

Ana und Toni auf ErdenKlima- RettungsMission



Von titroOnz - Shutterstock.com



Paopano - shutterstock.com

3 Die Entdeckung der Erde

Petra präsentiert die Entdeckung eines besonderen Planeten

5 Ana und Toni auf Expedition

Wie es dazu gekommen ist, dass Ana und Toni im Raumschiff mitfahren

7 Das Klima auf der Erde

Petra erklärt Ana und Toni, wie das Klima auf Planeten funktioniert

11 Träume

Ana und Toni träumen – ob die Erde zu retten ist?

12 Auf der Erde

Ana, Toni und Petra in einer Schulklasse auf der Erde

13 Rückreise

Jetzt haben die Menschen ihr Schicksal selbst in der Hand



Die Entdeckung der Erde

„Liebes Expeditionsteam, es gibt Neuigkeiten.“

Allen im Forschungsraumschiff war klar, dass es Neuigkeiten geben würde, denn das Bremsmanöver war schon einige Zeit im Gange. Für Ana und Toni war die Ankündigung trotzdem ein besonderer Moment, denn sie waren das erste Mal bei einer Zusammenkunft des Wissenschaftsteams im großen Konferenzsaal dabei.

Ana und Toni hörten der Expeditionsleitung gebannt zu, aber alle anderen schienen nicht besonders interessiert. Mucksmäuschenstill wurde es erst, als Petra aus dem Team hervortrat. Petra war die Expertin für Gesteinsplaneten im Wissenschaftsteam. Niemand hätte erwartet, dass gerade sie weitersprechen würde:

„Wir haben unser Ziel, die Sonne, erreicht.“

Wie erwartet hat die Sonne ein Planetensystem. Es kreisen insgesamt vier große Gasplaneten um die Sonne. Aber ...“

Petra versuchte, die Spannung mit einer Pause zu erhöhen. Aber das gelang ihr nicht so recht, sie war viel zu aufgeregt dafür. Die Sensationen sprudelten nur so aus ihr heraus:

„... ganz nah um die Sonne kreisen auch noch vier Gesteinsplaneten. Das ist ja schon bemerkenswert an sich.“

Der dritte Planet wird von einem großen Mond umkreist, der nur ein wenig kleiner ist als der Planet selbst.“

Auf diesem dritten Planeten, ich habe ihn Erde getauft, haben wir Ozeane aus flüssigem Wasser, Kontinente und eine Luftschicht entdeckt.“

Auf den Kontinenten gibt es ganz offensichtlich intelligente Lebewesen.“

Und wir haben festgestellt: Diese Lebewesen haben ein großes Problem.“

Sonne

Merkur

Venus

Erde

Mars

Jupiter

Saturn

Uranus

Neptun

Das Sonnensystem

Links sind die Sonne und die Planeten unseres Sonnensystems abgebildet. Die Sonne ist so groß, dass sie nicht ganz auf das Bild passt.

In Wirklichkeit sind die Planeten im Vergleich zu ihrer Größe sehr weit von der Sonne entfernt – so weit, dass man sie leicht übersehen könnte, wenn man das Sonnensystem von außen betrachten würde. In der Abbildung sind sie zwar im richtigen Größenverhältnis, aber viel zu nah an der Sonne dargestellt.

Wäre die Sonne so groß wie ein Hüpfball mit einem Durchmesser von einem Meter, dann hätte Jupiter, der größte Planet des Sonnensystems, nur einen Durchmesser von zehn Zentimetern. Diese kleine Jupiterkugel wäre im Modell ungefähr einen halben Kilometer von der Sonne entfernt.

In diesem Modell des Sonnensystems wäre die Erde sogar nur ungefähr einen Zentimeter groß, und dieses kleine Kügelchen wäre hundert Meter von dem Sonnenball entfernt.



Ana und Toni auf Expedition

Expeditionen zu den umliegenden Sternen hatte es schon mehrere gegeben.

