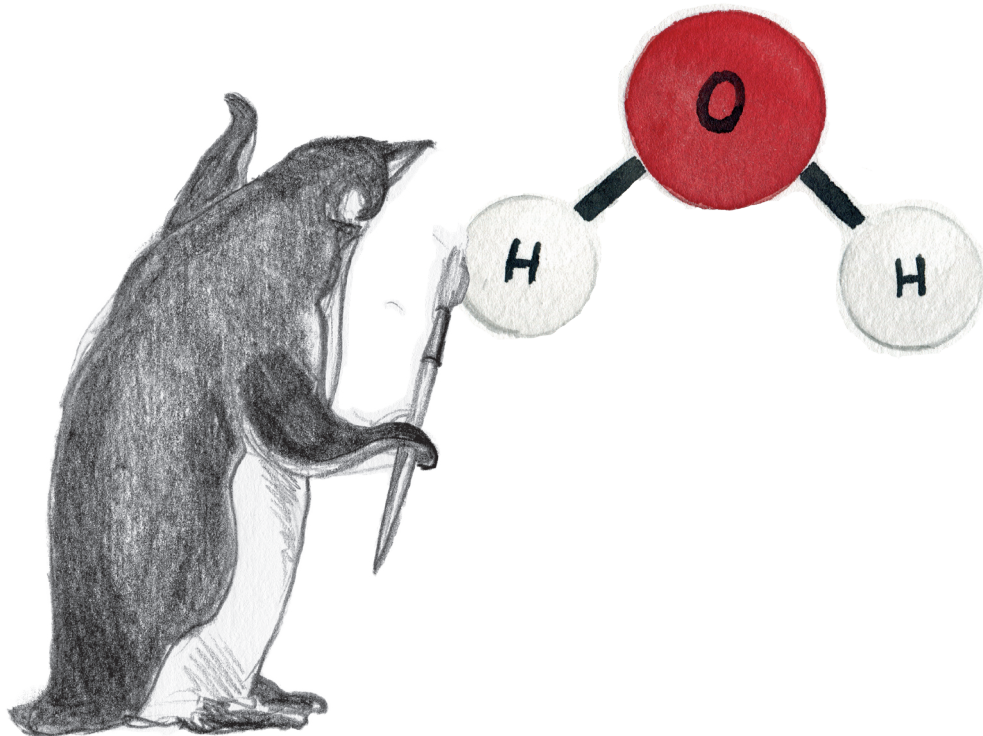
In einer sternklaren Nacht wird es viel kälter als in einer bewölkten Nacht. Das liegt daran, dass auch der Wasserdampf (H_2O), aus dem die Wolken bestehen, Wärme zurückhalten kann. Auch die H_2O -Teilchen wirken daher als Treibhausgase und machen die Erde wärmer.

Rolle des Wasserdampfs

Wolken, Regen, Nebel und Wärme!

Der Wasserdampf (H_2O) spielt eine zentrale Rolle in unserer Atmosphäre. Hätten wir keinen Wasserdampf, so würde die Durchschnittstemperatur auf unserem Planeten bei etwa -18°C liegen. Mit dem Wasserdampf haben wir eine angenehme Durchschnittstemperatur von etwa $+15^\circ\text{C}$.

Der Wasserdampf hat also eine wärmende Wirkung für unsere Erde und ist daher auch ein Treibhausgas. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom „natürlichen Treibhauseffekt“.



Didaktik

Aus unserer Erfahrung wissen wir, dass manche Schüler mit der Unterscheidung zwischen natürlichem und anthropogenem Treibhauseffekt große Mühe haben. Es lohnt sich entweder ein bisschen penetrant darauf herumzureiten, bis ihnen die Unterscheidung wirklich klar ist, oder die Unterscheidung zu „übergehen“ und einfach alle Gase in einen Topf zu werfen – die Wirkung ist schlussendlich ja dieselbe.

Mehr Treibhausgase in der Atmosphäre

Die zentrale Folge einer höheren Konzentration an Treibhausgasen ist eine Erwärmung der Atmosphäre. Diese zieht unterschiedlichste Folgen nach sich. Je schneller die Erwärmung voranschreitet, desto schwieriger wird es für Lebewesen – egal ob Mensch, Tier oder Pflanze, sich an diese Folgen anzupassen und sich mit den Veränderungen zu arrangieren.

Die Erforschung der Klimageschichte unseres Planeten hat gezeigt, dass das Klima immer wieder zwischen Warmphasen und Kaltphasen (Eiszeiten) wechselt. Setzt einmal eine Erwärmung ein, stößt das Prozesse an, sogenannte Rückkopplungen, die die Erwärmung beschleunigen. So führt beispielsweise der Verlust von weißen Eisflächen zwangsläufig zu einer Erwärmung eines Planeten. Kippt das Klima in Richtung Abkühlung, beschleunigt sich dieser Prozess ebenfalls – mehr weiße Flächen etwa kühlen einen Planeten zusehends ab. In der Erdgeschichte dauerten Prozesse wie diese allerdings meist tausende Jahre. Aktuell geht es sehr schnell in Richtung Erwärmung.



Erwärmung der Meere

Abgabe von Gasen

Wenn sich eine Flüssigkeit erwärmt, gibt sie die in ihr enthaltenen Gase verstärkt ab. Meere enthalten neben Sauerstoff auch riesige Mengen an CO_2 , die beide mit zunehmender Erwärmung vermehrt abgegeben werden. Dies führt zwangsläufig zu einer Erhöhung der CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre, was die Erderwärmung zusätzlich verstärkt.

Ausdehnung des Wasserkörpers

Darüber hinaus dehnt sich der gesamte Wasserkörper bei Erwärmung aus, was, neben dem Schmelzen von Eisflächen, auch zu einem Anstieg des Meeresspiegels führt.

