

??!

Das Magazin für Neugierige

Herbst 2024

# forscher

wir  
gehören  
zusammen!

Wir feiern 35 Jahre friedliche  
Revolution und Mauerfall

Plus:

Ein Blick ins  
Gehirn,  
Tollende Tiere &  
Riesen-  
rätselbild

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

2024

Wissenschaftsjahr  
Freiheit

# Am Anfang drei Fragen



**Bettina Stark-Watzinger ist Bundesministerin für Bildung und Forschung. Hier erzählt sie euch, was der Mauerfall ihr ganz persönlich bedeutet.**

**forscher:** Erinnern Sie sich, wo Sie waren, als am 9. November 1989 die Mauer fiel?

Ich war im Studium und gerade von zu Hause ausgezogen. Ich war in meinem Studentenappartement und konnte die Bilder gar nicht glauben. Das, was in meiner Kindheit noch so weit weg war, wurde plötzlich Wirklichkeit.

**Welche Bedeutung hatte das Ereignis für Sie?**

In Hessen lebend habe ich die Teilung im wahrsten Sinne des Wortes vor Augen gehabt: Das Bundesland grenzte an die DDR. Die Wiedervereinigung war für mich beeindruckend. Ich kannte durch Besuche die repressive Atmosphäre des Staates der DDR. Dass die Bürgerinnen und Bürger friedlich den Mauerfall erzwungen haben, ist bis heute eindrucksvoll. Wir sind sofort von Hessen nach Thüringen gefahren.

**Warum ist es wichtig, dass wir uns 35 Jahre später an diesen Tag erinnern?**

In der Zeit politischer Krisen ist es wichtig zu erinnern, was Menschen gemeinsam erreichen können, wenn sie sich nach Freiheit sehnen. Eine friedliche Revolution im Namen der Freiheit, getragen von engagierten Menschen auf der Straße, ist ein einzigartiges Ereignis in der deutschen Geschichte.

**Mehr zum Mauerfall-Jubiläum liest du ab Seite 4. Außerdem viele weitere spannende Geschichten und Rätsel.**

**Viel Spaß beim Lesen! Dein **forscher**-Team**

**Hier kannst du dein Heft bestellen**

Online unter [forscher-online.de](http://forscher-online.de) oder [bmbf.de/publikationen](http://bmbf.de/publikationen), per E-Mail an [publikationen@bundesregierung.de](mailto:publikationen@bundesregierung.de), telefonisch unter 030 18 27 22 72-1

## Impressum

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.

**Herausgeber:** Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Projektteam

Wissenschaftsjahr 2024 – Freiheit, 10117 Berlin

**Idee, Gestaltung:** Kompetenzzentrum

Wissenschaftskommunikation/DLR PT,

neues handeln AG **Redaktionelle Konzeption und Umsetzung:** Magdalena Hamm und

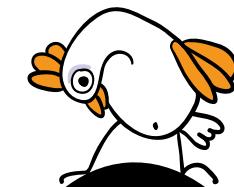
Mirja Winkelmann (**Kreativdirektion**), mit Unterstützung von Dela Kienle, Cyprian Lothringer (Schlaue Grafik), Thomas Wellmann (Rätselbild) und Véro Mischitz (Comic)

**Druck:** Bonifatius GmbH

**Stand:** August 2024



RECYCLED  
Papier aus  
Recyclingmaterial  
FSC® C011558



### Die Sache mit dem Ei

Was war zuerst da, Henne oder Ei? Über diese Frage rätselten einst die klügsten Köpfe. Dem Checker-Chick ist's ganz egal, es ist auf der Suche nach seinen zehn Küken. Überall im Heft sind sie versteckt. Findest du sie?



# Inhalt



## Grenzenlose Freude

40 Jahre lang war Deutschland geteilt. Durch Berlin verlief eine meterhohe Mauer. Vor 35 Jahren wurde sie zu Fall gebracht. Wie das gelang, erfährst du ab Seite 4.

Rätsel-  
auflösungen  
auf der letzten  
Seite



- 12 **Tierisch verspielt**  
Wie Elefanten, Hummeln und Kraken spielen und dabei fürs Leben lernen
- 16 **Expedition ins Erdreich**  
Findest du die neun gesuchten Antworten?
- 18 **Heldin der Wissenschaft**  
Hilde Mangold erforschte, wie aus einer Eizelle ein ganzes Lebewesen entsteht
- 20 **Superbild**  
Wo Webervögel wohnen
- 22 **Schlaue Grafik**  
Wie funktioniert das Internet?
- 24 **Schoko oder Marmelade?**  
Ein Hirnforscher erklärt, wie wir Entscheidungen treffen
- 28 **Wow!**  
Wissenshäppchen für den kleinen Hunger
- 29 **Stimmt's?**  
Vier Nachrichten aus der Wissenschaft – welche ist erfunden?
- 30 **Comic**  
Das große Finale!
- Teil 6 →
-



# Wir gehören zusammen!

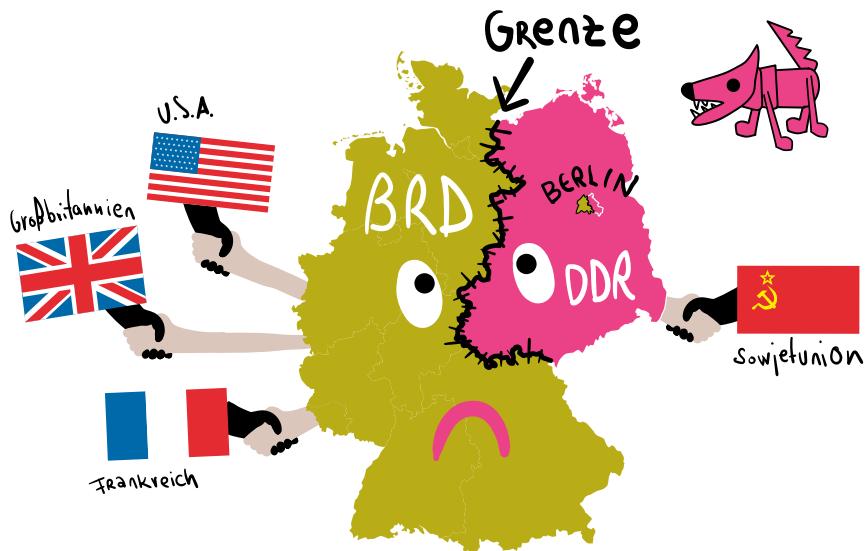
40 Jahre lang war Deutschland geteilt. Durch Berlin verlief eine meterhohe Mauer. Vor 35 Jahren wurde sie zu Fall gebracht – von mutigen Menschen, die friedlich für ihre Freiheit kämpften.



