

Das Magazin für NEUGIERIGE forscher

SPEZIAL



Lebendig,
fruchtbar, bedroht

Unser Boden-Schatz

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2020|21

BIOÖKONOMIE

HEREINSPAZIERT!

Hast du einmal ein kleines Loch im Garten oder im Wald gegraben? Und darin Regenwürmer, Ameisen oder kleine Käfer gefunden? Oder eine Eichel, die schon gekeimt ist? Ich finde es faszinierend, was alles in unserem Boden steckt. Und was er hervorbringt: von Gänseblümchen bis zu mächtigen Eichen, von Kartoffeln bis zu Wassermelonen, von Weizen bis Reis. Die Böden der Erde ernähren heute fast acht Milliarden Menschen. Warum das auch Herausforderungen mit sich bringt und welche Ideen Forscher:innen und Fachleute in der Landwirtschaft haben, um Böden zu schützen – das erfährst du in der Titelgeschichte ab Seite 2. Weiter hinten führt dich der faszinierende Weg zum Grund der Ostsee und zum roten Sand auf dem Mars. Und in der Heftmitte findest du ein Ausklapp-Poster zum Raustrennen.

Außerdem im Heft: ein Luftbild von einem Braunkohle-Tagebau und ein Foto der niedlichsten Assel der Welt. Wir zeigen faszinierende Fossilien und geben dir eine Entschlüsselungs-Hilfe für Schilder zu unterirdischen Leitungen in der Stadt. Und natürlich findest du noch viele andere Geschichten, Bilder und Rätsel, die zeigen, wie viel Spannendes es in unserer Welt zu entdecken gibt – in ganz kleinen Dingen direkt vor unseren Augen genauso wie in großen in weiter Ferne.

Viel Spaß beim Lesen wünscht dir

Anja Karliczek

Mitglied des Deutschen Bundestages,
Bundesministerin für Bildung und
Forschung



Mit Poster!

In der Heftmitte findest
du ein Ausklapp-Poster.

Um es herauszulösen,
biegst du die Heftklam-
mern vorsichtig auf – und
danach wieder zu.



Seite **8** Stimmt's oder stimmt's nicht?

Der Tod bringt Leben

Seite **10**

Unter **Poster** unseren Füßen



Seite **12** Expedition Erdreich



Seite **14** Fantastische Fossilien



Starkes Bild
Seite **16** Im Tagebau



Experiment
Seite **24** Warum ist der Mars rot?

Rätsel
Seite **25** Im Schilderwald



Entdeckst du die Forscherausrüstung?

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



Impressum

HERAUSGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Projektteam Wissenschaftsjahr 2020|21 – Bioökonomie, 10117 Berlin **IDEE, REDAKTION UND GESTALTUNG:** Büro Wissenschaftskommunikation/DLR PT, familie redlich AG Agentur für Marken und Kommunikation/KOMPAKTMEDIEN Agentur für Kommunikation GmbH **REDAKTIONELLE KONZEPTION UND UMSETZUNG:** Magdalena Hamm; Susan Schädlich, **WISSEN FÜR KINDER**, mit Unterstützung von Anja Garms, Bernd Eberhart, Joachim Retzbach, Angelika Rusche-Göllnitz, Michael Stang **BILDNACHWEISE:** BMBF/Laurence Chaperon (U2); Bruno Glaser/Martin Luther University Halle-Wittenberg (S6); drbyos (S9); Ed Thorpe (S21); eLife 2016; 5:e19568, Masao et.al (S15); F. Reebig (U2); Georg Oleschinski/ Uni Bonn (S14); Georgia Tech (S9); Getty: Print Collector (S14); Heiko Bellmann (S10); Helga Bork (S5); IOW, Jörn Kurth (S19); IOW, K. Beck (S19); Luise Ohmann (S12); NASA (S22–23); NASA/JPL-Caltech (S22); picture allcance (S8); PNAS (S14); Ronny Rößler/Museum für Naturkunde, Chemnitz (S14); Shutterstock: AstroVed.com (S3), Bokehboo Studios (S25), Guillermo Guerao Serra (S15), skippy666 (S20); Simone Riehl (S3); SJADES (S21); Stock.Adobe.com: Aayam 4D (S9), Alexander (S9), Anna (S20), Bezvershenko (U2, S23), Björn Wylezich (S9), Bumann (S25), damedias (S22–23), Dariia (S20), detailfoto (S25), Elena (S7), focus finder (S25), Gewoldi (S25), Glaser (S25), ian (S21), Igor (S13), intueri (S14–15), ivector (S22–23), Kate Macate (U2), Klaus Eppele (S21), Komarov Dmitriy (U1), Kyle Selcer (S11), lesniewski (S19), MahmudulHassan (S24), mariaassorova (S13), marina_ua (U2), Matthias (S25), Natali Snailcat (U2, S18–19), nsit0108 (U2), Pixel-Shot (S8), puruan (S20), R.M. Nunes (S6), Rainer Fuhrmann (S7), Ruckszio (S20), shooarts (S20–21), SpicyTruffel (S22), Taras (S20), tynrud (S3), ub-foto (S14), Victor (S11), WildMedia (S11), Wirestock (S15), wuttichok (S1), yingko (S15), yustus (S1), zcy (S8), Олександр Луценко (S25), Светлана Крывада (S24); Susan Schädlich (S24); Thünen Institut, M. Welling (S7); Tom Hegen (S16–17); Universität Rostock, G.Niedzwiedz: (S18–19); Verena Winiwarter (S4); Weltacker / Zukunftsstiftung Landwirtschaft (S7) **ILLUSTRATION:** Christoph Hoppenbrock (Poster); Cyprian Lothringer (S. 2–5); Maisa Nicola (U4) **Druck:** Bonifatius GmbH **STAND:** April 2021

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.

UNSER BODEN-SCHATZ

Fruchtbarer Boden ist wertvoller als alle Reichtümer dieser Welt. Menschen nutzen ihn seit vielen Tausend Jahren. Dabei wurde der Boden an vielen Orten leider ziemlich zerstört. Weil Boden lebt und sich nur sehr langsam neu bildet, müssen wir ihn gut schützen.

Regenwürmer ausbuddeln, Mohrrüben ernten oder Balkonkästen bepflanzen: Wann hast du zuletzt mit den Fingern in der Erde gegraben? Erinnerst du dich daran, wie der Boden roch und wie er sich angefühlt hat – krümelig, klebrig oder matschig? Wusstest du, dass du in diesem Moment einen der größten Schätze in deinen Händen hattest? Kein Scherz!

Boden ist viel wertvoller als alles Gold und alle Diamanten zusammen. Und niemand kann diesen Wert auch nur annähernd in Geld ausdrücken. Denn Boden ist neben Sauerstoff und sauberem Wasser die Grundlage fast allen Lebens auf der Erde – auch für uns Menschen. Aus dem Boden kommt der größte Teil unserer Nahrungsmittel. Auch das Futter für Tiere, deren Milch oder Fleisch viele Menschen verspeisen, wächst auf Wiesen und Ackerflächen. →

Was ist Boden?

Wenn wir von Boden sprechen, ist damit im engeren Sinn nur die oberste Schicht unter unseren Füßen gemeint. Manchmal misst sie nur wenige Zentimeter, manchmal ist sie mehrere Meter mächtig.

Auflage

Reste von Pflanzen und Tierkot liegen zuoberst. Je tiefer man kommt, desto mehr zersetzt sind diese.

Oberboden

Hier gibt es Nährstoffe zuhauf und Bodenorganismen wie Bakterien und Pilze tummeln sich. Samen keimen in dieser Schicht, und viele Wurzeln bilden hier dichte Netze.

Unterboden

In ihm finden sich viele Minerale, die Pflanzen mit ihren Wurzeln herausziehen. Auch Wasser für trockenere Zeiten ist hier gespeichert.

Untergrund

Zuunterst liegt das Ausgangsgestein, aus dem sich der Boden darüber gebildet hat. Das passiert, weil das Gestein über Jahrhunderte hinweg von Frost und Hitze zerkleinert und von Wasser und Säuren zersetzt wird.





„Fruchtbarer Halbmond“

Diesen Namen bekam das Gebiet auf der Karte. Erkennst du die Halbmondform? Hier erfanden die Menschen die Landwirtschaft. Ein Grund: Die Böden in der Gegend waren sehr gut, weil es im Winter regnete und zwei große Flüsse bei ihren regelmäßigen Überflutungen immer wieder fruchtbaren Boden anschwemmten. Damit du dich zurecht findest, haben wir in der Karte Ländergrenzen und Städte von heute eingezeichnet.

Lange Zeit ernährten sich die Menschen von Wurzeln, Früchten und Nüssen, die sie sammelten, und Wildtieren, die sie jagten. Dabei zogen sie mit ihrer Nahrung mit und legten oft größere Strecken zurück. Aber vor fast 12.000 Jahren ließen sich einige Menschen etwas Neues einfallen: Sie kümmerten sich gezielt um Gräser, deren Ähren besonders viele Körner trugen. Sie begannen, die Böden zu bearbeiten, Unkräuter zu beseitigen und darauf das Getreide anzubauen. Indem sie gezielt stabile Ähren auswählten, wurden die wilden und brüchigen allmählich seltener. Die stabilen Ähren blieben und wurden unseren heutigen Getreidesorten ähnlich. Die Menschen zähmten Wildtiere. Sie hielten Schafe, Ziegen, Rinder und Hunde und bekamen damit auch regelmäßig Fleisch und Milch.

„Die Entstehung des Getreideanbaus war einer der bedeutendsten Prozesse der Menschheitsgeschichte. Ohne fruchtbaren Boden wäre er unmöglich gewesen.“



Simone Riehl

ist Umweltarchäologin bei der Senckenberg Gesellschaft und hat im Iran 11.500 Jahre alte Getreidekörner ausgegraben.

Die Menschen entwickelten die Landwirtschaft – in verschiedenen Gebieten im Südwesten Asiens (siehe Karte). In der Gegend gab es damals ausgedehnte Grasländer mit sehr fruchtbaren Böden, auf denen Wildgetreide, aber auch Erbsen und Linsen gediehen.

Alles wird anders

In Europa entwickelte sich die Landwirtschaft viele Tausend Jahre später. In Süddeutschland gab es ersten Ackerbau vor etwa 7.500 Jahren, in Norddeutschland vor 6.000 Jahren. Egal, wann er geschah – der Übergang zur Landwirtschaft war ein enorm bedeutender Schritt in der Geschichte der Menschheit.

Manche bezeichnen ihn daher als Revolution. Denn mit der Bodennutzung veränderte sich alles: Die Menschen konnten sesshaft werden und längere Zeit an einem Ort leben. Wenige Menschen konnten viel Nahrung produzieren. Die Bevölkerung wuchs – und mit ihr die Siedlungen. Erste Städte entstanden und wurden zu Zentren bedeutender Kulturen. Mit der Erfindung der Landwirtschaft wurden die Menschen abhängig vom Boden. Zugleich begannen sie damit, massiv in die Böden einzugreifen und sie zu verändern – nicht ohne Folgen.