Verdunstung

Neben der Abgabe von CO_2 in die Atmosphäre steigt bei erwärmten Flüssigkeiten auch die Verdunstung und es wird mehr H_2O in die Luft abgegeben. Das erhöht den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre, führt zu intensiveren Niederschlägen und verstärkt zusätzlich die Erwärmung.

Intensivere Stürme

Hurricane, Taifun, Zyklon – diese Begriffe stehen alle für schwere Tropenstürme. Sie entstehen bevorzugt dann, wenn das Wasser der Ozeane Temperaturen von über $26,5^\circ \text{C}$ aufweist. Eine Erderwärmung fördert die Erwärmung der Ozeane und damit auch die Intensität dieser zerstörerischen Stürme.



Anstieg des Meeresspiegels

Die Erhöhung des Meeresspiegels ist für stark besiedelte Küstengebiete eine ernste Bedrohung. Zwei Phänomene sind dafür verantwortlich: Einerseits das Abschmelzen von Landeisflächen, wie z.B. jene von Grönland, der Antarktis oder Gebirgsgletschern, andererseits die Ausdehnung des Wasserkörpers bei einer Erwärmung. Etwa ein Sechstel der Eismasse Grönlands würde ausreichen, um den Meeresspiegel um einen Meter ansteigen zu lassen.

In den letzten mehreren hunderttausend Jahren änderte sich der Meeresspiegel, je nach Vereisung unseres Planeten, um bis zu 150 m bezogen auf den heutigen Meeresspiegel. In der letzten eisarmen Phase vor mehreren Millionen Jahren war der Meeresspiegel um etwa 25 m höher als heute.

Die Menschheit profitierte in den letzten 10.000 Jahren von einem verhältnismäßig stabilen Klima und somit auch von einem stabilen Meeresspiegel. Deshalb besiedelten wir Menschen viele Küstenregionen – ein Umstand, der bei steigendem Meeresspiegel ein großes Problem darstellt. Eine Erhöhung des Meeresspiegels um einen Meter würde alleine in Bangladesch 15 Mio. Menschen zur Flucht zwingen.



Info

Steigende Meeresspiegel

Viele Länder der Erde haben große Siedlungsgebiete in der Nähe ihrer Küsten. In Europa sind das etwa viele Regionen in Holland. Es liegt an uns allen, dass diese Regionen nicht irgendwann als „Zu-Niederlande“ in die Geschichte eingehen...

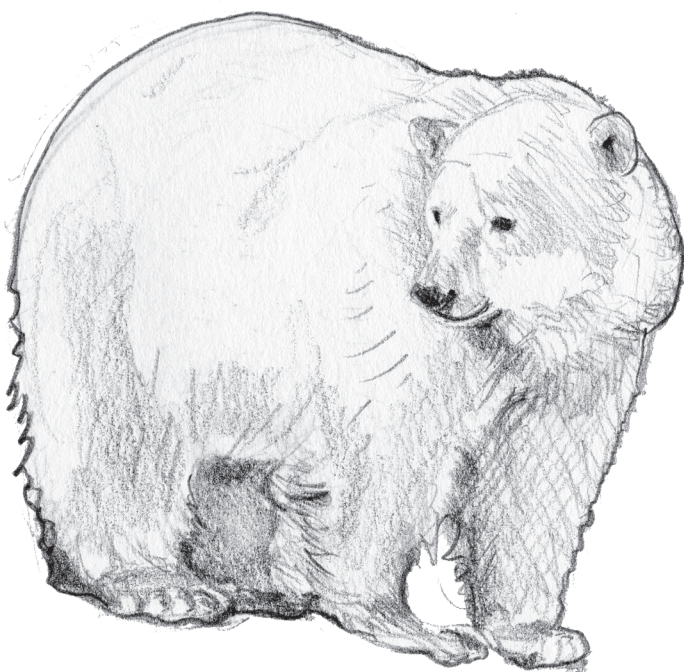
Das „ewige“ Eis

Abschmelzen von Polkappen und Gletschern

Eine Erwärmung der Atmosphäre und der Ozeane führt langfristig zu einem Abschmelzen der weltweiten Eisflächen, auch wenn dieser Effekt durch intensivere Schneefälle regional verzögert werden kann.

Schnee- und Eisflächen reflektieren bis zu 90 % der einfallenden Sonnenstrahlung, ohne dass diese dabei in Wärme umgewandelt wird. Werden diese Flächen reduziert, so treten an ihre Stellen dunklere Wasser- oder Landflächen, die einen Großteil des einfallenden Lichts in Wärme umwandeln. Jeder Verlust von weißen Flächen führt somit automatisch zu einer weiteren Erwärmung der Atmosphäre – auch ohne zusätzliche Treibhausgase.

Ein Gletscherrückgang in den Gebirgen unserer Erde ist mit dem Verlust von wichtigen Süßwasservorräten verbunden. In den Alpen beispielsweise speisen die Gletscher nicht nur zahlreiche Quellen in heißen Sommermonaten, sondern auch die Stauseen der Kraftwerke.



„Weniger weiß – mehr heiß“, damit ist dazu eigentlich von der Logik her alles gesagt. Verliert ein Planet weiße Flächen und werden diese durch dunklere Flächen ersetzt, wird der betroffene Planet zwangsläufig wärmer, weil weniger Sonnenlicht direkt ins All zurück reflektiert wird.

Meeresströmungen

Veränderung von Meeresströmungen

Windsysteme und Meeresströmungen sorgen dafür, dass Wärme aus dem Äquatorbereich zu den Polen transportiert wird und dadurch hohe Breiten gewärmt, niedrige Breiten aber gekühlt werden.

Durch Änderungen des Salzgehalts kann es bei Meeresströmungen zu Veränderungen kommen. Das Schmelzen von Eisflächen führt zu einer Verringerung des Salzgehalts in den umliegenden Meeresbereichen. Gleichzeitig führt eine höhere Verdunstungsrate im Äquatorbereich zu einer Anreicherung des Salzgehalts, was das eigentlich leichtere, warme Wasser „schwerer“ macht. Die Veränderung der Dichte des Wassers kann zum „Einschlafen“ von Meeresströmungen führen.

