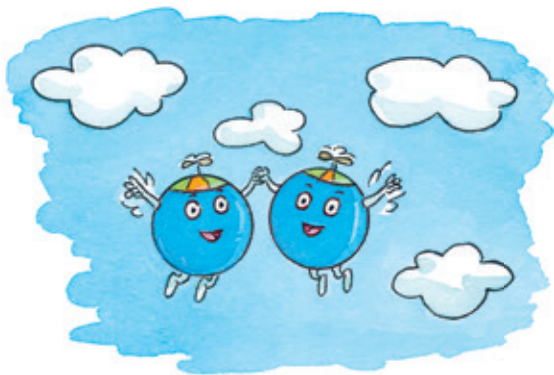


Tibor und Lilly auf den Spuren des Wasserstoffs

Einfach gut erklärt!



Geschrieben von Hedda Precht
mit Bildern von Sebastian Coenen

CARLSEN

Wie ist das mit dem Klima?

Tibor und Lilly haben sich zu einem Ausflug getroffen. Tibor muss ein Referat über Klimaschutz schreiben und weiß nicht so recht weiter. Lilly hat eine Idee, wie sie Tibor helfen kann. „Er wird schon sehen, dass Klimaschutz ganz schön spannend ist“, denkt sie sich.



Alter: 11 Jahre

Hobby: Computerspiele

Das beschäftigt ihn gerade: Wie soll ich mein Referat hinkommen?

Was ihn interessiert: Neue Schokoladensorten, coole Videos drehen

Sein größter Wunsch: Ein Computerprogramm, das seine Hausaufgaben macht

Was ist das Klima?

Klima ist das Wetter über einen langen Zeitraum betrachtet. Also Sonne, Wind, Regen und Schnee sowie die Temperaturen z.B. über ein Menschenleben hinweg und an unterschiedlichen Orten.

Ich bin Lilly!

Alter: 17 Jahre

Beruf: Auszubildende zur Elektronikerin in der Firma H₂-Storage

Das beschäftigt sie gerade: Was können wir fürs Klima tun? Wie können wir ohne Plastik leben?

So setzt sie sich ein: Als Energie-Scout

Ihr größter Wunsch: Eine grüne Stadt ohne Abgase und Müll



Was ist Energie?

Energie kann man nicht sehen, sie steckt aber überall. Wärme und Wind sind zum Beispiel Energieformen. Die Energie des Windes trägt deinen Drachen hoch in die Luft und durch Händereiben kannst du Wärme erzeugen.



Dicke Luft

Lilly radelt voran. Puh, ist das heiß! Tibor wischt sich den Schweiß von der Stirn. An einer großen Kreuzung müssen sie halten. „Endlich eine Verschnaufpause“, denkt Tibor. Aber Erholung stellt er sich anders vor. „Wie das stinkt!“, ruft er. Lilly erklärt: „Das kommt von den laufenden Motoren der Fahrzeuge. Sie verbrennen Benzin oder Diesel, dabei entstehen **Abgase** und winzige Rußteilchen, die dann in der Luft herumschwirren.“ Tibor rümpft die Nase. Lilly weiß noch mehr: „Wenn Menschen solche stinkenden Abgase in großen Mengen einatmen, werden sie häufiger krank als Menschen, die saubere Luft atmen.“

Tibor versucht, so wenig wie möglich zu atmen. Endlich wird die Ampel grün. Bloß weg hier! „Schau, da steht eine Messstation, dort wird die Luftqualität gemessen!“, ruft Lilly. „Die Abgase der Autos schaden nämlich unserer Gesundheit. Außerdem produzieren die Autos **CO₂**, also Kohlenstoffdioxid.“ Dieses Wort hat Tibor schon mal gehört und dass es was mit dem Klima zu tun hat.



Die Messstation gibt Auskunft über die Luftzusammensetzung.

