

# Inhalt

Vorwort .....	7
<b>Teil 1: Was ist mit dem Klima los? .....</b>	<b>9</b>
1.1 Da stimmt doch was nicht! .....	10
1.2 Wie entsteht die Temperatur auf der Erde? .....	12
1.3 Die Kreisläufe des Lebens.....	19
1.4 Von kleinen Tierchen zu fossilen Energiequellen .....	22
1.5 Eine kurze Geschichte der Industrialisierung.....	25
1.6 Die Spuren von Kohle, Öl und Gas in unserer Luft .....	29
1.7 Was haben Kuhrülpsen mit dem Klima zu tun?.....	32
1.8 Die Geschichte des Erdklimas.....	36
1.9 Was alles beeinflusst unser Klima?.....	39
1.10 Das Klima verändert sich, aber muss uns das stören?.....	41
1.11 Was uns in Zukunft droht .....	47
1.12 Und warum sollten wir das alles glauben? .....	54
<b>Teil 2: Warum haben wir bisher so wenig getan?.....</b>	<b>59</b>
2.1 Eine kurze Geschichte der Klimaforschung .....	60
2.2 Die Rolle der Wissenschaft: „Wie sage ich es meinem Präsidenten?“ .....	68
2.3 Die Rolle der Politik: „Nächste Wahl oder nächste Generation?“ .....	70
2.4 Die Rolle der Öffentlichkeit: „Palmen am Rhein sind doch okay!“ .....	73
2.5 Die Rolle der Wirtschaft: „Ja zum Klima, wenn der Gewinn stimmt!“ .....	76
2.6 Die Rolle der Staaten: „Klimaschutz? Nur wenn ihr anfangt!“ .....	80
2.7 Eine neue Hoffnung: Das Abkommen von Paris .....	84
2.8 Die Ziele sind gesteckt – aber welche Schritte führen dorthin? .....	89
2.9 Was tut Deutschland – und was nicht? .....	91
<b>Teil 3: Was können wir gegen den Klimawandel unternehmen? .....</b>	<b>97</b>
<b>3.1 Konsum und Produkte.....</b>	<b>98</b>
3.1.1 Der CO <sub>2</sub> -Rucksack.....	98
3.1.2 Wer muss eigentlich etwas ändern?.....	101
3.1.3 Der Konsum von Dingen .....	104
3.1.4 Der Konsum von Dienstleistungen.....	108
3.1.5 Der Zwang zum Wachstum.....	110
3.1.6 Konsum und Nachhaltigkeit.....	112
3.1.7 Was tut die Wirtschaft? .....	115

<b>3.2</b>	<b>Ernährung und Landwirtschaft</b> .....	<b>120</b>
3.2.1	Wie trägt unser Essen zum Klimawandel bei? .....	120
3.2.2	Was können wir ändern, indem wir anders essen? .....	124
3.2.3	Nachhaltige Landwirtschaft .....	128
3.2.4	Essen retten und dabei sparen .....	131
<b>3.3</b>	<b>Wohnen</b> .....	<b>132</b>
3.3.1	Warm und gemütlich ohne Verschwendung .....	132
3.3.2	Die Heizung: Fossiles Lagerfeuer oder Sonnensammler? .....	133
3.3.3	Das Dämmen: Die Daunenjacke fürs Haus.....	136
<b>3.4</b>	<b>Strom</b> .....	<b>139</b>
3.4.1	Wie erzeugen wir Strom, und was heißt das fürs Klima? .....	139
3.4.2	Der Sonderfall Kernenergie .....	144
3.4.3	Der Weg zu den erneuerbaren Energien .....	146
3.4.4	Ökostrom: Klimafreundlicher Alltagsbegleiter .....	149
3.4.5	Effiziente Elektrogeräte .....	151
<b>3.5</b>	<b>Mobilität</b> .....	<b>153</b>
3.5.1	Leben ist Bewegung.....	153
3.5.2	Klimafreundlich vorankommen .....	155
3.5.3	Zukunftsmusik: Benzin aus Sonne? .....	162
3.5.4	Und wie kommen wir in den Urlaub? .....	165
3.5.5	Wie man sich bettet, so emittiert man .....	169
<b>3.6</b>	<b>Anders leben</b> .....	<b>173</b>
3.6.1	Wie viel ist genug? .....	173
3.6.2	Und wie geht es jetzt weiter?.....	178
3.6.3	Entscheidungen fürs Leben.....	180
<b>Anhang</b> .....		<b>185</b>
I	Klimatipps .....	185
II	Kleiner Treibhausgasrechner.....	187
III	Stichwortverzeichnis.....	188
IV	Danke!.....	190
V	Quellen und Links .....	191



Teil 1:

**Was ist mit dem Klima los?**

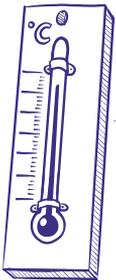


## 1.1 Da stimmt doch was nicht!

Du kannst fast jeden Tag im Netz und in der Zeitung lesen, dass etwas mit dem Klima unserer Erde nicht stimmt: Hitzerekorde werden von überall und fast jedes Jahr aufs Neue gemeldet, unsere Winter sind meist milde oder fallen komplett aus, die Polkappen und Gletscher des Planeten schmelzen. Nach jeder Überschwemmung, jedem Wirbelsturm heißt es: „Ist der Klimawandel daran schuld?“, und danach fragt man sich, ob das nun der nächste Beweis ist oder doch nur Panikmache.

