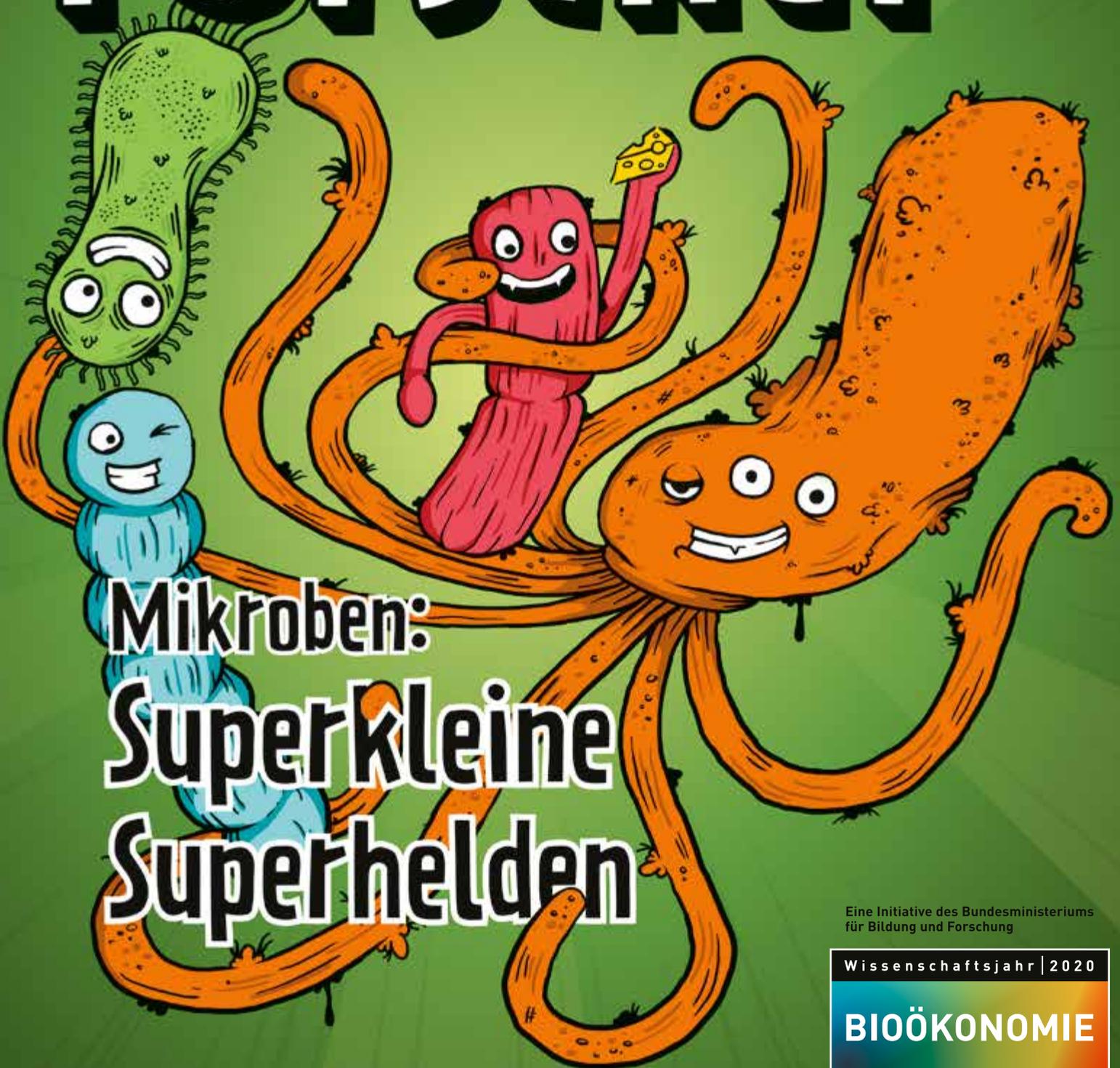


Das Magazin für NEUGIERIGE

forscher



Mikroben: Superkleine Superhelden

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr | 2020

BIOÖKONOMIE

HALLO UND HEREINSPAZIERT,

in die Welt der Mikroben! Wo diese Welt zu finden ist? Überall! Auf unserem Planeten gibt es keinen Winkel, der nicht von mikroskopisch kleinen Lebewesen besiedelt ist. Allein in und auf deinem Körper leben Billionen von Bakterien. Kein Grund, dich zu schütteln – die Winzlinge tun dir nichts, die allermeisten Mikroben sind für uns Menschen überaus nützlich. Mehr dazu liest du in der Titelgeschichte ab Seite 2. Auf den Seiten 6 und 7 stellen sich sieben der Winzlinge persönlich vor und zeigen, welche großartigen Talente in ihnen schlummern.

Außerdem im Heft: eine tiefgekühlte Tiermumie, die Wissenschaftlern Rätsel aufgibt. Ein Bodenforscher, der im Interview verrät, warum Regenwürmer seine Lieblingstiere sind. Ein Rezept, mit dem du Bioplastik selber machen kannst. Und jede Menge weitere spannende Geschichten, Bilder und Rätsel.

Viel Spaß beim Lesen und Entdecken!

Dein *forscher*-Team



Titelgeschichte
Seite **2** Was Mikroben
alles können



Seite **14**

Interview
Unter
unseren
Füßen



Seite **16**
Rätsel

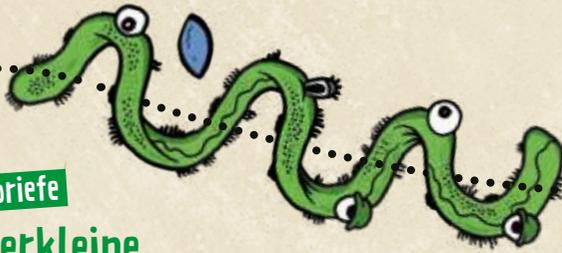
Selber machen
Seite **18** Bastel dir
Bioplastik

Impressum

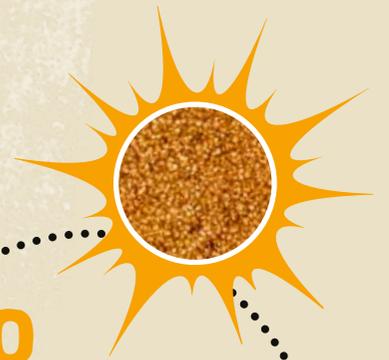
HERAUSGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Projektteam Wissenschaftsjahr 2020 – Bioökonomie, 10117 Berlin **IDEE, REDAKTION UND GESTALTUNG:** Büro Wissenschaftskommunikation/DLR PT, familie redlich AG Agentur für Marken und Kommunikation/KOMPAKT MEDIEN Agentur für Kommunikation GmbH **REDAKTIONELLE KONZEPTION UND UMSETZUNG:** Magdalena Hamm, Susan Schädlich, WISSEN FÜR KINDER, mit Unterstützung von Anja Garms und Michael Stang **BILDNACHWEISE:** ARTIS Micropia (S3); BMBF/ Wissenschaftsjahr 2020 (S15); Bundesregierung/Laurence Chaperon (U3); Ed Yong (S2); ETH Zürich/Giulia Marthaler (S9); Gettyimages.de: Andreas Reh (S3), Anton Petrus (S10–11), Jeremy Woodhouse (S1, S12–13), Philip Hart/Stocktrek Images (S5), Radu Bighian/EyeEm (S4), RichLegg (S23), South_agency (S22), Steve Gschmeissner/SPL (S3), subjug (S3), Tambako the Jaguar (S10), YinYang (S3); Maria Vasilieva/YSA (S1, S10); istockphoto.com: narvikk (S23); NSO/NSF/AURA (S1, S8), Pete Allibone (S11), Rebecca Konte/Caltech (S9); Rijksmuseum Amsterdam (S4); Shutterstock.com: Kaspri (S8–S9); Steffen Schlüter (S14); Stock.Adobe.com: Alekss (U2, S15), Aspi13 (S1, S22), chrupka (S10), dule964 (U2, S15), Eigens (S2–5), Elena (S19), Hanna (U1), ii-graphics (S22), kasheev (S6–S7), kolesnikovserg (S19), Nabiev (S1), peony (S8), peterschreiber.media (S1, S23), Phil Weare (S14), Unclesam (S8), Zdenek Sasek (U2, S2), Андрей Пограничный/Andriy Pogranichnij (S18); Theis Jensen (S9); Tim van der Loo/mifactori.de (S18–S19) **ILLUSTRATION:** Daniel Weniger Santillana (U1, U2, S1–7, U4); Cyprian Lothringer (S1, S20–21); Johannes Kretzschmar/blog.beetlebum.de (S1, S24); Tom Eigenhufe (U2, S16–17) **DRUCK:** Bonifatius GmbH **STAND:** April 2020

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Steckbriefe
Seite 6 Superkleine Superhelden



Seite 8 Stimmt's oder stimmt's nicht ?



Ganz schön bunt
Seite 12



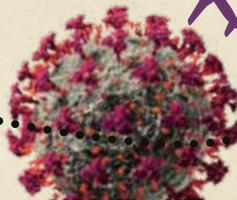
Seite 10 Kleine Mumie aus dem Eis

Infografik

Seite 20 Wie funktioniert ein Bioreaktor?