→

Heilige Mutter Erde

Wie wichtig Boden – oder eigentlich die ganze Natur – für Menschen war, sieht man auch im Glauben: In vielen Religionen gibt es Göttinnen, die für die fruchtbare Erde stehen. In der vedischen Religion Indiens ist die Göttin Prthvi die Mutter Erde. Bei den alten Griechen war das Gaia. Sie wurden angebetet, man brachte ihnen Opfer, um sie gütig zu stimmen. In China war der Boden selbst heilig.



„Die Geschichte zeigt: Bevor Kohle, Öl und damit Kunstdünger eingeführt wurden, haben viele Kulturen ihre Böden besser behandelt als heute. Denn nur wer Böden fruchtbar weitergeben konnte, machte seinen Kindern ein gutes Leben möglich.“



Verena Winiwarter

forscht an der Uni Wien in Österreich zu Umweltgeschichte.

Der Schatz in Gefahr

Fruchtbarer Boden konnte Nahrung für viele Menschen liefern. Ging alles gut, erwirtschafteten Bauern auf ihren Äckern ausreichend Essen für ganze Dörfer oder Städte. Doch wenn eine Wasserflut die Felder wegspülte oder Dürren mehrere Ernten verdorren ließen, bedeutete das für die Menschen eine Hungerkatastrophe.

In der Geschichte gingen mehrere Reiche auch deswegen unter, weil ihre Ackerböden zerstört oder unfruchtbar wurden. Staaten stürzten in Krisen. So trugen häufige Dürreperioden in Teilen Afrikas wohl auch zum Ende des alten Pharaonenreichs in Ägypten bei. Neben Naturkatastrophen gibt es zwei weitere große Probleme, die den Boden seit Jahrtausenden immer mehr in Gefahr bringen.

Boden verschwindet

Das erste Problem wird bei Fluten oder Schlammlawinen dramatisch sichtbar: Boden verschwindet, weil er von Wind oder Wasser davongetragen wird. Zwar lagert dieser Boden sich anderswo wieder ab, ein Teil wird auch ins Meer gespült. Für die Felder, von denen er stammt, ist er verloren.

Wenn Boden weggetragen wird, sprechen Fachleute von Erosion. Sie kommt in der Natur immer vor. Aber besonders stark ist sie, wenn etwa Äcker an Hängen falsch genutzt werden. Oder wenn Böden sozusagen nackt daliegen, ohne dass eine dichte Pflanzendecke sie stabilisiert. Oft verschwinden die Böden kaum wahrnehmbar langsam. Jedes Jahr tragen starke Regen oder Stürme ein paar Millimeter davon. Das klingt erstmal vielleicht nicht schlimm. Aber wenn Boden erst einmal abgetragen wurde, ist es zu spät. Denn er kommt selbst im Laufe vieler Menschenleben nicht wieder. Man könnte auch sagen: Weg ist weg.

Das Nährstoff-Problem

Das zweite Problem ist weniger sichtbar. Es betrifft jede Handvoll eines Bodens. Ist er gesund, enthält er eine Masse kleinster Lebewesen und viele Nährstoffe. Dazu gehören Kalium, Stickstoff, Phosphor und viele andere Substanzen. Jede Pflanze zieht einige davon durch ihre Wurzeln aus dem Boden heraus, um wachsen



Immer im Kreis

Wenn eine Pflanze wächst, zieht sie Nährstoffe aus dem Boden. Frisst ein Tier diese Pflanze, gelangen die Nährstoffe in das Tier. Doch der Boden bekommt sie zurück. Jedes Blatt, das auf den Boden fällt, wird dort wieder zu fruchtbarer Erde. Tiere düngen den Untergrund mit ihrem Kot und Urin. Und wenn sie sterben, gehen eine Menge Nährstoffe zurück in den Boden. (→ Mehr dazu, wie Tiere verwesen, kannst du auf Seite 10/11 lesen.)

zu können. In der Natur ist das kein Problem, denn die Nährstoffe kommen in einem großen Kreislauf zurück in den Boden, wenn die Pflanze abstirbt oder wenn Tiere sie mit ihrem Kot ausscheiden.

„Wir müssen die Böden schützen. Wenn sie erstmal zerstört sind, sind sie für alle Zeit verloren. Das kann man nicht mehr reparieren.“



Hans-Rudolf Bork
arbeitet als Umwelt- und
Bodenwissenschaftler
an der Uni Kiel.

Essen für Milliarden Menschen

Mischt sich der Mensch ein, sieht das schnell anders aus: Dann nehmen Menschen und ihre Nutztiere die Nährstoffe aus den Böden auf. Geben sie sie nicht zurück, werden die Böden unfruchtbar. Im schlimmsten Fall wächst dann kaum noch etwas auf ihnen.

Vor vielen Jahrhunderten zogen manche Dörfer deswegen regelmäßig um. Hatten die Menschen die Böden durch den Anbau und die Nutzung von Pflanzen ausgelaugt, ließen sie sie zurück. Sie bauten ein paar Kilometer weiter ein neues Dorf auf, rodeten dort die Wälder und legten auf noch unbeschädigten Böden neue Äcker an.

Hatten die Menschen um ihre Dörfer viel Land und düngten sie ihre Äcker ausreichend mit Mist ihrer Tiere oder menschlichem Urin und Kot, dann konnten sie länger bleiben.

Bei Städten funktionierte dieses Zurückgeben weniger. Denn dort ernährten sich viel mehr Menschen von den Pflanzen und ihren Nährstoffen aus der weiteren Umgebung der Stadt. Aber Küchenabfälle, Urin und Kot landeten selten wieder auf dem Feld. Meist spülte Regenwasser sie in einen Fluss – und der brachte die Nährstoffe ins Meer.

Mit der Zeit mussten die Böden immer mehr Menschen ernähren. Denn die Bevölkerung wuchs enorm, ganz besonders in den vergangenen 100 Jahren. Lebten 1920 knapp zwei Milliarden Menschen auf der Erde, sind es heute fast acht Milliarden Menschen! Um immer mehr Nahrungsmittel anzubauen, wurden an vielen Orten Wälder und Moore zu Äckern und Weiden gemacht.

Vor gut 100 Jahren wurde künstlicher Dünger erfunden. Er wird in Fabriken hergestellt und kann mit Hilfe von Maschinen leicht auf Feldern verteilt werden. Mit Kunstdünger wurde es möglich, auf der gleichen Fläche viel mehr zu ernten. Heute holt ein Bauer ungefähr drei Mal so viel Getreide oder andere Früchte von seinem Feld wie zu der Zeit, als deine Großeltern Kinder waren.

Das klingt vielleicht gut. Aber unsere Ackerböden enthalten jetzt oft zu viele Nährstoffe. Und wenn diese in Flüsse, Seen und andere Lebensräume gelangen, können sie Pflanzen und Tieren schaden und unser Grundwasser verschmutzen.

Fachleuten auf der ganzen Welt ist seit langem klar, wie wichtig es ist, Böden und Umwelt zu schützen. Denn wie wir heute handeln, wirkt im Boden viele Tausend Jahre nach. Wie lange es dauert, bis neuer Boden entsteht, ist von Ort zu Ort komplett unterschiedlich. Aber ganz grob könnte man sagen: Damit sich ein Zentimeter Boden neu bildet, braucht es vielleicht 200 Jahre. Benötigen wir eine Handbreit neuen Boden, müssen wir bis zum Jahr 3020 oder noch viel länger warten.

Wie kann es gelingen, viele Menschen zu ernähren – und unseren Boden trotzdem so gut zu behandeln, dass er für die nächsten Generationen immer noch ein fruchtbarer Schatz bleibt? Einige Ideen dafür zeigt **forscher** dir auf der nächsten Seite.



forscher
Checkerwissen

Deckel drauf und Ende: Eine Menge Boden verschwindet heute auch, wenn Häuser oder Straßen gebaut werden. Fachleute sagen dazu: Der Boden wird versiegelt. In Deutschland passiert das in jeder Stunde mit der Fläche von der Größe eines Fußballfeldes. Das klingt nicht nach viel. Aber würde auf dieser Fläche Weizen angebaut, ließen sich damit pro Jahr mehr als 200.000 Brötchen backen!



SCHUTZ FÜR DEN SCHATZ

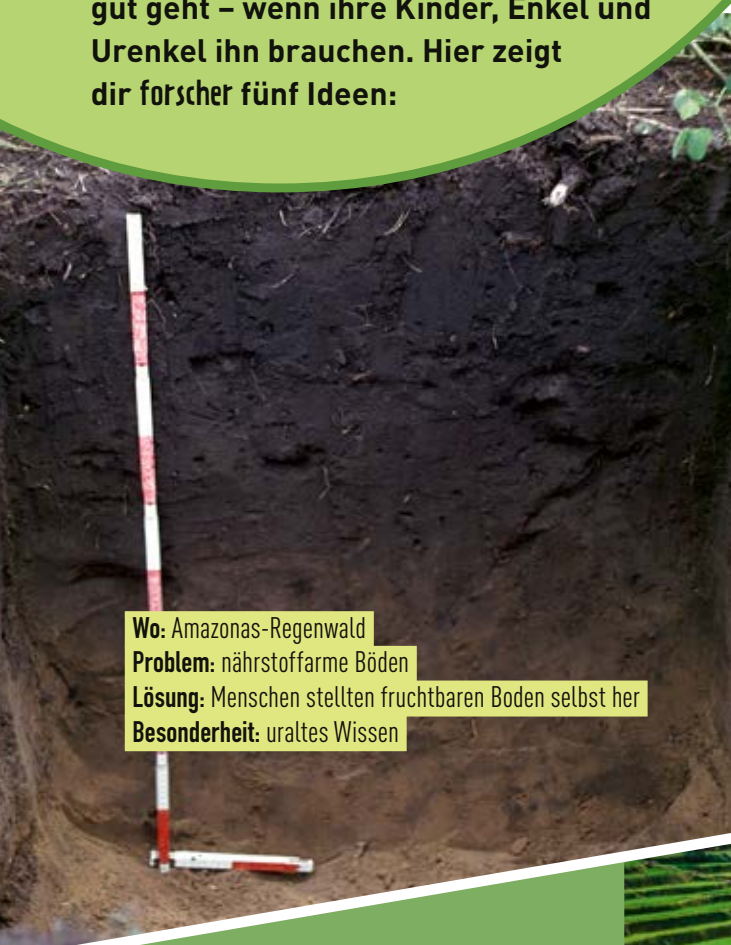
Wenn Menschen den Boden nutzen, dann müssen sie vorsichtig sein. Und das so tun, dass es dem Boden auch langfristig noch gut geht – wenn ihre Kinder, Enkel und Urenkel ihn brauchen. Hier zeigt dir forscher fünf Ideen:



Axel Don

arbeitet am Thünen Institut in Braunschweig. Er hat mit seinem Team auf mehr als 3.000 Äckern und Wiesen in ganz Deutschland Bodenkohlenstoff untersucht.