Ana war jedes Mal fasziniert gewesen von den Bildern, die sie zurückbrachten.

Sterne sahen zwar irgendwie immer ähnlich aus, nur die Farben waren etwas verschieden, von rötlich bis zu grellweiß. Aber Planeten waren cool. Je nach Planet gab es Wolkenwirbel oder Krater, in den unterschiedlichsten Formen... Ana kam immer wieder ins Träumen, wenn sie die Bilder betrachtete.

Sie hätte nie geglaubt, dass sie einmal an einer Expedition teilnehmen würde. Und dass sie eines Tages sogar selbst einen entfernten Planeten betreten würde, hätte sie gar nicht erst zu träumen gewagt.

„Eine Expedition, an der ich als Kind teilnehmen darf, um ein Wissenschaftsteam zu begleiten?“

Das musste ein schlechter Scherz sein. Warum sie sich überhaupt beworben hatte, wusste Ana nicht mehr so genau – eigentlich kam es ihr sinnlos vor.

Die Nachricht, dass sie ausgewählt worden war, hätte Ana fast übersehen, weil sie von vornherein nicht damit gerechnet hatte.

Toni war jedes Mal fasziniert gewesen von den Berichten darüber, wie viel man über einen Planeten erfuhr, nur indem man das Licht untersuchte, das er abstrahlte.

So verriet dieses Licht auch das Allerwichtigste, nämlich ob man die Luft eines Planeten atmen konnte. Und das musste man ja feststellen, bevor man ein Wissenschaftsteam dorthin schickte...

Er hätte nie geglaubt, dass er einmal an einer Expedition teilnehmen würde. Und dass er eines Tages sogar selbst einen entfernten Planeten betreten würde, hätte er gar nicht erst zu träumen gewagt.

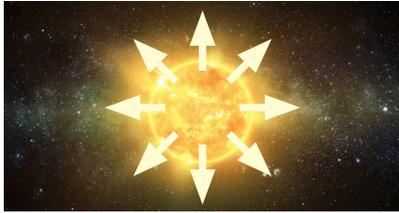
Das war eine geniale Idee. Toni wusste, er musste sich bewerben, und er hoffte inständig, dass es klappen würde...

Die Zeit, in der er nichts von der Auswahlkommission hörte, war quälend lang. Als die Zusage dann doch endlich kam, war Toni überrascht, weil er fast nicht mehr damit gerechnet hatte.

Im Raumschiff fühlten sich Ana und Toni schnell wie zu Hause. Das lag vor allem an Petra. Sie hatte die beiden Kinder von Anfang an in ihr Herz geschlossen. Und sie hatte Spaß daran, ihnen die Wissenschaft so zu erklären, dass sie verständlich war...

Alle Gegenstände strahlen:

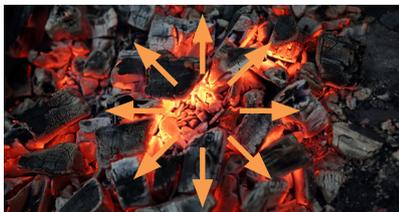
Jeder Gegenstand sendet von sich aus Strahlung aus. In den meisten Fällen ist diese Strahlung für das menschliche Auge unsichtbar.



Triff - shutterstock.com



laweski - shutterstock.com

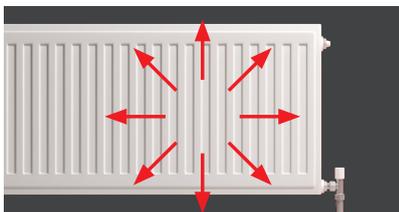


rowfa - shutterstock.com

Heiße Gegenstände leuchten:

Sichtbare Lichtstrahlen

Wenn ein Gegenstand sehr heiß ist, sendet er sichtbare Lichtstrahlen aus. Deshalb leuchten zum Beispiel Sterne, der Draht in einer altertümlichen Glühbirne oder glühende Kohlen. Die Farbe dieses Lichts hängt von der Temperatur des Gegenstands ab. Je heißer er wird, desto mehr ändert sich die Farbe von rot über gelb bis hin zu gelblich-weiß.