6 Fragen, 6 Antworten
Seite 22 Virus auf Weltreise



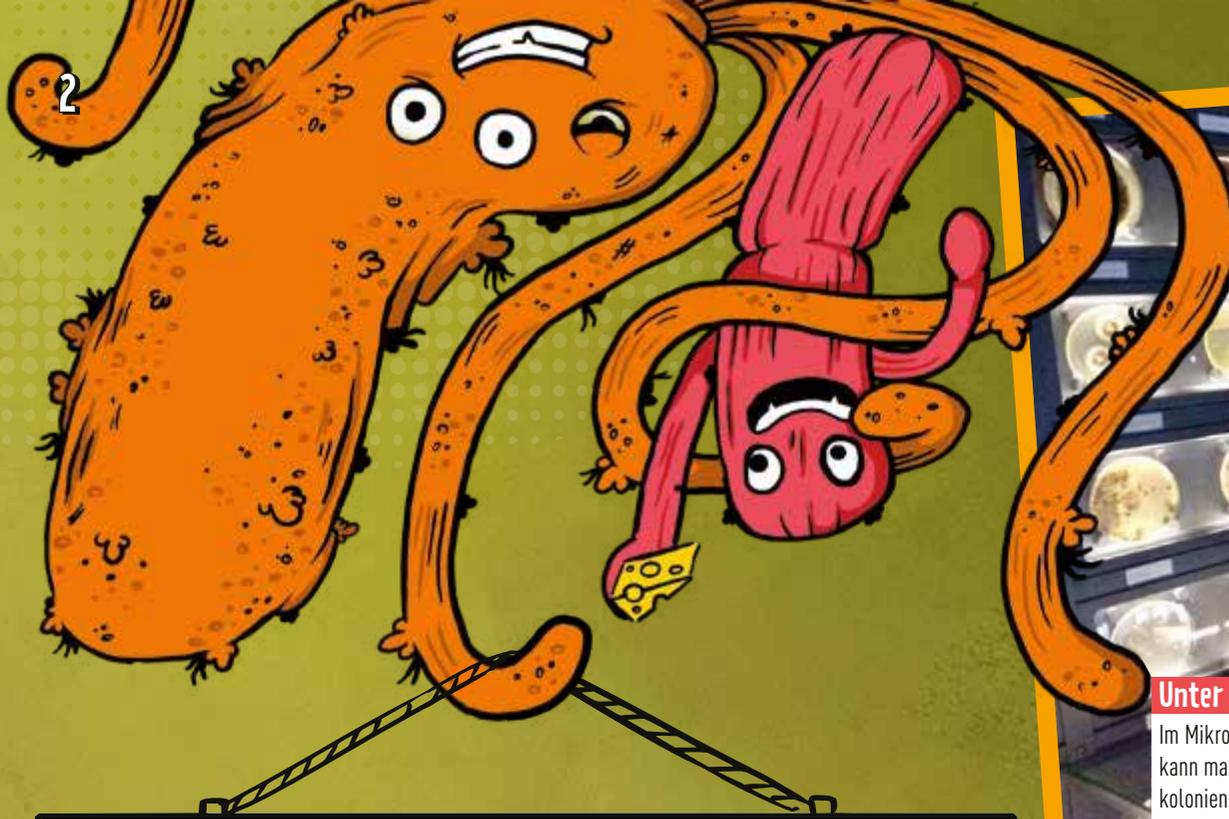
Seite 24 Comic



Entdeckst du die Forscherausrüstung?

Diese 12 Gegenstände sind im Heft versteckt. Kreuze hier an, welche du gefunden hast.





Unter der Lupe:

Im Mikrobenzoo in Amsterdam kann man sich bunte Bakterienkolonien ganz genau angucken.

GROSSARTIGE WINZLINGE

**Mikroben sind die heimlichen Herrscher der Welt.
Und wir können sie für vieles nutzen.**

Du bist nicht allein. Nie. Nicht einmal, wenn du dich in dein Zimmer verkrochen und die Tür geschlossen hast, um ganz in Ruhe dieses Heft durchzublättern. Winzige Mitbewohner sind überall um dich herum. Sogar auf und in deinem Körper: auf deinen Fingerkuppen, in deinen Wimpern und in deinem Magen und Darm.

Überall leben Mikroben. Das ist eine Abkürzung für das Fachwort Mikroorganismen. Es bezeichnet eine Unmenge verschiedenster Lebewesen. Sie alle sind sehr klein, die meisten so winzig, dass man sie nur durch ein Mikroskop erkennen

kann. Die bekannteste Gruppe der Mikroben sind die Bakterien. Auch Mikroalgen, Mikropilze und ein paar weitere sonderbare Lebewesen zählen dazu.

Die meisten Mikroben bestehen nur aus einer einzigen Zelle. Zum Vergleich: Dein Körper setzt sich auch aus Zellen zusammen, insgesamt aus etwa 30 Billionen. Ausgeschrieben sieht diese Zahl so aus: 30.000.000.000.000. Ganz schön viele Nullen. Aber jetzt kommt es: Wenn man alle Mikroben zusammenzählt, die du mit dir herumträgst, kommt man sogar auf eine noch viel größere Zahl, nämlich

knapp 100 Billionen. Du bestehst also aus drei Mal mehr Mikrobenzellen als aus menschlichen Zellen.

„Eigentlich sind wir mehr Mikrobe als Mensch“, bestätigt Jasper Buikx. Er ist Mikrobiologe und kennt sich bestens aus mit unseren winzigen Mitbewohnern.

„Die meisten Leute denken, dass Bakterien uns krank machen. Dabei könnten wir ohne sie gar nicht leben!“, erklärt Buikx. Zwar gibt es durchaus Mikroben, die uns schaden, manche verursachen zum Beispiel Karies, Durchfall oder auch schlimme Krankheiten wie Malaria. Die allermeisten sind aber richtig nützlich für uns. Darmbakterien etwa helfen uns beim Verdauen. Ohne sie könnten wir nicht genug Nährstoffe wie Vitamine aus unserem Essen aufnehmen. Und die Billionen Mikroben auf unserer Haut bilden eine Art Schutzschild gegen Krankheitserreger.

Zusammen sichtbar:

Der Boden der Glasschalen ist mit einem Gel bedeckt, auf dem Bakterien und Pilze gut wachsen können. Jeder Klecks besteht aus tausenden Einzelwesen.

**Jasper Buikx:**

Mikrobiologe und Zoodirektor

Im Mikrobenzoo

Mikroben sind echte Überlebenskünstler. Ob in der Tiefsee oder auf dem Mount Everest, im Boden, in der Luft, in der Antarktis bei minus 30 Grad oder in glühender Vulkanlava: Es gibt keinen Flecken Erde, der nicht von ihnen besiedelt ist. Um sich in all den verschiedenen Lebensräumen zurechtzufinden, haben die Winzlinge erstaunliche Fähigkeiten entwickelt. Manche Bakterien zum Beispiel können leuchten, viele brauchen keinen Sauerstoff zum Leben und einige ertragen sogar Radioaktivität, also Strahlung, die fast jedes andere Lebewesen töten würde.

Mikroben können auch total unterschiedlich aussehen. Kieselalgen etwa erinnern an kunstvoll geschliffene Glaskristalle. Wimperntierchen sind mit feinen Haaren übersät, mit denen sie schwimmen können. Einige Pilze tun sich mit Algen zusammen und bilden farbenprächtige

Gewächse, Flechten genannt, die ganze Bäume oder Felsen bedecken.

Wäre es nicht cool, wenn man sich alle diese verschiedenen Wesen in einem Zoo anschauen könnte?

Lecker, Mikroben!

Vieles, was wir täglich essen und trinken, entsteht durch Fermentation. So wird der Prozess genannt, wenn Mikroben den Zucker in Lebensmitteln in andere Stoffe umwandeln. Auf der Schale von nahezu allen Früchten siedeln Hefepilze. Wenn man aus dem Obst Saft presst und ein paar Wochen wartet, zersetzt die Hefe den Fruchtzucker und macht daraus Alkohol – so entsteht zum Beispiel Wein aus Trauben. Milchsäurebakterien wandeln Zucker in Säure um, ihnen verdanken wir eingelegtes Gemüse wie saure Gurken. Aber auch Butter, Käse und sogar Salami.

**Würzig:**

Ein Schimmelpilz verleiht diesem Käse Geschmack.



Farbenfrohe Flechte:

Pilze und Algen formen zusammen dieses sonnengelbe Gewächs.

Das geht. Denn so einen Zoo gibt es tatsächlich: Er heißt „Micropia“ und ist Teil des normalen Zoos in Amsterdam, der Hauptstadt der Niederlande. Hier dümpeln Bakterien und Mikroalgen in Wassertropfen auf kleinen Glasplättchen herum, die man sich durch Mikroskope anschauen kann. Eine Wand hängt voller flacher, runder Glasschälchen, in denen bunte, teilweise plüschige Formen gewachsen sind: Kolonien von Schimmelpilzen und Bakterien. Man kann einen Schleimpilz dabei beobachten, wie er in

einem Glaslabyrinth nach Futter sucht: Der Pilz formt einen knallgelben, zähen Schleim, der auch mit bloßem Auge gut zu erkennen ist. Ganz langsam schiebt sich dieser Schleim auf seine Leibspeise zu: Haferflocken.

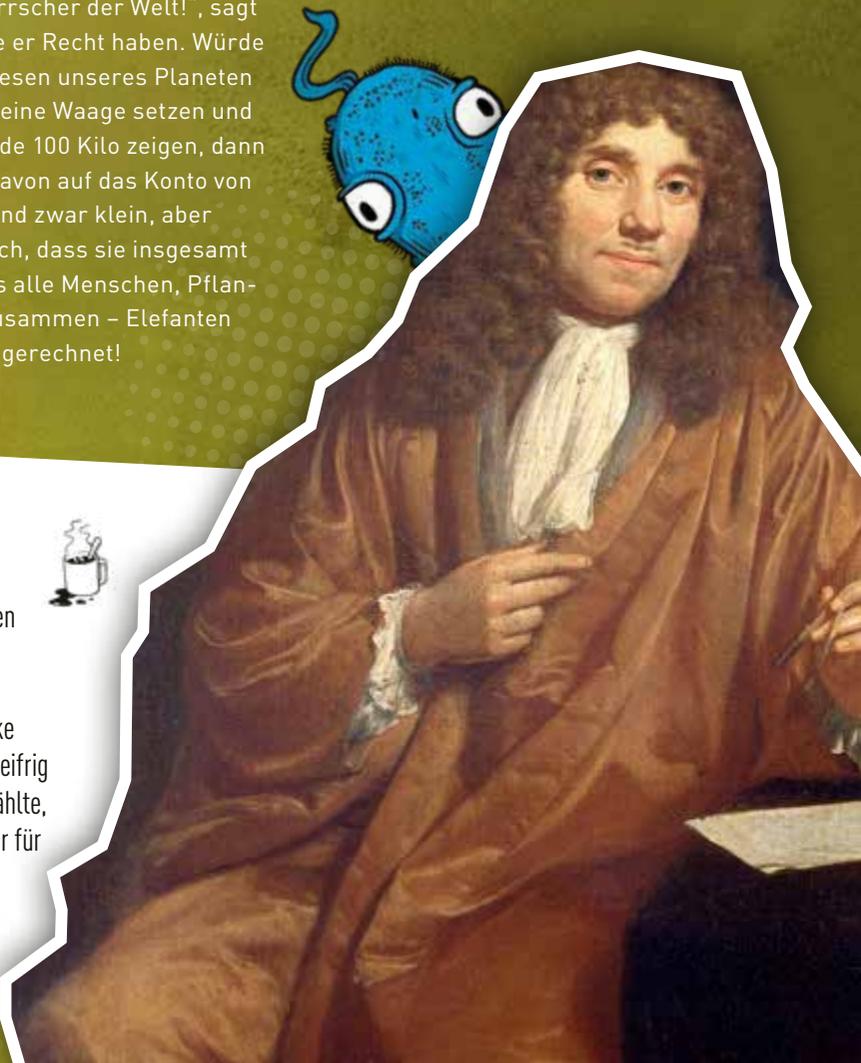
Jasper Buikx ist der Leiter von „Micropia“. Er kann nicht verstehen, dass sein Mikrobenezoo bisher der einzige auf der Welt ist. „Mikroben sind doch die eigentlichen Herrscher der Welt!“, sagt er. Damit könnte er Recht haben. Würde man alle Lebewesen unseres Planeten gemeinsam auf eine Waage setzen und die Anzeige würde 100 Kilo zeigen, dann gingen 70 Kilo davon auf das Konto von Mikroben. Sie sind zwar klein, aber dafür so zahlreich, dass sie insgesamt mehr wiegen als alle Menschen, Pflanzen und Tiere zusammen – Elefanten und Wale miteingerechnet!