Diese Frage ist aber nicht so einfach zu beantworten, denn das Wetter ist jeden Tag, jede Woche und jeden Monat anders. Manchmal gibt es eben extremes Wetter, Stürme, Trockenheit, Überschwemmungen. Auch wenn wir einzelne Jahre vergleichen, sehen diese immer anders aus, und nicht jedes Jahr ist heißer als das zuvor. Um vom Wetter zum Klima zu kommen, muss man also größere Zeiträume und mehr als nur einen Ort anschauen.

Seit ungefähr 230 Jahren zeichnen die Menschen bei uns das Wetter genau auf. Wir wissen also zum Beispiel, wie warm es am 3. August 1907 in Leipzig war oder wie viel Schnee am 13. Februar 1952 in Köln gefallen ist. Später werden wir sehen, dass man auch noch etwas über das Wetter und das Klima viel früherer Zeiten herausfinden kann, aber hier begnügen wir uns erst einmal mit den letzten 170 Jahren.

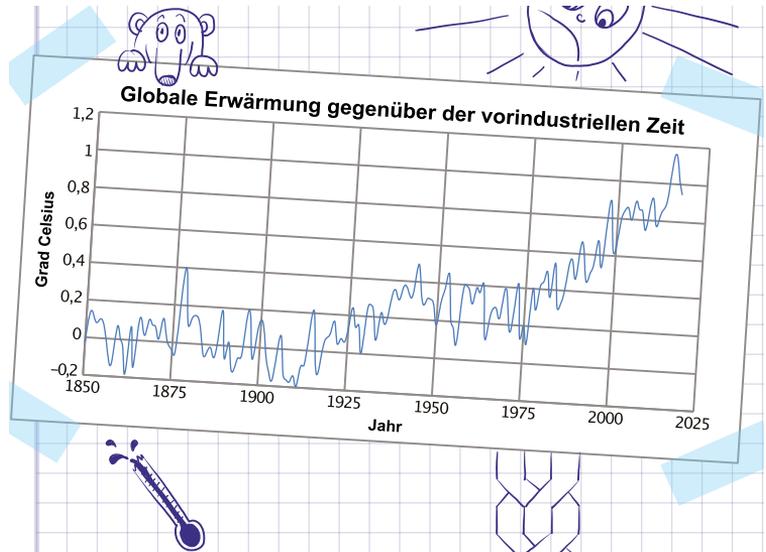


Wenn wir das Wetter sozusagen „aus der Distanz“ betrachten, dann lernen wir daraus über das Klima. Aber wie macht man das genau? Man schaut sich vor allem die Durchschnittswerte über längere Zeiträume an. Zum Beispiel wie warm es in Potsdam durchschnittlich in einem Jahr war, und das über viele Jahre betrachtet. Vielleicht war 1996 ungewöhnlich kalt, 1997 dafür sehr warm. Wenn wir also die Durchschnittstemperatur über längere Zeiten anschauen, dann fallen solche Extreme nicht so ins Gewicht.

Betrachten wir nun die jährlichen weltweiten Durchschnittstemperaturen über die letzten 170 Jahre, dann sehen wir eine deutliche Veränderung des Klimas: Seit ungefähr 100 Jahren steigt die Temperatur der Erde merklich an. Seit etwa 1980 hat sich der Anstieg nochmals

sehr beschleunigt, und im Moment liegt die weltweite Durchschnittstemperatur ungefähr  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  über dem Durchschnittswert für den Zeitraum 1850 bis 1900. Wir werden später sehen, dass dies mit großer Wahrscheinlichkeit der schnellste Temperaturanstieg ist, den die Welt jemals gesehen hat.

Nun mag  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  erst einmal nicht bedrohlich klingen. Allerdings reicht ein Blick in die Vergangenheit, um dann doch besorgt zu sein. Vor ungefähr 12 000 Jahren endete auf der Welt die letzte Kaltzeit. Nordeuropa war damals komplett mit Eis bedeckt, die Gletscher reichten bis südlich von Berlin. Damals lag die Durchschnittstemperatur gerade einmal  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  unter der heutigen! Wir sehen also, dass kleine Abweichungen im Klima schon große Auswirkungen auf unser Leben auf der Erde haben können.



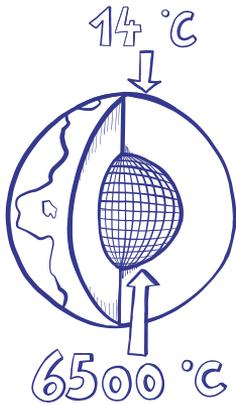
Veränderung der weltweiten Durchschnittstemperatur in den Jahren 1850-2018. Die Nulllinie beschreibt den Mittelwert der Temperatur in den Jahren 1850-1900, d. h. zu Beginn der Industrialisierung.