Info

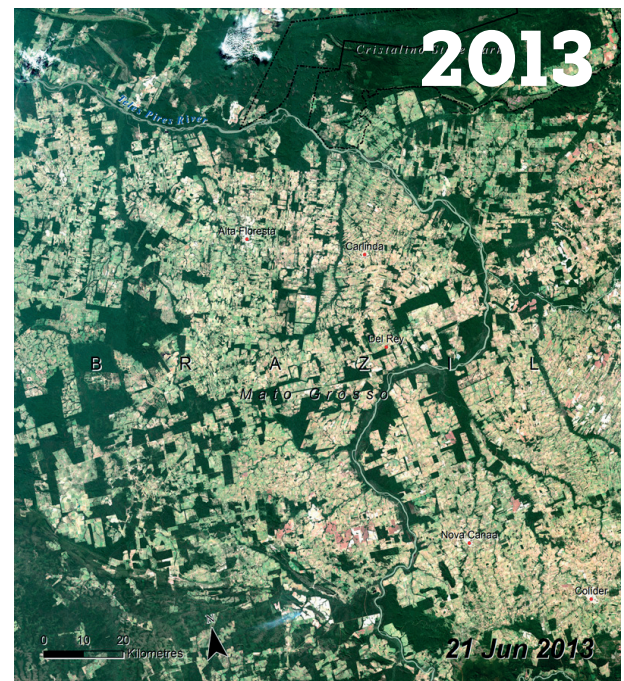
Zur Grafik

Die „Wetterküche“ Westeuropas ist der Nordatlantik. Die Zutaten für das Wetter und damit das Klima liefert unter anderem der Golfstrom. Eine Abschwächung bzw. ein „Einschlafen“ dieser Meeresströmung hätte vermutlich gravierende Folgen für das Klima in unseren Breiten.



Waldflächen schützen

Ein sehr großer Teil des CO₂, das jährlich in unsere Atmosphäre gelangt, stammt von brennenden Wäldern. Viele von ihnen, vor allem Gebiete in den Tropen, werden absichtlich in Brand gesetzt, um dadurch neue landwirtschaftliche Flächen zu gewinnen. Auf diesen entstehen dann z.B. Palmölplantagen oder Viehweiden. Brennende Waldflächen sind für unser Klima doppelt bitter: Einerseits entsteht bei der Verbrennung sehr viel CO₂, andererseits werden gleichzeitig jene Waldflächen zerstört, deren Bäume CO₂ aufnehmen, umwandeln und über mehrere hundert Jahre in ihrem Holz speichern können.



Satellitenbilder: Abholzung in Mato Grosso, Brasilien, Vergleich 1984 und 2013
Quelle: UNEP

Info

Zur Grafik

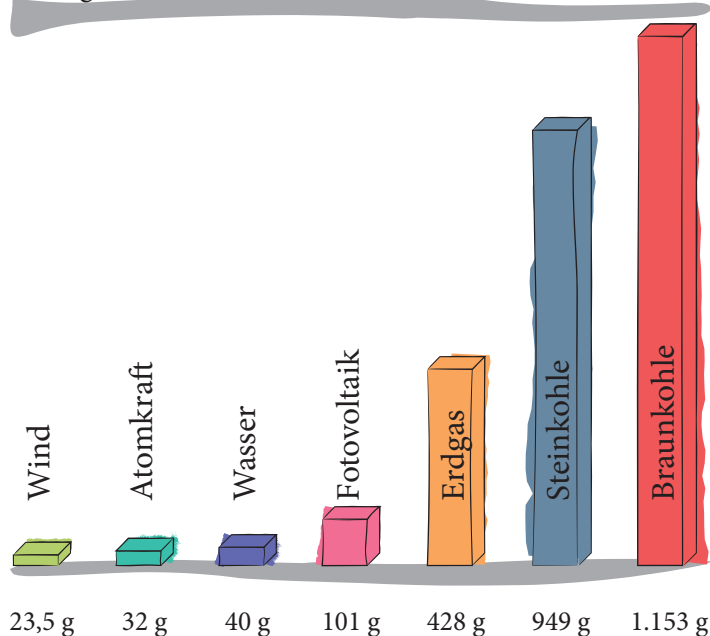
Die Waldflächen auf unserem Planeten gehören geschützt. Was man hierzulande machen kann? Rindfleischkonsum reduzieren, auf Tropenholz und Produkte mit Palmöl verzichten, sowie sich für den Schutz der Waldflächen stark machen!

Stromerzeugung ändern

Man kann es drehen und wenden, wie man will, es gibt keine Form der Stromerzeugung, die nicht auch ihre Nachteile hätte – dennoch, Wind, Wasser, Erdwärme und die Energie der Sonne sind jene Ressourcen, die uns nahezu unbegrenzt zur Verfügung stehen. Höhere Produktionskosten und teilweise geringer Wirkungsgrad sind die größten Hemmschwellen für diese Arten der Stromerzeugung. Eine weltweite Stromversorgung durch Nutzung dieser erneuerbaren Ressourcen ist keine Frage des Könnens, sondern eine Frage des Willens, wie die Forscher Mark Jacobsen und Mark Delucchi schon 2012 errechneten. Wie die Daten des Statistischen Bundesamts in Deutschland zeigen, wurden im Jahr 2017 bereits ca. 33 % des gesamten Stroms aus erneuerbarer Energie (Wind, Wasser, Sonne...) gewonnen. Im Jahr 2000 lag der Wert noch bei etwa 6 %.

Nur auf ein Pferd zu setzen, wird allerdings nicht reichen. Die Energie der Zukunft wird einen Mix darstellen müssen, in dem der Anteil an Kohle, Gas und Öl immer weiter verringert wird.