„Die Böden zu schützen – das ist auch für den Klimaschutz wichtig. Aus einem Hektar trockengelegtem Moor entweicht pro Jahr so viel CO₂, wie ein Auto ausstößt, wenn es fünf Mal um die ganze Erde fährt!“



Wo: Amazonas-Regenwald

Problem: nährstoffarme Böden

Lösung: Menschen stellten fruchtbaren Boden selbst her

Besonderheit: uraltes Wissen

Schwarzerde Amazoniens

Regenwald-Boden ist karg und für Felder total ungeeignet. Im Amazonas-Regenwald aber haben die Ureinwohner schon vor Hunderten Jahren selbst fruchtbaren Boden hergestellt. Sie gaben Küchenabfälle, Kot, Urin und Holzkohle auf den Boden rund um ihre Häuser. Bodenlebewesen verwandelten dies in wertvollen Humus. Wegen der Holzkohle bekam der Boden seine Farbe und seinen Namen: Terra preta, auf Deutsch schwarze Erde.

Leider verschwand dieses Wissen, als die Europäer vor rund 500 Jahren nach Südamerika kamen. Viele Ureinwohner starben in der Zeit – vor allem an Krankheiten, die die Europäer eingeschleppt hatten. Vor einigen Jahren entdeckten Forschende die Terra preta. Sie konnten zeigen, wie sie ausgelaugte Böden in Afrika wieder fruchtbarer macht, und untersuchen, wie sich das noch häufiger nutzen lässt.

Stufe für Stufe

Hänge lassen sich nur schwer beackern. Und wenn es regnet, wird der Boden fortgespült. Um das zu umgehen, haben Menschen den Terrassenlandbau erfunden. Dabei wird die Schräge in viele Stufen umgebaut. Schon vor mehreren Tausend Jahren legten die Menschen etwa in China oder im arabischen Raum so ihre Felder an. Die Technik wird noch heute genutzt, bei uns vor allem im Weinanbau. Das Foto zeigt Reisfelder auf den Philippinen in Asien.



Wo: überall auf der Welt

Problem: Regen spült Boden an Hängen weg

Lösung: Terrassen-Stufen bauen

Besonderheit: wurde überall auf der Welt erfunden

Neue Moore

Moorlandschaften trockenlegen und darauf Felder oder Weiden schaffen – das galt vor einigen Jahrzehnten als große Leistung, weil die Menschen damit neue Flächen für sich und ihre Tiere schafften. Vor allem in Norddeutschland wurde das gemacht. Deswegen sind heute die meisten Moore in Deutschland zerstört. Aber inzwischen wissen Forschende, dass Moorböden extrem wichtig für den Klimaschutz sind. Denn sie speichern Unmengen Kohlenstoff. Werden die Moore ausgetrocknet, wird er frei – und zu CO_2 , das das Klima der Erde aufheizt. Deswegen werden die Flächen an einigen Stellen wieder vernässt, damit neue Moore wachsen.

Wo: in Deutschland und vielen anderen Ländern
Problem: sind Moore trocken, wird massenhaft CO_2 frei
Lösung: ehemalige Moore wieder vernässen
Besonderheit: extrem wirksamer Klimaschutz



7

Weltacker

Dieses Feld ist genau 2.000 Quadratmeter groß und eine Art lebendes Museum. Es zeigt die Ackerfläche, die jedem Menschen zustünde, würden wir alle Ackerflächen der Welt gerecht aufteilen. Darauf könnte alles wachsen, um einen Menschen über das Jahr zu ernähren: Pflanzen zum Essen und als Futter für Tiere, deren Fleisch, Milch oder Eier der Mensch verzehrt. Außerdem Ölpflanzen für Biosprit und Baumwolle für seine Klamotten.

Der Weltacker soll auf ein Problem aufmerksam machen: In Wirklichkeit reicht für viele von uns diese Ackerfläche nicht aus. Deswegen werden dauernd irgendwo unberührte Natur und Wälder in Felder umgewandelt. Dabei wird der natürliche Boden verändert und oft zerstört. Eine Lösung liegt in unserem Essen: Würden wir alle weniger Fleisch und Milchprodukte verzehren, könnte das Ackerfläche sparen. Denn ein großer Teil wird gebraucht, um Futterpflanzen für die Tiere zu produzieren. Viel Fläche würde auch gespart, wenn wir nicht so viel Essen wegwerfen würden.

www.2000m2.eu

Wo: unter anderem in Berlin
Problem: In Europa brauchen Menschen zu viel Ackerfläche
Lösung: andere Ernährung – weniger Fleisch und Milchprodukte
Besonderheit: Über die Art, wie wir essen, können wir Boden schützen



Guter Kompost!

Kartoffelschalen, alte Teebeutel, welke Salatblätter: All das landet oft im Biomüll. Weil aber viele Leute auch Plastik oder Restmüll in die Tonnen werfen, wird ein großer Teil des Biomülls verbrannt. Dabei könnte aus ihm fruchtbarer Humus werden! Die gute Nachricht: Eigentlich kann jeder aus seinem Biomüll selbst Humus werden lassen. Mit einem Kompost. Wie man ihn anlegt, kann man in Büchern oder im Internet lesen. Wer selbst hergestellten Humus dann statt gekaufter Gartenerde in Balkonkästen füllt, schützt meist auch das Klima. Denn Gartenerde aus dem Baumarkt enthält oft Torf, für dessen Abbau Moore zerstört werden.



Wo: auf dem Balkon, im Innenhof oder Garten
Problem: Boden-Nährstoffe landen massenhaft im Müll
Lösung: Kompost anlegen
Besonderheit: kann fast jeder selbst machen

STIMMT'S ODER STIMMT'S NICHT?

Eine der Nachrichten aus der Forschung ist erfunden. Welche?



Putzen statt Bohren

Wenn der Zahnarzt ein Loch im Zahn entdeckt, heißt es normalerweise: bohren. Bald könnte diese unangenehme Behandlung überflüssig werden. Denn Forschende haben eine Zahncreme entwickelt, die kleine Löcher in den Zähnen einfach beim Putzen verschließt. Das geht so: Chemische Sensoren – eine Art Fühler – in der Creme erkennen selbständig die Stellen, an denen der Zahnschmelz von den Bakterien angegriffen ist. Antibakterielle Wirkstoffe töten die Bakterien rund um die beschädigte Stelle ab. Dann lagern sich spezielle Nanopartikel in die Löcher ein und verschließen sie dauerhaft. Noch kann man die Spezial-Zahnpasta nicht kaufen. Tests sollen nun zeigen, ob sie Karies bei Kindern und Erwachsenen genauso gut beseitigt wie der Bohrer.



Junge Forscherin

„Kid of the Year“ oder übersetzt „Jugendliche des Jahres“ – diesen Titel hat eine bekannte Zeitschrift Ende 2020 in den USA an Gitanjali Rao verliehen. Damit ehren die Leute von der Zeitschrift die 15-Jährige als besonderen Menschen, der die Welt zum Guten verändert. Gitanjali begeistert sich für Chemie, Biologie und Technik. Sie hat schon mehrere Dinge erfunden, unter anderem ein Gerät, das giftiges Blei in Trinkwasser bestimmt und einer App meldet. Außerdem hat sie eine App programmiert, die Mobbing im Internet erkennt. Die Auszeichnung ist doppelt besonders, denn es war das erste Mal, dass eine Jugendliche sie bekam. Wer Englisch kann, kann im Internet lesen, was Gitanjali so macht und schreibt. Sie hat Accounts bei vielen sozialen Netzwerken.

Robo-Faultier

Smiley-Mund, Kulleraugen und extrem langsame Bewegungen: So sieht ein Roboter-Faultier aus, das Techniker in den USA entwickelt haben. Es hängt kopfüber an einem Seil zwischen den Bäumen und fällt zunächst kaum auf. Und genau das ist spannend daran. Denn die Forscher wollen den Roboter nutzen, um bedrohte Tiere, etwa im Regenwald, über lange Zeiten zu beobachten. Dafür ist es wichtig, dass die Tiere sich nicht gestört fühlen. Weiterer Vorteil: Der Roboter benötigt genau wie das echte Faultier sehr wenig Energie. Er wird mit Solarenergie betrieben und sucht sich selbst ein sonniges Plätzchen, wenn seine Batterien aufgeladen werden müssen.



Außerirdische Edelsteine

Diamanten entstehen meist tief im Inneren der Erde. Aber auch im Weltraum sind die wertvollen Edelsteine vor Jahrmilliarden entstanden. Ein internationales Forschungsteam hat winzige dieser außerirdischen Diamanten in Meteoriten gefunden (also in Gestein), die aus dem Weltall auf der Erde gelandet sind. Jeder der Diamanten ist kleiner als ein Millimeter. Die Fachleute nehmen an, dass die Edelsteine bei dem Zusammenstoß von zwei Himmelskörpern entstanden sind, zum Beispiel von zwei Kleinplaneten.

Die Auflösung findet ihr auf Seite 25!

Schweinchen schlau



Minischweine sind schlauer als Hunde. Zumindest solche Schweine, die als Haustiere gehalten werden. Das hat eine Tierärztin aus Ungarn in einer Art tierischem Intelligenz-Wettbewerb herausgefunden. Sie versteckte Leckerbissen in Schachteln, die mal schwerer, mal leichter zu öffnen waren. Dann schaute sie zu, wie die Tiere sich anstellten. Ergebnis: Die Minischweine gingen geschickter vor als Hunde und gaben auch nicht so leicht auf, wenn sie nicht weiterkamen. Die Hunde dagegen schauten eher zu einem Menschen und warteten auf Hilfe. Die Forscherin sagt: Die Minischweine scheinen besser darin zu sein, Probleme selbständig zu lösen.



DER TOD BRINGT LEBEN

Tote Tiere findet man selten im Wald. Denn ihre Körper werden schnell weggeräumt und verwertet. In der Natur entsteht daraus in kürzester Zeit eine Menge neues Leben.

Wenn ein Reh stirbt, geht sein Leben zu Ende. Was erst einmal vielleicht traurig macht, ist in der Natur nicht nur normal – sondern extrem wichtig. Denn die Nährstoffe aus dem toten Körper ermöglichen unzähligen anderen Tieren und Pflanzen das Überleben. Besonders gut lässt sich dieser Kreislauf im Wald erforschen. Dort wird das tote Reh schnell zu einer Art Schlaraffenland.



Totengräber

Zwei Käfer bringen eine tote Maus in acht Stunden unter die Erde. Dort füttern sie ihre Larven mit Nährstoffen des Kadavers. Erkennst du den Mäuseschwanz?

Futter für Viele

Schmeißfliegen sind immer die Ersten. Nur wenige Minuten nach dem Tod des Rehs landen sie auf dem Kadaver, wie tote Tierkörper auch genannt werden. Dort klebt jedes Schmeißfliegen-Weibchen 250 Eier an Augen, Maul, Nase und After. So häufen sich an einem einzigen toten Reh

oft Zehntausende Fliegeneier. Meist kommen auch größere Tiere recht bald vorbei: Dann picken Raben und Bussarde sich Fleisch heraus. Räuber wie Füchse, Luchse, Wildkatzen, Baummarder oder Wölfe holen sich ihre Portion. Auch für Allesfresser wie Wildschweine oder Dachse ist das Reh ein gefundenes Fressen. Besonders im Winter, wenn andere Beute rar ist, sichert ein totes Tier vielen anderen Tieren im Wald das Überleben.

Wenn aus den Fliegeneiern nach wenigen Tagen Maden schlüpfen, treten auf einen Schlag Tausende der fleißigsten Entsorger auf den Plan: Jede Made frisst zwei Gramm Fleisch oder andere Kadaverteile. Zehntausend von ihnen könnten ein totes Reh problemlos auch ohne die Hilfe anderer Tiere in kürzester Zeit verschwinden lassen.