CO₂ und das Klima

Tibor kratzt sich am Kopf. Er fragt: „Ist das nicht dieses Gas, das schlecht ist fürs Klima?“ Lilly erklärt: „Na ja, das CO₂ an sich ist nicht schädlich. Nur wenn es zu viel davon gibt.“ Als sie durch eine ruhige Wohngegend fahren, steigt Lilly plötzlich ab. Sie holt ein Stück Kreide hervor und malt eine Skizze auf den Bürgersteig. „Um die Erdoberfläche herum gibt es eine Hülle aus Luft, die nennt man auch Atmosphäre. Die Hülle aus Luft lässt die Wärme der Sonne auf die Erde, aber nur einen Teil der Wärme wieder zurück ins All. Je mehr CO₂ in der Atmosphäre ist, desto weniger Wärme kann zurück ins All, so wird es immer wärmer auf der Erde.“



Das hat großen Einfluss auf unser tägliches Wetter und das Klima ändert sich. Das Eis an den Polen schmilzt, an manchen Orten der Erde gibt es Überschwemmungen und an anderen große Dürren. Und auf der ganzen Welt stürmt es öfter und stärker.“ Tibor ist ganz still geworden. „Los, jetzt müssen wir weiter!“, reißt Lilly ihn aus seinen Gedanken.



Das Eis an den Polen schmilzt – Überflutungen nehmen Menschen und Tieren ihren Lebensraum.



Durch den Klimawandel gibt es häufiger immer stärkere Unwetter.



Woher kommt das CO₂?

Nicht nur Motoren von Autos, LKWs, Traktoren und Baufahrzeugen produzieren CO₂, sondern auch Kraftwerke, Flugzeuge, Schiffe, Fabrikanlagen sowie Gas- und Ölheizungen.



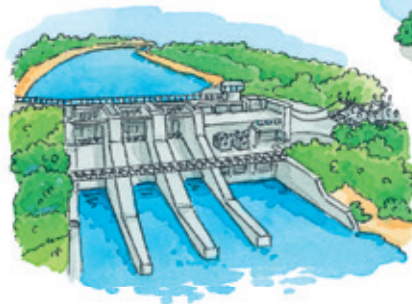
CO₂ vermeiden

Lilly und Tibor haben die Stadt hinter sich gelassen. Tibor wird immer langsamer. „Lass uns eine Pause machen“, schlägt Lilly vor. Tibor ist immer noch nachdenklich. „Aber wenn das CO₂ so schlimme Folgen hat, was können wir dann tun?“, überlegt er. „So viel wie möglich vermeiden, was CO₂ erzeugt“, sagt Lilly. „Wenn zum Beispiel **Strom** durch das Verbrennen von Kohle gewonnen wird, entsteht dabei sehr viel CO₂.“

Sie zeigt auf ein Windrad. „So ein **Windrad** liefert Strom, ohne CO₂ zu produzieren. Der Wind setzt die Rotoren in Bewegung und diese Bewegungsenergie wird in **elektrische Energie**, also in Strom, umgewandelt.“



Photovoltaikanlagen
wandeln Sonnenstrahlen
in elektrische Energie um.



Wasserkraftwerke
wandeln die Energie
von abwärts fließendem
Wasser in elektrische
Energie um.

Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können nicht aufgebraucht werden, da Wind, Sonne und Wasser nahezu unendlich für die Energiegewinnung genutzt werden können. Die Vorräte an Kohle, Erdgas und Erdöl sind irgendwann aufgebraucht.

In Kohlekraftwerken
wird die Bewegungs-
energie von Turbinen in
elektrische Energie
umgewandelt. Die Hitze,
die die Turbinen bewegt,
wird durch das Verbren-
nen von Kohle erzeugt.
Dabei entsteht CO₂.