Einsatz für den Menschen

Außerdem sind Mikroben uralte. Sie leben seit etwa 3,5 Milliarden Jahren auf der Erde, wir Menschen vermutlich erst seit etwa 300.000 Jahren. Mikroben waren also lange vor uns da und wir haben uns in ihrer Welt eingerichtet, ohne es zu ahnen.

Der Entdecker

Der holländische Hobbyforscher Antoni van Leeuwenhoek gehört zu den ersten Menschen, die Mikroben mit eigenen Augen gesehen haben. In den 1670er Jahren baute er sich einfache Mikroskope aus geschliffenen Glaslinsen und betrachtete dadurch die Spitze einer Nadel, die er zuvor in Regenwasser oder seine eigene Spucke getaucht hatte. Er sah verschiedene Bakterien und zeichnete sie eifrig ab. Andere Wissenschaftler, denen er von seiner Entdeckung erzählte, machten sich zunächst über Leeuwenhoek lustig. Später wurde er für seine Arbeit geehrt.




Lars Blank:

Er bringt Bakterien bei, Plastik zu fressen.

Seit tausenden Jahren essen Menschen Brot, Käse und eingelegtes Gemüse wie Sauerkraut oder Kimchi. Ebenso lange trinken sie Wein, Bier und Milchgetränke wie Ayran, Lassi oder Kefir. All diese Lebensmittel würde es ohne Milchsäurebakterien und Hefepilze nicht geben (siehe Kasten auf S. 3). Dabei wussten Bäcker, Käsemacher und Bierbrauer über Jahrhunderte gar nichts von ihren kleinen Helferlein, sie konnten sie ja nicht sehen. Erst vor etwas mehr als 300 Jahren bauten Wissenschaftler erste Mikroskope – und die „Tierchen“, wie sie anfangs genannt wurden, wurden sichtbar.

Heutzutage forschen Biotechnologen aus aller Welt daran, was Mikroben noch alles für uns tun könnten. Wäsche waschen zum Beispiel. Viele Waschmittel, die wir heute schon benutzen, lösen Flecken so gut, weil in ihnen besondere Enzyme stecken. Gefunden hat man diese in Bakterien, die in heißen Quellen leben. Das Gute daran: Anders als andere Enzyme gehen sie nicht bei 40 Grad kaputt. Die hitzeliebenden Bakterien haben einen eingebauten Schutz. Und deswegen arbeiten ihre Enzyme auch bei 60 Grad noch einwandfrei.

An der Technischen Universität in Aachen bringt der Mikrobiologe Lars Blank Mikroben bei, Plastik zu fressen. „Mikroben können fast alles zersetzen, auch eine massive Eiche, wenn diese abgestorben ist“, erklärt er. „Aber das dauert. Für eine Plastikflasche bräuchten sie in der Natur etwa 400 Jahre, bei uns im Labor klappt es schon in vier Tagen.“ Das liegt daran, dass Blank und seine Kolleginnen die Mikroben immer weiter züchten.

In Zukunft könnten diese Zuchtmikroben gegen die Plastikverschmutzung unserer Ozeane eingesetzt werden. Wenn man sie mit eingesammeltem

Plastikmüll füttert, zerlegen sie ihn in seine Grundbausteine. Aus diesen Bausteinen könnten dann neue Plastikprodukte hergestellt werden. Das wäre viel umweltfreundlicher, als Plastik aus Erdöl herzustellen, das erst aus der Erde geholt werden muss.

Forscherinnen und Forscher haben noch eine Menge anderer Ideen, wie sich Mikroben künftig nutzen lassen. Über ein paar davon – und was einige der kleinen Helden sonst noch können – liest du auf den nächsten Seiten.


Blaues Wunder:

Millionen kleine Leuchtmikroben lassen das Meer erstrahlen.

Kleine Kunstwerke:

Kieselalgen gibt es in vielen Formen, erst unter dem Mikroskop werden sie sichtbar.



SUPERKLEINE SUPERHELDEN

Bakterien sind winzig klein, haben aber großartige Talente.
Zeit, ein paar von ihnen kennenzulernen.

ICH STEH UNTER STROM

Name: Geobacter

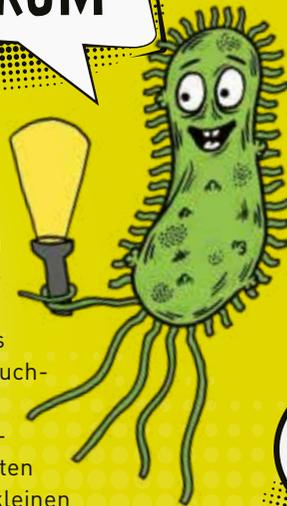
Spitzname: Geo

Aussehen: Stäbchen mit feinen Haaren, die in alle Richtungen abstehen

Lebensraum: Schlamm, Abwasser, Gartenkompost

Besondere Fähigkeiten: Geobacter frisst Dreck und macht daraus elektrische Energie. Forscher haben es schon geschafft, mit seiner Hilfe eine Art Schlambatterie zu bauen: Der Strom, den Geo erzeugt, kann ein Lämpchen leuchten lassen.

Nutzung: Schon bald sollen Elektrobakterien in Klärwerken eingesetzt werden, um aus Abwasser Strom zu machen. Wissenschaftlerinnen interessieren sich außerdem für Geos Haare, denn sie sind hauchdünn und leiten Strom genauso gut wie Metalldrähte. In Zukunft könnten sie als Kabel in winzig kleinen Computerteilen verbaut werden.



ICH MACH DICH GESUND

Name: Streptomyces

Spitzname: Doktor Bacter

Aussehen: bildet lange, verzweigte Geflechte

Lebensraum: unter der Erde

Besondere Fähigkeiten: Streptomyces-Arten stellen Antibiotika her, also Stoffe, die andere Bakterien abtöten. Das tun sie, um sich zu verteidigen. Denn wo sie leben, in Waldböden etwa, müssen sie mit unzähligen anderen Mikroben um Platz und Nahrung kämpfen.

Nutzung: Schlimme Mandelentzündung? Frag Doktor Bacter! Antibiotika helfen nämlich auch gegen Bakterien, die uns Menschen krank machen. In der Medizin werden deshalb seit vielen Jahren Streptomyces-Bakterien gezüchtet, um Medikamente herzustellen.



WIR MÖGEN'S LECKER

Name: Lactococcus und Lactobacillus

Spitzname: Coco und Zilli

Aussehen: Coco ist rund und kettet sich gerne an seine Geschwister, Zilli ist ein Stäbchen.

Lebensraum: Milch und andere Lebensmittel, auch im Mund und Darm von Menschen und Tieren

Besondere Fähigkeiten: Beide ernähren sich von Milchzucker und machen daraus Säure.

Nutzung: Sie sind die Schöpfer des Käsebrots! Durch ihre Säure wird Milch dick und lässt sich zu Joghurt, Quark oder Käse verarbeiten. Coco sorgt außerdem für den typischen Geschmack von Butter. Zilli hilft Bäckern dabei, Sauerteigbrot zu backen.



Name: Spirulina

Spitzname: Lina

Aussehen: formt lange, grüne Spiralen

Lebensraum: Salz- und Süßwasserseen

Besondere Fähigkeiten: Spirulina gehört zu den Cyanobakterien, auch Blaualgen genannt. Dieser Bakterienfamilie gelang es als erste, aus Sonnenlicht, Wasser und CO₂ Sauerstoff herzustellen. Den Vorgang nennt man Photosynthese und ohne ihn hätten wir keine Luft zum Atmen. Später haben auch Algen und Pflanzen diese Fähigkeit entwickelt.

Nutzung: Spirulina bildet einen blauen Farbstoff, mit dem Lebensmittel gefärbt werden, zum Beispiel Weingummischlumpfe, Eis und Schokolinsen.

ICH MACH
GERN BLAU

7

ICH
BIN (FAST)
UNSTERBLICH

Name: Halobacterium

Spitzname: Halo

Aussehen: länglich mit einem Bündel Schwänzchen, die sich drehen wie eine Schiffsschraube

Lebensraum: Salzseen und Salinen, also Becken, in denen Meerwasser verdunstet und Salz zurückbleibt

Besondere Fähigkeiten: Halo gehört zu den Archaeen und damit zu den ältesten Lebewesen auf unserem

Planeten. Diese Urbakterien fühlen sich wohl, wo es sonst kaum

Leben gibt: in Vulkanen, heißen Quellen, extrem salzigen oder sauren Gewässern. Halo kann sich in einen Salzkristall einschließen lassen und dort hunderte Jahre überleben. Außerdem produziert es einen roten Farbstoff, der Salzseen rosa färbt.