CO₂-Ausstoß in Gramm pro Kilowattstunde erzeugtem Strom



Info

Zum Diagramm

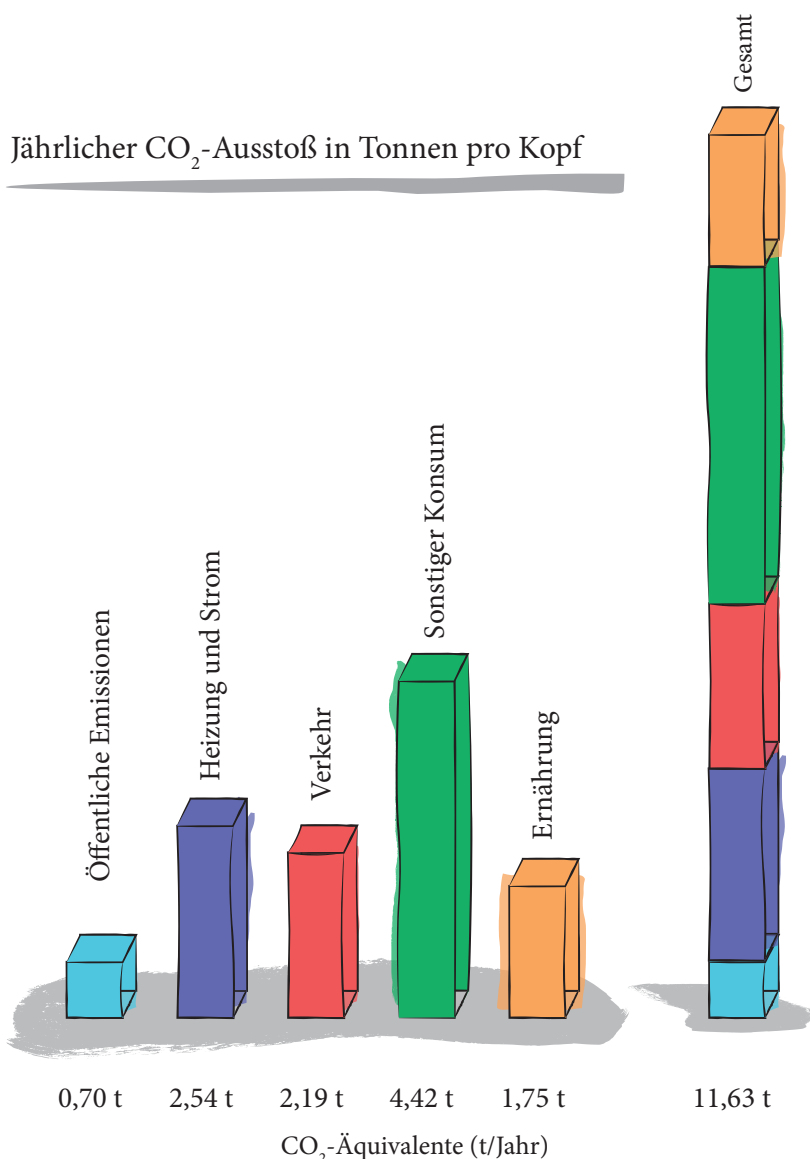
Die Technik, mit welcher der Strom erzeugt wird, hat einen riesigen Einfluss auf den CO₂-Ausstoß. Bei der Stromgewinnung mittels fossiler Rohstoffe wie etwa Braunkohle, Steinkohle oder Erdgas entsteht viel mehr CO₂ als in anderen Kraftwerken. In Deutschland wurde auch 2017 noch etwa die Hälfte des Stroms mittels fossiler Brennstoffe erzeugt.

Quelle: Fritsche, 2007

Treibhausgase einsparen - ganz persönlich

Die Erderwärmung aufzuhalten wird schwierig, dafür sind schon zu viele Treibhausgase ausgestoßen worden. Aber wir bestimmen das Tempo dieser Erwärmung und es ist klar: Je langsamer, desto besser! Jede Einsparung führt zu einer Verbesserung der Situation. Ziel muss es sein, möglichst wenig Treibhausgase in die Luft zu blasen!

Man muss sich dazu keineswegs in eine Höhle zurückziehen. CO₂ einsparen geht in vielen Bereichen ganz problemlos und hat meist den positiven Effekt, dass man dabei auch noch Geld spart. Auch wenn man sich bei einer eingesparten Tonne noch etwas verloren fühlt, wenn jeder der 740 Mio. Europäer das macht, kommt doch ordentlich was zusammen.



Info

Zum Diagramm

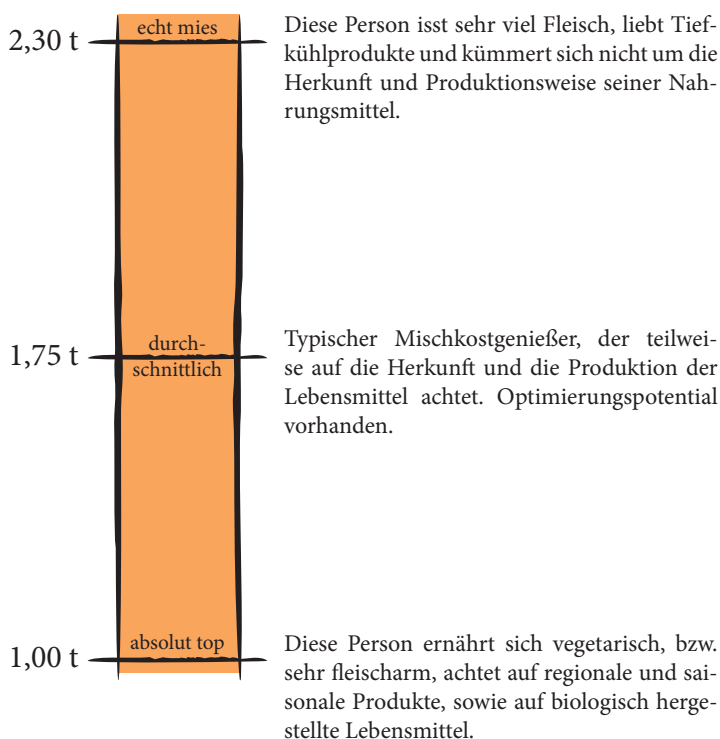
Der durchschnittliche CO₂-Ausstoß pro Kopf in einem Jahr, gegliedert nach Sektoren und bezogen auf Deutschland. Im Vergleich dazu produzieren die Menschen in Nigeria durchschnittlich nur 0,5 t pro Jahr, jene in Nordamerika hingegen etwa 15 t pro Jahr.