Was Motoren antreibt

„Und jetzt tanken wir erst mal Energie!“, freut sich Lilly und packt ihre Tasche aus. „Also cool wäre doch, wenn ein Auto einfach mit Wasser fahren könnte“, überlegt Tibor, nachdem er einen Schluck aus seiner Flasche genommen hat. „In einem meiner alten Bilderbücher gibt es so was!“ Lilly lacht und seufzt: „So eine Technik hat leider noch niemand erfunden.“

Es gibt energiereiche und energiearme Stoffe. Wasser ist energiearm, deshalb können Autos damit nicht fahren. Energiereich ist zum Beispiel Erdöl, aus dem man Benzin herstellt. Viele Motoren werden durch die Verbrennung energiereicher Stoffe angetrieben – mit CO_2 -Ausstoß. „Aber es gibt einen Treibstoff, der sehr viel Energie liefert und beim Verbrennen kein CO_2 produziert, sondern nur Wasser: nämlich **Wasserstoff**“, erklärt Lilly.



Auf den Spuren des Wasserstoffs

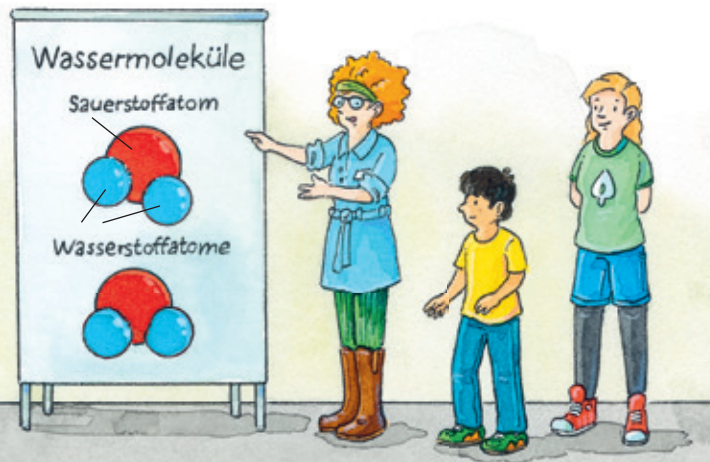
Tibor staunt. „Wow! Aber warum fahren denn nicht einfach alle Autos mit Wasserstoff, wenn das so gut für die Umwelt ist?“ – „Gute Frage“, sagt Lilly. Sie runzelt die Stirn. „Na ja, weil sich lange Zeit keiner Gedanken um das CO₂ und die Umwelt gemacht hat. Und bis so eine neue Technologie entwickelt ist, dauert es viele Jahre. Und dann mindestens noch mal so lange, bis die Technik allen zur Verfügung steht.“ – „Also, ich bin jetzt jedenfalls wieder voller Energie.“ Tibor grinst. „Dann können wir ja weiterfahren“, sagt Lilly.

„Es ist auch nicht mehr weit!“ Bald sind sie bei H₂-Storage angekommen, der Firma, in der Lilly ihre Ausbildung zur **Elektronikerin** macht. Hier werden Lagertanks für Wasserstoff produziert und Lilly kümmert sich darum, dass die Produktionsanlagen genug Strom bekommen. Heute ist Tag der offenen Tür, das heißt, auch Leute, die nicht im Unternehmen arbeiten, dürfen sich die Anlagen anschauen.