ICH WEISS,
WO'S LANG-
GEHT

Name: Magnetospirillum

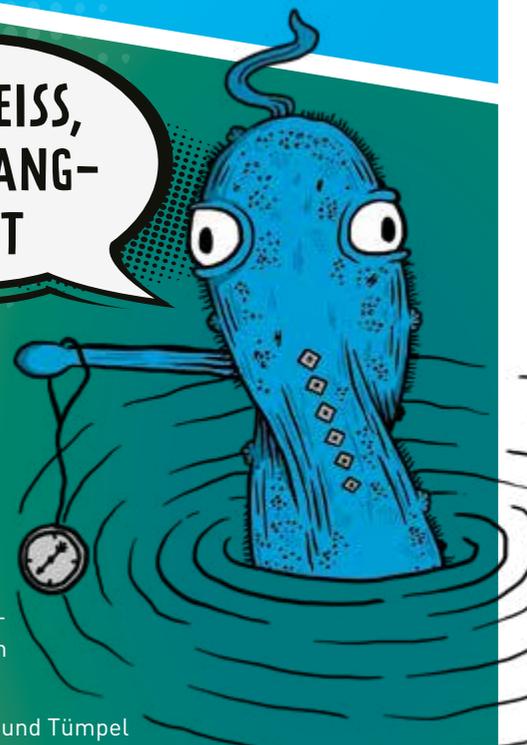
Spitzname: Magneto

Aussehen: länglich, leicht eingedreht, mit zwei beweglichen Schwänzchen zum Schwimmen

Lebensraum: Teiche, Seen und Tümpel

Besondere Fähigkeiten: Magneto kann kleine magnetische Kristalle herstellen. Es reiht sie in seinem Körper aneinander und benutzt sie wie eine Kompassnadel. So weiß es, wo Norden, Süden, Osten und Westen ist und findet sich in schlammigen Tümpeln zurecht.

Nutzung: Mediziner versuchen, Magneto zu einem Miniroboter umzubauen: Wenn es sich mit einem Magneten fernsteuern ließe, könnte es zum Beispiel Medikamente an die richtigen Stellen im Körper von Krebspatienten bringen. Eines Tages könnten magnetische Bakterien sogar in den Schaltkreisen von Computern eingesetzt werden.



STIMMT'S ODER STIMMT'S NICHT?

Eine der Nachrichten aus der Forschung ist erfunden. Welche?



Sonnengold

Ist das geschmolzenes Gold? Honig? Oder Karamell-Popcorn-Matsch? Alles falsch. **Das Bild zeigt die Oberfläche der Sonne. Und zwar so nah wie nie zuvor.** Aufgenommen wurde das Bild von dem größten Sonnenteleskop der Welt. Es steht auf der Insel Hawaii auf einem Vulkan. Von dort hat es die Aufnahmen der 150 Millionen Kilometer entfernten Sonne gemacht. Jedes Körnchen auf dem Bild ist in der Wirklichkeit etwa doppelt so groß wie ganz Deutschland.

Tanzende Pflanzen

Pflanzen können tanzen. Diese Entdeckung haben Forscher bei Grünlilien gemacht, einer beliebten Zimmerpflanze. Ein Exemplar davon stand im Labor der Forscher. **Als sie dort das Radio laufen ließen, merkten sie, dass sich die Blätter der Pflanze leicht bewegten.** Sie untersuchten das genauer und stellten fest: Die Pflanze reagierte tatsächlich auf die Musik. Stellten die Forscher das Radio aus, ließen die Bewegungen nach. Wie die Pflanze die Musik hört und wie sie ihre Blätter in Bewegung setzt, ist noch unklar. Das sollen weitere Versuche nun klären.

Turbo-Quallen

Forscher haben Quallen einen Turbo-Antrieb eingebaut. **Damit schwimmen die glibberigen Meerestiere etwa zwei bis drei Mal so schnell wie normalerweise.** Die Wissenschaftler befestigten dazu einen kleinen elektronischen Regler unter dem Schirm der Tiere. Mit winzigen Stromstößen aktivierte er die Muskeln, mit denen die Quallen schwimmen. Als Nächstes wollen die Forscher versuchen, auch die Schwimmrichtung der Quallen zu steuern. Dann könnten sie die Tiere gezielt einsetzen, um die Meere zu erforschen.

Leuchtende Schokolade

Schokolade, die in Regenbogenfarben leuchtet, haben Wissenschaftler aus der Schweiz erfunden. Das Geniale daran: Um die Schokolade zu färben, haben sie weder Lebensmittelfarbe noch chemische Stoffe benutzt. Stattdessen prägten sie die Oberfläche auf besondere Weise, sie drückten also ein Muster hinein.

Wenn jetzt Licht auf die Schokolade fällt, werden die Lichtstrahlen gebrochen und gestreut. So entstehen unterschiedliche Farbeffekte. Auf ganz ähnliche Weise kommen auch die schillernden Farbmuster auf Schmetterlingsflügeln zustande.



Steinzeit-Kaugummi

Schon vor tausenden Jahren kauten Menschen Kaugummi. Auf einem 5.700 Jahre alten Stück haben Wissenschaftler Zahnabdrücke gefunden – und Reste von Erbgut. Das ist das Material, das im Inneren unserer Zellen steckt und das unter anderem bestimmt, wie wir aussehen. Die Untersuchung des Erbguts zeigte: Das Kaugummi wurde von einer blauäugigen Frau mit dunkler Haut und dunklem Haar gekaut. **Das Kaugummi ist aus Birkenpech, das aus der Rinde von Birken gewonnen wird.** Warum die Menschen es kauten, ist nicht klar. Vielleicht behandelten sie damit Zahnschmerzen. Oder sie kauten das Material nur weich. Birkenpech wurde nämlich als Kleber für Steinwerkzeuge genutzt und wird leicht hart. Vielleicht kauten sie es aber auch einfach nur zum Spaß.



2,5 cm

Steckbrief

Name: Dogor
Alter: 2 Monate (aber schon seit 18.000 Jahren)
Tierart: Hund, Wolf oder irgendetwas dazwischen



Gute Nacht

Dieser Welpen schlummerte lange im Eis.



Guten Morgen

So sehen Wolfswelpen heute aus.

KLEINE MUMIE AUS DEM EIS

In Sibirien war der Boden lange tiefgefroren. Jetzt taut er langsam auf und gibt immer wieder Überreste von Tieren frei, die schon seit tausenden Jahren ausgestorben sind. Manche dieser Funde geben Wissenschaftlern Rätsel auf.

Wenn russische Jäger in Sibirien auf die Pirsch gehen, halten sie nicht nur nach Rehböcken oder Wildschweinen Ausschau. Auch Mammuts zählen mittlerweile zu ihrer Beute – zumindest Teile von ihnen. Seit der Permafrostboden durch die Erderwärmung an vielen Stellen taut, kommen immer wieder Stoßzähne, Knochen oder auch ganze Kadaver der Eiszeitriesen zum Vorschein. Auch von anderen Tieren.

So war es auch im Sommer 2018, nördlich der Stadt Jakutsk. Dort zog eine Gruppe Jäger ein kleines, gefrorenes Fellknäuel aus der Erde: eine Tiermumie mit vier Beinen, kurzen Ohren und kleinen spitzen Zähnen. Auf den ersten Blick konnten die Männer nicht erkennen, was sie da gefunden hatten. Deshalb brachten sie die Tiermumie an die Universität in Jakutsk, wo sie von Wissenschaftlern untersucht wurde. Schnell war klar: Es ist ein Welpen. An den Milchzähnen konnten die Forscher auch sein ungefähres Alter ablesen: Knapp zwei Monate war er jung, als er starb. Aber eine Frage blieb offen: Ist es ein Wolfs- oder ein Hundewelpen? Wenn Letzteres zutrifft, wäre es der älteste Hund, der je gefunden wurde!





Der Biologe
Love Dalén erforscht ausgestorbene Tiere.



Fundort
Nordöstlich der sibirischen Stadt Yakutsk lag der Welpen vergraben.

Vom Wolf zum Hund

Für die Antwort interessieren sich Wissenschaftler auf der ganzen Welt. Denn bis heute ist ungewiss, wann und wie Hunde überhaupt entstanden sind. Sie stammen von Wölfen ab, so viel ist klar. Aber natürlich war es nicht so, dass eine Wölfin plötzlich Hundewelpen bekommen hat. Vermutlich haben Menschen vor 20.000 bis 40.000 Jahren erstmals Wolfsjungen mit in ihre Lager genommen und diese bei sich aufgezogen. Nach und nach entwickelten sich diese Tiere dann zu treuen Begleitern. Aber wie lief das genau ab?

Der schwedische Biologe Love Dalén will helfen, dieses Rätsel zu lösen. Als er von dem Fund der Welpenmumie hörte, reiste er mit ein paar Kolleginnen nach Jakutsk und schaute sie sich an. „Das Tier ist unglaublich“, sagt Dalén, „es ist das am besten erhaltene Tier aus der Eiszeit, das ich je gesehen habe.“ Und er hat schon viele gesehen, denn Love Dalén hat sich auf die Tiere der Eiszeit spezialisiert.

Normalerweise zerfallen Haare, Haut und Knochen, wenn ein totes Tier so lange Zeit im Boden liegt. Bei der Welpenmumie aber ist alles noch dran: „Sogar einzelne Wimpern und Barthaare sind noch zu sehen.“

Ungelöstes Rätsel

Trotzdem ist die Aufgabe knifflig: „Allein anhand des Aussehens kann man unmöglich sagen, ob der Welpen ein Hund oder ein Wolf ist“, sagt Dalén. Dazu sehen sich die beiden Tierarten viel zu ähnlich. Deshalb haben die Forscher ein winziges Stück einer Rippe des Tieres entnommen und mit nach Schweden genommen. Dort wollen sie nun sein Erbgut entschlüsseln.