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Ernährung

Die Herstellung unserer Nahrungsmittel braucht unterschiedlich viel Energie – einerseits in der Produktion, andererseits bei Transport und Lagerung. Die Zauberformel für eine energieschonende Ernährung lautet: saisonal – regional – fleischarm. Wer Lust auf Erdbeeren hat, sollte diese am besten auf die Monate Mai und Juni aufsparen. Bei Obst und Gemüse: Das bevorzugen, was im Moment gerade in unserer Region wächst. Je näher ein Lebensmittel erzeugt wird, desto weniger Energie benötigt dessen Transport.

Für die Fleischproduktion wird weltweit sehr viel Energie aufgewendet. Einerseits müssen zuerst Futterpflanzen angebaut werden, z.B. Getreide für Hühner oder Puten, andererseits produzieren vor allem Wiederkäuer wie Rinder viel Methan in ihrem Verdauungstrakt.



Pinguinbrüstchen herausbacken in Eisbärfett gehören auf keine Speisekarte! Die Transportwege sind eindeutig zu lang!



Info

Zum Diagramm

Die Angaben beziehen sich auf den Nahrungsbedarf einer 70 kg schweren Person. Je weniger Fleisch- und Tiefkühlprodukte verzehrt werden und je mehr auf Saisonalität und Regionalität geachtet wird, desto niedriger wird der Treibhausgasausstoß.

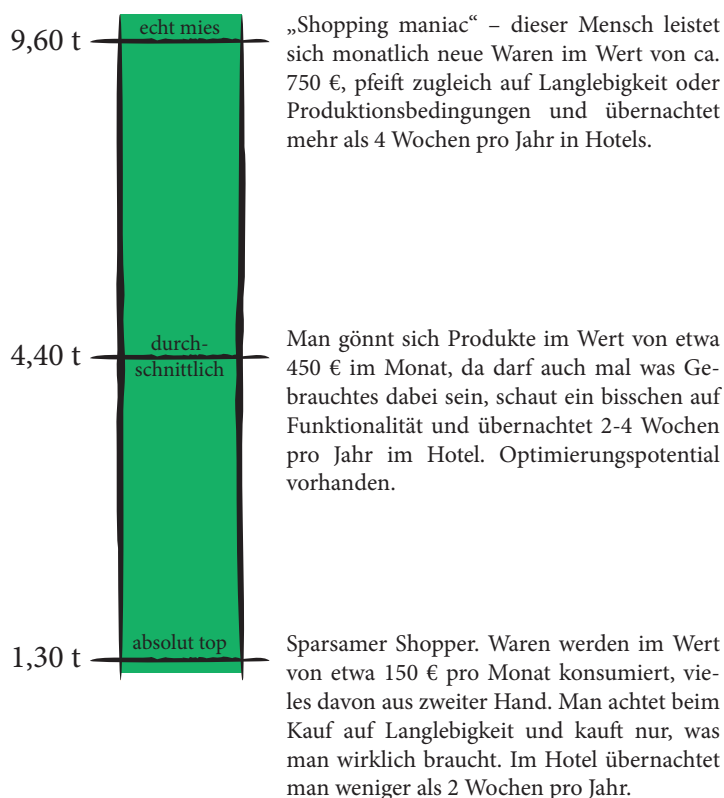
Einsparungspotential: über 1 t pro Person und Jahr

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Konsum

Jedes Ding, das wir kaufen, ist mit Energieaufwand verbunden: Von der Gewinnung der Rohstoffe, über die Produktion und den Transport bis hin zur Entsorgung. Deshalb sind Langlebigkeit und Wiederverwendung sowie die Reparatur defekter Geräte – wahrscheinlich nicht zur Freude der Wirtschaft – für das Klima eine gute Sache.

Smartphones, Fernseher, Computer – all diese Produkte wechseln wir immer schneller. Aber genau diese Produkte brauchen in ihrer Herstellung viel Energie unter dem Einsatz vieler seltener Rohstoffe.



Info

Zum Diagramm

Das Einsparungspotential bei unserem Konsumverhalten ist enorm. Bei den zugrunde liegenden Daten sind nicht nur Produkte eingerechnet, sondern z.B. auch Hotelübernachtungen. Dass Menschen in ärmeren Ländern einen viel niedrigeren CO₂-Ausstoß haben, kommt also nicht von ungefähr.

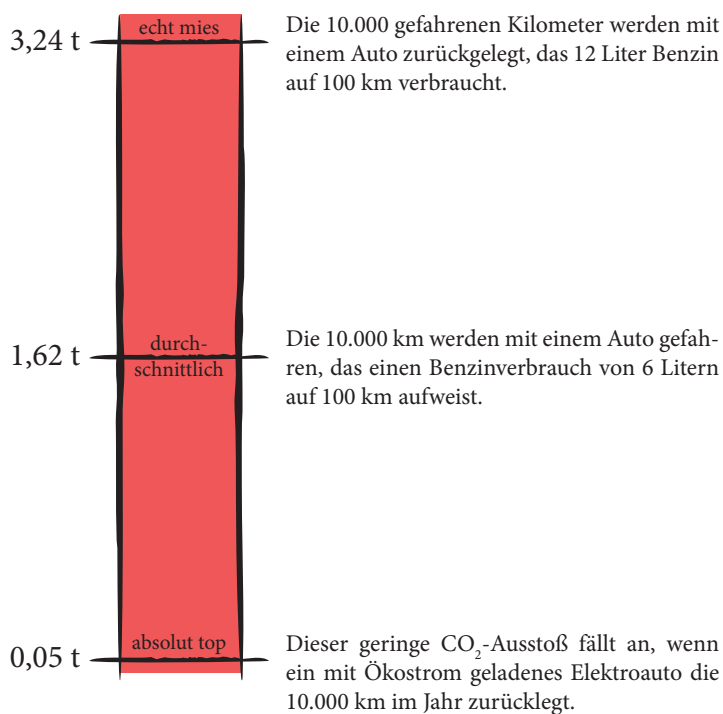
Einsparungspotential: riesig!