**NACH DEM MAUERFALL** wurde die Berliner Mauer an vielen Stellen durchlöchert.  
Endlich konnten die Menschen ungehindert von einer Seite auf die andere wechseln.



**Zwischen beiden Ländern** verließ damals eine streng bewachte Grenze. In Berlin war diese Grenze ab 1961 eine Mauer. Die DDR-Regierung ließ sie von schwer bewaffneten Soldaten bewachen. Denn sie wollte mit aller Macht verhindern, dass Menschen über die Mauer klettern, um in das andere Deutschland zu fliehen. Bevor es die Mauer gab, hatten nämlich fast drei Millionen Menschen die DDR heimlich verlassen. Viele von ihnen waren unzufrieden und wollten lieber „im Westen“ leben. Etwa, weil ihnen Rechte verwehrt wurden und sie keine Reisefreiheit hatten. Die DDR ließ ihre Bürgerinnen und Bürger nicht einfach überall hinreisen, nur in wenige befreundete Länder. Selbst ein Besuch bei Verwandten in der Bundesrepublik war für viele unmöglich.



## Warum war Deutschland geteilt?

Das hat mit dem Zweiten Weltkrieg zu tun, den Deutschland angefangen hatte und in dem Millionen Menschen auf der ganzen Welt ihr Leben verloren. In dieser Zeit wurde der Völkermord an über sechs Millionen Jüdinnen und Juden aus ganz Europa verübt. Er endete 1945, nachdem vier Staaten gemeinsam Deutschland besiegten: Frankreich, USA, Großbritannien und die Sowjetunion (dieses Land gibt es heute nicht mehr). Die Sieger regierten je einen Teil des Landes und berieten darüber, wie Deutschland künftig funktionieren sollte. Sie konnten sich aber nicht einigen, vor allem die USA und die Sowjetunion stritten heftig. Schließlich vereinten die drei westlichen Länder ihre Gebiete zu einem Staat: 1949 wurde die Bundesrepublik Deutschland gegründet. Im gleichen Jahr wurde im Osten die DDR gegründet. Die Stadt Berlin wurde in zwei Hälften geteilt, 1961 ließ die Regierung der DDR dort eine Mauer errichten.

Außer durch das Fenster der S-Bahn bekam ich die Mauer als Kind so gut wie nie zu sehen. Es war verboten, ohne Grund in die Nähe der Grenze zu gehen. Trotzdem gehörte die Mauer für mich damals einfach zu Berlin, ich kannte es nicht anders. Auch von den Erwachsenen konnte sich niemand vorstellen, dass sich das eines Tages ändern würde.



**Doch genau das geschah.** Am Abend des 9. November 1989 saß ich mit meiner Familie vor dem Fernseher und schaute zu, wie ein Politiker der DDR das Unglaubliche verkündete: Er sagte, dass die DDR die Grenze öffnen würde, und zwar „unverzüglich“, also sofort. Ich sah ihn sprechen und konnte es nicht fassen. Meinen Eltern ging es genauso. Wir blieben an diesem Abend bis in die Nacht vor dem Fernseher, um mitzubekommen, wie es weitergehen würde.

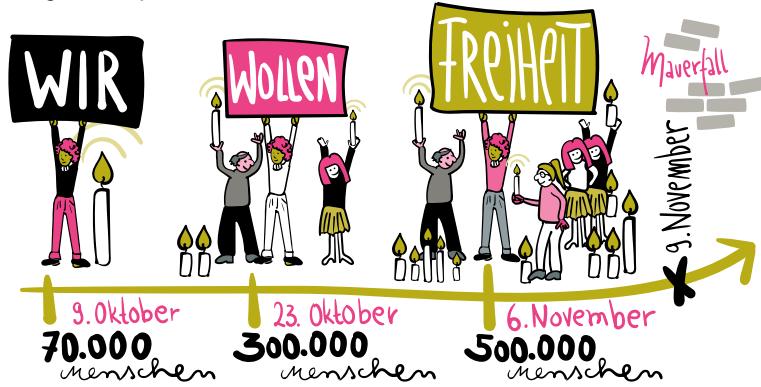
So sah ich, wie Soldaten an den Grenzübergängen in Berlin die Schranken öffneten. Zehntausende Menschen strömten an ihnen vorbei in den Westteil der Stadt. Anderswo kletterten einige auf die Mauer. Manche fingen schon an, sie mit Hammer und Meißel aufzubrechen und Teile herauszuschlagen. Die Leute tanzten und feierten, lachten und weinten. Und so wie ich sah die ganze Welt über das Fernsehen dabei zu.

Am nächsten Morgen saß ich müde in der Schule. Ein paar Kinder fehlten unentschuldigt, sie waren mit ihren Familien in den Westteil Berlins gefahren. Ich erinnere mich nicht mehr genau, was die Lehrerin zu all dem sagte. Heute würde ich vermuten, dass an normalen Unterricht nicht zu denken war. Oder doch? Schließlich hatten die Lehrkräfte in der Schule seit Monaten so getan, als wäre nichts.

Dabei wussten wir Kinder genau, dass es in der DDR heftig brodelte: Wir bekamen mit, dass immer mehr Menschen das Land verließen. Nach den Sommerferien fehlten in jeder Schule meh-

rere Kinder und kamen nicht zurück. Sie waren im Urlaub mit ihren Familien über die Grenze zu Ungarn aus der DDR geflohen. Bei mir zu Hause sprachen meine Eltern nun offen aus, dass sie finden, dass es so nicht weitergehe mit unserem Land. Das war mutig. Denn in der DDR konnte man ins Gefängnis kommen, wenn man die Regierung kritisierte.