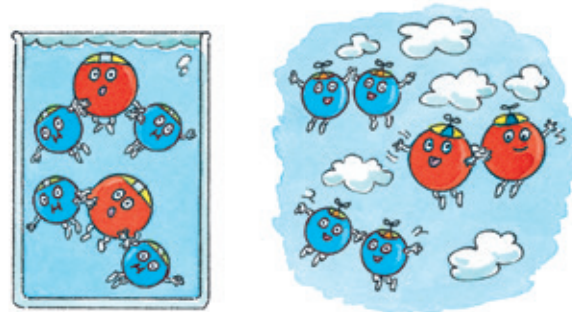


Winzige Wasserteilchen

„Oh, hallo, Anna“, begrüßt Lilly ihre Kollegin. Anna ist Ingenieurin. Und sie legt gleich los: „Wir haben hier eine kleine Anlage, die Wasserstoff herstellt. Den brauchen wir, um zu prüfen, ob unsere Tanks wirklich dicht für Wasserstoff sind. Um zu verstehen, wie wir Wasserstoff herstellen, müsst ihr erst mal wissen, woraus Wasser besteht.“ Anna zeigt auf ein Bild, während sie weiterspricht: „Wasser besteht aus winzigen Teilchen, man nennt sie **Atome**. Zwei Wasserstoff-Atome und ein **Sauerstoff**-Atom bilden zusammen ein Wasser-Molekül.“



Wenn man die Verbindungen zwischen den Atomen trennt, werden aus dem flüssigen Wasser zwei ganz neue Stoffe, nämlich Sauerstoff und Wasserstoff, zwei Gase.



In der Chemie ist die Abkürzung für Wasser H_2O . Trennt man die einzelnen Atome voneinander, werden aus einer Flüssigkeit zwei Gase: Sauerstoff (O_2) und Wasserstoff (H_2).

Ich bin ein Atom!

Atome und Moleküle

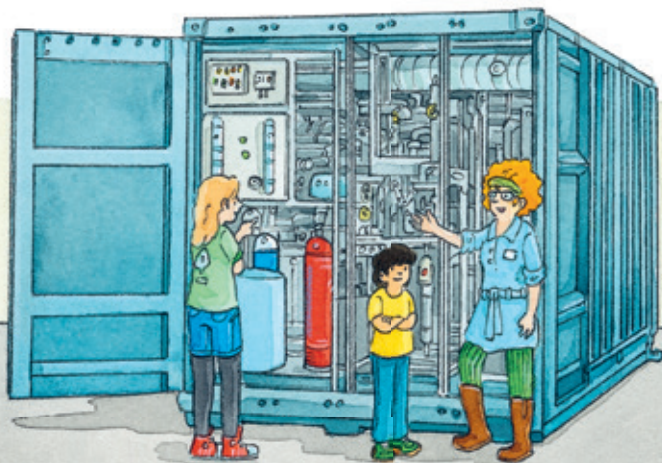
Alle Dinge auf der Welt bestehen aus winzigen Teilchen, den Atomen. Atome können sich mit anderen verbinden. So ein Zusammenschluss heißt Molekül.

Wir sind ein Molekül!