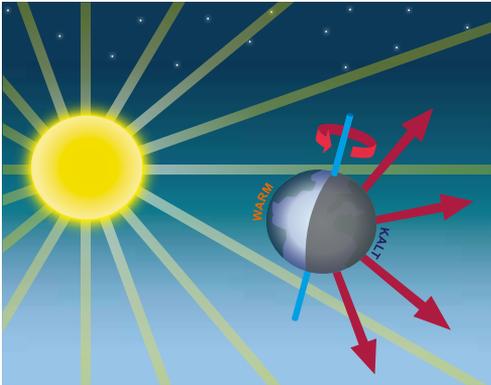
- \* Die Durchschnittstemperatur auf der Erde steigt gegenüber dem Mittelwert der letzten Jahrhunderte sehr deutlich an.
- \* Sie liegt momentan ungefähr  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  über dem langjährigen Mittel der Zeit vor der Industrialisierung.

## 1.2 Wie entsteht die Temperatur auf der Erde?

Woran liegt es, dass die Temperatur in der jüngeren Vergangenheit so stark angestiegen ist und noch weiter ansteigt? Dazu schauen wir uns einmal an, wie die Temperatur auf der Erde überhaupt entsteht.



Die Erde ist eine Kugel aus Gestein mit einem Kern aus Eisen. Die Temperatur im Inneren der Erde beträgt ungefähr  $6500\text{ °C}$ . Nach außen hin nimmt sie ab, und für die Temperatur auf der Erdoberfläche spielt es praktisch keine Rolle mehr, dass es innen heiß ist. Die Erdkruste kannst du dir ein bisschen vorstellen wie eine Thermoskanne: Auch wenn heißer Tee drinnen ist, fühlt sich die Kanne außen kalt an, da die Wärme nicht nach draußen dringt. Das ist im Wesentlichen auch der Grund, warum das Erdinnere 4,5 Milliarden Jahre nach der Entstehung der Erde überhaupt noch so heiß ist, obwohl dort so gut wie keine Energiequelle für die Wärmeerzeugung zur Verfügung steht. Das Erdinnere ist einfach sehr gut isoliert.



Die Temperatur auf der Erde stellt sich durch Energieeinstrahlung von der Sonne und Energieabstrahlung in den Weltraum ein.

Die Erde bewegt sich durch den Weltraum, für den man genau genommen gar nicht so einfach eine Temperatur bestimmen kann, denn er ist ja leer. Am ehesten aber kann man sagen, er ist  $-270\text{ °C}$  kalt. Kälter als  $-273\text{ °C}$  geht nicht, das sagt uns die Physik, denn das ist der „absolute Nullpunkt“. Und der Weltraum ist von einer Strahlung erfüllt, die eine Temperatur von ungefähr  $3\text{ °C}$  über dem absoluten Nullpunkt hat. Das klingt sehr kompliziert, aber wichtig für uns ist: Die Oberfläche der Erde wäre sehr, sehr kalt, wenn da nicht die Sonne wäre. Die Erde bewegt sich auf ihrer Bahn um die Sonne und wird an den Stellen, auf die sie scheint, erwärmt. Um jetzt zu verstehen, wie die genaue Temperatur auf der Erde entsteht, müssen wir wissen, wie die Energie der Sonne von der Erde aufgenommen und wieder abgegeben wird.

Die Strahlung der Sonne transportiert Energie zur Erde, je nach Farbe des Lichts mehr oder weniger. Sonnenlicht besteht nämlich aus Strahlen unterschiedlicher Farben. Das siehst du bei einem Regenbogen, wo die Brechung des Lichts in Regentropfen die verschiedenen Farben sichtbar macht. Tatsächlich enthält das Sonnenlicht aber noch mehr „Farben“, die unser Auge nicht sehen kann. Im Regenbogen neben dem Violett liegt das sogenannte „Ultraviolett“ oder UV-Licht. Das kennen wir alle gut, denn es verursacht Sonnenbrand, im schlimmsten Falle auch Hautkrebs, und deswegen benutzen wir Sonnencremes mit „UV-Blocker“. Das UV-Licht kennst du vielleicht auch als „Schwarzlicht“: Man sieht es nicht, aber es lässt Zähne und weiße T-Shirts aufleuchten. Das UV-Licht ist der energiereichste Teil des Sonnenlichts.