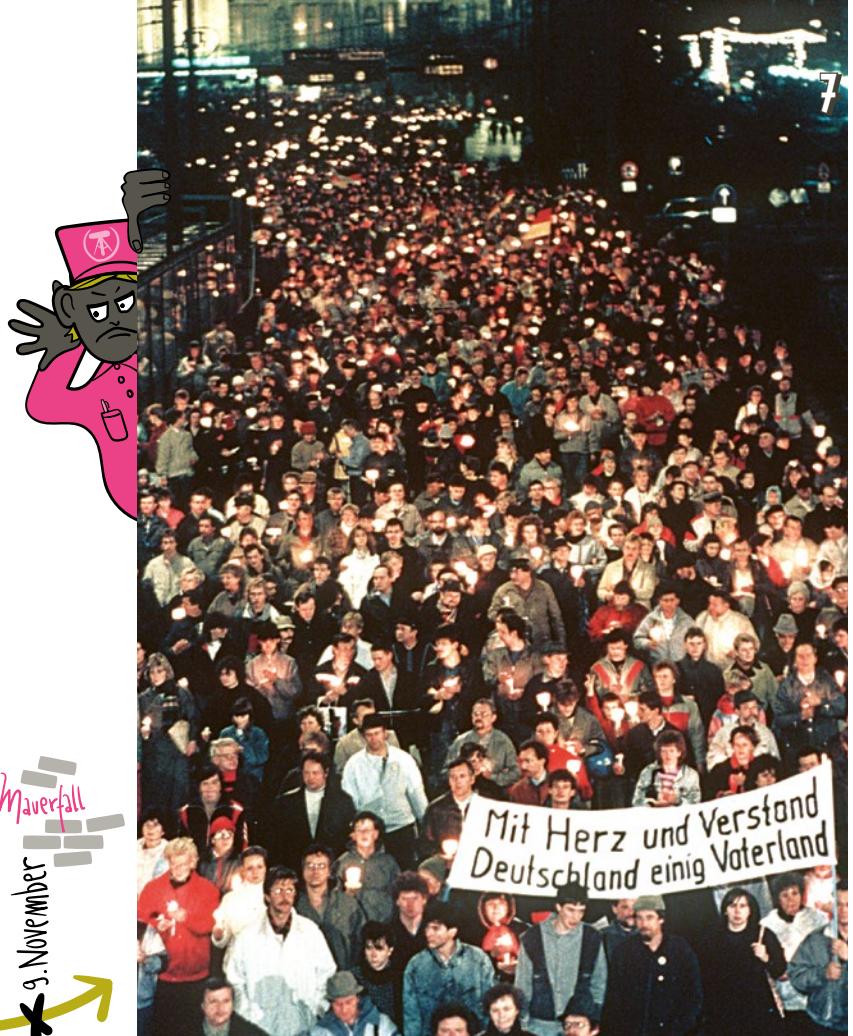
**Doch seit einigen Wochen** wollten die Menschen sich nicht mehr den Mund verbieten lassen. Es gab Demonstrationen. Am Anfang ließen nur wenige Leute mit Kerzen durch Städte wie Plauen und Leipzig. Doch es wurden immer mehr. Bald protestierten Hunderttausende Menschen überall im Land. Sie wollten sich nicht länger einsperren lassen.



Zu all dem hatte die Regierung lange geschwiegen. Die Furcht war groß, dass sie irgendwann doch Polizisten und Panzer gegen die Protestierenden schicken könnte. So war es in der Vergangenheit in der DDR und einigen Nachbarländern schon geschehen. Daher war die Erleichterung am 9. November riesig, dass der Mauerfall ohne Gewalt gelungen war. Es war der Anfang vom Ende der DDR. Die Proteste aus der Zeit bezeichnen heute viele als friedliche Revolution.

Meine Familie unternahm den ersten Ausflug in den Westteil Berlins Ende November. Wir erkundeten ein Kaufhaus, in dem sich die Waren bis unter die Decke stapelten. Ich staunte über die Massen an Spielzeug in Glitzer und Neon-grün. In der DDR gab es viel weniger Auswahl. Viele Dinge, die für Westdeutsche zum Alltag gehörten, konnte man bei uns nicht kaufen. Barbies zum Beispiel. Ich war überglücklich, als ich mir dort im Kaufhaus eine aussuchen durfte.

In den Monaten danach veränderte sich für mich und meine Familie fast alles. Meine Mutter

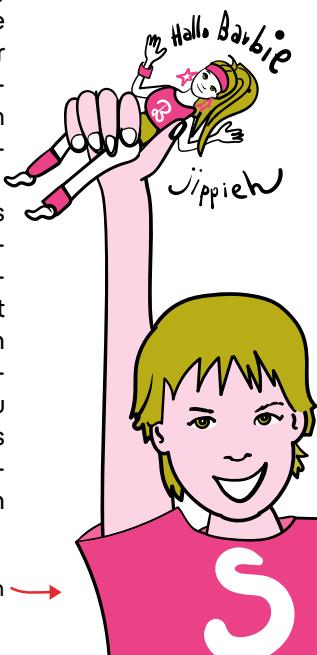


#### FRIEDLICHER PROTEST

Im Herbst 1989 gingen in Leipzig Zehntausende Menschen mit Kerzen auf die Straße. Damit wollten sie zeigen, dass sie für ihre Rechte kämpfen – ohne Gewalt.

verlor bald ihre Arbeit, mein Vater startete eine eigene Firma. Wir hatten eine Zeit lang wenig Geld. Im Oktober 1990 wurden die ehemalige DDR und die Bundesrepublik vereinigt. Ich war zwölf Jahre alt. Wir wohnten noch in der gleichen Wohnung wie immer. Aber um mich herum war das Land, in dem ich aufgewachsen war, verschwunden.

Im Sommer fuhren meine Eltern jetzt mit uns im Auto in die Alpen und an die Nordsee. Wir erkundeten den anderen Teil Deutschlands. Ich begann, Französisch zu lernen, und besuchte mit der Klasse Paris. Ein paar Jahre später konnte ich sogar ein halbes Jahr in Großbritannien zur Schule gehen. Als Erwachsene weiß ich es sehr zu schätzen, dass wir heute die Regierung unseres Landes frei wählen können. Dass das nicht überall selbstverständlich ist – darüber spreche ich heute viel mit Kindern in Schulen. ☺



# Erzähl mal: Wie hast du den Mauerfall erlebt?

Drei Orte, drei Geschichten



## „Ich war drei Jahre alt“

und kann mich an wenig erinnern. Woran ich mich erinnere: Wie ich auch später noch in der Schule gehänselt wurde. Auf der Straße wurde ich immer schräg angeglotzt und einmal wurde ich sogar bespuckt. Weil mein Vater aus Vietnam stammt, sah ich anders aus als die anderen Kinder. Damit konnten die Leute nicht umgehen. Mein Vater war als Gastarbeiter in die DDR gekommen, um eine Ausbildung zu machen. Dass so jemand in der DDR heiratete und eine Familie gründet, war in dem Land auch von der Regierung nicht gern gesehen. Deswegen gab es nur wenige Kinder wie mich. Meine Freundinnen kamen super gern mit zu mir nach Hause – auch, weil mein Vater toll kochte. Bei uns bekamen sie Frühlingsrollen, gegrillten Fisch oder Tomatentofu. Das gab es sonst nicht. Richtig gut ging es mir, wenn ich Musik machen konnte. Ich lernte Klavier spielen, später rappte ich in einer Hip-Hop-Crew. Heute lebe ich als Künstlerin und Musikproduzentin in Leipzig.“



## „Am 9. November 1989“

war ich 18 Jahre alt und in Rostock auf einer Demonstration der Bürgerbewegung. Aufgeregt lief ein Mann umher und rief: „Die Mauer ist auf!“ Wir schüttelten ungläubig den Kopf und gingen weiter zum Rathaus. Dort stellten wir Kerzen ab, das Symbol der friedlichen Revolution. Zu Hause sah ich dann die Bilder im Fernsehen: Menschen auf der Berliner Mauer? Fassen konnte ich dieses Glück lange nicht. Erst nach und nach wurde das weltbewegende Ereignis für mich zur Gewissheit. Heute schreibe ich Bücher über die DDR für Kinder und Jugendliche.“