rowfa - shutterstock.com



New Africa - shutterstock.com

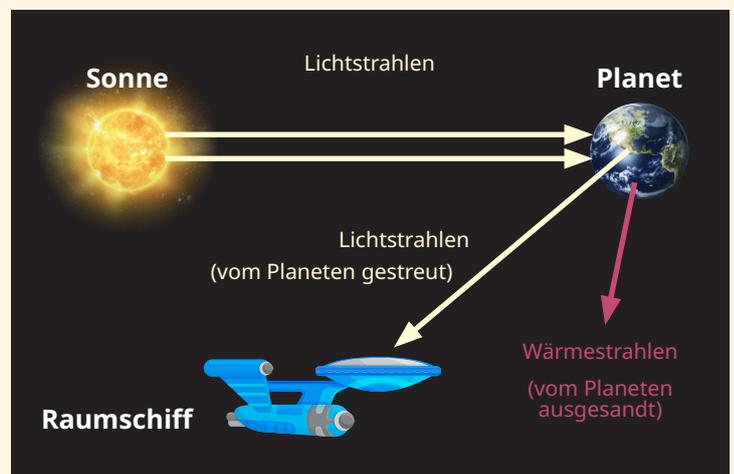
Kühlere Gegenstände strahlen auch:

Wärmestralen

Auch kühlere Gegenstände senden von sich aus Strahlung aus, aber keine sichtbaren Lichtstrahlen, sondern Wärmestralen. Diese Wärmestralen sind zwar unsichtbar, aber die Haut kann die Wärme spüren, die sie übertragen. Das kann man zum Beispiel ausprobieren, indem man sich neben einen warmen Heizkörper stellt. Je wärmer der Heizkörper ist, desto mehr Wärmestrahlung sendet er aus.

Wärmestralen von Planeten:

Planeten sind so kühl, dass sie Wärmestralen aussenden. Von selbst senden sie keine sichtbaren Lichtstrahlen aus. Trotzdem können wir Planeten mit unseren Augen sehen. Das funktioniert, weil einige der sichtbaren Lichtstrahlen, die von einem Stern auf den Planeten treffen, in alle Richtungen gestreut werden. Nur sehr wenige solcher Lichtstrahlen treffen über diesen Umweg in unser Auge, deshalb erscheint ein Planet viel weniger hell als ein Stern. Auf diese Weise können wir Erdbewohner zum Beispiel auch den Teil des Mondes sehen, der von der Sonne angestrahlt wird.



Triff, Volodymyr Gaiynyk - shutterstock.com



Das Klima auf der Erde

Petras Ankündigungen bei der Konferenz mussten sensationell gewesen sein, denn alle hatten urplötzlich angefangen, sich laut zu unterhalten. Ana und Toni wussten noch, dass Petra alle Mühe gehabt hatte, wieder für Ruhe zu sorgen – an Einzelheiten erinnerten sie sich nicht mehr. Viel zu viel Wissenschaftlersprache, kaum verständlich:

Strahlen, Kohlenstoffdioxid, Störung des Gleichgewichts, Absorption von Wärmestrahlen...

Petra spürte wohl, dass Ana und Toni nach der Konferenz ein wenig enttäuscht waren. Sie folgte ihnen in den Ruhebereich und schloss die Tür hinter sich. Toni saß auf einem großen gelben Hüpfball, und Ana stand still auf der gegenüberliegenden Seite des Raums. Beide sahen Petra an, sagten aber nichts.

Einen Moment lang überlegte Petra noch, dann fing sie bedächtig an, zu erklären:

„Nehmen wir an, dieser Hüpfball ist die Sonne, ein Stern. Er ist so heiß, dass er von alleine leuchtet und gelblich-weiße Lichtstrahlen in alle Richtungen aussendet.“

Der Planet Erde ist dagegen winzig klein, nicht größer als diese blaue Murmel.“

Auf einmal hielt Petra eine kleine blaue Murmel in ihrer Hand.