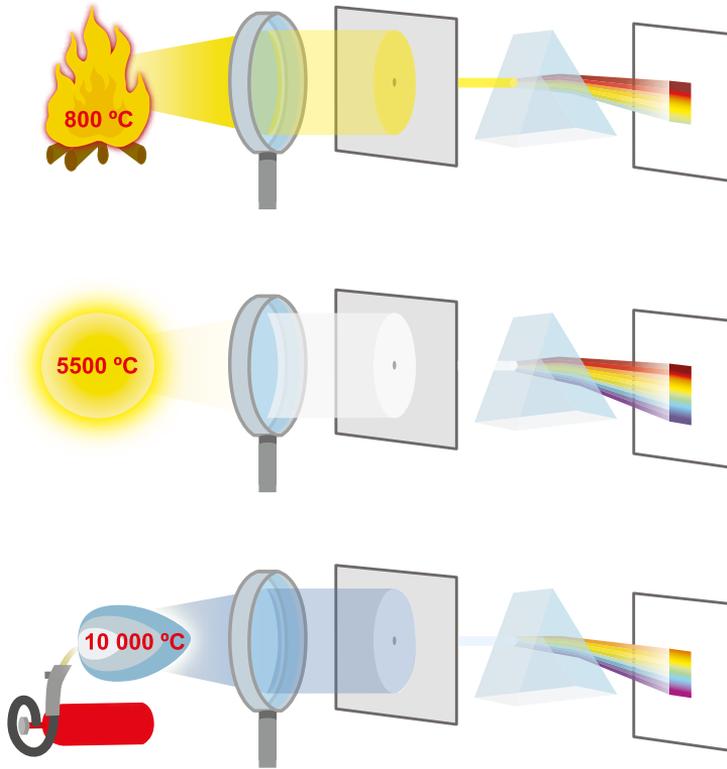


Auf der anderen Seite des Regenbogens neben dem Rot liegt das „Infrarot“-Licht. Das Infrarotlicht ist die Wärmestrahlung, die du ebenfalls mit dem Auge nicht sehen, aber mit der Haut spüren kannst. Wenn du herausfinden willst, ob eine Herdplatte heiß ist, ohne dir die Finger dabei zu verbrennen, dann kannst du mit der Hand schon knapp über der Platteerspüren, ob sie warm ist. Was du da fühlst, ist das infrarote Licht, das von der Platte ausgesendet wird. Auch an einem Lagerfeuer ist es vor allem das Infrarotlicht, das uns die Wärme spüren lässt. Vielleicht hast du auch schon einmal ein Bild einer „Wärmebildkamera“ gesehen, die infrarotes Licht sichtbar machen kann.



Aufnahme einer „Wärmebildkamera“ (linke Bildhälfte), die das infrarote Licht sichtbar macht. Hier sieht man, wie die Heizwärme durch die nicht gut wärmeisolierten Fenster eines Hauses nach außen dringt.

Nun ist es so, dass jeder Körper immerzu Licht abstrahlt, und zwar je mehr, desto wärmer er ist. Das klingt erst einmal seltsam, aber es ist wahr: Jeder Körper ist eine Lichtquelle, aber eben nicht unbedingt in Farben, die unsere Augen sehen können. In der Tat sendet ein Körper immer viele unterschiedliche Farben aus, und die Zusammensetzung der Farben ändert sich mit der Temperatur des Körpers. Die Sonne ist außen ungefähr 5500 °C heiß und



sendet Farben, die wir insgesamt als weiß wahrnehmen. Ein Körper, der kälter ist, strahlt mit Farben, die weiter in Richtung Rot verschoben sind. Ein Lagerfeuer zum Beispiel ist innen bei der Glut ungefähr 800 – 900 °C heiß. Das Licht erscheint daher rötlich. Infrarote Strahlen sind, wie schon gesagt, auch dabei und lassen uns die Wärme des Feuers spüren. Wir müssen

Einfluss der Temperatur einer Lichtquelle auf die Farbverteilung des ausgesandten Lichts, so wie man sie in einem Prisma-Experiment sehen würde: Je heißer eine Lichtquelle ist, umso blauer ist das von ihr ausgesandte Licht. Umgekehrt senden kühlere Lichtquellen rötliches Licht. Als weiß nehmen wir das Licht der Sonne wahr, die außen ungefähr eine Temperatur von 5500 °C hat.

allerdings nicht befürchten, vom Lagerfeuer Sonnenbrand zu bekommen, denn UV-Licht wird hier nicht abgestrahlt, dafür ist die Temperatur zu niedrig. Eine Schweißbrennerflamme wiederum kann über 10 000 °C heiß sein und strahlt Farben ab, die deutlich zum Blau verschoben sind. Dort sind dann auch große Teile des ausgesandten Lichts im UV-Bereich, deswegen müssen Schweißer sehr dunkle Schutzbrillen tragen, um ihre Augen vor dem UV-Licht zu schützen. Die Temperatur eines Körpers bestimmt also die Farbpalette des Lichts, die er aussendet: je kühler, desto rötlicher, je heißer, desto blauer.