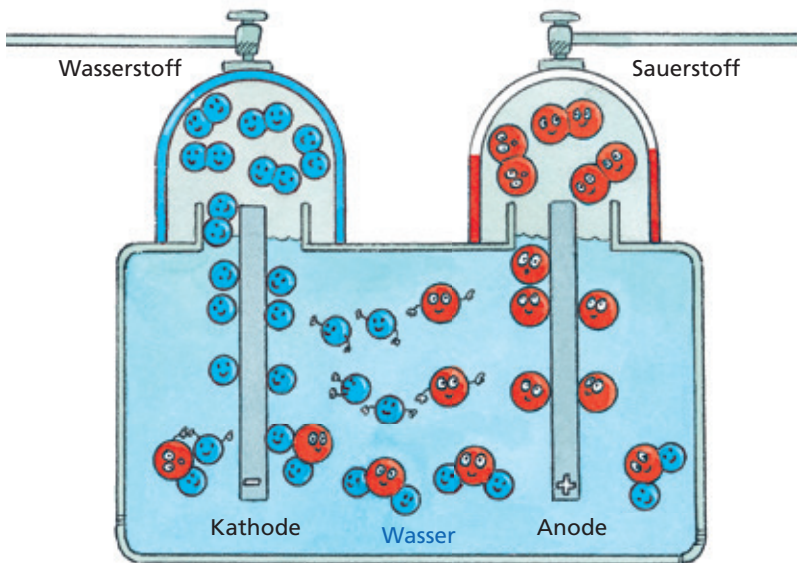


Wie Wasserstoff entsteht

„Toll, jetzt weiß ich aber immer noch nicht, wie Wasserstoff gemacht wird ...“, mault Tibor.
„Immer mit der Ruhe“, beruhigt Anna ihn. „Wir sind schon auf dem Weg zum **Elektrolyseur**.“
„Zum was?“, fragt Tibor. Anna öffnet die Tür zu einem Raum, aus dem ein Summen zu hören ist.
„Zum Elektrolyseur. So heißt die Anlage zur Wasserstoffherstellung. Um ihn zu gewinnen, also um das Wassermolekül in Wasserstoff und Sauerstoff zu trennen, benötigen wir Strom und Wasser. Der Strom wird durch zwei Stäbe – die **Elektroden** – ins Wasser geleitet. Durch den



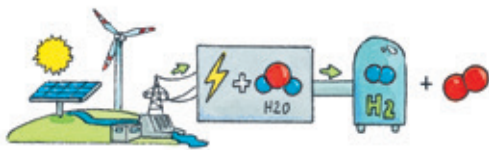
Stromfluss zieht es die negativ geladenen Sauerstoff-Atome zur positiv geladenen Elektrode, der **Anode**. Die positiv geladenen Wasserstoff-Atome sammeln sich an der negativen Elektrode, der **Kathode**. So werden aus der Flüssigkeit Wasser zwei Gase: Sauerstoff und Wasserstoff. Weil sie leichter als das Wasser sind, steigen sie nach oben und wir können sie in Behälter leiten.“



Die Sauerstoff-Atome sind negativ geladen und werden von der positiv geladenen Anode angezogen. Wasserstoff-Atome sind positiv geladen und werden von der negativ geladenen Kathode angezogen.

Energie aus grünem Wasserstoff

Tibor schwirrt der Kopf. „Dann brauchen wir also elektrische Energie, um Wasserstoff herzustellen, damit der dann Energie für Autos liefert. Aber für die Umwelt ist es doch wichtig, dass der Strom, mit dem der Wasserstoff hergestellt wird, aus erneuerbaren Energien kommt. Sonst würde ja wieder CO₂ entstehen, oder?“ Lilly jubelt: „Du hast es verstanden! Obwohl es ein bisschen kompliziert ist. Und weil die Farbe Grün für umweltfreundlich steht, heißt der Wasserstoff, der mit grünem Strom aus Wind, Wasserkraft oder Sonne hergestellt wird, **grüner Wasserstoff**.“



Grüner Strom Elektrolyse Wasserstoff + Sauerstoff

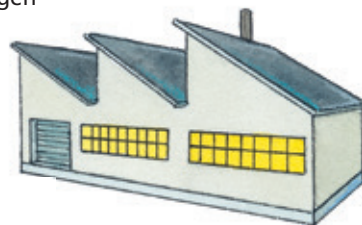
Aber der grüne Wasserstoff treibt nicht nur Fahrzeuge an. Auch zum Heizen wird Wasserstoff genutzt. „Hier bei H₂-Storage haben wir eine **Brennstoffzellenheizung** für Büros und Produktionsstätten!“, erklärt Anna stolz.

So wird Energie aus Wasserstoff verwendet:



Zum Antrieb von Fahrzeugen

Für die (Not-)Stromversorgung von Büros und Fabriken



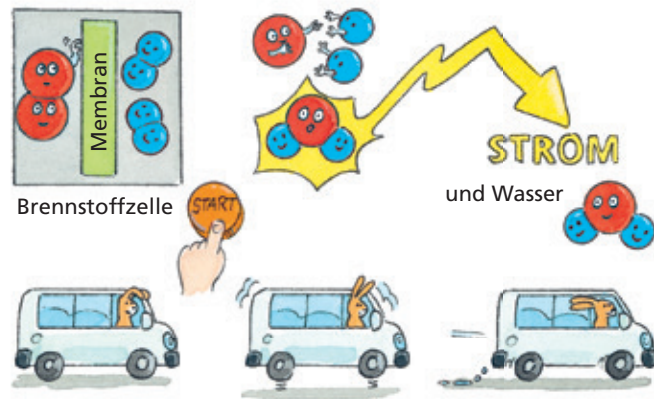
„Aber jetzt muss ich leider los.“ – „Vielen Dank für die tolle Führung“, sagen Tibor und Lilly noch, dann ist Anna auch schon verschwunden.