Fressen und gefressen werden

Meist aber helfen andere Tiere mit bei der Verwertung. Und einige freuen sich dabei auch über die Maden. Für Kolkkraben oder Wildschweine sind die weißen Fliegenlarven besondere Leckerbissen. Auch Totengräber fliegen gezielt zu Kadavern, um Maden zu fressen. Als Beute bringt jede Made eine gute Portion Eiweiß (das kurz zuvor noch Teil des Rehkörpers war).

Mehr als 130 verschiedene Insektenarten haben Forschende an toten Tieren gefunden, viele davon können ohne Aas nicht leben. Zugleich sind sie wichtige Teile im Kreislauf. Speckkäfer zum Beispiel verdauen sogar Haut und Haare und sorgen dafür, dass wirklich alles vom Reh in der Natur wiederverwertet wird.

Wenn der Wald gesund ist, sind bei wärmerem Wetter von einem toten Reh oft nach zehn Tagen nur noch Knochen übrig. Doch auch sie werden genutzt. Eichhörnchen knabbern daran und holen sich das nahrhafte Mark aus dem Inneren. Was übrig bleibt, entsorgen die Wildschweine.*

Natürlicher Dünger

So geht ein Großteil der Nährstoffe aus dem toten Reh in unzählige andere Tiere über – von der Fliege bis zum Wolf. Der Rest landet im Boden, wenn aus dem Tierkadaver Flüssigkeiten in die Tiefe sickern. Monate später sprießt um die Stelle, an der das tote Reh lag, oft ein dichter Ring aus Pflanzen. Denn mit der Flüssigkeit aus dem Kadaver ist Stickstoff in den Boden gelangt. Und zwar so viel auf einmal, wie ein Bauer in 50 Jahren als Dünger auf eine vergleichbar große Fläche seines Feldes geben würde!

** Beschrieben werden Ergebnisse des Biologen Christian von Hoermann, der Kadaver im Nationalpark Bayerischer Wald erforscht.*

Schnelle Entsorger

Vor allem auf der Unterseite toter Tiere wimmelt es oft von Zehntausenden Maden. Sie arbeiten wie eine schnelle Aas-Entsorgungstruppe. Weil ihre Körper dauernd aneinanderreiben, entsteht Wärme, die die Verwesung beschleunigt. Maden können einen toten Körper so aufheizen, dass er 20 bis 30 Grad Celsius wärmer ist als die Umgebung.

Knöcherner Rest

Skelett-Teile findet man manchmal im Wald, meist Wirbel oder Teile von großen Röhrenknochen. Ganze Schädel mit Geweih sind eher selten.

A wie Aas: Wörter für den Tod

Aas – toter Tierkörper

Fallwild – so nennen Jäger und Förster gestorbene oder überfahrene Wildtiere

Kadaver – noch ein Wort für ein totes Tier

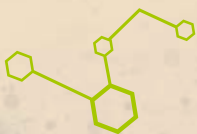
verenden – anderes Wort für sterben

Verwesung – Zersetzung von Körpern durch Bakterien und andere kleinste Lebewesen unter Zufuhr von Sauerstoff

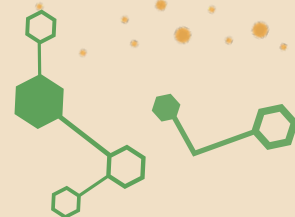
Festschmaus

Ein Mäusebussard ist der erste Besucher auf diesem toten Reh. Für den Greifvogel ist ein Stück Aas leichtes Futter.





FORSCHT MIT!



Wie geht's unseren Böden? Um das zu untersuchen, setzen Forschende 2021 auch auf die Hilfe von Kindern. Wie ihr mitmachen könnt, erklärt eine der Wissenschaftlerinnen im Interview.



Steckbrief

Name: Luise Ohnmann

Alter: 29 Jahre

Beruf: Bodenwissenschaftlerin am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig

Hobbys: wandern und mit dem Hund draußen sein, Gemüse im Garten anbauen

Warum forschen Sie gemeinsam mit Kindern und anderen Menschen, die nichts mit Wissenschaft zu tun haben?

Wir wollen herausfinden, wie es den Böden in Deutschland geht – und zwar für möglichst viele Ecken des Landes. Dafür brauchen wir viele Tausend Untersuchungen. Und damit wir sie vergleichen können, müssen die alle etwa zur gleichen Zeit gemacht werden. So etwas schaffen wir Forschenden nicht allein, sondern nur, wenn viele Leute möglichst überall mithelfen.

Wie genau wird dabei geforscht?

Zunächst bestimmt man die Farbe, die Bodenart und schaut nach Tieren im Boden und danach, wie sehr er von Wurzeln durchzogen ist. Außerdem bestimmen die Teilnehmenden den Säuregehalt. Wenn man alles auf einmal macht, dauert das etwa einen Nachmittag.

Ein anderer Versuch funktioniert mit Teebeuteln. Wie geht das?

Das macht man am besten im April oder Mai. An zwei Stellen vergräbt man je sechs Teebeutel

in der Erde. Zum Beispiel in einem Garten, im Wald oder man fragt einen Bauern um Erlaubnis, das auf seinem Feld zu tun. Die Stellen muss man sich gut merken. Denn nach drei Monaten werden die Teebeutel wieder rausgeholt. Vor dem Vergraben hat man die Teebeutel gewogen. Jetzt werden sie getrocknet und erneut gewogen. Denn wir wollen wissen, wie viel Gewicht sie verloren haben, weil kleinste Lebewesen im Boden den Tee zersetzen. Wir Forschenden würden sagen: Wir untersuchen die biologische Aktivität im Boden.

Wie bekommen Sie die ganzen Ergebnisse?

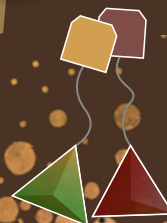
Alle Mitforschenden schreiben auf, wie sie vorgehen. Und sie geben ihre Ergebnisse über unsere Website ein. Dort erfährt man gleich, was die Daten bedeuten. Außerdem werten ich und viele andere Forschende alles aus. So erfahren wir enorm viel über die Böden in Deutschland.

So kannst du mitmachen

Wann: Die Aktion läuft von April bis September 2021.

Wo: Klickt im Internet auf expedition-erdreich.de.

Dort findet ihr viele weitere spannende Informationen zur Aktion. Unter „Boden“ gibt es sogar eine ganze Seite über die Wunderwelt unter unseren Füßen. Lehrende finden auf der Website unter „Downloads“ auch Schulmaterial – für spannende Stunden oder Projekte!



1. Ruhe in Frieden

90 Zentimeter Erde müssen mindestens auf einem Sargdeckel liegen. Das bestimmen Friedhofsregeln. So wird verhindert, dass Aasfresser Witterung aufnehmen oder Gerüche aus dem Sarg steigen.

2. Voll das Leben

1.000.000.000.000 Lebewesen auf einem Teelöffel, also eine Billion. Richtig gelesen: In der Erde, die auf einen Teelöffel passt, tummeln sich viel mehr Lebewesen als Menschen auf unserem Planeten. Darunter sind Bärtierchen, Mikropilze, Mikroalgen und Bakterien. Eine Bakterienart sondert den Duftstoff Geosmin ab. Er sorgt für den erdigen Geruch des Bodens.

3. Käfer-Kinderstube

Manche Käfer wie der Maikäfer legen ihre Eier in den Boden. Dort schlüpfen die Larven, die wie Erdnussflips gekrümmt sind und Engerlinge heißen. Maikäferlarven fressen gern Löwenzahnwurzeln. Sie bleiben drei bis vier Jahre unter der Erde, bevor sie als Käfer herauskrabbeln.

4. Pfahlwurzeln

Bis zu zwei Meter tief können die Wurzeln von Löwenzahn reichen. Nach ihrem Aussehen werden sie auch Pfahlwurzeln genannt. In den Nachkriegsjahren wurden Löwenzahnwurzeln getrocknet, geröstet, gemahlen und zu Ersatzkaffee aufgebraut. Muckefuck wurde das genannt – und kommt heute wieder in Mode.

5. Potz Blitz!

Jagt ein Blitz in den Boden, lässt die Hitze Sandkörner verschmelzen. Dann können sich glasähnliche Röhren bilden, die man ausgraben kann. Fulgurite werden sie genannt.

6. Tierische Tunnelbauer

Etwa 200 Meter lang ist das Tunnelsystem eines Maulwurfs. Es lebt immer nur ein erwachsenes Tier darin. In ihrer Vorratskammer lagern Maulwürfe Frischfutter: Sie beißen Regenwürmern manchmal nur die Köpfe ab, sodass diese nicht mehr wegkriechen, aber weiterleben können.

7. Freundschaftsnetz

Unterirdisch gehen die meisten Landpflanzen eine enge Freundschaft mit Pilzen ein. Das Wurzelgeflecht, wie bei diesem Baum zu sehen, heißt Mykorrhiza. Die Pilze liefern Nährsalze und Wasser und erhalten dafür Zucker und Fette.

8. Adern der Stadt

Wenige Meter unter der Straße verlaufen allerlei Versorgungsleitungen: Kabel und Rohre für Strom, Telefon, Internet, Fernsehen, Frischwasser, Abwasser, Gas und Fernwärme. Schon die Römer bauten unterirdische Wasserleitungen.

9. Blindgänger

In vielen Städten in Deutschland liegen Bomben aus dem Zweiten Weltkrieg im Boden, die damals abgeworfen wurden, aber nicht explodierten. Sie müssen vorsichtig entschärft und entsorgt werden.

Wie viele solcher Blindgänger noch im Boden schlummern, ist unklar. Schätzungen gehen von vielen Zehntausend aus.

10. Archiv der Vergangenheit

Wenn in alten Städten gegraben wird, kommen oft Reste vergangener Siedlungen ans Tageslicht: Mauerreste, Münzen, Waffen oder Scherben zum Beispiel. In Berlin stießen Bauarbeiter beim Neubau des Stadtschlösses auf erhaltene Grabkammern mit Skeletten.

11. Nase zu und durch

In Abwasserkanälen landet alles, was Menschen durchs Klo oder die Abflüsse spülen. Sielarbeiter sorgen dafür, dass der Unrat die Kanäle nicht verstopft. Sie steigen regelmäßig hinab und reinigen die Kanäle.

12. Mitbewohner der Unterwelt

Wanderratten fühlen sich im Abwassersystem der Menschen wohl. Vor allem im Winter ziehen sie sich in die warme Kanalisation zurück – die ihnen zugleich eine Menge Futter vor die Nase spült. Aber Achtung: Auf der Suche nach einem Leckerbissen folgen die Kletterkünstler dem Geruch. Daher: besser nie Speisereste ins Klo oder in den Abfluss geben!

13. Erdwärme

Je tiefer man ins Erdinnere vordringt, desto wärmer wird es. Bei uns etwa 3 Grad Celsius pro 100 Meter. Die Wärme lässt sich anzapfen und zum Heizen von Häusern nutzen.