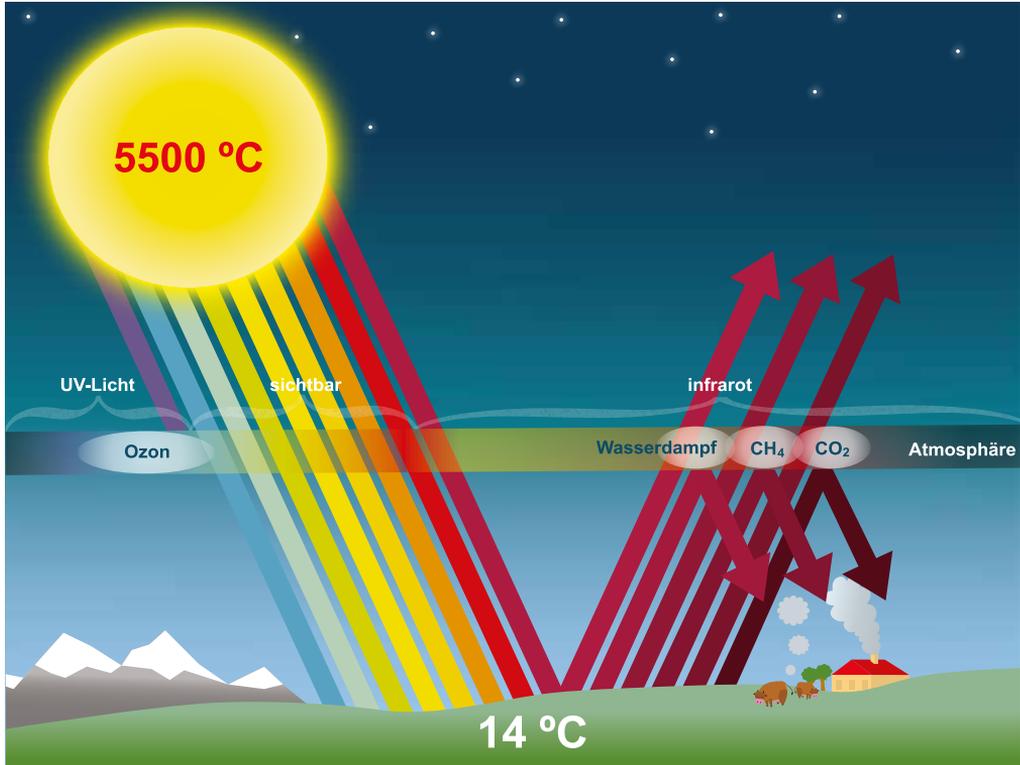
So, warum habe ich euch jetzt mit Physik gelangweilt? Es ist wichtig, um zu verstehen, wie die Temperaturen auf der Erde entstehen. Die Sonne strahlt große Mengen Energie in Richtung Erde, die als Licht verschiedener Farben bei uns ankommt. Ein kleiner Teil der Sonnenstrahlen wird von der Erde direkt in den Weltraum zurückgeworfen, vor allem von weißen oder spiegelnden

Flächen wie Wolken, Eis, Schnee und den Wasseroberflächen. Der größte Teil der Sonnenstrahlen jedoch wird von der Erde aufgenommen – vom Boden, von den Pflanzen, Tieren, Gebäuden, Straßen und auch vom Wasser (der Teil des Lichts, der nicht zurückgespiegelt wird).

Nun ist es ja so, dass sich die Erde dreht und wir damit Tag und Nacht haben. Stell dir einen Teil der Erdoberfläche vor, der durch das Sonnenlicht tagsüber erwärmt wurde. Dieser wird nach einigen Stunden durch die Drehung der Erde einen Sonnenuntergang erleben und kurze Zeit später im Dunkeln liegen. Nun wiederum strahlen alle Dinge die aufgenommene Energie wieder ab. Aber da sie sich ja über den Tag auf nur durchschnittlich ca. 14 °C erwärmt haben (in der Sahara vielleicht auf 50 °C, in den Polregionen vielleicht auch nur auf 0 °C), besteht die abgestrahlte Farbpalette jetzt nur aus infrarotem Licht. Egal, ob Tier, Baum oder Haus: Auf jeden Fall strahlen all diese Dinge weit weg vom sichtbaren Bereich der Farbpalette ihre Energie als Infrarotlicht ab. Nun würde die Temperatur auf der Nachtseite der Erde durch diese Abstrahlung sehr bald in Bereiche fallen, die das Leben unmöglich machen, und die Geschichte wäre zu Ende. Wenn es nicht etwas gäbe, das diese Abstrahlung zum Teil verhindert.

Denn zum Glück haben wir unsere außergewöhnliche Lufthülle, die Atmosphäre! Sie besteht zum Teil aus Gasen, nämlich Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan und noch ein paar anderen, die das von der Erde abgestrahlte infrarote Licht nicht mehr hindurch lassen, sondern aufnehmen. Diese Gase nennen wir „Treibhausgase“. Für die Farben des von der Sonne ankommenden Lichts hat sie aber so etwas wie ein „Fenster“, das heißt, diese Farben werden kaum von den Bestandteilen der Luft aufgenommen. Damit wirkt die Erdatmosphäre wie eine Falle für die Energie der Sonne: Tagsüber wird die Sonnenenergie von der Erde aufgenommen und nachts als infrarotes Licht wieder abgestrahlt, zum Teil aber von den Gasen in der Atmosphäre zurückgehalten. So bleibt ein Teil der von der Sonne kommenden Energie, die unsere Erde eigentlich wieder in Richtung Weltraum abgestrahlt hätte, in der Atmosphäre gefangen. Wichtig ist Folgendes: Nur wegen dieses





Prinzip des Treibhauseffekts: Energie von der Sonne kommt als sichtbares Licht, UV- und Infrarotlicht zur Erde. Ein großer Teil des UV-Lichts wird von der Ozonschicht aufgefangen. Der Rest des Lichts dringt in die Atmosphäre ein. Ein Teil davon wird wiederum von Wolken, Wasser oder Eis reflektiert (hier nicht gezeigt), der größte Teil jedoch von der Erdoberfläche aufgenommen. Die Erde strahlt aber nur infrarotes Licht zurück in Richtung Weltraum, welches in der Atmosphäre von den „Treibhausgasen“ zum Teil abgefangen wird.