Fahren mit Wasserstoff

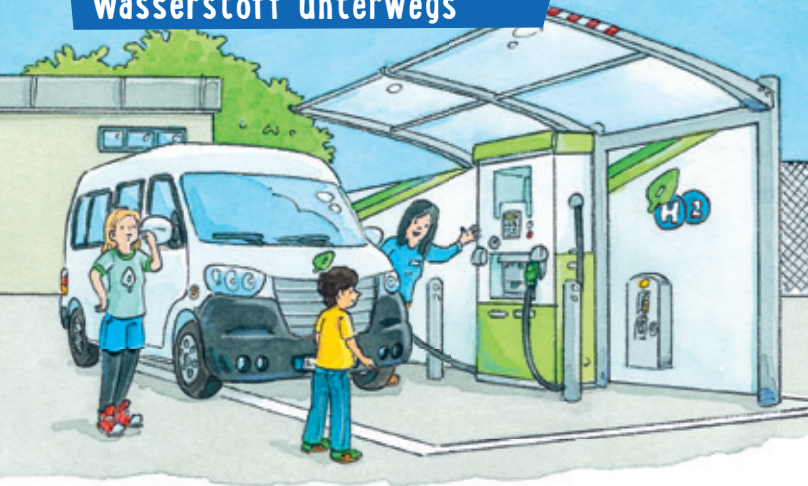


„Ich würde ja echt gern mal so ein Wasserstoffauto sehen“, sagt Tibor, als sie wieder draußen sind. „Das kannst du haben“, sagt da eine junge Frau hinter ihnen. „Hallo, Sina“, begrüßt Lilly ihre Kollegin. Sina lächelt Tibor an und sagt: „Dann kommt mal mit. Unser Firmenwagen fährt mit Wasserstoff und ich lasse euch gern mal unter die Motorhaube schauen!“ – „Wow, was für ein Unterschied zu einem Wagen mit Dieselmotor“, wundert sich Tibor, als Sina die Motorhaube öffnet.

Aber der Tankdeckel sieht genauso aus wie bei jedem anderen Auto. „Da vorne aus unserer Wasserstofftankstelle tanken wir den Wasserstoff. Er gelangt in die **Brennstoffzelle**. Dort findet ein ähnlicher Prozess statt wie im Elektrolyseur – nur umgekehrt. Wird das Fahrzeug gestartet, werden Wasserstoff und Sauerstoff in die Brennstoffzelle gegeben. Der Wasserstoff verbindet sich wieder mit dem Sauerstoff. Dadurch werden Strom und Wasser erzeugt. Aus dem Auspuff kommt nur noch Wasser.“