## „Als ich acht Jahre alt war,“

sagten unsere Eltern meiner Schwester und mir etwas Wichtiges. Sie wollten die DDR mit uns für immer verlassen, weil sie sich nicht frei fühlten. So etwas sollte es in diesem Land nicht geben, deswegen wurde uns der Weg schwer gemacht. Meine Eltern mussten viele Anträge stellen und jahrelang Kummer ertragen. Im April 1989 war es so weit: Wir gaben unsere Pässe ab und durften nur mitnehmen, was wir tragen konnten. Wir verließen die DDR für immer und dachten, dass wir meine Großeltern vielleicht nie wiedersehen würden. Als die DDR ein halbes Jahr später die Grenze öffnete, war ich elf Jahre alt. Ich saß staunend vor dem Fernseher. Am meisten freute ich mich, dass wir meine Omas und Opas wieder besuchen konnten.“

**MACH MIT**  
Sammle noch mehr Geschichten! Einfach unseren Fragebogen  
kopieren und an Verwandte und Freunde verteilen.



# DDR-Erinnerungen

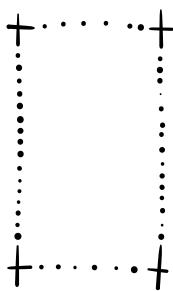
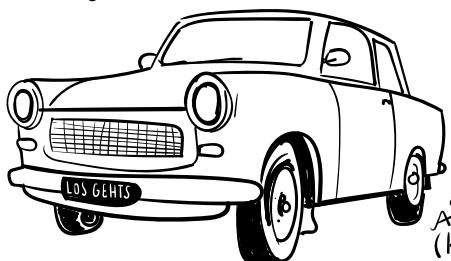
von:

Name \_\_\_\_\_

Geburtsdatum \_\_\_\_\_ Alter \_\_\_\_\_

Lieblingsbeschäftigung \_\_\_\_\_

Größe (in cm) \_\_\_\_\_



Platz für  
Fingerabdruck

Hier ein Haar einkleben  
(DNA-PROBE)

Für  
mich  
bedeutet  
Freiheit!

## Ich habe die DDR erlebt:

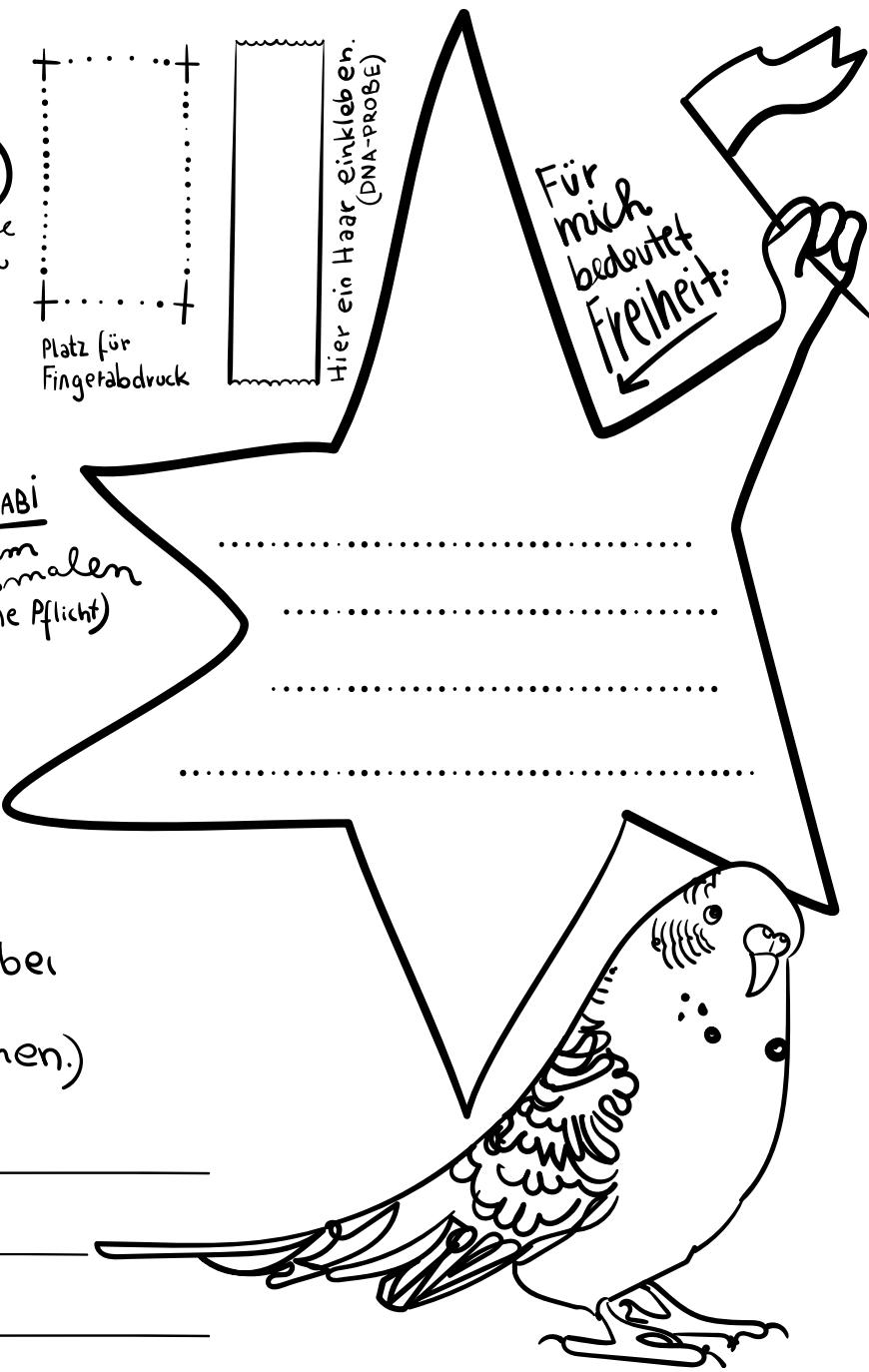
Ja

Nein

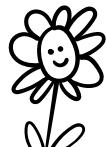
Am 9. November 1989 war ich

- noch nicht geboren
- im Tiefschlaf
- mittendrin und an der Grenze dabei
- am anderen Ende der Welt  
(nicht zutreffendes bitte durchstreichen.)