Effekts ist das Klima auf der Erde für uns halbwegs erträglich! Ohne Atmosphäre läge die Durchschnittstemperatur bei ungefähr  $-18\text{ °C}$ , und die Erde wäre ein Eisball. Wegen der Atmosphäre schwankt die Temperatur auch zwischen Tag und Nacht nicht so stark. Der Mond zum Beispiel bekommt von der Sonne ungefähr die gleiche Energiemenge ab wie wir, er ist ähnlich weit von der Sonne entfernt, besitzt aber keine Atmosphäre. Dort ist es tagsüber bis zu  $100\text{ °C}$  heiß, nachts aber kälter als  $-100\text{ °C}$ !

Diese besondere Eigenschaft unserer Atmosphäre nennen wir den „natürlichen Treibhauseffekt“. „Natürlich“ sagt man, weil manche Bestandteile der Atmosphäre, nämlich die Treibhausgase Wasserdampf, Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und einige andere, in ihren natürlichen Konzentrationen dafür sorgen, dass der Effekt zustande kommt. „Treibhauseffekt“ sagt man, weil das Ergebnis wie die Temperatur in einem Treibhaus ist: Drinnen ist es wärmer aufgrund der schützenden Glashülle. Physikalisch ge-

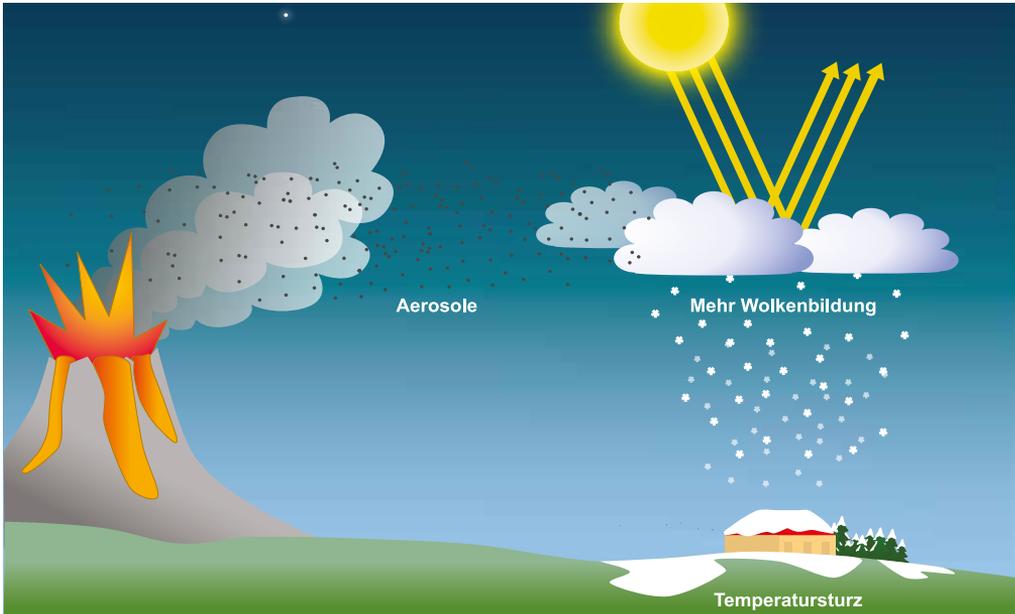
sehen, ist der Treibhaus-Vergleich aber falsch, denn im Treibhaus wird das Aufsteigen warmer Luft verhindert und nicht infrarotes Licht gefangen. Es hat sich aber als Begriff durchgesetzt, daher bleiben wir bei ihm.

Wir haben also großes Glück, dass wir unsere Atmosphäre haben! Okay, ohne sie könnten wir auch nicht atmen, und daher ist die Frage ein wenig müßig, wie die Temperatur ohne sie wäre. Allerdings sind es nicht die Hauptbestandteile der Atmosphäre (ca. 78 % Stickstoff, 21 % Sauerstoff, 1 % Argon), die die Temperatur bestimmen, sondern die in viel geringeren Konzentrationen auftauchenden anderen Bestandteile, nämlich die oben genannten „Treibhausgase“. Und diese Nebenbestandteile (oder auch „Spurengase“) lassen sich leider von uns Menschen beeinflussen. Das heißt also, dass unser ganzes Leben als Menschheit an der „Gesundheit“ unserer Atmosphäre hängt. Und diese ist durchaus empfindlich, wie wir schon ein paarmal gesehen haben:

Erstes Beispiel: Nach dem Ausbruch des Vulkans Tambora auf der indonesischen Insel Sumbawa im Jahr 1815 fiel die weltweite Durchschnittstemperatur um über 2° C, und in Europa gab es mitten im Sommer Frost. Die Kältephase dauerte bis 1819 an und führte zu bedrohlichen Ernterückgängen und dadurch zu Auswanderungswellen verzweifelter und hungriger Menschen von Europa nach Amerika. Was war geschehen? Der heftige Vulkanausbruch hatte große Mengen Asche und Staub in die Atmosphäre geblasen. Die kleinen Teilchen in der Luft wirkten als Keime für die Kondensation von Wassertröpfchen und sorgten somit für starke Wolkenbildung, sodass deutlich weniger Sonnenenergie auf der Erde ankam.