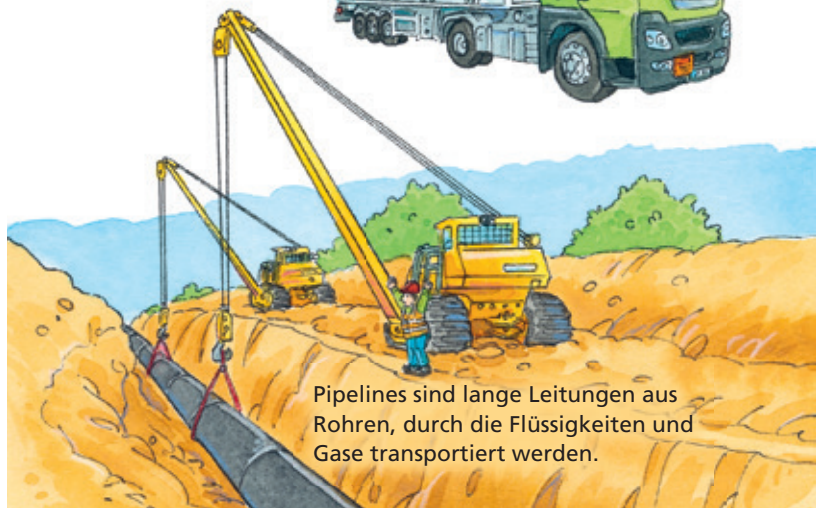
Wasserstoff unterwegs



„Wirklich praktisch, so eine Tankstelle extra für eure Fahrzeuge.“ Tibor ist beeindruckt. Aber Lilly stutzt. „Und wie kommt der Wasserstoff an andere Tankstellen? Wie kann man ihn überhaupt transportieren?“ – „In besonderen LKWs“, weiß Sina. „Man presst das Gas stark zusammen, dann braucht es wenig Platz. Auch Pipelines können Wasserstoff transportieren, zum Beispiel alte Erdgasleitungen, die dafür vorbereitet werden. Übrigens: Auch zum Lagern wird der Wasserstoff

zusammengepresst. Damit er sich nicht wieder ausdehnt, bauen wir die Spezial-Lagertanks.“ Jetzt fällt Lilly noch etwas ein. „Apropos lagern“, sagt sie, „das ist nämlich das Besondere am Wasserstoff: Man braucht zwar sehr viel Energie, um ihn herzustellen. Aber im Gegensatz zu anderen Energieformen kann man den Wasserstoff prima speichern und transportieren. Strom zum Beispiel wird in Batterien gespeichert, aber das ist nur in kleineren Mengen möglich und auch nur für eine begrenzte Zeit.“

Besondere LKWs transportieren Wasserstoff.



Pipelines sind lange Leitungen aus Röhren, durch die Flüssigkeiten und Gase transportiert werden.

Mehr Energie aus Wasserstoff?

Hört sich doch alles super an, denkt Tibor. Und er wundert sich, dass er bis heute Morgen noch nie etwas von Wasserstoff gehört hatte. „Warum gibt es bisher so wenige Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb?“, möchte er wissen. Lilly seufzt und erklärt: „Wie gesagt, die Nutzung des Wasserstoffs wird zwar mehr und mehr erforscht, aber im Gegensatz zum Benzinauto, das es schon seit 1886 gibt, ist der Wasserstoffantrieb für Autos



Schon 1886 beförderte der Motorwagen von Benz Personen.

noch ziemlich neu und etwas teurer. Und erst mal müssen noch mehr Wasserstofftankstellen und Pipelines gebaut werden, das braucht alles Zeit.“ „Außerdem ist die Nutzung von Wasserstoff vor allem für Fabriken sinnvoll, die große Mengen von CO₂ ausstoßen“, fügt Sina hinzu. Sie hat eine Idee. „In Stahlwerken wird CO₂ eingespart, indem man Wasserstoff einsetzt. Wollt ihr euch das mal anschauen?“ Na klar wollen die beiden! „Klappt!“, strahlt Sina, nachdem sie kurz telefoniert hat, und erklärt: „Mein Mann Cem arbeitet nämlich in einem Stahlwerk.“



Im Stahlwerk



Cem erwartet sie bereits. Er zeigt auf den alten Hochofen im Hintergrund. „Um Stahl herzustellen, muss aus Eisenerz der Sauerstoff herausgelöst werden. Statt mit Hilfe von Kohle machen wir das mit Wasserstoff. Die Roheisenkugeln, die so entstehen, werden dann in einem Elektro-Ofen geschmolzen.“ Er nimmt sie mit und zeigt ihnen das flüssige Metall. Wie ein Wasserfall fließt es aus dem Ofen. Lilly und Tibor sind beeindruckt.