„Diese Erdkugel müsste jetzt eigentlich hundert Meter vom Hüpfball entfernt sein, ganz am anderen Ende des Raumschiffs. So groß ist dieser Raum bei weitem nicht, aber ich kann ja mit der Erde bis zu Dir gehen, Ana. Den Rest stellen wir uns vor.“

Ein paar der Lichtstrahlen, die die Sonne aussendet, treffen auf die Erde.

Die Lichtstrahlen von der Sonne erwärmen die Erde. Wenn die Erde nichts weiter tun würde, dann würde sie durch die Lichtstrahlen immer heißer werden. Aber zum Glück ist das nicht so: Die Erde wird nur gerade so warm, dass sie genauso viele Wärmestrahlen in das Weltall schicken kann, wie sie Lichtstrahlen von der Sonne abbekommt.

Toni, sei Du doch bitte einmal ein Lichtstrahl, der von der Sonne aus in Richtung Erde losgeht. Auf der Erde verwandelst Du Dich in einen Wärmestrahle und gehst in irgendeine Richtung in den Weltraum weiter.“

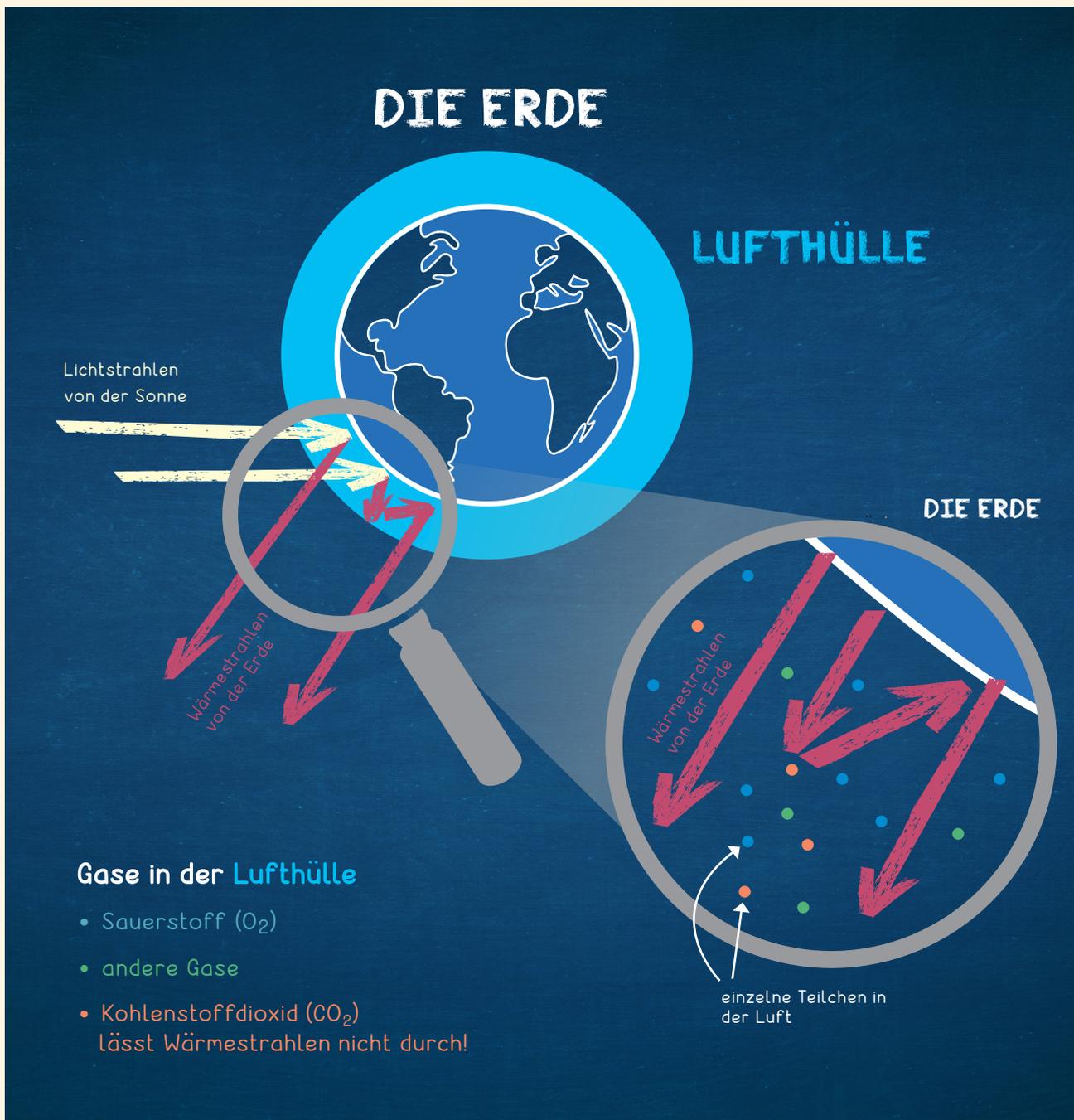
Die Lufthülle der Erde:

Die Erde ist ein besonderer Planet, weil sie von einer Lufthülle umgeben ist. In der Luft sind verschiedene Gase enthalten:

- Sauerstoff (O_2) und die meisten anderen Bestandteile:
lassen Lichtstrahlen und Wärmestrahlen durch
- Kohlenstoffdioxid (CO_2):
lässt nur Lichtstrahlen durch

Das natürliche Klima auf der Erde:

In der Luft der Erde ist nur sehr wenig Kohlenstoffdioxid enthalten. Aber es genügt, um einen Teil der Wärmestrahlen, die die Erde aussendet, auf dem Weg ins Weltall abzufangen und wieder auf die Erde zurückzuschicken. Dadurch wird es auf der Erde angenehm warm: Die Lufthülle wirkt wie eine leichte Jacke für die Erde. Genau darauf hat sich die Natur eingestellt.





Toni ging von dem Sonnenhüpfball aus auf Ana und Petra zu, berührte die blaue Kugel in Petras Hand, sagte „Verwandlung!“ und ging in eine andere Richtung weiter.

„Gut“, sagte Petra:

„Genau so funktioniert das Klima auf einem Planeten. Und für die Erde bedeutet es, dass es im Durchschnitt minus 18 Grad warm sein müsste.“

Nicht besonders warm, dachte Ana, doch da protestierte Toni schon:

„Da kann doch etwas nicht stimmen: Im großen Konferenzsaal hast du gesagt, dass es auf der Erde flüssiges Wasser gibt. Aber bei minus 18 Grad müsste es doch gefroren sein!“

Petra nickte Ana kurz zu, bevor sie Toni antwortete:

„Du hast Recht. Das mit dem flüssigen Wasser funktioniert auch nur, weil die Erde eine Luftschicht um sich herum hat. Diese Schicht wirkt wie eine Jacke, und im Fall der Erde ist sie perfekt: Sie ist nicht zu dick und auch nicht zu dünn, genau richtig für die Lebewesen auf der Erde.“

Petra ließ Toni noch ein paarmal als Lichtstrahl von der Sonne zur Erde gehen. Und Ana übernahm die Aufgabe der Jacke: Sie spielte eines der win-

zig kleinen Kohlenstoffdioxidmoleküle in der Luft-hülle um den Planeten Erde. Für sichtbare Lichtstrahlen war die Luft komplett durchsichtig, also ließ Ana Toni als Lichtstrahl immer durch zur Erde. Aber für Wärmestrahlen war die Luft nur teilweise durchsichtig. Manchmal ließ Ana Toni auch als Wärmestrahle von der Erde zum Weltraum durch, aber manchmal erwischte sie ihn und schickte ihn zurück zur Erde.