14. U wie Underground

Underground, also Untergrundbahn, nennen die Londoner ihre U-Bahn. Sie war die erste der Welt, als sie 1890 eröffnet wurde. Heute gibt es U-Bahn-Netze in vielen Städten der Welt. Eine der tiefsten Stationen liegt 105 Meter unter der ukrainischen Stadt Kiew. In Deutschland hält die Hamburger Station Messehallen den Tiefenrekord – mit 26 Metern unter der Erde.

15. Tropfsteinhöhle

Unterhalb der mehrere Meter dicken Schicht aus loser Erde und Geröll folgt meistens festes Gestein. Dringt Wasser in dessen Hohlräume ein, können über Hunderte von Jahren Höhlen entstehen. Tropfsteine bilden sich, wenn mineralhaltiges Wasser von der Höhlendecke tropft. Wachsen sie von oben nach unten, werden sie Stalagtiten genannt. Stalakmiten wachsen von unten nach oben.

16. Wasservorrat

Grundwasser liefert einen Großteil unseres Trinkwassers. Es entsteht, wenn Regenwasser im Boden versickert – und die Schichten aus Sand, Kies oder Lehm es dabei filtern und reinigen. Grundwasser, das wir aus der Leitung bekommen, ist oft viele Jahre oder sogar Jahrhunderte unterwegs gewesen.

17. Mammutschädel & Co.

Riesenelch, Mammut, Wildpferd, Rentier und Wollhaar-Nashorn – von all diesen Tieren wurden im Boden unter Berlin schon Überreste gefunden.

In Ratingen bei Düsseldorf kamen 2019 Fossilien einer Seekuh ans Tageslicht. Sie hatte vor etwa 30 Millionen Jahren gelebt. Damals reichte die Nordsee noch bis ins Rheinland.

18. Tunnelbohrer

Tunnelbohrmaschinen wühlen sich durch festes Gestein und graben Tunnel durch Berge oder unter Straßen, Flüssen und sogar Meeren. Vorne dreht sich der Bohrkopf, im Inneren wird das zerkleinerte Gestein über Förderbänder abtransportiert und gleichzeitig die entstehende Röhre mit Betonringen ausgekleidet. Tunnelbohrmaschinen gehören zu den riesigsten Maschinen, die es gibt. Einige sind höher als ein Haus mit fünf Stockwerken.

19. Zwergenhausen

Zwerge oder Gnome, die in unterirdischen Gängen nach Gold, Silber und Edelsteinen graben und ihre Schätze in Höhlen horten – solche Geschichten gibt es in vielen Ländern. Welche kennst du?

20. Dino-Fossilien

Auch in Deutschland werden Dino-Fossilien gefunden. Weil im Jura hier ein Meer lag, sind es meist Meeressaurier. Oder einst abgestürzte Flugsaurier. Triceratopse gab es dagegen hier nicht, sie werden in Nordamerika gefunden.

21. Kohle-Bergbau

Als schwarzes Gold wird Steinkohle oft bezeichnet. In einigen Gegenden liegt sie auch bei uns unter der Erde – und wurde dort über viele Jahrzehnte abgebaut. Dabei mussten die Bergleute immer tiefer vordringen, zuletzt oft mehr als 1.000 Meter tief. Auch deswegen wurde der Steinkohlebergbau in Deutschland 2019 beendet.

22. Heiße Hölle?

In vielen Religionen gibt es die Idee von einer Hölle oder einem schlechten Jenseits. Doch wo ist das? Geht man von dem lateinischen Wort für Hölle aus, nämlich infernus, liegt sie vielleicht hier unten. Denn infernus bedeutet wörtlich unter der Erde. Und tief unten wird es heiß.

23. Hallo Hohlerdel!

Vor 250 Jahren dachten manche Wissenschaftler, unser Planet wäre innen hohl. Im Roman „Reise zum Mittelpunkt der Erde“ greift der französische Autor Jules Verne das auf: In seinem Text gibt es dort unten einen Ozean, in dem Dinos schwimmen, und einen Wald aus baumhohen Pflanzen.

24. Bling-Bling

Diamanten bestehen genau wie Steinkohle aus Kohlenstoff. Damit sie entstehen, braucht es aber viel höhere Temperaturen und Drücke. Diamanten bilden sich im Erdmantel, in 250 bis 800 Kilometern Tiefe. Dort ist es bis zu 1.400 Grad Celsius heiß. Nach oben kommen die Steine, wenn sie von aufsteigendem Magma mitgenommen werden.

25. Ab durch die Mitte

6.370 Kilometer unter der Oberfläche liegt der Mittelpunkt der Erde. Hier ist es etwa so heiß wie auf der Oberfläche der Sonne, rund 6.000 Grad Celsius.



Wunderschön

Seelilien heißen zwar wie Blumen und sehen wie Pflanzen aus, dabei sind es Tiere. Sie sind mit Seesternen und Seeigeln verwandt. Seelilien gibt es noch heute. Manchmal wachsen ganze Seelilienwälder, einige dieser Tiere werden 50 Meter lang! Seelilien gibt es schon seit rund 350 Millionen Jahren. Sie sehen im Stein ebenso prächtig aus wie heute lebende.



Super jung

Normalerweise dauert es viele Zehntausend Jahre, bis ein Fossil entsteht. Aber manche Forschende untersuchen Fossilien, die gerade entstehen – und erst einige Wochen oder Monate alt sind. Einige davon lagern zum Beispiel im Labor eines Geologen in Bonn. Er versucht, absichtlich tote Fische zu versteinern. Damit will der Forscher ganz genau herausfinden, was in der Natur zusammenkommen muss, damit Fossilien entstehen.



Kompletter Wald

Auch Pflanzen können versteinern. In der Nähe von Chemnitz in Sachsen wurde ein ganzer versteinerter Wald entdeckt, so etwas ist sehr selten! Der Wald wurde vor 291 Millionen Jahren bei einem Vulkanausbruch verschüttet. Solche Naturkatastrophen gab es damals häufig. Für die Forschung ist das ein Glücksfall: So lässt sich bis ins kleinste Detail untersuchen, welche Bäume und Pflanzen es damals gab.



Lebende Fossilien?

Der Name lebende Fossilien ist Quatsch, denn ein Fossil lebt ja nicht mehr. Aber der bekannte Naturforscher Charles Darwin hat vor über 150 Jahren schon diesen Begriff genutzt, und zwar für zwei Tiere, die es heute noch gibt: das Schnabeltier und den Lungenfisch. Denn manchmal gibt es Tiere oder Pflanzen, die sich seit Jahrmillionen nicht verändert haben und trotzdem überlebten, wie zum Beispiel der Ginkgo-Baum, der Quastenflosser oder der Pfeilschwanzkrebs, den du auf diesem Foto siehst.



Urururalt

Seit vielen Jahren gibt es Streit um die ältesten Fossilien. Als Rekordhalter gelten Gebilde, die unglaubliche 3.465.000.000 Jahre alt sind, also fast 3,5 Milliarden Jahre! Zu der Zeit war die Oberfläche der Erde noch eine brodelnde Suppe, Pflanzen oder Tiere gab es erst viel, viel später. Doch lebten damals schon erste Urbakterien auf dem jungen Planeten? Darauf deuten winzige Strukturen hin, die Forschende in Gestein aus Australien entdeckt haben. Sie sehen aus wie dunkle schlauchförmige Minigänge und sind nur unter dem Mikroskop zu erkennen.



FANTASTISCHE FOSSILIEN



Fische in Steinplatten, Muscheln, plattgedrückte Urvögel oder jahrtausendealte Skelette von Wirbeltieren: Versteinerungen aus längst vergangenen Zeiten gehören zu den faszinierendsten Dingen, die im Boden gefunden werden. Forscher stellt dir ein paar der besonderen vor.



Komischster Name

„Zehennägel des Teufels“ – so werden diese Fossilien genannt. Es sind Versteinerungen ausgestorbener Muscheln (Gryphae). In Gesteinsschichten aus der Kreidezeit kommen sie häufig vor, in Steinbrüchen in Schottland und Südfrankreich findet man sie millionenfach. Früher wurden die Muschelschalen zu Pulver gemahlen und zu Salbe verarbeitet und bei Pferden und Menschen gegen Gelenksbeschwerden eingesetzt.

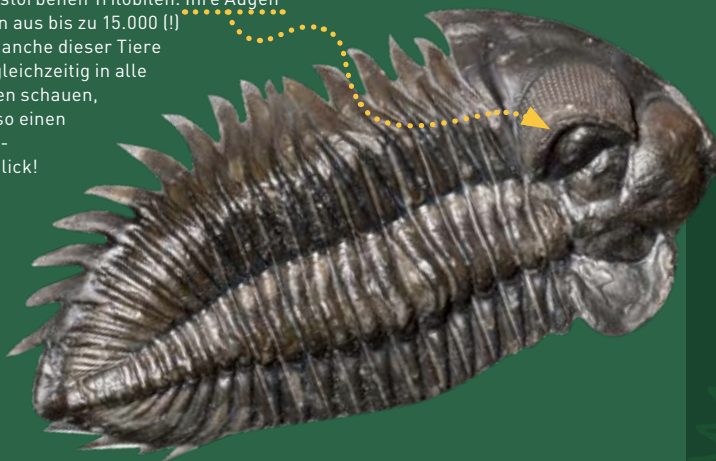
Unappetitlich

Nicht nur ganze Tiere oder Knochen versteinern, sondern auch weiche Dinge wie zum Beispiel Gehirne – und ja, auch Kot. Fachleute drücken es vornehmer aus: Koprolithen nennen sie die Funde. Das bedeutet so viel wie Kotsteine. Es gibt sie von Dinosauriern, Vögeln, Säugetieren und vielen anderen Tieren. Schließlich haben zu Lebzeiten alle dauernd auch Kot produziert.



Erste Augen

Für uns Menschen ist das Sehen einer der wichtigsten Sinne, für viele Tiere nicht unbedingt. Die ersten komplexen Linsenaugen haben sich schon vor 540 Millionen Jahren entwickelt. Vermutlich entstanden Augen durch Zufall bei Räubern, die ihre Beute dann sehen konnten und damit einen Riesenvorteil hatten. Später entwickelten sich Augen auch bei Beutetieren. Beeindruckende Sehorgane hatten die ausgestorbenen Trilobiten. Ihre Augen bestanden aus bis zu 15.000 (!) Linsen. Manche dieser Tiere konnten gleichzeitig in alle Richtungen schauen, hatten also einen 360-Grad-Rundumblick!



Eindrücklich

Wie oft passt dein Fuß in den Fußabdruck eines Dinosauriers? In manchen Museen kannst du das ausprobieren. Denn auch Spuren können als Fossilien erhalten sein und gezeigt werden. Neben Fußspuren gibt es auch Kriechspuren von Würmern oder Nage- und Fressspuren. Die berühmtesten Spurenfossilien siehst du auf diesem Bild. Sie stammen aus Laetoli in Ostafrika. Dort ist vor 3,6 Millionen Jahren ein Vulkan ausgebrochen. Kurze Zeit später liefen drei Frühmenschen (*Australopithecus afarensis*) durch die feuchte Asche. Anschließend härtete die Sonne die Abdrücke aus. Sie überdauerten bis heute. Dank dieser Spuren ist klar, dass unsere Vorfahren damals schon aufrecht laufen konnten.