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Straßenverkehr

Auf der ganzen Welt ist ein großer Teil des Energieverbrauchs und damit auch des CO₂-Ausstoßes dem Verkehr zuzuschreiben. Diesen Energieverbrauch kann man auf verschiedensten Wegen massiv verringern.

Dabei geht es nicht nur darum, das Auto stehen zu lassen. Neben den gefahrenen Kilometern ist vor allem der Spritverbrauch des Fahrzeugs entscheidend. Am besten schneiden natürlich öffentliche Verkehrsmittel und Elektroautos ab – auch wenn diese nicht frei von Nachteilen sind.



Info

Zum Diagramm

Das Diagramm bezieht sich auf die ca. 10.000 km, die jeder Europäer durchschnittlich im Jahr mit dem Auto zurücklegt. Entscheidend senken lässt sich der Verbrauch durch Achten auf den Spritverbrauch, die Antriebsart oder, durch den zumindest teilweisen Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel.

Einsparungspotential:

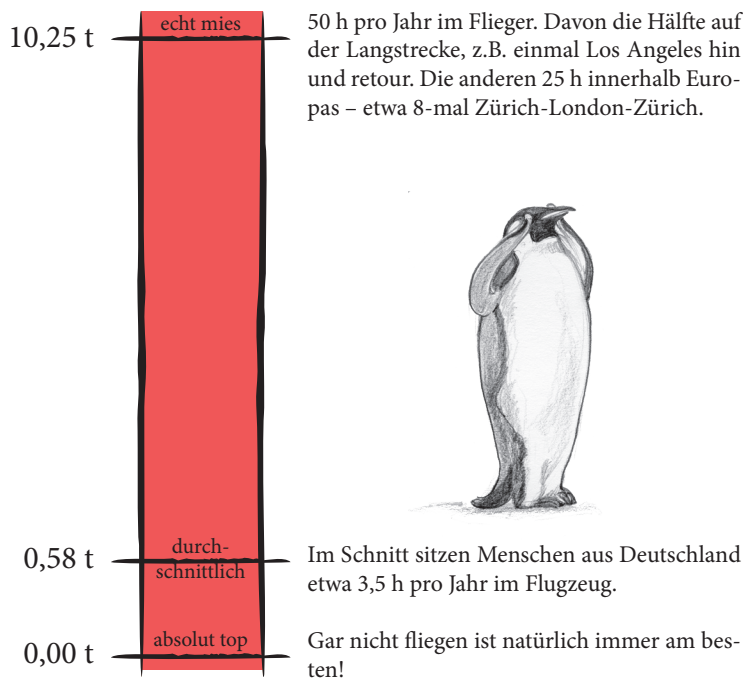
pro 10.000 km mehr als 3 t im Jahr

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Flugmeilen

Fliegen mag schön sein, ist aber leider mit einem riesigen CO₂-Ausstoß verbunden, weil für den Transport von relativ wenigen Menschen enorm viel Treibstoff benötigt wird. Dabei schneiden Langstreckenflüge noch schlechter ab als Flüge innerhalb des Kontinents.

Natürlich sind viele Menschen beruflich auf das Fliegen angewiesen, allerdings könnten viele Meetings mit den heutigen Technologien mühelos per Telefon- und Videokonferenz abgehalten werden. Unter großem Aufwand werden die Technologien ständig weiterentwickelt. Es ist eine (unternehmens-) kulturelle Frage, ob man sich auf diese Vorteile des Fortschritts einlässt.



Info

Zum Diagramm

Jede eingesparte Flugmeile macht Sinn. Ein Vielflieger, der es wie im dargestellten Diagramm auf 50 Flugstunden im Jahr bringt, erzeugt mit seinem Verhalten 10 t mehr CO₂ als ein Nichtflieger. Durchschnittlich produzieren 20 Menschen aus Nigeria mit ihrer Lebensweise übers ganze Jahr weniger CO₂ als diese eine Person nur mit ihren Flugmeilen.

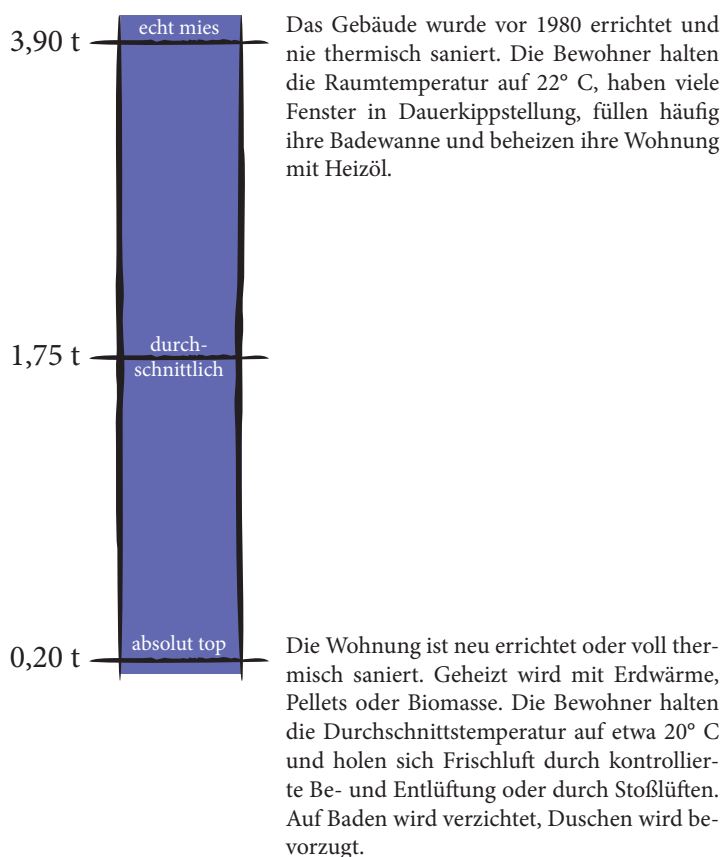
Einsparungspotential: riesig!