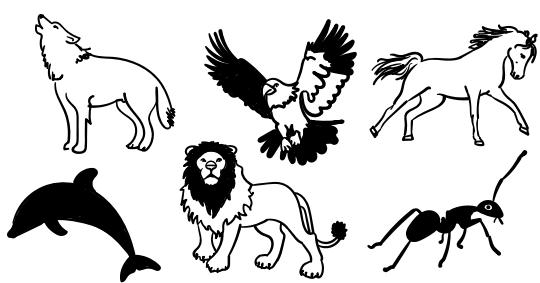
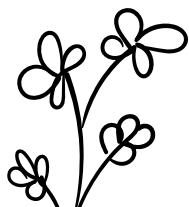
## Platz für eigene Gedanken:



Dieses Tier symbolisiert für mich  
F R E I H E I T



Male ein Mauerblümchen:





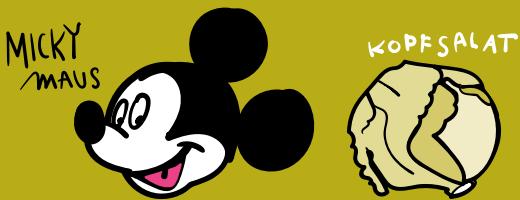
## Bundesrepublik

### DEMOKRATIE

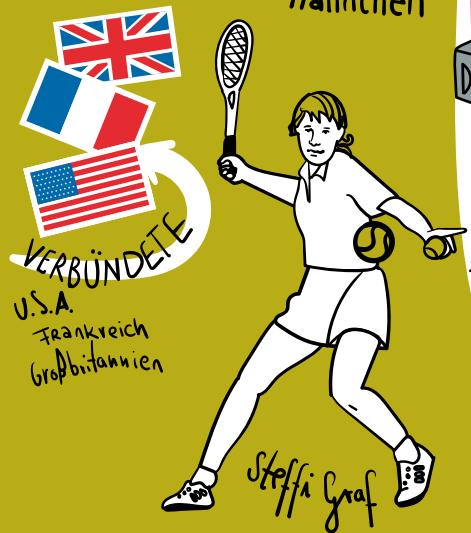
Das Volk wählt in freien Wahlen Vertreterinnen und Vertreter aus verschiedenen Parteien.

### SOZIALE MARKT-WIRTSCHAFT

Was die Menschen kaufen wollen, stellen private Unternehmen her. Sie bestimmen den Preis und können reich werden, aber auch alles verlieren. In der sozialen Marktwirtschaft gibt es einen freien Markt und einen Sozialstaat.



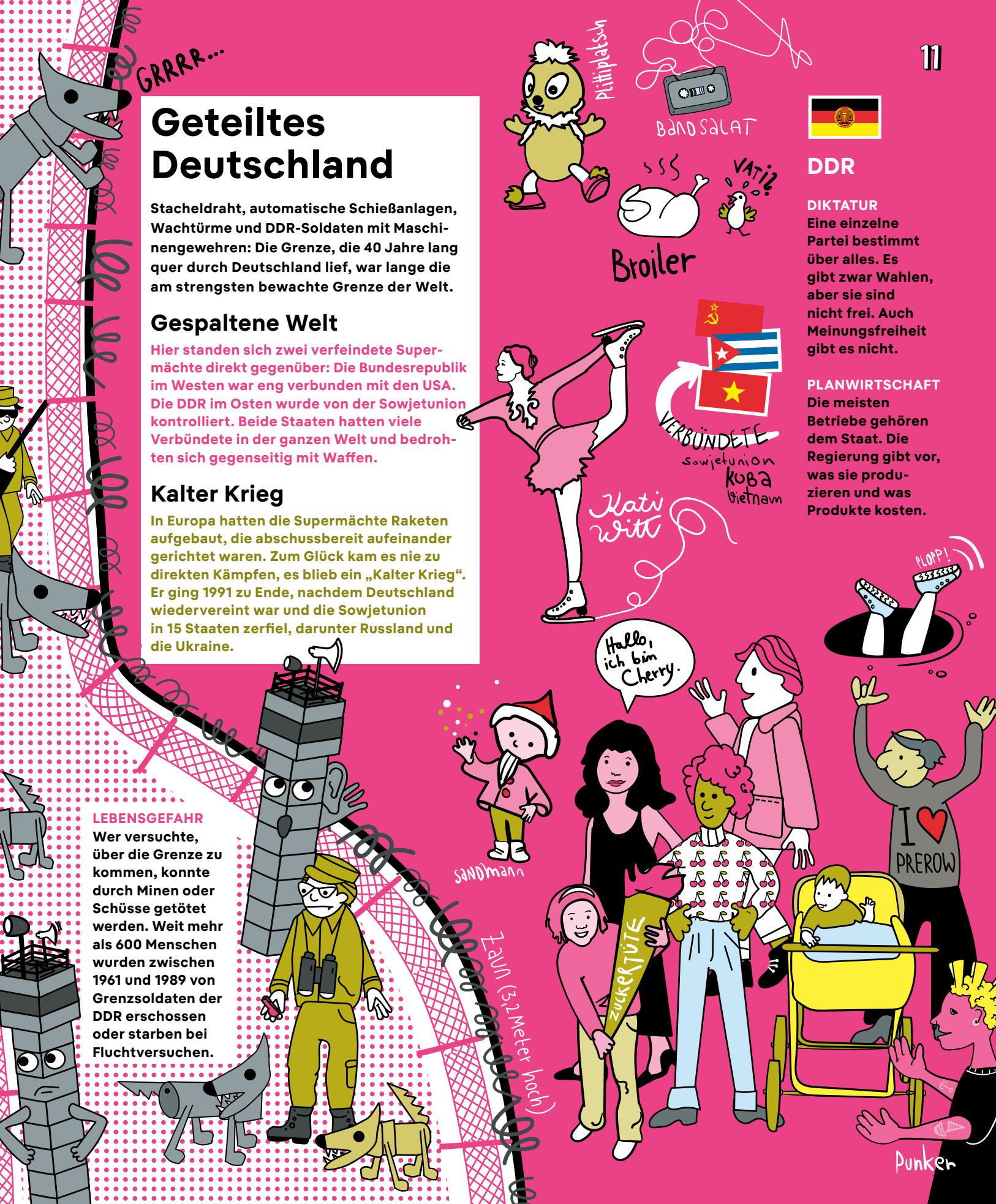
KOPFSALAT



1.400 KILOMETER

lang war die Grenze. Sie wurde von bis zu 30.000 Grenzsoldaten der DDR bewacht.