Zweites Beispiel: Nachdem die Menschen über einige Jahrzehnte eine bestimmte Art von Chemikalien verwendet hatten, die in Sprühdosen und Kühlschränken eingesetzt wurden, hatte sich die Zusammensetzung der Atmosphäre über dem Südpol und seiner Umgebung deutlich verändert. Diese Gase kennst du vielleicht als FCKWs (das steht für „Fluorchlorkohlenwasser-





Vulkanausbrüche können das Klima auf der Erde empfindlich stören, da sie kleine Staubteilchen („Aerosole“) in der Atmosphäre verteilen. Diese führen zu mehr Wolkenbildung und reduzieren damit die Energiemenge, die zur Erde gelangt.

stoffe“). Sie hatten den Stoff Ozon, der uns vor der schädlichen UV-Strahlung schützt, weitgehend aus der oberen Atmosphäre entfernt. Die Menschen in Australien, Neuseeland und anderen Ländern dieser Region leben seitdem mit einem höheren Risiko für Hautkrebs und anderen unangenehmen Folgen. Durch Verbote von FCKWs seit den 1980er-Jahren ist es gelungen, dass sich die Ozonkonzentration teilweise wieder erholt hat. Das Beispiel zeigt aber auch, dass wir unsere Atmosphäre durch unvorsichtiges Handeln innerhalb kurzer Zeit so verändern können, dass wir Menschen ernste Probleme bekommen. Leider ist das Ozonproblem im Vergleich zum Klimawandel eher ein Mückenstich.



- \* Der natürliche Treibhauseffekt wird durch Treibhausgase (Wasserdampf, Kohlendioxid, Methan und andere) verursacht und sorgt auf der Erde für angenehme Temperaturen, indem er die von der Erde abgestrahlte Wärme zurückhält. Ohne ihn könnten wir auf der Erde nicht existieren, da sie sonst ein Eisball wäre.
- \* Wir haben in der Vergangenheit bereits gesehen, dass natürliche oder menschengemachte Veränderungen der Atmosphäre sehr deutliche Auswirkungen auf die Lebensbedingungen auf der Erde haben können.

### 1.3 Die Kreisläufe des Lebens

Was ist aber nun die Verbindung zwischen dem bedrohlichen Temperaturanstieg der letzten Zeit und unserer Atmosphäre? Nun, wir Menschen sind seit einigen Jahrhunderten dabei, die natürliche Zusammensetzung der Atmosphäre und damit die Stärke des Treibhauseffekts gefährlich zu verändern. Schuld daran ist vor allem ein Stoff, der mit unserem Leben eng verbunden ist, ja ohne den das Leben auf der Erde insgesamt gar nicht möglich wäre: Kohlenstoffdioxid, auch Kohlendioxid oder  $\text{CO}_2$  genannt. Wir sorgen seit einiger Zeit dafür, dass sich Kohlendioxid in rasanter Geschwindigkeit in der Atmosphäre anreichert und damit mehr Sonnenenergie über den Treibhauseffekt gefangen bleibt – dadurch steigt die Temperatur. Bevor wir ihn zum Sündenbock für den Klimawandel machen, müssen wir aber etwas mehr über diesen Stoff lernen.

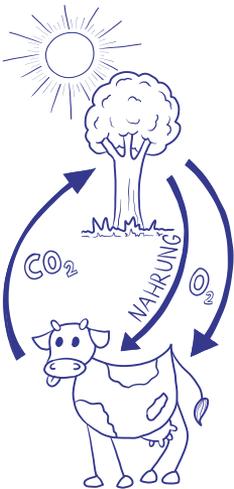


Schauen wir uns zuerst an, in welcher Weise der Kohlenstoff, aus dem Kohlendioxid entsteht, mit den Prozessen des Lebens auf der Erde verbunden ist. In der Natur läuft vieles in Kreisläufen ab. Das kann man sich gut erklären: Leben hat immer etwas mit Bewegung und Veränderung zu tun, und um diese anzutreiben, verbraucht jede Art von Leben natürliche Ressourcen. Wir zum Beispiel brauchen Luft zum Atmen, Wasser zum Trinken und Pflanzen oder Tiere zum Essen, also als Energielieferanten. Pflanzen brauchen Licht, Luft und Nährstoffe aus dem Boden. Damit das ganze Leben auf der Erde immer weiter bestehen kann, müssen die Ressourcen in derselben Geschwindigkeit hergestellt werden, wie sie verbraucht werden. Das passiert in großen Kreisläufen, die verschiedene Formen des Lebens miteinander verbinden.