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Wohnen

Es gibt zahlreiche sinnvolle Maßnahmen in und an unseren Wohnräumen, die den CO₂-Ausstoß drastisch reduzieren, ohne dass unsere Lebensqualität darunter leidet. Durch Heizen mit Erdwärme, Holzpellets oder Stückholz, eine gute Gebäudeisolation und Fenster auf dem neusten Stand kann die CO₂-Bilanz um bis zu 95 % verbessert werden. Auch banal klingende Maßnahmen, wie etwa eine Veränderung des Lüftverhaltens oder ein Senken der durchschnittlichen Raumtemperatur reichen aus, um einige Tonnen CO₂ jährlich einzusparen.

Für die Energiebilanz und den CO₂-Ausstoß entscheidend ist die Art und Weise, wie man die Wärme erzeugt. Am besten schneiden dabei Biomasse, Holzpellets und Luft- bzw. Erdwärmepumpen ab – am schlechtesten Öl und Kohle. Bei den verwendeten Baustoffen für ein Gebäude ist Holz ideal. Im Holz ist Kohlenstoff langfristig gebunden.



Info

Zum Diagramm

Die Grafik bezieht sich auf eine mit 2 Personen belegte 80 m² Wohnung in einem Mehrfamilienhaus. Besonders beim Wohnen lässt sich durch vernünftige Maßnahmen, die langfristig auch noch Kosten sparen, sehr leicht und ohne auf „Luxus“ zu verzichten viel CO₂ einsparen.

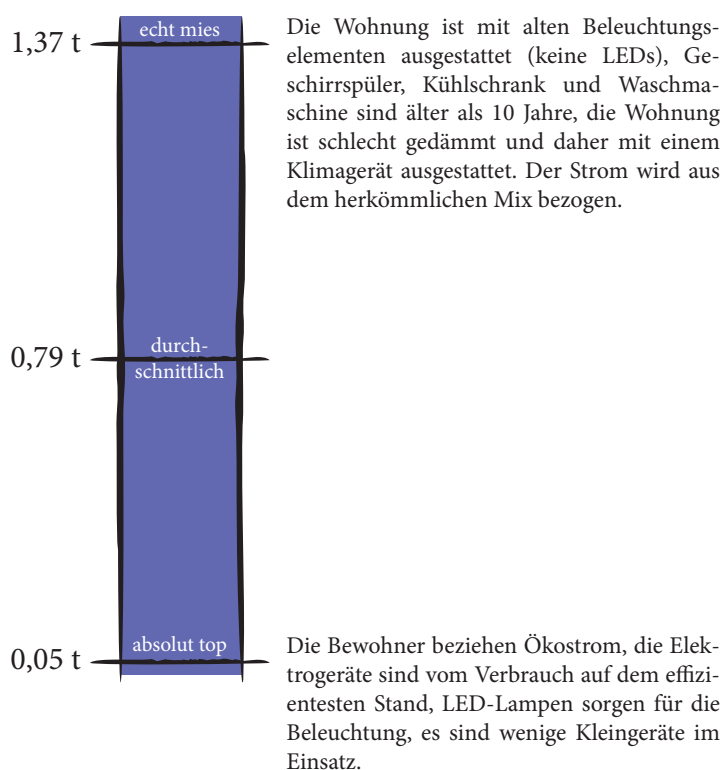
**Einsparungspotential:
pro Person mehr als 3,5 t im Jahr**

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Stromverbrauch privat

Stromsparen zuhause geht ganz einfach, weil uns neue Technologien dabei helfen und wir nicht auf Gewohntes verzichten müssen. Da wären die LED-Lampen für die Beleuchtung, effiziente Haushaltsgeräte oder elektronisch geregelte Steuermechanismen.

Zusätzlich kann man sich auch aktiv am Strom- und damit Geldsparen beteiligen. Etwa indem man Geräte nach Gebrauch wirklich ausschaltet und nicht im Standby-Modus belässt, indem man den Warmwasserverbrauch reduziert oder Tiefkühlfächer regelmäßig vom Eis befreit.



Info

Zum Diagramm

Die Grafik bezieht sich auf den Stromverbrauch einer mit 2 Personen belegten 80 m² Wohnung in einem Mehrfamilienhaus.

**Einsparungspotential:
etwa 1,3 t pro Jahr**

Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Klimaforschung

Die unterschiedlichen Archive in der Natur reichen unterschiedlich weit in die Vergangenheit zurück. So werden für die jüngere Klimageschichte der letzten Jahrhunderte Jahresringe von Bäumen und Gletscherspuren in der Landschaft herangezogen.

Um jedoch weiter in die Temperatur- und CO₂-Geschichte zurückblicken zu können, braucht es andere Hilfsmittel: Die Verbreitung von verschiedenen Fossilien und Pollen, z.B. in Meeres- und Seesedimenten, sowie die Analyse von Eisbohrkernen.