IM TAGEBAU

An aerial photograph of a large-scale open-pit mining operation. A massive conveyor system, composed of a long vertical shaft and a long horizontal arm, extends from the top right towards the center of the frame. The ground is a vast, flat expanse of earth, heavily marked with numerous parallel tracks from heavy machinery. In the lower foreground, there are large, irregular mounds of light-colored material, likely crushed rock or tailings, and some darker, more solid rock formations. The overall scene conveys a sense of industrial scale and environmental impact.



Wo Menschen Boden komplett umbauen

Aus der offenen Tür eines Hubschraubers hat der Fotograf Tom Hegen dieses Bild aufgenommen. Es zeigt einen Ausschnitt eines Tagebaus in der Lausitz im Süden des Bundeslandes Brandenburg. Dort wird Braunkohle abgebaut, aus der in Kraftwerken Strom für mehr als fünf Millionen Haushalte und Fernwärme erzeugt werden. Weil die Kohle hier in bis zu 120 Metern Tiefe liegt, tragen Bagger vorher alle Erde über ihr ab. Pro Tonne Braunkohle werden sechs Tonnen Boden, Kies, Sand und Ton abgebaggert. Fachleute nennen dieses Material Abraum. Du siehst es auf unserem Bild. An den verschiedenen Farben erkennst du, dass es sich um ganz unterschiedliche Erdschichten handelt. Die Maschine auf dem Foto ist ein Absetzbagger, der den Abraum gerade wieder aufschüttet – ein gewaltiger Umbau der Natur und der Landschaft. Weil bei der Braunkohle-Verbrennung viel klimaschädliches CO_2 -Gas frei wird, hat die Bundesregierung beschlossen, sie zu beenden. Spätestens 2038 soll das letzte deutsche Kohlekraftwerk geschlossen werden. Auch Kohle-Tagebaue wird es dann nicht mehr geben.

UNBEKANNTER MEERESBODEN

Ein gewaltiger Teil der Erde ist von Meeren und Ozeanen bedeckt. Doch ihre Böden sind erst wenig erforscht – selbst in der Ostsee! Noch immer werden dort Riffe neu entdeckt, verrät der Meeresbiologe Alexander Darr im Forscher-Interview.

Sie erforschen Riffe in der Ostsee. Sehen die so aus wie die bunten Korallenriffe in der Karibik?

Nein, Riffe können ganz unterschiedlich aussehen. Riffe sind wie Hügel auf dem Meeresboden. Manche dieser Erhebungen werden von Korallen gebildet, aber in der Ostsee bestehen sie aus Steinen. Typisch für die Ostsee ist, dass sich dort super viele Miesmuscheln angesiedelt haben – oft über viele Quadratkilometer hinweg und bis in größere Tiefen.

Was wächst da noch?

An Ostseeriffen wachsen viele größere Algen wie Zuckertang und Meerampfer. Auch Schwämme und Polypen kommen vor und bilden richtige kleine Wälder. Außerdem gibt es Blumentiere wie Seenelken.

Das klingt toll ...

Nicht so bunt wie in der Karibik, aber trotzdem sehr wichtig. In Riffen gibt es eine besondere Artenvielfalt. Das heißt, dort leben sehr viele verschiedene Tiere und Pflanzen. Die finden dort gute Bedingungen: Überall gibt es Steine in verschiedenen Größen, die übereinander und nebeneinander liegen. Dadurch finden sich unzählige Nischen und Ritzen, in und an denen alles Mögliche wachsen kann und wo Tiere Verstecke und Futter finden. Viele Tiere verbringen ihr ganzes Leben im Riff. Dorsche finden als Jungtiere dort Schutz.

Wo in der Ostsee gibt es denn Riffe?

Bedeutende Riffe gibt es zum Beispiel vor der Insel Fehmarn. Ein wichtiges Riff liegt außerdem im sogenannten Adlergrund zwischen Rügen und der dänischen Insel Bornholm. Das Spannende ist: Das wissen wir erst seit kurzer Zeit.

Vor zehn Jahren kannten wir viele Riffe in der Ostsee noch gar nicht. Aber es kann gut sein, dass wir noch weitere finden. Vor zwei Jahren zum Beispiel haben wir im Arkonabecken bei Rügen ein Riff neu entdeckt.

Wie kann das sein – in einem Meer, das so bekannt ist wie die Ostsee?

Den Meeresboden zu erforschen, ist ziemlich schwierig. Wenn ich aufs Meer blicke, sehe ich erstmal nur die Wasseroberfläche. Auch wenn ich den Kopf ins Wasser stecke, beobachte ich immer nur einen ganz klitzekleinen Ausschnitt vom Boden.

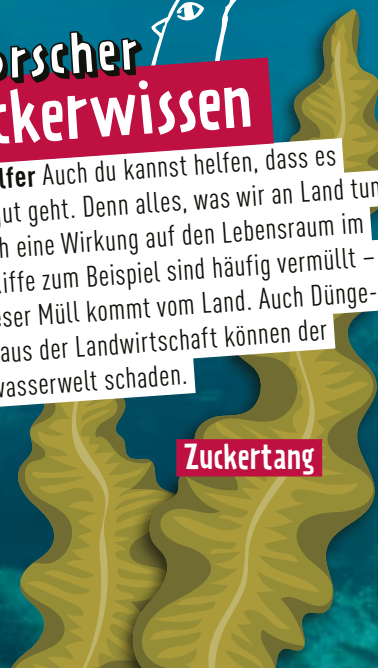
forscher
Checkerwissen

Riff-Helfer Auch du kannst helfen, dass es Riffen gut geht. Denn alles, was wir an Land tun, hat auch eine Wirkung auf den Lebensraum im Meer. Riffe zum Beispiel sind häufig vermüllt – und dieser Müll kommt vom Land. Auch Düngemittel aus der Landwirtschaft können der Unterwasserwelt schaden.

Seenelken

Meerampfer

Zuckertang



Wie bekommen Sie es trotzdem hin, den Meeresboden zu erforschen?

Ein Weg ist, Schallwellen in Richtung Meeresboden zu strahlen. Das machen wir mit sogenannten Sonargeräten und sogenannten Echoloten. Sie messen, wie viel Energie der Strahl hat, wenn er vom Meeresboden zurückkommt. Daraus errechnen wir, ob es ein harter oder ein weicher Untergrund ist. Das ist so ähnlich wie bei einem Tennisball: Der prallt von einem harten Boden auch anders ab als von einem Sandboden.

Und wie finden Sie raus, ob dort Tiere und Pflanzen leben?

Bis in Tiefen von 20 Metern gehen Taucher runter. Wenn der Meeresboden tiefer liegt, lassen wir vom Schiff aus Kameras mit sehr viel Licht hinunter. Dann sehen wir zum Beispiel: Hier wachsen Algen, hier wachsen Muscheln. Aber auch beim Tauchen oder mit so einer Kamera kann ich nur ein paar Meter links und rechts gucken. Deshalb schleppen wir die Kameras eine Strecke mit dem Schiff über den Boden.



Hier forscht er.

Alexander Darr

Alter: 45 Jahre

Beruf: Meeresbiologe

Arbeitsort: Leibniz-Institut für Ostseeforschung in Rostock-Warnemünde

Kinder: drei

Geheimnis: wurde früher furchtbar seekrank

Woran arbeiten Sie gerade?

Mein Team und ich erstellen gerade eine Karte über die Lebensräume in der Ostsee. Darauf zeichnen wir zum Beispiel ein, wo es Riffe gibt. Das ist wichtig, denn nur was wir gut kennen, können wir auch schützen.

Was fasziniert Sie an Ihrer Forschung?

Ich liebe an meiner Arbeit, dass ich auch nach 20 Jahren noch Neues entdecken kann. Jedes Jahr fahren wir mit dem Forschungsschiff sieben bis zehn Tage raus. Und jedes Jahr kommt irgendwann im Laufe der Ausfahrt der Punkt, wo wir sagen: „Hey, was ist denn das? Das haben wir hier nicht erwartet.“ Und das macht das Ganze extrem spannend und schön.

Wofür braucht es Karten vom Meeresboden?

Wir Menschen bauen nicht nur Häuser und Straßen auf dem Land. Manchmal bauen wir auch im Meer – zum Beispiel Windparks, Tunnel oder Brücken. Um die wertvollen Riffe schützen zu können, ist es wichtig, dass genau bekannt ist, wo sie verlaufen. Nur dann können Behörden oder Fachleute in der Politik entscheiden, ob eine Baustelle erlaubt wird.

Miesmuschel-Versteck

Riffe bieten vielen Tierarten einen Schutzraum. Wer entdeckt die Aalmutter zwischen den Miesmuscheln?



Seestern

Sonnensterne haben viele Arme.



Schwämme



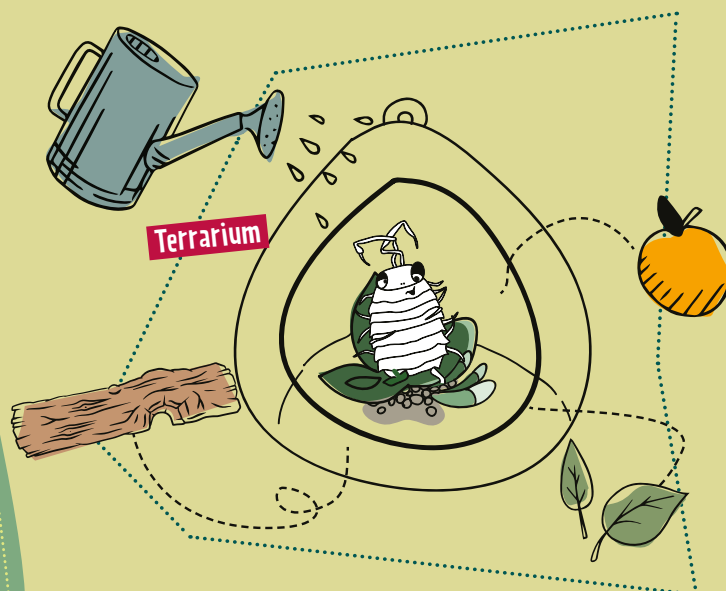
ABGEFAHRENE ASSEL



Ob unter Steinen oder Kübeln, in Astlöchern oder Mauerritzen: Asseln findet man fast überall. Aber wusstest du, dass die Tiere ursprünglich aus dem Meer kommen? Dass es unzählige Arten von ihnen gibt und manche Menschen sie sogar als Haustiere halten? Hier sind fünf interessante Fakten über die nur scheinbar gewöhnlichen Bodentiere.

Asseln als Haustiere

Ja, du hast richtig gelesen: Gar nicht so wenige Menschen halten sich Asseln als Haustiere. Manche versuchen, Asseln in neuen Farben zu züchten, andere erfreuen sich einfach an dem Gewusel im Terrarium. Solltest du das auch machen wollen: Zum Starten braucht man ein kleines Terrarium, Waldboden, trockenes Laub und ein Stück Baumrinde als Versteck. Asseln fressen Laub, Obst, Gemüse und Kalkpulver. Wichtig ist, dass der Boden in einer Ecke des Terrariums immer feucht ist. Im Internet gibt es zahlreiche Assel-Gruppen, bei denen man Tipps bekommt.