Schauen wir auf die Nahrungskette am Beispiel des Ozeans: Planktonalgen bilden die Basis der Nahrungskette. Sie nehmen Nährstoffe aus dem Wasser auf, aus denen sie mithilfe der Kraft der Sonne das Material aufbauen, aus dem ihr eigener Körper besteht. Das Plankton wird dann von kleinen Fischen gefressen,



diese wiederum von großen, und wenn die großen Fische sterben, zersetzen Bakterien die Kadaver, die wiederum die Grundstoffe für das Algenwachstum zurück ins Wasser geben. Alles beginnt von vorn – ein großer Kreislauf, angetrieben von der Energie der Sonne. Diese Kreisläufe sind die Grundlage dafür, dass das Leben über viele Millionen Jahre auf der Erde bestehen kann. Sie sind auch die Grundlage dafür, dass das Leben sich so gut auf die wechselnden Bedingungen auf der Erde einstellen kann. Denn die Lebenskreisläufe haben einen relativ kurzen Rhythmus im Vergleich zu den Prozessen, die die äußeren Bedingungen des Lebens ändern. Wenn Änderungen der äußeren Lebensbedingungen langsam genug stattfinden, können sich die Kreisläufe des Lebens anpassen. Wir werden noch sehen, dass das eines der Probleme unserer aktuellen Situation ist: Wir ändern die Lebensbedingungen auf der Erde gerade mit vergleichsweise sehr großer Geschwindigkeit!



Kohlenstoffkreislauf des Lebens: Tiere und Menschen atmen Sauerstoff ( $O_2$ ) ein. In ihren Körpern wird daraus zusammen mit Kohlenstoff, der über die Nahrung aufgenommen wird, Kohlendioxid ( $CO_2$ ). Pflanzen machen aus  $CO_2$  und Sonnenlicht durch Photosynthese wieder Sauerstoff und bauen außerdem Biomasse auf, die Tieren und Menschen als Nahrung dient.

Auch für den Kohlenstoff gibt es einen Kreislauf, von dem unser Leben abhängt: Wir nehmen über die Nahrung Kohlenstoff auf, aus dem die Zellen von Pflanzen und Tieren, die wir essen, zum großen Teil bestehen. Zusätzlich entzieht unsere Lunge aus der Luft Sauerstoff (oder auch  $O_2$ ), und dieser verbindet sich in unserem Körper mit dem Kohlenstoff. In diesem Prozess wird Energie freigesetzt, und es entsteht Kohlendioxid, welches über die Lunge wieder nach draußen gelangt. Wir nennen dies „atmen“. Tiere machen das genauso und Pflanzen auch, wenn es dunkel ist. Wie aber werden nun unsere Ressourcen, der Sauerstoff in der Luft und der Kohlenstoff in unserer Nahrung, regeneriert? Dazu brauchen wir sozusagen die „zweite Hälfte“ des Kohlenstoffkreislaufs, und der funktioniert über Pflanzen.

Wenn die Sonne auf grüne Blätter scheint, nehmen diese Kohlendioxid aus der Luft auf und machen mithilfe der Energie aus dem Sonnenlicht aus dem Kohlendioxid wieder Kohlenstoff und daraus zusammen mit Wasser noch weitere Verbindungen, aus denen ihre Blätter und andere Teile bestehen. Das nennen wir „Photosynthese“, und die Planktonalgen, von denen eben die

Rede war, beherrschen diese genauso wie die grünen Pflanzen an Land. Den Sauerstoff, den die Pflanze vom Kohlenstoff abgetrennt hat, gibt sie wieder an die Luft ab. Die Pflanze braucht also zum Wachsen vor allem Kohlendioxid, Wasser und Sonnenlicht und erzeugt Kohlenstoff (ihre eigene Substanz) und Sauerstoff. Wir wiederum brauchen vor allem Kohlenstoff (den wir gewinnen, indem wir Pflanzen essen oder auch Tiere, die wiederum vorher Pflanzen gegessen haben) und Sauerstoff und geben Kohlendioxid ab. So leben wir und die Tiere, die ebenfalls atmen, in einem großen Kreislauf mit den Pflanzen und Algen, die Photosynthese betreiben – wir brauchen einander, um zu existieren!

So schließt sich also der sogenannte Kohlenstoffkreislauf und die Menge an Kohlenstoff in der Atmosphäre bleibt immer ungefähr gleich. Es könnte ewig so weitergehen, ohne dass unsere Atmosphäre ein Problem bekäme, wenn wir nicht irgendwann eine weitere Quelle für Kohlenstoff gefunden und angezapft hätten und seitdem unaufhörlich und in großer Geschwindigkeit zusätzliches Kohlendioxid in die Atmosphäre blasen würden.



- \* Das Leben auf der Erde ist ganz wesentlich auf Kohlenstoffkreisläufen aufgebaut.
- \* Wir Menschen (ebenso wie die Tiere) sind auf grüne Pflanzen und Plankton angewiesen, die das Kohlendioxid, welches wir ausatmen, wieder zu Kohlenstoff machen, dabei Sauerstoff an die Luft abgeben und somit die Grundlagen für unsere Ernährung und unsere Atmung schaffen.