Das Erbgut ist eine Art Bauplan, der in allen Körperzellen zu finden ist und vorgibt, wie ein Tier, ein Mensch oder eine Pflanze aussieht und zu welcher Art sie gehören. Seit mehr als einem Jahr arbeiten die schwedischen Forscher jetzt schon an der Entschlüsselung, trotzdem haben sie noch keine Antwort. Das Einzige, was sie mit Sicherheit sagen können, ist, dass der Welpen ein Männchen war und etwa 18.000 Jahre lang in der gefrorenen Erde lag. Immerhin hat der Kleine inzwischen einen Namen bekommen: Dogor. Auf Jakutisch, der Sprache seiner sibirischen Heimat, bedeutet das „Freund“.

Unterschiede zwischen Wolf und Schäferhund

Klein, dreieckig, immer aufgestellt

Ohren

Lang, manchmal hängend, teilweise abgeknickt

Immer hell

Schnauze

Meist dunkel

Gerade

Rücken

Schräg

Recht kurz, buschig, hängt meistens gerade runter, Spitze fast immer schwarz

Schwanz

Lang, gebogen, steht oft hoch und wedelt

Lang, schlank

Beine

Kurz, kräftig



GANZ SCHÖN BUNT





Dieses Naturwunder wurde von Menschen gemacht. Aus Versehen.

Im Jahr 1964 bohrten Ingenieure in Nevada, USA, ein Loch in den Boden, um eine heiße Quelle anzuzapfen. Sie wollten das heiße Wasser zur Energiegewinnung nutzen. Leider war es nicht heiß genug. Enttäuscht gaben die Ingenieure ihren Plan auf. Das Wasser aber sprudelte weiter, ein Geysir entstand. Mit dem Wasser gelangten gelöste Mineralien an die Oberfläche, die sich am Rand der Quelle ablagerten. Über die Jahrzehnte formten sich daraus meterhohe Kegel. Die bunten Farben stammen von hitzeliebenden Algen und Bakterien, die auf der Oberfläche des Gesteins wachsen.

UNTER UNSEREN FÜSSEN

Kartoffelpflanze

In einer Handvoll Erde tummeln sich mehr Lebewesen als es Menschen auf der Welt gibt! Doch der Untergrund ist in Gefahr, erklärt der Bodenforscher Steffen Schlüter im Interview.

Herr Schlüter, Sie sind Bodenforscher – was gefällt Ihnen besonders an Ihrer Arbeit?

Ich bin gerne draußen und mag den Geruch von frisch umgegrabener Erde. Der entsteht übrigens, weil Bodenbakterien einen Duftstoff ausscheiden, der Geosmin heißt.

Was erforschen Sie genau?

Mich interessiert, wie es unter der Erde aussieht: Sind da Gänge von Regenwürmern oder Maulwürfen? Wie breiten sich die Wurzeln von Pflanzen aus? Das ist gar nicht so leicht zu beantworten, denn wenn ich einfach anfangs von oben zu graben, dann mache ich die Bodenstruktur ja kaputt.

Was machen Sie stattdessen?

Wir schneiden ein Stück Boden aus. Dazu schieben wir ein langes Rohr in die Erde und ziehen es danach wieder nach oben. Im Rohr steckt dann ein vollständiger Bodenkern, den wir mit einem Computertomografen durchleuchten können.

Den Boden durchleuchten

Mit Hilfe von Röntgen- und Computertechnik kann man das Wurzelnetzwerk einer Pflanze sichtbar machen, ohne den Boden aufzugraben.





So ein Gerät, in das man kommt, wenn man sich ein Bein gebrochen hat?

Genau. Am Computer erzeugen wir dann 3D-Bilder des Bodens und können sehen, was sonst unsichtbar bleibt.

Umweltschützer sagen, unser Boden sei in Gefahr. Warum?

Das hat viele Gründe. Einer ist, dass die oberste, fruchtbarste Bodenschicht immer dünner wird. Das passiert, weil der Wind trockene Erde wegweht oder Regen den Boden fortspült. Das nennt man Erosion.

Warum ist das schlimm?

Wenn die fruchtbare Schicht verloren geht, können wir weniger Getreide, Gemüse und Obst anbauen. Und auch weniger Futterpflanzen für Schweine, Kühe oder Hühner. Dann werden also auch Fleisch, Milch und Eier knapp.

Wächst der Boden denn nicht nach?

Doch, aber sehr langsam. Durch die Erosion verlieren wir etwa einen Millimeter Boden jedes Jahr, bis diese Schicht erneuert ist, braucht es mindestens zehn Jahre. Da kommt die Natur nicht hinterher.

Der Klimawandel kann das Problem verstärken, denn durch die Erderwärmung trocknen die Böden häufiger aus.

Was kann man tun, um den Boden zu schützen?

Das Wichtigste ist, dass der Boden von Pflanzen bedeckt ist. In Wäldern zum Beispiel federn Moose und Gräser selbst starke Regengüsse ab und leiten das Wasser in den Boden. Auf Maisfeldern dagegen stehen die Pflanzen in Reihen, dazwischen ist der Boden meist nackt. Wenn es regnet, bilden sich schnell Rinnen, in denen das Wasser abfließt und die oberste Bodenschicht mitreißt.

Man müsste also andere Pflanzen zwischen den Mais setzen?

Richtig. Dadurch wird es zwar schwieriger, den Mais zu ernten, für den Boden wäre es aber besser. Und zwar noch aus einem weiteren Grund: Je mehr verschiedene Pflanzen oben wachsen, desto vielfältiger ist das Leben im Untergrund. Und je mehr Springschwänze, Milben, Würmer und Maulwürfe sich durch die Erde wühlen, desto lockerer wird sie.

Welches Bodenlebewesen mögen Sie am liebsten?

Ganz klar den Regenwurm. Er hält den Boden gesund. In seinen Gängen versickert viel Wasser, das hält die Erde schön feucht und schützt vor Erosion. Außerdem räumt er auf, frisst abgestorbene Blätter und hinten raus kommt feinsten, krümeligen Humus, auf dem Pflanzen gut wachsen können.

Wie geht es unserem Boden? Findet es heraus!



Macht mit bei der Aktion „Expedition Erdreich“ und erforscht den Boden in eurem Wohnort, ganz einfach in eurem Garten oder auf einer Wiese im Park. Die Aufgabe: Ihr verbuddelt spezielle Teebeutel und grabt sie nach drei Monaten wieder aus. Vorher und nachher kommen die Beutel auf die Waage. Anhand des Gewichtsunterschieds kann man feststellen, wie viel Tee von den Lebewesen im Boden zersetzt wurde. Eure Daten tragt ihr online in eine Datenbank ein. Dort findet ihr auch Tipps, wie ihr eure Ergebnisse selbstständig auswerten könnt. Je mehr Daten gesammelt werden, desto mehr erfahren wir und die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über unsere Böden – und desto besser können wir sie schützen. Das Aktions-Kit mit allen Materialien könnt ihr ab Anfang 2021 kostenfrei bestellen:

www.expedition-erdreich.de

Steffen Schlüter

Alter: 36 Jahre
Beruf: Bodenforscher
Arbeitsort: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Halle
Hobbys: Musik, Serien gucken, joggen, mit meinem Sohn spielen



10 RÄTSEL

Welcher **Schlüssel** passt?

1



Welcher Wasserhahn führt zum **Schlauch** im Baum?

3



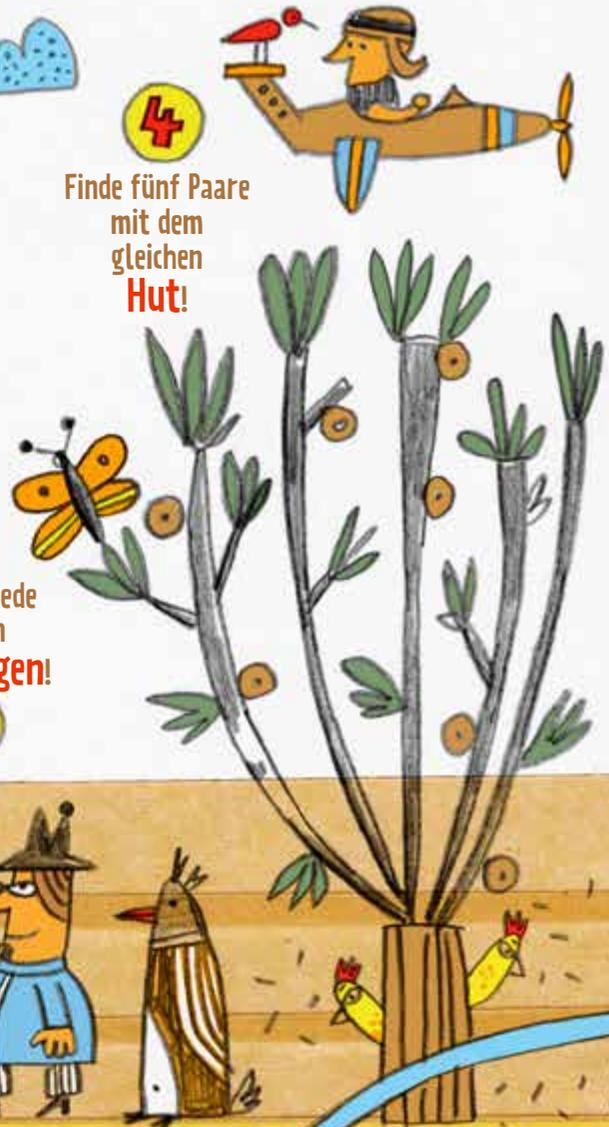
Finde fünf Unterschiede bei den **Zwillingen!**

2



Finde fünf Paare mit dem gleichen **Hut!**

4



Finde den **Schmetterling** aus dem Buch des Professors!

5



Welche **Wolke** gibt es doppelt?

8

10

7

Gestern hingen noch **22 Äpfel** am Baum. Wie viele wurden geerntet?

6

9

Welcher **Vogel** isst gern Fisch?

Finde alle sieben **forscher-Checker!**

Finde die **Blume** der Frau im Beet!