Illustrationen: Mirja Winkelmann



## Kicken unter Wasser

Kraken sind sehr geschickt. Um an Leckereien heranzukommen, können sie sogar Schraubverschlüsse öffnen. Das zeigen Versuche mit Kraken in Aquarien. Doch auch leere Flaschen wecken ihre Neugier: Forschende aus Kanada haben beobachtet, wie ein Pazifischer Riesenkrake ein Plastikfläschchen mit einem Wasserstrahl quer durchs Aquarium schoss, Richtung Filter. Weil dort Wasser einströmte, trieb die Flasche zum Kraken zurück. So ging es 20 Minuten lang hin und her. Fast so, als würde ein Kind einen Ball gegen eine Wand prellen. Seitdem haben weitere Experimente gezeigt, dass auch andere Krakenarten mit Gegenständen spielen, beispielsweise mit Lego-Klötzchen, die man ihnen ins Aquarium legt.



# Tierisch verspielt

Spielen ist Kinderkram? Von wegen. Auch Kraken, Elefanten und sogar Hummeln tun es – und lernen dabei oft fürs Leben.



## Hoch den Rüssel!



**WANN IST EIN SPIEL EIN SPIEL?**

**Forschende sagen:**  
Das Spiel muss wiederholt auftreten, wenn das Tier gesund und nicht gestresst ist.  
Es muss ein angenehmes Verhalten sein und darf keinen direkten Nutzen haben.

„Trörööö!“ Laut trumpetend galoppiert ein junger Elefant auf einen Vogel zu, bis der verschreckt auffliegt. Sieht es nur so aus oder macht das dem Kleinen richtig Spaß? Mal rutschen Elefantenjunge durch den Matsch, mal verwickeln sie ihre Kameraden in Scheinkämpfe. Und natürlich betasten, drehen und werfen sie fast alles, was ihnen in Rüsselnähe kommt. So üben sie ganz nebenbei, die rund 90.000 Muskelpartien in ihrem Riechorgan zu kontrollieren. Irgendwann ist ihr Rüssel so feinfühlig, dass sie mit ihm ein Blatt aufheben können. Elefanten gehören zu den verspieltesten Tierarten der Erde. Womöglich hängt das damit zusammen, dass sie so lange von ihren Müttern und anderen Verwandten betreut werden. Spielen kostet schließlich zusätzliche Energie, und die fehlt, wenn Jungtiere schon früh allein ihr Überleben sichern müssen.

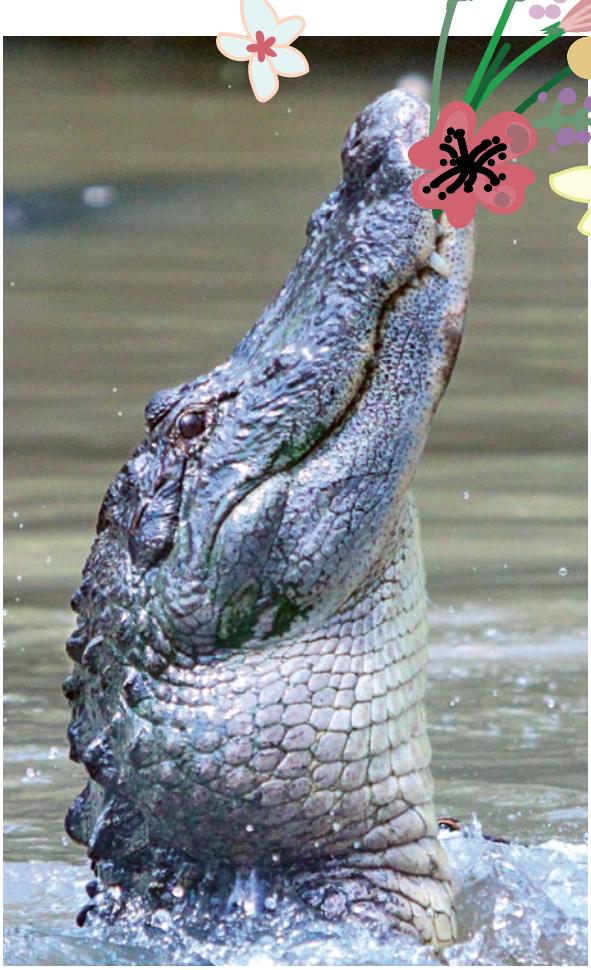


## Fliegende Faxenmacher

Keas sind olivgrüne Bergpapageien. In ihrer Heimat Neuseeland nennt man sie die „Clowns der Lüfte“. Kein Wunder: Die lustigen Vögel rollen Schneebälle hin und her, rodeln vereiste Hüttendächer hinunter und werfen Gegenstände in die Luft, die ihre Kumpels im Sturzflug fangen. Und sie sind ungeheuer neugierig. Mal öffnen sie die Reißverschlüsse von Rucksäcken, mal hebeln sie Radkappen ab. Forschende haben sogar entdeckt, dass Keas eine Art trillernden „Spielruf“ haben, der Artgenossen zum Mitmachen lockt. Er ist ähnlich ansteckend wie menschliches Lachen. Dass Keas so verspielt sind, ist kein Zufall: Im kargen Gebirge hilft ihnen ihre Experimentierfreude beim Überleben. Gerade die jüngeren Papageien lernen so, wie sie ihren Körper und ihren scharfen Schnabel gebrauchen können, um ausreichend Futter zu finden.



Weiterlesen →



## Quatsch mit Kroko

Oft lauern Krokodile unbeweglich unter der Wasseroberfläche oder sie verharren reglos zum Sonnenbaden an Land. Sie teilen sich ihre Energie gut ein und leben auf Sparflamme. Klingt nach Spaßbremsen oder Spielverderbern? Von wegen! Ein amerikanischer Zoologe hat wilde und gefangene Krokodile verschiedener Arten rund 3.000 Stunden lang beobachtet und andere Fachleute befragt. Das Ergebnis: Krokodile beherrschen alle drei Spielarten, die Forschende unterscheiden. Manche tollen mit Bällen herum oder sammeln mit ihren Schnauzen Blüten ein. Sie spielen also mit Objekten. Andere lassen kleinere Artgenossen auf ihren Rücken klettern und schwimmen mit ihnen so durchs Wasser. Das ähnelt einem sozialen Spiel. Es wurden auch schon Krokodile beobachtet, die wiederholt eine Flussböschung hinabrutschten oder sich wie Surfer von Wellen mittragen ließen. So funktionieren Bewegungsspiele.



### DREI ARTEN ZU SPIELEN

#### 1. OBJEKTPSPIEL

Tiere vergnügen sich mit einem Gegenstand, ähnlich wie Kinder mit Spielzeug.

#### 2. BEWEGUNGSSPIEL

Springen, Hopsen, Tollen oder Schleichen ohne erkennbaren Anlass.

#### 3. SOZIALES SPIEL

Mindestens zwei Artgenossen sind beteiligt.