„Ok, wenn ich öfters noch einmal auf die Erde zurückkomme, wird es dort angenehm warm“,

verkündete Toni gleich. Petra nickte und blickte dann zu Ana. Ana war nämlich in Gedanken bereits einen Schritt weiter und überlegte:

Wenn aber zu viel Kohlenstoffdioxid in der Luft ist, werden zu viele Wärmestrahlen zur Erde zurückgeschickt...

Als Petra weitersprach, kam es Ana vor, als könne Petra ihre Gedanken lesen:

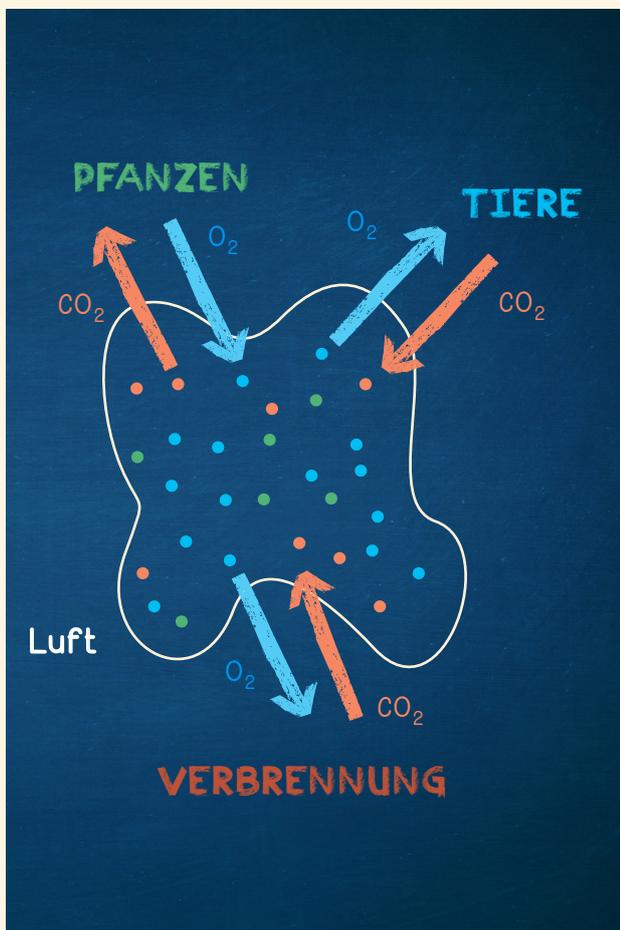
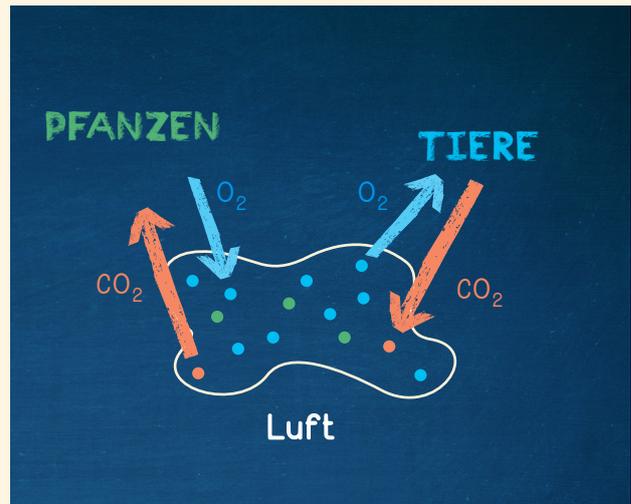
„Genau. Zu viel Kohlenstoffdioxid macht es zu warm. Und genau das ist das Problem.“

„Denn die intelligenten Lebewesen auf der Erde stellen gerade massenweise zusätzliches Kohlenstoffdioxid her.“

Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid in der Lufthülle der Erde:

Auf der Erde gibt es ein natürliches Gleichgewicht zwischen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid in der Luft. Das heißt, dass sich die Menge an Sauerstoff und die Menge an Kohlenstoffdioxid in der Luft nicht ändert:

- Pflanzen nehmen Kohlenstoffdioxid auf und produzieren Sauerstoff
- Tiere nehmen Sauerstoff auf und produzieren Kohlenstoffdioxid.



Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid im Ungleichgewicht:

Dass Tiere (also auch Menschen) atmen, ist gut so und gehört zum Gleichgewicht der Natur.

Seit einigen hundert Jahren verbrennen die Menschen aber zusätzlich viele fossile Brennstoffe (Kohle, Erdöl und Erdgas), die seit langem in der Erde gelagert waren. Dadurch entsteht mehr Kohlenstoffdioxid, und das Gleichgewicht ändert sich.

Das Problem: zu viel CO_2

Es gibt zwar sehr viel Sauerstoff in der Luft, und es ist genug zum Atmen da, trotz der zusätzlichen Verbrennung.

Aber das zusätzliche Kohlenstoffdioxid ist ein Problem: Auf der Erde wird es zu warm, und das sorgt außerdem für Dürren, Unwetter und Überschwemmungen, steigende Meeresspiegel und zu saures Wasser in den Ozeanen.

Diese Änderungen des Klimas schaden den Pflanzen viel mehr, als das zusätzliche Kohlenstoffdioxid hilft. Das macht alles nur noch schlimmer.

Die Erde hat wirklich ein Problem.

Träume

Petra war an diesem Abend noch ein wenig länger bei Ana und Toni geblieben. Sie hatte erzählt, dass es auf der Erde zwei verschiedene Sorten Lebewesen gab, die sie „Pflanzen“ und „Tiere“ nannte. Beide zusammen ergänzten sich perfekt und sorgten eigentlich dafür, dass die Menge von Kohlenstoffdioxid in der Luft immer gleich blieb.

Ihre Untersuchungen hatten aber ergeben, dass seit ein paar hundert Jahren die intelligenteste Tierart (Petra nannte sie „Menschen“) begonnen hatte, immer mehr uralte Pflanzenreste aus dem Boden zu holen und zu verbrennen. Dadurch war bereits viel mehr Kohlenstoffdioxid in der Luft als früher – das war zwar immer noch wenig, aber eben doch genug, um den Planeten aufzuheizen. Petra hatte einen Vergleich: *„Das ist so, als ob ihr euch nicht nur ein warmes Hemd und einen Pullover anzieht, sondern zusätzlich noch einen zweiten Pull-over.“*



Schließlich hatte Petra begonnen, von dem zweiten Planeten der Sonne zu erzählen, den sie „Venus“ nannte – ein Planet, auf dem es sehr heiß war, weil seine dicke Gashülle fast gar keine Wärmestrahlen durchließ... Aber da waren Ana und Toni schon so müde, dass sie kaum noch zuhören konnten. Sie gingen ins Bett und schliefen fast augenblicklich ein.

Toni schlief unruhig und träumte. Die Menschen zerstörten ihre eigene Umwelt – das sollte intelligent sein?

In seinem Traum waren die Menschen zwar intelligent, aber nicht intelligent genug, um das Klima auf ihrem Planeten zu verstehen. Toni erklärte es ihnen, und sie nickten. Aber als er gehen wollte, merkte er, dass sie nichts an ihrem Verhalten änderten. Er erklärte ihnen das Klima noch einmal, und es half wieder nichts.

Die Menschen hörten nicht auf ihn.

Toni wachte auf. Man kann den Planeten Erde retten, dachte er: „Dafür muss man den Menschen erklären, wie das Klima funktioniert, und dann noch dafür sorgen, dass sie auch wirklich etwas für das Klima tun...“

Ana schlief unruhig und träumte. Die Menschen zerstörten ihre eigene Umwelt – das sollte intelligent sein?