BASTEL DIR BIOPLASTIK

Plastik gilt als Umweltsünde: Es braucht hunderte Jahre, um zu verrotten, und wird meist aus Erdöl gemacht. Davon gibt es auf der Erde nur noch wenige Vorräte. Weltweit arbeiten Forscherinnen und Forscher daher an Rezepten für umweltfreundliches Bioplastik. Sie verwenden nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Stroh, Holzspäne oder Orangenschalen. Probiere es selber aus!

Du brauchst:

Werkzeuge:

- Waage und Messbecher
- Topf (einer, der schmutzig werden darf)
- Kochlöffel und Teigspatel
- Glasscheibe (zum Beispiel aus einem Bilderrahmen in DIN-A4-Größe)
- Backpapier
- Schere oder Cuttermesser
- Nähgarn und Nähnadel
- Ösenzange und Ösen

Zutaten:

- 75 g Maisstärke
- 400 ml Wasser
- 10 ml Essigessenz
- 25 ml Glycerin (aus der Apotheke)
- 5 g Gelatine (Blätter oder Pulver)
- 1 Teelöffel Kurkuma (für die Farbe)

Außerdem ein wenig Geduld, weil die Masse ein paar Tage trocknen muss.

So geht's:



1 Gib alle Zutaten in den Topf, stell ihn auf den Herd und erhitze die Mischung auf mittlerer Stufe. Rühre vorsichtig um, bis eine dickflüssige Masse ohne Klümpchen entsteht. Dann nimm den Topf vom Herd.



2 Leg Backpapier unter die Glasscheibe. Vorsicht: Die Kanten könnten scharf sein! Streiche nun mit dem Teigspatel nach und nach die warme Bioplastikmasse auf die Platte. Versuche eine möglichst dünne, gleichmäßige Schicht zu erzeugen. Du musst dich etwas beeilen, da die Masse beim Abkühlen schnell klumpt.

3 Lege die bestrichene Glasscheibe an einen warmen, trockenen Ort, aber nicht direkt auf eine Heizung! Sonst trocknet der Biokunststoff zu schnell und wird brüchig. Nach zwei bis drei Tagen sollte die Masse durchgetrocknet sein. Prüfe, ob die Oberfläche trocken ist, und löse dann den Biokunststoff vorsichtig von der Glasscheibe. Entstanden ist eine flexible, durchsichtige Folie, aus der du alles Mögliche basteln kannst.



Für den Schlüsselanhänger schneide einen Streifen von 3 cm x 20 cm aus der Folie und falte ihn in der Mitte. Lege die beiden Kanten aufeinander und fixiere sie mit zwei Ösen. Nun kannst du Schlüsselringe auffädeln.



Für die Geldbörse schneide ein Stück Folie in der Größe 12 cm x 18 cm zu. Falte es zweimal, so dass drei gleich große Rechtecke entstehen. Klappe zwei Rechtecke übereinander und nähe die Kanten mit Nadel und Faden zusammen. Schneide das überstehende Rechteck zu einem Dreieck.

5



6 Falls du Bioplastik übrig hast, kannst du ihn in der Biomülltonne oder auf dem Kompost entsorgen.

Für Fortgeschrittene:

Mit unserem Bioplastik-Rezept kann man prima herumexperimentieren. Statt Kurkuma kannst du die Masse auch mit anderen Zutaten färben, zum Beispiel mit Kaffeesatz oder dem Saft von roter Bete. Wenn du die Gelatine weglässt, wird die Masse dünnflüssiger. Dann kannst du ein Stück Stoff damit tränken und zum Beispiel eine Schüssel einschlagen. Wenn der Stoff durchgetrocknet ist, behält er die Form der Schüssel. Oder du gibst die Masse (ohne Gelatine) mit Altpapierschnipseln in einen Mixer. Dabei entsteht eine Art Knete, aus der du alles Mögliche formen kannst.

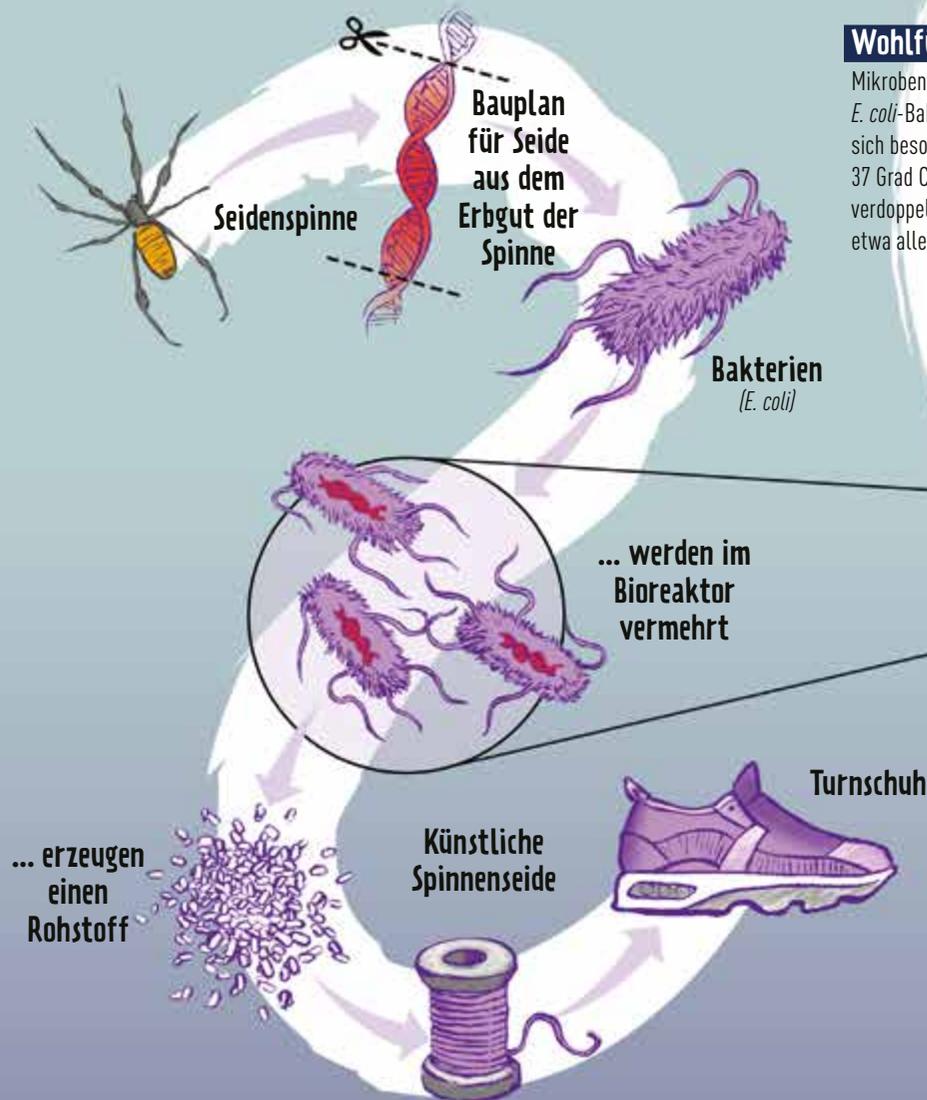
Weitere Anregungen findest du hier:
www.mifactori.de/bioplastik

WIE FUNKTIONIERT EIN BIOREAKTOR?

Ob Turnschuh oder Medizin: Mikroben sind wie Mini-Fabriken, die ganz unterschiedliche Dinge herstellen können. Gezüchtet werden die Winzlinge im Bioreaktor – und leben dort wie im Schlaraffenland.

KÜNSTLICHE SPINNENSEIDE

Spinnenseide ist leicht, dehnbar und super reißfest – ein perfektes Material für Turnschuhe. Leider lassen sich Seidenspinnen nicht gut züchten. Bakterien dagegen schon. Wenn man ihnen den Seidenbauplan aus der Spinne einpflanzt, stellen sie einen Rohstoff her, aus dem Biotechnologen einen dünnen Faden spinnen können. Aus dem Garn kann man dann Schuhe, Jacken oder Sitze für Flugzeuge machen.



RÜHRREAKTOR

In einen solchen Tank passen 50 bis 1,5 Mio. Liter Flüssigkeit.

Futter ohne Ende

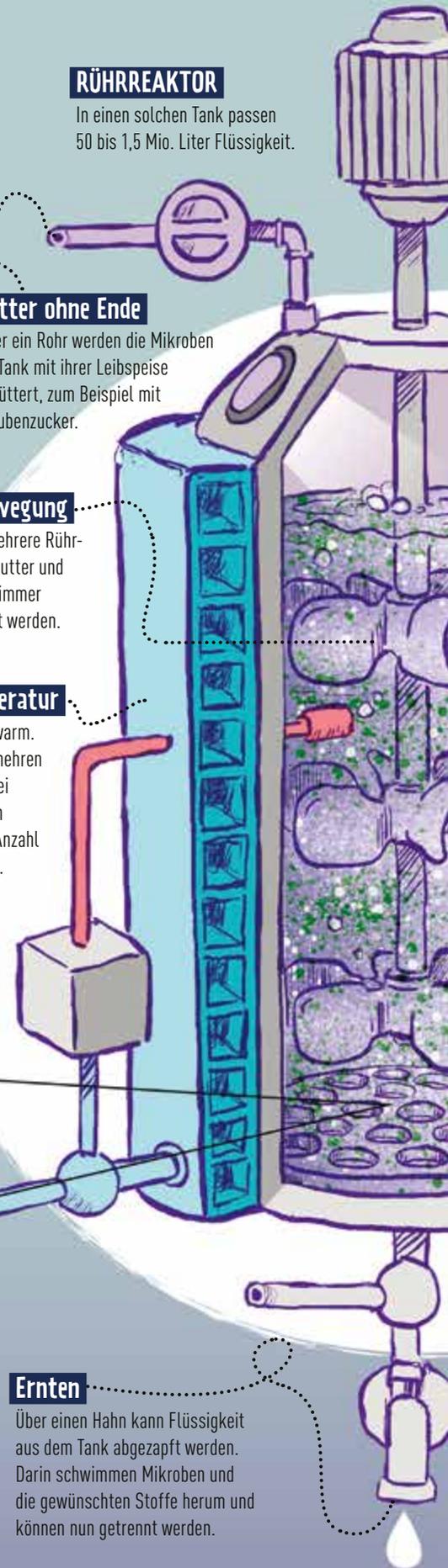
Über ein Rohr werden die Mikroben im Tank mit ihrer Leibspeise gefüttert, zum Beispiel mit Traubenzucker.