## Brummende Ballkünstler

„Hummel“ und „Ball“? Wer das hört, denkt vielleicht erst einmal an Mats Hummels, den bekannten Fußballspieler. Doch auch echte Hummeln spielen gern mit Bällen! Das wurde vor Kurzem an einer britischen Universität entdeckt. Forschende bauten einen Parcours, an dessen Ende Zuckerwasser lockte. Auf dem Weg dahin lagen aber auch bunte Holzkugeln herum, ungefähr so groß wie die Hummeln selbst. Die Tiere mussten sie nicht bewegen, um zum Futter zu gelangen. Es brachte ihnen auch keinen erkennbaren Nutzen. Aber sie stürzten sich trotzdem wieder und wieder auf die Bälle – als hätten sie Spaß daran. Die Hummeln setzten zum Beispiel ihre Füße seitlich auf eine Kugel und trippelten los, sodass ihr Spielgerät mit ihnen herumrollte. Besonders häufig taten das jüngere und männliche Hummeln.





## So ein Affentheater

„Komm, lass uns toben!“ So laden Schimpansen ihre Freunde zum Fangenspielen, Klettern und Springen ein. Nicht mit Worten, sondern mit einem speziellen Gesichtsausdruck. So schauen sie auch drein, wenn sie sich zum Spaß auf ihre Artgenossen stürzen. Dann wissen die, dass der Angriff nicht ernst gemeint ist. Studien zeigen, dass Menschenaffen ganz ähnlich spielen wie Menschenkinder: Die Allerjüngsten vergnügen sich oft noch alleine. Später tollen sie am liebsten mit Gleichaltrigen umher. Besonders erstaunlich ist, dass Schimpansen auch „So tun als ob“-Spiele beherrschen. Sie benutzen beispielsweise einen Stock wie eine Puppe und „kümmern“ sich um ihn, als wären sie Schimpansenmütter. Vor allem junge Weibchen spielen mit Stockpuppen – junge Männchen hingegen selten.

**WOLLEN WIR  
SPIELEN?**

**Das fragen Schimpansen mit ihrem Spielgesicht:  
Ihr Mund ist entspannt und leicht geöffnet, wie bei einem menschlichen Lächeln.**

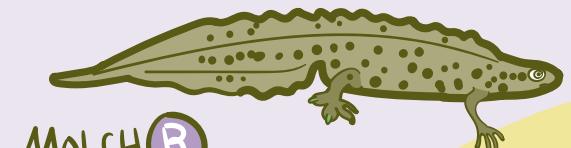
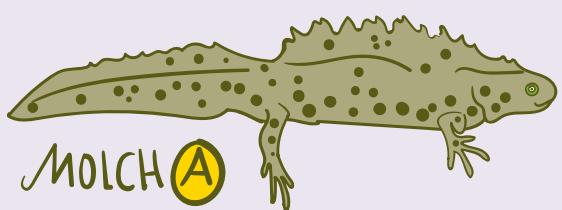


# Expedition ins Erdreich

Der Boden steckt voller Rätsel. Komm mit auf Entdeckungstour und hilf dem Forscherteam, sie zu lösen.



# 18 Heldinnen der Wissenschaft



Ü  
E  
S  
G  
M

BUCH-  
STABENSALAT  
Welches Wort  
wird gesucht?

Ei von MOLCH A

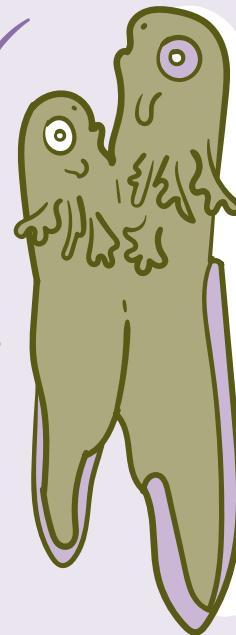


(Ei-Zeilchen)



Ei  
von MOLCH B

ERGEBNIS:



## Hilde Mangold

Die Biologin machte wichtige Experimente, die erklären, wie aus einer einzelnen Zelle ein ganzes Lebewesen wird.



In jedem Frühjahr kann man in Tümpeln und Teichen beobachten, wie sich aus Häufchen von glibberigem Laich erst Kaulquappen und schließlich fertige kleine Frösche entwickeln. Woher wissen die Zellen in heranreifenden Lebewesen, an welcher Stelle sie einen Knochen formen sollen, ein Herz oder ein Auge? Diese Frage hat Forschende der Biologie schon vor mehr als hundert Jahren interessiert. Eine davon war Hilde Mangold.

Sie wurde 1898 in der Stadt Gotha geboren. Damals wurde Deutschland noch von einem Kaiser regiert. Hildes Familie gehörte eine Seifenfabrik und hatte viel Geld. Ihre Mutter setzte sich für die Rechte der Frauen ein. Sie schickte Hilde auf ein berühmtes Gymnasium, das damals nur ganz ausnahmsweise Mädchen aufnahm. Hilde machte ihr Abitur mit besten Noten. Danach sollte sie aber erst einmal lernen, wie man einen Haushalt führt: Kochen, Backen, Nähen, Waschen. Das gehörte sich so.

Auf dem hauswirtschaftlichen Internat hielt es Hilde aber nicht lange aus. Schon nach einem halben Jahr verließ sie die Schule wieder und ging 1918 an die Universität Jena, um Chemie zu studieren. Ein Jahr später wechselte sie an die Uni in Frankfurt am Main und belegte das Fach Zoologie, also Tierkunde. Dort hörte sie einen Gastvortrag des Biologen Hans Spemann über seine Forschung an Molch-Embryonen. „Embryo“ heißt das sich entwickelnde Lebewesen, das aus einer befruchteten Eizelle erwächst.

**Molche sind eng verwandt** mit Fröschen. Auch sie legen ihre Eier in Teichen ab. Die Embryonen, die darin wachsen, sind verhältnismäßig groß und lassen sich gut beobachten. Hans Spemann wollte herausfinden, wie aus einer einzelnen Zelle ein ganzer Molch wird. Er glaubte, dass dabei der Urmund eine Rolle spielt, eine zarte Falte, die sich an jedem Molch-Embryo ausbildet.

Als Hilde Mangold von all dem erfuhr, wollte sie unbedingt mit Hans Spemann zusammenarbeiten. 1920 wechselte sie an das Zoologische Institut in Freiburg, an dem er lehrte und forschte. Der Wissenschaftler merkte schnell, wie talentiert Hilde war und betraute die damals 21-Jährige mit einem schwierigen Experiment: Mit einer feinen Glasnadel schnitt sie ein winziges Stück von einem Molch-Embryo heraus, das sich oberhalb des Urmunds befand. Dann pflanzte sie dieses Stück auf einen anderen Embryo und



#### LEBEN

Geboren 1898 als Hilde Pröscholdt in Gotha, Thüringen, gestorben 1924 bei einem Brandunfall in Berlin.