Cem zeigt auf die leuchtende Ofenöffnung und erklärt: „Früher haben wir zum Schmelzen Strom aus einem Kohlekraftwerk benutzt. Heute kommt dazu grüner Strom aus unserem Windpark. Und weil auch der Wasserstoff für die Roheisenerzeugung grün ist, vermeiden wir sehr viel CO₂.“ „Das wissen die beiden“, sagt Sina lächelnd. „Die sind richtige Experten!“ Dann muss Cem wieder an die Arbeit und Sina bringt Tibor und Lilly zurück zu ihren Fahrrädern.



Mitmachen

„Was für ein cooler Tag, vielen Dank, Lilly!“ Tibor ist richtig zufrieden, als die beiden wieder nach Hause radeln. „Und das Beste: Jetzt weiß ich, worüber ich mein Referat schreiben werde. Über Wasserstoff. Davon haben die meisten in meiner Klasse bestimmt noch nie was gehört.“ – „Das ist jetzt nicht dein Ernst, oder?“ Lilly kann es kaum glauben. „Schließlich wohnen wir doch in einem Land, wo ganz viele Menschen mit Wasserstoff arbeiten und es Wasserstoff-Regionen gibt.“

Wasserstoff-Regionen

In besonderen „Wasserstoff-Regionen“ überlegen Klimaschutz- und Energie-Experten gemeinsam mit den Bewohnern von Städten und Gemeinden, wie man Wasserstoff nutzen kann. Sie kümmern sich zum Beispiel darum, dass Wasserstoff-Tankstellen gebaut werden. Mehr erfährst du im Internet: www.hy.land



„Au ja“, jubelt Tibor.
„Vielleicht kann ich
mein Referat ja
dort halten!“



Abgase

Meist umweltschädliche Gase, die beim Verbrennen, zum Beispiel von Benzin in einem Motor, entstehen

Batterie

Gegenstand, in dem Strom in kleinen Mengen gespeichert werden kann

Diesel

Aus Erdöl hergestellter Treibstoff für Verbrennungsmotoren. Wenn er verbrannt wird, entsteht neben CO_2 und anderen Abgasen auch Feinstaub.

Elektroniker*in

Handwerker*in, die elektronische Geräte und Anlagen installiert und repariert

Energie-Scouts

Auszubildende, die neben ihrer Ausbildung viel über Energie lernen und prüfen, wie ihr Unternehmen Energie sparen und die Umwelt schützen kann

Erdgas

Gasförmiger Brennstoff, entstanden durch Verwesung von Pflanzen und Tieren über Jahrmillionen

Erdöl

Flüssiger Brennstoff, der tief unter der Erde durch die Verwesung von abgestorbenen Pflanzen und Tieren entstanden ist

Feinstaub

Winzige Staubteilchen, die in die Lunge des Menschen gelangen und dort Krankheiten verursachen können



Ingenieur*in

Jemand, der sich gut mit Technik auskennt. Sie oder er entwickelt und konstruiert Bauteile etwa für Maschinen oder Gebäude.

Membran

Dünne Trennschicht, wie eine Haut, die zum Beispiel zwei Flüssigkeiten voneinander trennt

Turbine

Schaufelrad, das durch strömendes Wasser, Gas oder Wasserdampf zum Drehen gebracht wird

Die Autorin **Hedda Precht** hat Ozeanographie studiert und schreibt Texte über Elektrizität und darüber, wie Unternehmen möglichst wenig Energie für ihre Produktionsabläufe benötigen. Das Thema Wasserstoff findet sie hochspannend und Menschen, die sich für unsere Umwelt engagieren, findet sie toll.

Sebastian Coenen arbeitet als Illustrator. Das Thema Wasserstoff interessiert ihn sehr. Auch er hofft, irgendwann auf fossile Brennstoffe verzichten zu können, um dann seinen Motorroller mit Wasserstoff anzutreiben und sauber durch die Landschaft zu fahren.