Immer in Bewegung

Ein Motor treibt mehrere Rührblätter an, damit Futter und Mikroben im Tank immer schön durchmischt werden.

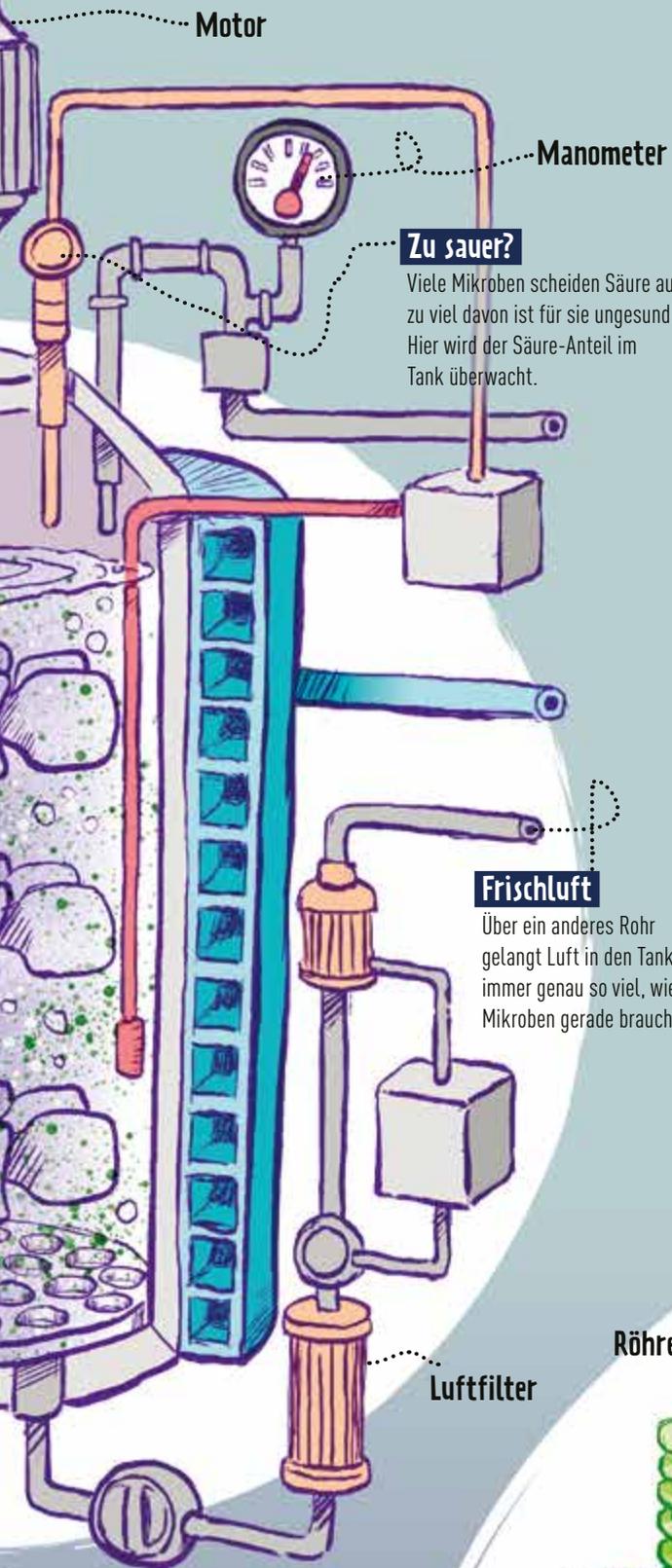
Wohlfühltemperatur

Mikroben mögen es warm. *E. coli*-Bakterien vermehren sich besonders gut bei 37 Grad Celsius, dann verdoppelt sich ihre Anzahl etwa alle 20 Minuten.



Ernten

Über einen Hahn kann Flüssigkeit aus dem Tank abgezapft werden. Darin schwimmen Mikroben und die gewünschten Stoffe herum und können nun getrennt werden.



Motor

Manometer

Zu sauer?

Viele Mikroben scheiden Säure aus, zu viel davon ist für sie ungesund. Hier wird der Säure-Anteil im Tank überwacht.

Frischluff

Über ein anderes Rohr gelangt Luft in den Tank, immer genau so viel, wie die Mikroben gerade brauchen.

Luftfilter

Röhrenreaktor

AUS HEFE WIRD MEDIZIN

Hefen sind einzellige Pilze, wie Bakterien kann man ihnen Baupläne einpflanzen. Etwa für den Stoff Insulin aus dem Erbgut von gesunden Menschen. Daraus wird dann Medizin für Menschen mit der Krankheit Diabetes.



Hefe
(*Saccharomyces cerevisiae*)



Spritzen für Diabetiker

AUS SCHIMMEL WIRD LIMO

Wenn man Schimmelpilze in saurem Wasser züchtet und ihnen viel Zucker zu fressen gibt, stellen sie Zitronensäure her. Das ist viel günstiger, als den Saft aus Zitronen zu pressen. Aus der Säure kann man Limonade machen oder auch Putzmittel.



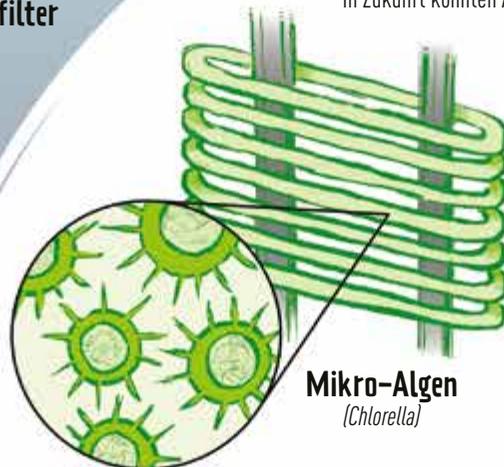
Schimmelpilz
(*Aspergillus niger*)



Limonade

AUS ALGEN WIRD TREIBSTOFF?

Mikro-Algen brauchen Licht zum Wachsen, deshalb werden sie in durchsichtigen Röhrenreaktoren gezüchtet. Sie sind sehr nahrhaft und stecken zum Beispiel in Vitamintabletten. Forscher versuchen außerdem, Treibstoff aus ihnen zu machen. In Zukunft könnten Autos und Flugzeuge mit Algensprit betankt werden.



Mikro-Algen
(*Chlorella*)



Bio-Diesel

Mit den Menschen um die Welt:

Da wir alle viel unterwegs sind, macht das die Verbreitung von Viren einfach.

VIRUS AUF WELTREISE

Eine ansteckende Krankheit breitet sich aus und schreckt in vielen Ländern die Menschen auf: Das neue Coronavirus stellt weltweit das Leben auf den Kopf. Was steckt hinter solchen Krankheitswellen?

Rund und mit einem Kranz aus Stacheln besetzt:

So sehen Coronaviren stark vergrößert aus. Wegen dieses Aussehens haben sie ihren Namen bekommen. Denn Corona ist Lateinisch und bedeutet Kranz oder Krone. Mit den Stacheln dockt das Virus an Zellen im Menschen an.



1. Was sind Viren?

Wie Bakterien können Viren Krankheiten verursachen. Viren sind dabei noch winziger und nur mit Spezialmikroskopen überhaupt zu sehen. Das Besondere: Sie sind keine wirklichen Lebewesen, denn sie können sich alleine nicht vermehren. Sie brauchen dazu andere Zellen – zum Beispiel von Tieren oder Menschen. In solche Zellen dringt das Virus ein und zwingt sie, immer neue Virusteilchen herzustellen. Schließlich platzt die Zelle auf und es werden jede Menge neue Viren frei, die weitere Zellen befallen können.

2. Was steckt hinter Corona?

Covid-19, wie die Krankheit von Fachleuten genannt wird, tauchte im Winter 2019 erstmals in China auf und wird von einem ganz neuen Virus verursacht. Es gehört zur Familie der Coronaviren, aus der einige Vertreter schon lange bekannt sind. Manche von ihnen können zum Beispiel harmlose Erkältungen oder Durchfall auslösen. Auch das neue Virus sorgt oft nur für Husten und Fieber. Manche Menschen bekommen aber auch eine gefährliche Lungenentzündung, die tödlich sein kann. Bekannte Medikamente helfen kaum gegen Covid-19. Kinder erkranken meist leichter.

Gründlich einseifen:

Händewaschen ist das beste Mittel gegen die Viren. Wichtig: Fingernägel und Handrücken nicht vergessen.

forscher Checkerwissen

Wenn eine Krankheit in einem Land oder in wenigen nah beieinander liegenden Ländern ausbricht, sprechen Fachleute von einer Epidemie. Breitet sich die Krankheit auf mehreren Kontinenten gleichzeitig aus, wird das dagegen Pandemie genannt. Die griechische Silbe *pan* steht für *alles*.

3. Woher kommen neue Krankheiten?

Niemand weiß, wie viele Viren es gibt, die Menschen krank machen können. Klar ist aber: Immer mal wieder kommt ein neues hinzu. Das liegt an der Evolution – also der Tatsache, dass sich Lebewesen ständig verändern und entwickeln. Das tun auch Viren. Die Veränderungen sind meist nur klein und fallen nicht weiter auf. Manchmal aber verhelfen sie einem Erreger zu einer neuen Eigenschaft. So kann es passieren, dass ein Virus aus einem Tier plötzlich auch menschliche Zellen befallen kann. Niemand kann das verhindern, es gehört sozusagen zur Natur dazu.

Stachel

4. Was haben Tiere damit zu tun?

Auch Tiere tragen Krankheitserreger in sich. Manche davon sind sehr spezialisiert. Sie befallen zum Beispiel nur Vögel oder nur Reptilien wie Schlangen – aber keine Säugetiere wie den Menschen. Aber das kann sich ändern. Neue Viren treten oft an Orten auf, wo Menschen eng mit Tieren zusammenleben. Das hat 2002 dazu geführt, dass in China ein anderes Coronavirus auftauchte, das die Lungenkrankheit SARS auslöst. Fachleute vermuten, dass es aus einer Wildkatzenart stammte. Diese Tiere werden in manchen Gegenden in China gegessen.