Niedlichkeits-Alarm!

Bei Menschen, die Asseln als Haustiere halten, ist diese Art wegen ihrer putzigen gelben Schnute beliebt. Ihr Spitzname lautet „Rubber Duck“, zu Deutsch: „Quietsche-Entchen“.



Bodenpolizei

Manche Asseln leben ganz in der Nähe von Menschen, am bekanntesten sind in Deutschland die Kellerassel und die Mauerassel. Aber im Gegensatz etwa zu Kakerlaken sind Asseln keine Schädlinge. Sie haben es nicht auf unsere Vorräte abgesehen, sondern fressen am liebsten das, was sonst niemand haben möchte: verrottende Pflanzen, fauliges Holz oder Kot. Denn darauf wachsen für sie leckere Bakterien und Pilze. So helfen Asseln mit, dass der Erdboden gesund und fruchtbar bleibt – gemeinsam mit Regenwürmern, Springschwänzen und anderen Insekten. Weil sie im Boden aufräumen und sozusagen für Ordnung sorgen, spricht man auch von der Bodenpolizei.





Seltener Pikser

Asseln gibt es fast auf der ganzen Welt. Manche sehen echt exotisch aus – wie diese Gelbe Stachelassel (*Pseudolaureola atlantica*). Sie ist vom Aussterben bedroht und kommt ausschließlich auf St. Helena vor, einer Insel mitten im Südatlantik zwischen Afrika und Lateinamerika.



Wachsende Rüstung

Asseln sehen so aus, als würden sie eine Ritterrüstung tragen. Tatsächlich bestehen ihre Rückenschilde wie alle Panzer von Krebsen aus hartem Kalk und dem Stoff Chitin. Wenn Asseln wachsen, wächst ihre schützende Hülle aber nicht mit. Deshalb müssen sie sich in regelmäßigen Abständen häuten. Dabei wird der Panzer in zwei Teilen abgestreift und wächst dann eine Nummer größer nach. Als wahre Recycling-Meister fressen Asseln die alte Hülle einfach auf. So kann ihr eigener Körper das wertvolle Material wiederverwerten.

So untersuchst du eine Kellerassel

Die Stellen, an denen Kellerasseln über die Haut Sauerstoff aufnehmen, kann man sehen, wenn man sie auf den Rücken dreht.



Mini-Krebse auf Landgang

Auf den ersten Blick ähneln Asseln Käfern, Wanzen oder Raupen. Aber sie sind keine Insekten, sondern Krebstiere! Sie sind also enger mit Hummern und Krabben verwandt als mit Hirschkäfern oder Ameisen. Ihre Herkunft aus dem Meer prägt noch immer ihren Körper: Wie Fische haben Asseln Kiemen. Viele Assel-Arten, die an Land leben, können zusätzlich auch Luft atmen. Dafür haben sie spezielle Hautstellen, über die sie Sauerstoff aufnehmen. Bei einer Kellerassel kannst du sie erkennen, wenn du das Tier auf den Rücken drehst: Es sind die weißen Flächen an den hintersten Beinpaaren. Aber sehr trockene Luft ist für die meisten Landasseln gefährlich. Deshalb lieben sie eine feuchte und schattige Umgebung – und fühlen sich zum Beispiel unter Blumentöpfen oder Rindenstücken wohl.

Schützende Kugel

Manche Vertreter der Assel-Familie – die Rollasseln – können sich zu einem flachen Ball zusammenrollen. Dann sind ihre Beine und der weiche Bauch durch den Rückenpanzer geschützt. So retten sich die Asseln vor ihren Fressfeinden: Spinnen oder Käfer kommen mit ihren Mundwerkzeugen nicht durch die Schutzhülle hindurch. Und für Vogelschnäbel ist eine glatte Kugel schwieriger zu greifen. Außerdem schützt das Einkugeln sie gut vor dem Austrocknen.

Kapitaler Krabbler

Die größten Assel-Arten leben in der Tiefsee auf dem Meeresboden: Riesenasseln können 45 Zentimeter lang werden und wiegen bis zu 1,7 Kilogramm!



MAIS VOM MARS?

**Der Boden auf dem Mars ist ganz anders als unser Erdboden.
Könnten Menschen dort eines Tages trotzdem Pflanzen anbauen?**

Roter Planet – die Farbe seines Bodens hat dem Mars den Spitznamen verschafft. Es ist die Farbe von Rost, wie du ihn vielleicht von alten Nägeln kennst. Und auf dem Mars ist er es, der den staubigen Boden rötlich färbt. Fachleute nennen die Rost-Substanz Eisenoxid. Bis zu einem Viertel des Marsbodens besteht daraus – viel mehr als bei den meisten Böden auf der Erde.

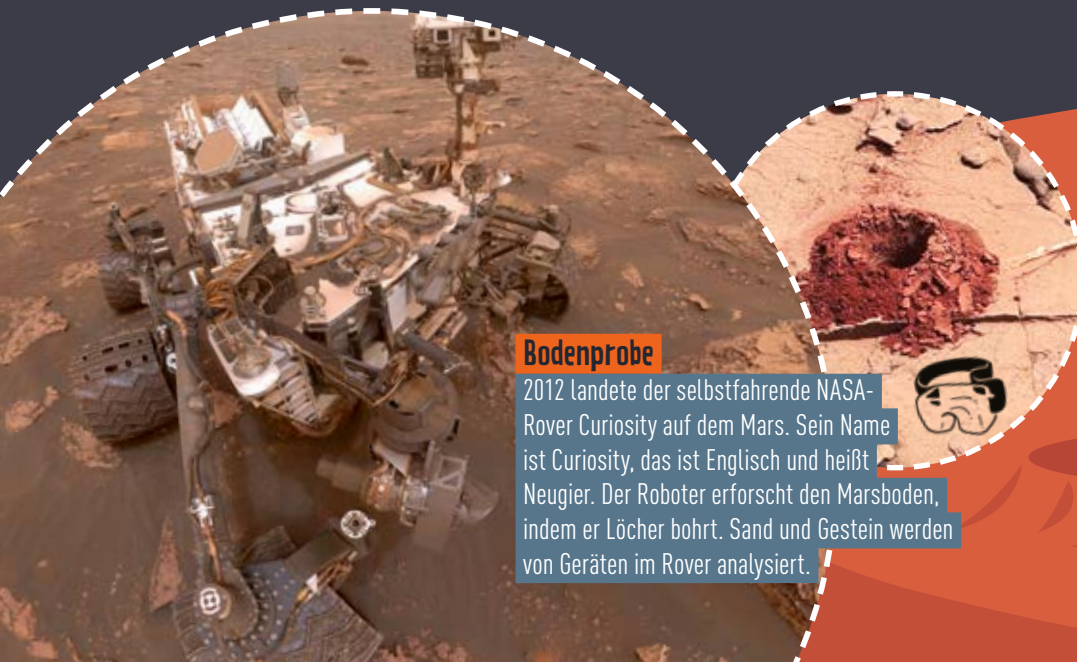
Die Oberfläche des Mars gleicht einer Sandwüste, in der es bitterkalt ist. Kaum jemand würde bei solchen Bedingungen daran denken, hier einen Garten anzulegen. Einige Forschungsteams aber untersuchen schon, ob Menschen auf dem Mars eines Tages Gemüse ernten könnten.

Die Idee dahinter: Wenn Menschen künftig zum Mars fliegen, gibt es ein Problem mit ihrer Nahrung. Denn die Reise ist rund 480 Millionen Kilometer weit und dauert länger als ein halbes Jahr. Astronauten müssten Unmengen Proviant mitnehmen, um zu überleben. Wäre es da nicht praktisch, wenn sie einen Teil ihres Essens selbst auf dem Mars anbauen könnten? Noch wichtiger wird diese Überlegung, wenn Leute darüber nachdenken, ob Menschen eines Tages sogar auf dem Mars leben könnten.

Rot und giftig

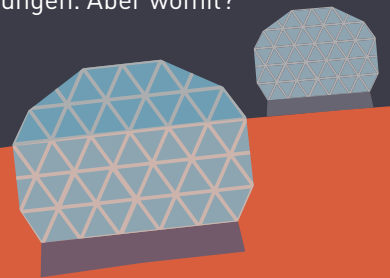
Was die Wissenschaft bisher über den Marsboden weiß, stammt zum großen Teil aus Untersuchungen, die Roboterfahrzeuge auf Mars-Missionen

unternommen haben. Einige dieser Roboter untersuchten Bodenproben – und förderten dabei auch ein Problem zu Tage: sogenannte Perchlorate. Das sind Stoffe, die sehr giftig für Menschen und Pflanzen sind. Und sie waren leider in allen Bodenproben des Mars enthalten. Weil bisher aber nur die oberen Schichten getestet wurden, hoffen Forschende, dass das Gift weiter unten nicht vorkommt. Weitere Erkenntnis: Ansonsten stecken im Marsboden viele Dinge, die für Pflanzen wichtig sind, Mineralien zum Beispiel. Allerdings kommen viele auf dem Mars nicht in der Zusammensetzung vor, die unsere Pflanzen zum Wachsen benötigen. Vor allem an Stickstoff, Phosphor und Kalium mangelt es. Mars-Gärtner müssten diese Substanzen zugeben, den Boden also düngen. Aber womit?



Bodenprobe

2012 landete der selbstfahrende NASA-Rover Curiosity auf dem Mars. Sein Name ist Curiosity, das ist Englisch und heißt Neugier. Der Roboter erforscht den Marsboden, indem er Löcher bohrt. Sand und Gestein werden von Geräten im Rover analysiert.



Erbstest

In künstlich hergestelltem Marsboden wuchsen diese Erbsen gut. Mit echtem Marsboden wollen Forschende das in ein paar Jahren probieren.



Als Ersatz wurde für das Experiment Sand von einem Vulkan auf Hawaii so behandelt, dass er ganz ähnliche Stoffe enthielt wie der

Selbstgemachter Dünger

Dafür gibt es eine einfache Lösungs-idee: Urin und Kot der Astronauten. Fliegen Menschen zum Mars, müssten sie schon auf dem Hinweg alle Toiletteninhalte aufheben – und einen Teil davon zu Dünger verarbeiten. Wahrscheinlich würde Dünger mit seinen Nährstoffen aber nicht ausreichen. Denn auf der Erde wimmelt der Boden nur so von Leben: Bakterien, Pilze, Würmer. Und viele dieser Lebewesen helfen den Pflanzen beim Wachsen. Aber auf dem Mars gibt es, soweit wir wissen, kein Leben. Um seinen Boden für Pflanzen fruchtbar zu machen, müssten vielleicht also auch nützliche Bodenlebewesen zugesetzt werden.