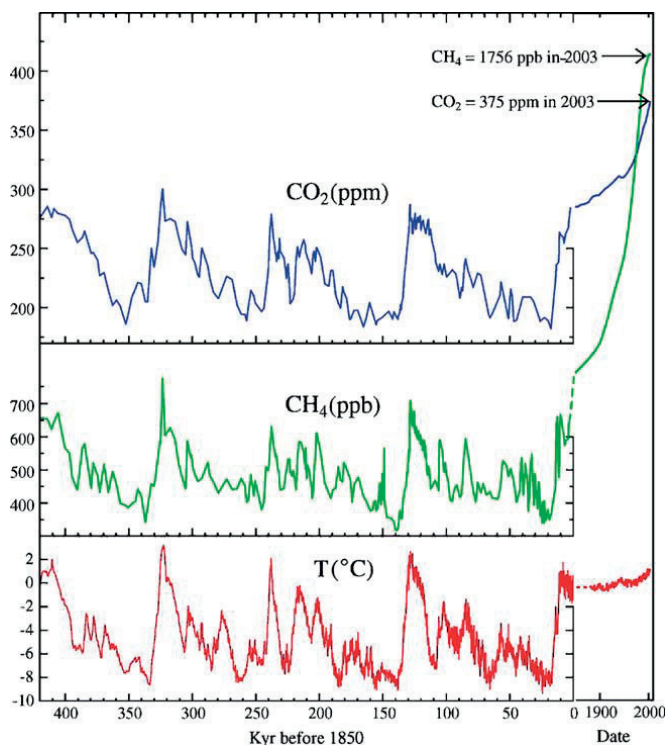
Das „ewige Eis“ ist eines der wichtigsten Klimaarchive, weil es uns neben Informationen über das Klima lang vergangener Zeiten auch Informationen über den damaligen CO₂-Gehalt der Lufthülle liefert. Das in 3.270 m Tiefe liegende Eis der Antarktis, ist ca. 900.000 Jahre alt. Entnimmt man mit großen Bohrgeräten Eisbohrkerne aus dem Eispanzer, so sieht man aufgrund der jahreszeitlichen Schwankungen zwischen Sommer und Winter so etwas wie die Jahresringe der Bäume, die als Zeitskala dienen. Die Schneeflocken, die im jeweiligen Jahr gefallen sind, werden mit der Zeit vom Schnee nachfolgender Jahre zu Eis zusammengepresst. Die in den Hohlräumen enthaltene Luft wird dabei im Eis eingeschlossen. Aus ihr kann der CO₂-Gehalt der Atmosphäre vergangener Zeiten ermittelt werden.



Ergebnisse der Klimaforschung

Klimaforscher haben Eisbohrkerne aus der Antarktis untersucht, um festzustellen, ob und wie sich die Temperatur, der CO_2 - und der CH_4 -Gehalt in der Atmosphäre in der Vergangenheit entwickelten. Da die Umwandlung von Schnee zu Eis mehrere Jahrzehnte dauert, fehlen hier jedoch die Daten der letzten 150 Jahre.

Die Zusammenhänge sind deutlich. Zieht eine der Kurven an, dann ziehen die anderen nach. Das liegt nicht zuletzt an den zahlreichen Rückkopplungen. Steigt z.B. die Temperatur zuerst, so erwärmen sich die Meere und geben in weiterer Folge CO_2 ab, was dann wiederum die Temperatur erhöht und z.B. wieder auf aufgetauten Permafrostböden CH_4 entweichen lässt. Die Kurven treiben sich also auf die Spitze. Sind die Meere dann einmal so warm, dass z.B. riesige Algenblüten einsetzen, wird der Atmosphäre wieder CO_2 entzogen, was wiederum einen Abkühlungsprozess in Gang setzen kann. Dieses Auf und Ab dauerte in den vergangenen 450.000 Jahren allerdings immer mehrere tausend Jahre.



Entwicklung des CO_2 - und des CH_4 -Gehalts, sowie der Temperatur der letzten 450.000 Jahre
Quelle: Hansen, 2005

Info

Zum Diagramm

Wer will, der versteht, dass diese drei Kurven unweigerlich miteinander gekoppelt sind. Egal ob CO_2 , Methan oder Temperatur zuerst ansteigen, die anderen beiden ziehen nach – das zeigt der Blick auf die letzten 450.000 Jahre. Diese Daten wurden aus dem Vostok-Eisbohrkern aus der Antarktis gewonnen. Ganz rechts im Diagramm sind die letzten 150 Jahre abgebildet. Wer diese Abweichungen als natürliche Schwankungen interpretiert, sollte mit dieser Mappe noch einmal von vorne beginnen.

Können wir das Klima reparieren?

Verrückt, verwegen, teuer, kühn – und mitunter gefährlich. Das sind die Rückmeldungen, die vielfach auf die Bestrebungen von Wissenschaftlern und Ingenieuren, die sich mit Geoengineering beschäftigen, zu hören sind.

Generell gibt es beim Geoengineering zwei Strömungen. Die eine Richtung will den CO₂-Gehalt der Atmosphäre aktiv senken, die andere will die Sonneneinstrahlung reduzieren.

CO₂-Gehalt senken

Künstliche „Bäume“: Technische Einrichtungen sollen aktiv CO₂ aus der Luft filtern.

Phytoplankton züchten: Im Südpolarmeer gibt es nährstoffarme Gebiete. Diese sollen mit Eisen gedüngt werden, damit Phytoplankton wachsen kann und CO₂ in Form von Kalk (CaCO₃) in seine Schalen einbaut.

Sonneneinstrahlung reduzieren

Erde beschatten: Ähnlich wie bei großen Vulkanausbrüchen in der Vergangenheit sollen riesige Mengen an kleinen Partikeln in die Stratosphäre (20-25 km Höhe) verteilt werden, damit weniger Sonnenstrahlung zur Erdoberfläche durchdringt.

Spiegelnde Flächen: Riesige Spiegel im All oder mehr spiegelnde Oberflächen auf der Erde sollen die Sonnenstrahlen direkt in den Weltraum reflektieren.