5. Wie breiten sich Krankheiten über die ganze Welt aus?

Wenn eine Krankheit leicht von Mensch zu Mensch übertragbar ist, kann ein einziger Kranker viele Gesunde anstecken. Und diese geben die Krankheit dann ebenfalls weiter. Besonders leicht gelingt eine solche Ausbreitung an Orten, wo viele Menschen zusammenkommen: auf Konzerten oder Fußballspielen, aber auch in der Schule, am Arbeitsplatz oder in Bussen und Bahnen. Wenn angesteckte Menschen verreisen, kann es passieren, dass sie den Erreger von einem Land ins nächste mitnehmen. Mit Flugzeugen reisen Viren blitzschnell um die ganze Welt.

6. Wie können Forschende helfen?

Nicht nur Reisen geht heute blitzschnell. Auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können über das Internet weltweit zusammenarbeiten. Tritt eine neue Seuche auf, machen sich viele tausend Fachleute auf der ganzen Welt daran, ihr auf die Spur zu kommen. Einige untersuchen das Erbgut des Virus. So lässt sich auch herausfinden, wie der Erreger menschliche Zellen austrickst und in ihr Inneres gelangt. Andere beginnen, einen Impfstoff zu entwickeln, der vielleicht eines Tages vor der Krankheit schützen kann. Ärztinnen und Ärzte untersuchen, welche Medikamente Kranken am besten helfen. Bis man alle Einzelheiten über ein neues Virus kennt, dauert es aber oft viele Monate oder länger. Es ist ein Wettlauf gegen Winzlinge.

Dicht an dicht:

Wo viele Menschen eng zusammenleben, haben es ansteckende Krankheiten oft leicht, sich auszubreiten.



Na, wie hat dir das Heft gefallen?

Ich hoffe, du hattest Spaß beim Lesen. Vielleicht hast du ja sogar etwas erfahren, was du noch nicht wusstest. Besonders beeindruckt hat mich die Infografik über Bioreaktoren: Zitronensäure aus Schimmelpilzen, Spinnenseide aus Bakterien? Wer hätte das gedacht. Ich bin gespannt, was Forscherinnen und Forscher in Zukunft noch alles aus Mikroben herauskitzeln werden. Denn bisher ist nur ein winziger Teil des Mikrokosmos überhaupt entdeckt und verstanden. Jeden Tag werden neue Mikrobenarten gefunden, da warten sicher noch viele Überraschungen auf uns.

Strom aus Bakterien, Treibstoff aus Algen – das sind tolle Beispiele für das Motto des diesjährigen Wissenschaftsjahres, denn 2020 ist das Jahr

der Bioökonomie. Gemeint ist die Idee, unsere Wirtschaft (Ökonomie) nachhaltiger und lebendiger zu machen („Bio“ kommt vom griechischen *bíos* und bedeutet Leben). Wäre es nicht wunderbar, wenn alles, was wir kaufen und verbrauchen, aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt würde? Dann müssten wir bald keine Kohle, kein Erdöl und keine Metalle mehr aus dem Boden holen. Das wäre gut für die Umwelt und für das Klima.

Weniger wegwerfen – auch das ist Bioökonomie. In der Natur gibt es keinen Müll, alles wird verwertet. Selbst Kuhfladen und Pferdeäpfel dienen manchen Insekten und Mikroben als Nahrung. Forscherinnen und Forscher lassen sich von solchen natürlichen Kreisläufen inspirieren und tüfteln an Produkten, die aus



Reststoffen hergestellt werden: Taschen aus Obstschalen, Geschirr aus Kaffeesatz, Plastik aus Holzspänen. Was uns sonst noch alles in der Zukunft erwartet, davon liest du im nächsten *forscher*-Magazin.

Alles Gute bis dahin.

Anja Karliczek

Anja Karliczek

Mitglied des Deutschen Bundestages
Bundesministerin für Bildung und Forschung

EINE INITIATIVE VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

HEFTBESTELLUNGEN

Publikationsversand der Bundesregierung
Postfach 48 10 09, 18132 Rostock
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
Internet: bmbf.de
oder per
Tel.: 030 18 272 272 1
Fax: 030 18 10 272 272 1



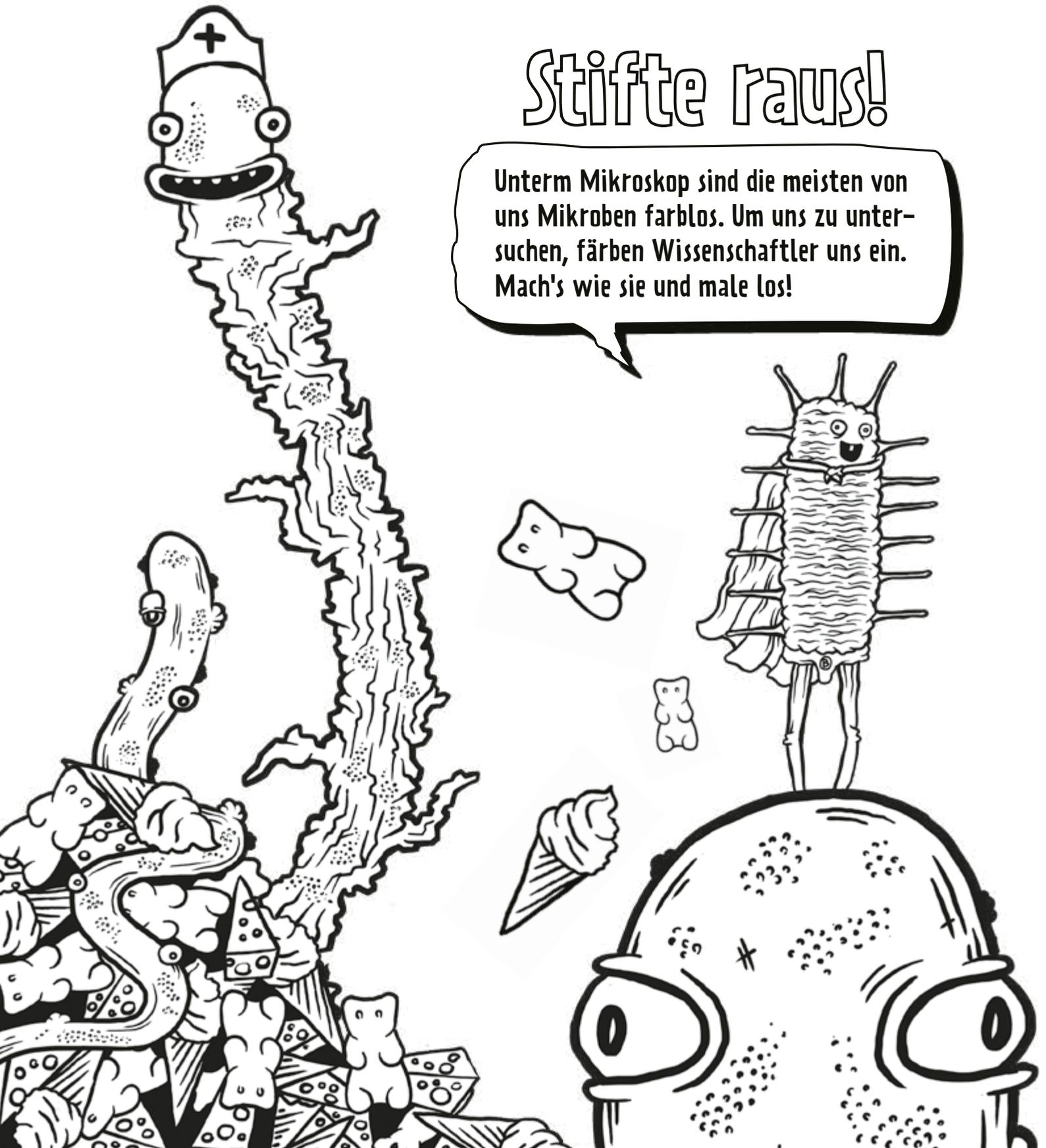
Der Vertrieb von *forscher* wird unter anderem unterstützt von



Bim & Boom Kinderspielland | Meereszentrum Fehmarn | Kurbetrieb Dahme | Fitolino | Niedersächsische Landesmuseen | Deutsches Jugendherbergswerk | Deutsches Elektronen-Synchrotron | Zoo Leipzig | Explo Heidelberg | Europarc Deutschland | Tafel e.V. | Deutsches Meeresmuseum | Flughafen Nürnberg | Heidewitzka | Hochschule Trier | Hohwacher Bucht Touristik | Humboldt-Universität zu Berlin | Schiffbau- und Schifffahrtsmuseum Rostock | Kurverwaltung Langeoog | Ozeaneum Stralsund | Phänomenta | Piratenland Neuwied | Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden | Zoo Dresden | Zoo Salzburg

Stifte raus!

Unterm Mikroskop sind die meisten von uns Mikroben farblos. Um uns zu untersuchen, färben Wissenschaftler uns ein. Mach's wie sie und male los!



Auflösung zu „Stimmt's oder Stimmt's nicht?": Die Meldung über die tanzenden Pflanzen ist ausgedacht.

Auflösung zu „10 Rätsel“: 1: der 4. Schlüssel, von der Hand gegen Uhrzeigerrichtung gesehen; 2: Kugel auf Hut, Augen, Bart, Fingeranzahl, Fußstellung; 3: der Mittlere; 4: 1. Pilot und Frau rechts unten, 2. die Zwillinge, 3. Mann mit den Schlüsseln und Frau mit der Lupe am Baum, 4. Junge am Schlauch, 5. Mann mit dem Schmetterlingsbuch und Mann im Baumhaus; 5: Schmetterling auf dem Baumhaus-Dach; 6: hinter dem linken Haus unterm Dach, links neben den Schläuchen, zwei hinter dem kleineren Baum in der Mitte, vor dem Stamm des großen Baums, vor dem Baumhaus auf dem Ast, hinter dem Baumhaus rechts unten; 7: acht; 8: die Wolke ganz links und die in der Mitte der Doppelseite (links vom Ast); 9: Blume rechts oben; 10: der Pinguin