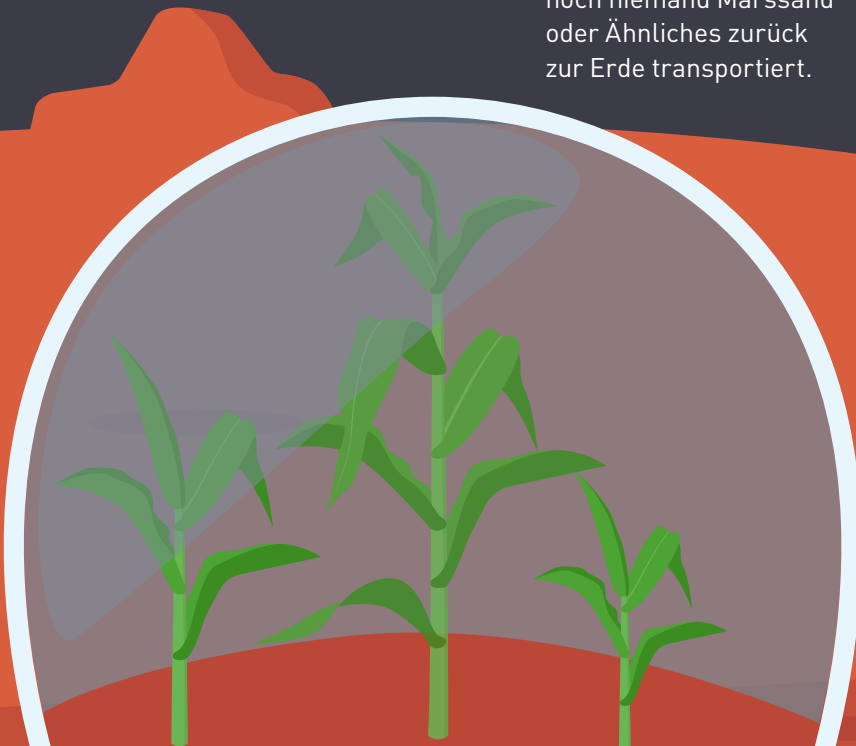
Unterirdische Beete

In jedem Fall würde ein Marsbeet anders aussehen als ein Beet auf der Erde. Weil es dort oben keine Luft zum Atmen gibt und die Temperatur immer um die minus 60 Grad Celsius liegt, müssten die Pflanzen unter einer Kuppel wachsen. Außerdem wäre dieses Gewächshaus tief in den Boden eingegraben, um die Pflanzen vor gefährlicher Strahlung aus dem All zu schützen. Im Innern bräuchte es künstliches Licht.

Und zum Wässern müssten die Astronauten auf dem kalten Mars Eisblöcke abbauen und schmelzen. Tatsächlich hat ein Forscherteam von der Uni Wageningen in den Niederlanden schon ganz konkret versucht, Pflanzen in Marsboden wachsen zu lassen. Allerdings hat bisher noch niemand Marssand oder Ähnliches zurück zur Erde transportiert.

Marsboden – nur ohne die Gifte. Anschließend gaben die Forschenden Dünger hinzu, den sie aus menschlichem Urin hergestellt hatten. Ergebnis: Die Pflanzen wuchsen gut.

Könnte es mit echtem Marsboden ähnlich laufen? Das wollen die Forschenden gern testen. Wenn alles klappt, könnte es in ein paar Jahren so weit sein. Denn die Europäische Weltraumorganisation ESA plant, 2030 zum ersten Mal eine Bodenprobe vom Mars zurück zur Erde zu bringen.

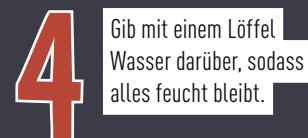


WARUM IST DER MARS ROT?

Marssand hat seine Farbe sozusagen von Rost. Eisenoxid sagen Fachleute dazu. Wie diese Substanz Sand färbt, kannst du selbst ausprobieren.

Du brauchst:

- 1 Schälchen
- 1 stabile Schere
- 1 Löffel
- 2 Handvoll hellen Sand aus dem Buddelkasten
- etwas Stahlwolle (keine „rost-freie“!) aus dem Baumarkt



Stell das Schälchen an einen sicheren Platz und warte etwa fünf Tage.

6

Schaue täglich nach dem Schälchen. Wird der Sand trocken, feuchte ihn wieder an.



IM SCHILDERWALD

Vielleicht hast du Schilder wie solche auf dieser Seite schon häufiger gesehen: Sie weisen auf Leitungen hin, von denen es im Boden der Stadt nur so wimmelt. Mit den Zahlen darauf können Feuerwehrleute oder Bauarbeiter die richtigen Anschlüsse finden. Doch das kannst du auch! **forscher** hilft dir, den Schilderwald zu verstehen – in drei Schritten entschlüsselst du jedes Schild.

1. Der Farben-Schlüssel



Weißer Schilder mit dickem roten Rand zeigen die Entfernung zu unterirdischen **Hydranten** an. Diese müssen zum Beispiel Feuerwehrleute schnell finden, um dort Wasser anzuzapfen.

Unter dieser ovalen Platte liegt der Hydrant. Fachleute nennen die Platte auch Straßenkappe. Früher bestand sie immer aus Eisen, heute gibt es sie auch aus Kunststoff.



Gelb sind die Schilder für **Gas-Leitungen**. Gas wird in Häusern zum Heizen und zum Kochen genutzt. Die Abkürzung AS steht für einen Absperrschieber. Mit ihm kann die Verbindung zwischen zwei Gasleitungen geöffnet oder geschlossen werden.

Auch hier muss niemand rätseln, was unter der Kappe liegt.



Orangerote Schilder stehen für **Fernwärme-Leitungen**. Diese transportieren warmes Wasser zum Heizen über weite Strecken zu Häusern. Damit die Wärme unterwegs nicht verloren geht, sind die Leitungen mit einer dicken Schicht sehr gut isoliert.

Hier steht drauf, was druntersteckt: ein Anschluss für die Fernwärme-Leitung.



Blaue Schilder sind besonders häufig und zeigen, wo die Anschlüsse von **Wasserleitungen**, zum Beispiel unter dem Gehweg, liegen.

Die Kappe dafür ist meist rund. Unter ihr liegt oft ein sogenannter Schieber. Das ist eine Art Schalter oder Absperrhahn, mit dem man die Wasserleitung auf- und zuschließen kann.

2. Buchstabencode knacken

Bestimmt ist dir schon aufgefallen, dass die Schilder alle gleich aufgebaut sind. Die Zahlen und die Stellen, an denen sie stehen, weisen den Weg zu der Stelle, an der der Anschluss unter der Erde liegt. Um leicht heranzukommen, liegen Straßenkappen obenauf.



3. Zahlen entziffern: So findest du den Weg zum Anschluss

Die Buchstaben auf den Schildern sagen den Fachleuten, was genau sich unter der Erde befindet. AV steht zum Beispiel für ein Absperrventil, mit dem sich ein Hausanschluss schließen lässt. Weitere Buchstabenkürzel sind:

S = Schieber

A = Anschluss

HA = Hausanschluss

AS = Anschlussschieber oder Absperrschieber

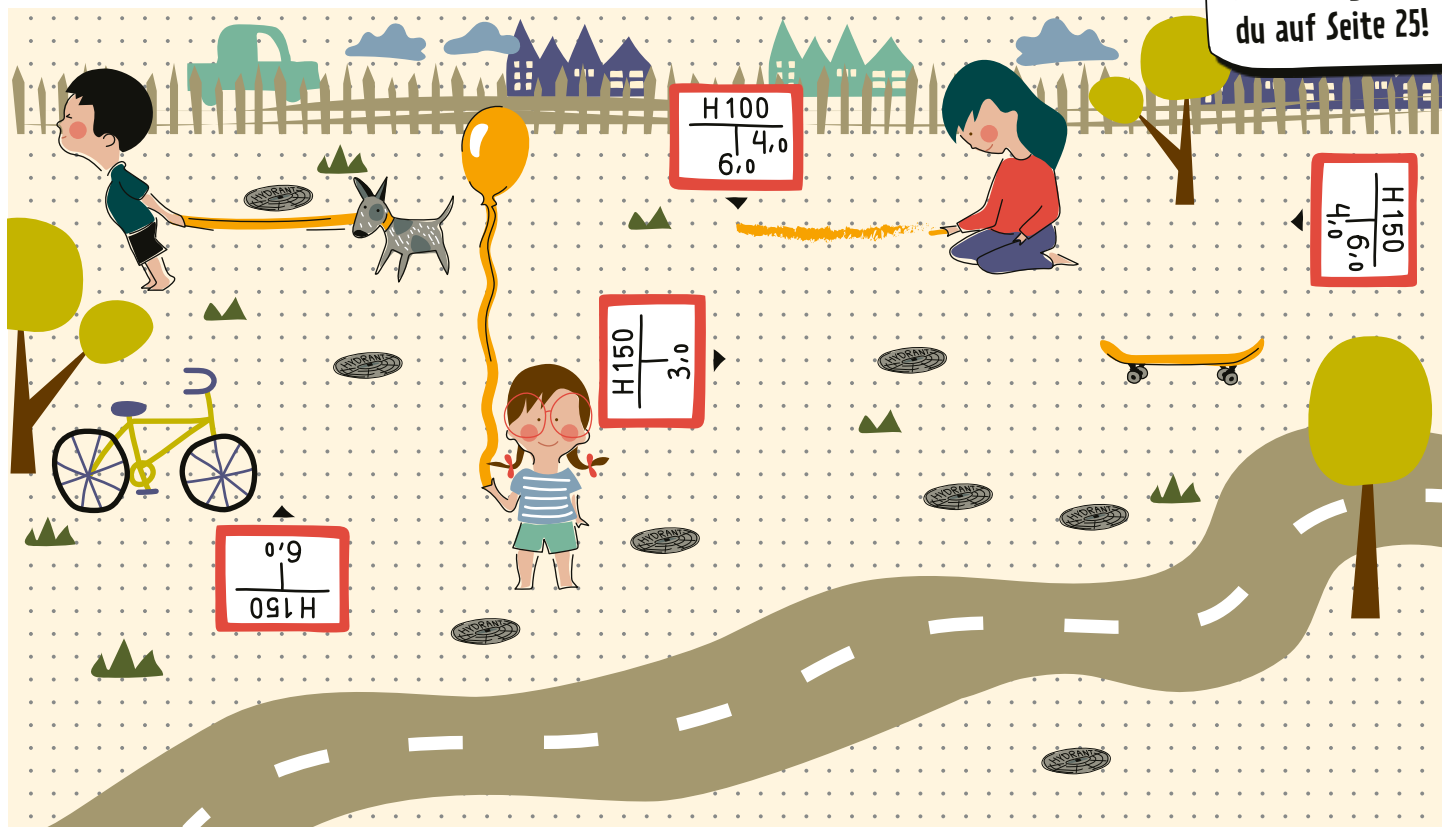
„Alles gecheckt? Blättere um, dort kannst du testen, ob du den Durchblick im Schilderwald hast.“



Finde den Weg im Schilderwald

In diesem Rätsel hat sich ein Wort versteckt! Nimm einen **orangefarbenen Stift** und verbinde die Schilder mit den dazugehörigen Hydranten. Dazu musst du die Weglänge genau beachten: Zwei Punkte Abstand entsprechen einem Meter. Zeichne immer zuerst die Linie für die untere Zahl. Sie läuft in Richtung des Striches, der auf diese Zahl zeigt. Zeichne danach die Linie zur Seite. Erkennst du das orangefarbene Lösungswort?

Die Lösung findest du auf Seite 25!



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 18272272-1
Fax: 030 1810272272-1



Der Vertrieb von **forscher** wird unter anderem unterstützt von



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