In ihrem Traum waren die Menschen zwar intelligent. Aber die erwachsenen Menschen hatten keine Lust, auf ihren Verstand zu hören. Und die Menschenkinder taten nichts für das Klima, denn die Großen behaupteten einfach, dass die Kinder sowieso nichts ändern konnten.

Die Großen wollten nichts tun.

Die Kleinen glaubten nicht, dass sie etwas tun konnten.

Ana wachte auf. Man könnte den Planeten Erde retten, dachte sie: „Dafür muss man den Menschenkindern erklären, wie sie das Klima auf ihrem Planeten retten können!“



Natalia Belay - shutterstock.com

Auf der Erde

Natürlich hatten Ana und Toni Recht, das war Petra sofort klar gewesen. Die Expeditionsleitung von einer Exkursion auf den Planeten Erde zu überzeugen, war ihr trotzdem aussichtslos erschienen – aber gut, sie hatte versprochen, es ernsthaft zu versuchen.

Ihr Leben lang hatte sie gehofft, dass sie einmal an einer Expedition teilnehmen würde. Aber dass sie sogar eines Tages selbst einen entfernten Planeten betreten würde, hätte sie nicht zu träumen gewagt.

Als die Expeditionsleitung die Exkursion auf die Erde nicht nur genehmigte, sondern sogar entschied, dass Petra, Ana und Toni zusammen dorthin geschickt werden sollten, konnte es Petra zuerst kaum glauben, weil sie damit überhaupt nicht gerechnet hatte.

Petra, Ana und Toni hatten eine Schulklasse ausgesucht, denn dort waren viele Menschenkinder, aber fast keine erwachsenen Menschen versammelt. Ihren Aufenthalt hatten sie genau geplant:

Sorgfältig erklärten sie dort den Kindern, dass Kohlenstoffdioxid in der Luft wie eine Jacke für den Planeten wirkt. Und sie ließen die Kinder Lichtstrahlen, Wärmestrahlen und Kohlenstoffdioxid spielen, genau wie es Petra getan hatte.

Danach gaben sie den Menschenkindern Gelegenheit, in Gruppen zu überlegen, was sie tun konnten, um weniger Kohlenstoffdioxid zu produzieren.

Und vor ihrer Abreise baten sie die Menschenkinder noch darum, allen von ihrem Wissen zu berichten und sich an den folgenden Tagen immer aufzuschreiben, wenn sie etwas getan hatten, das half, weniger Kohlenstoffdioxid zu produzieren.



Die Rückreise

Petra war besorgt. Es hatte alles wie geplant funktioniert. Aber ob die Kinder wirklich verstanden hatten, wie wichtig es war, das Klima auf ihrer Erde zu schützen?

Ana war nachdenklich: Sie hatten den Kindern erzählt, was sie tun mussten, aber nur ganz wenigen – ob das reichte, um das Klima auf der Erde zu retten?

Toni war guten Mutes: Sie hatten getan, was sie konnten, und die Kinder würden weiter erzählen, was zu tun war.

Alle drei waren müde von der Exkursion. Sie schliefen ein und merkten nicht mehr, wie das Raumschiff beschleunigte und seine Rückreise begann...

Von dem Gefühl der Beschleunigung wacht Antonia plötzlich auf.
Das Raumschiff, die Expedition, all das hat sie anscheinend geträumt.
Nur die Probleme der Erde sind echt... Aber sie weiß ja, was sie tun kann!



Die physikalischen Grundlagen des Klimas sind in dieser Geschichte didaktisch aufbereitet und vereinfacht dargestellt, um die entscheidenden Konzepte verständlich zu vermitteln.

Unterrichtsmaterial zum Download

www.schule.physik.uni-mainz.de/downloads/klimaworkshop

Impressum

Herausgeber

Johannes Gutenberg Universität Mainz
Institut für Physik, Staudingerweg 7, 55128 Mainz

Autor, Redaktion und Copyright

Frank Fiedler

Layout und Satz

Tanja Labs

2020