#### FAMILIE

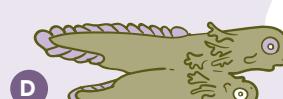
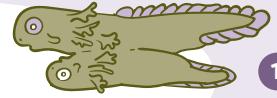
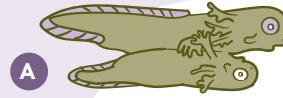
Ihr Mann Otto Mangold forschte im selben Labor. Ihr Sohn Christian war noch ein Baby, als Hilde starb.

#### TALENT

Geschickter Umgang mit winzigen Zellstrukturen, exakte Zeichnungen.

#### RÄTSEL

Je zwei Doppel-Molchlarven sind gleich. Welche?



wartete. Nach wenigen Wochen entwickelte sich daraus eine Molchlarve mit zwei Körpern, die am Bauch miteinander verwachsen waren.

Damit war bewiesen, was Hans Spemann vermutet hatte: Nämlich, dass die Zellen rund um den Urmund am Embryo die Entwicklung des Lebewesens steuern. Sie dienen als eine Art Kommandozentrale und geben den umliegenden Zellen die Information, welche Organe sie ausbilden sollen. Und da der Embryo in Hildes Experiment nun zwei Kommandozentralen hatte, hat er zwei Körper gebildet. Um ganz sicherzugehen, dass dies kein Zufall war, wiederholte Hilde Mangold das Experiment mehr als 250-mal. Viele Embryonen starben oder entwickelten sich nicht weiter. Aber bei insgesamt 30 Versuchen klappte es.

**Für diese Arbeit** bekam Hilde Mangold 1924 den Doktortitel verliehen. Kurze Zeit später starb sie bei einem Unfall: Sie wollte das Milchfläschchen für ihr Baby erwärmen. Der Herd fing Feuer und Hilde erlitt schwerste Verbrennungen, die sie nicht überlebte. So konnte sie nicht miterleben, wie Hans Spemann 1935 mit dem Nobelpreis geehrt wurde, dem wichtigsten Wissenschaftspreis der Welt. Er bekam ihn für ihre gemeinsame Entdeckung der Kommandozentrale in Embryonen. Diese Zellstruktur wird heute Spemann-Mangold-Organisator genannt. 2018 entdeckten Forschende, dass auch menschliche Embryonen so eine Kommandozentrale besitzen. In der Zukunft könnte die Medizinforschung dieses Wissen nutzen, um neue Organe für Kranke nachzuwachsen zu lassen. ☺

# 20 Superbild



## Piep

Siedelweber sind die geschicktesten Nestbauer unter den Vögeln

### ALLE UNTER EINEM DACH

Im Süden Afrikas leben Siedelweber in großen Gruppen zusammen. Mehr als 100 Brutpaare teilen sich ein Nest, das aus unzähligen Höhlen und Kammern besteht.

### EWIGE BAUSTELLE

Die Nester sind nie fertig, ständig bauen die Vögel weiter daran. Manche gibt es schon seit 200 Jahren. Die Männchen sind für die Nesthülle verantwortlich, die Weibchen kümmern sich um den Innenausbau.

### NACHBARSCHAFTSHILFE

Siedelweber wohnen nicht nur eng zusammen. Sie helfen sich auch gegenseitig dabei, die Jungen aufzuziehen. Dadurch schaffen sie es, bis zu vier Mal im Jahr zu brüten.



# Woher kommt das Internet?

Wenn Klara mit ihrer Oma in New York skypt, rauschen in Sekundenschnelle Daten von Kontinent zu Kontinent. Möglich machen das armdicke Kabel, die quer durch die Ozeane verlaufen.



BÜSUM

New York

**SEEKABEL**  
bestehen aus  
Glasfasern, die  
von mehreren  
Schichten aus  
Kupfer, Aluminium  
und Kunststoffen  
umhüllt sind. Sie  
schützen das Kabel  
vor Salzwasser.

**30-MAL**

könnte man die  
Erde umwickeln,  
würde man alle  
500 Seekabel der  
Welt aneinander-  
legen.



**KLARAS**  
**SMARTPHONE**  
empfängt mobi-  
les Internet über  
Funkmasten.



zähle 1, 2, 3, 4, 5 ...

**HIRNFORSCHUNG ZUM MITMACHEN!**

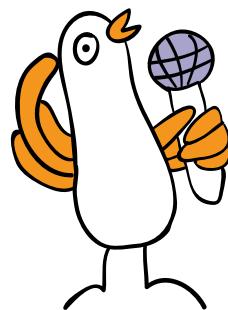
Blättere die rechte Seite auf und halte sie so nach oben,  
dass du beide Toastbrote gut sehen kannst.  
Zähle bis zehn und entscheide: Welches würdest du nehmen?

# Was soll aufs Toastbrot: Schoko oder Marmelade?

Die Wahl liegt bei dir – oder etwa nicht? Experimente aus der Hirnforschung zeigen, dass Entscheidungen wie diese in unserem Gehirn schon feststehen, bevor wir etwas davon merken. Sind wir also gar nicht so frei, wie wir uns fühlen? Das klären wir im Interview.



**JOHN-DYLAN HAYNES**  
Der britisch-deutsche Hirnforscher arbeitet als Professor in Berlin und hat zwei Kinder.



**forscher:** Herr Haynes, Sie erforschen, wie Menschen Entscheidungen treffen und ob sie dabei wirklich frei sind. Können Sie ein Beispiel nennen?

**John-Dylan Haynes:** Nehmen wir mal an, ein Kind steht morgens auf und geht zum Frühstück. Auf dem Tisch stehen Toastbrot, Marmelade und Schokocreme. Wenn sich das Kind jetzt für einen Schoko-Toast entscheidet, fühlt sich das nach einer freien Entscheidung an. Es hätte ja auch Marmelade nehmen können. Bei genauerer Betrachtung war die Entscheidung aber gar nicht so frei.

## Wieso nicht?

Zum einen war die Entscheidung begrenzt durch das, was zur Auswahl stand: Toast mit Marmelade oder Schokocreme. Hätte auf dem Tisch auch noch ein Schokoriegel gelegen, hätte sich das Kind vielleicht dafür entschieden. Aber das wäre den Eltern dann doch zu viel Zucker am Morgen, also erlauben sie es nicht. Zum anderen hat unser Beispielkind eine Vorliebe für Schokolade und mag gar nicht so gerne Marmelade. Also war eigentlich schon klar, dass es sich für den Schoko-Toast entscheidet. Das ist bei uns Menschen grundsätzlich so: Es gibt einen Zwang, Unannehmes zu vermeiden. Daher sind wir nicht frei, gegen unsere Vorlieben zu entscheiden.

## Also stand die Entscheidung von Anfang an fest?

Richtig. In unseren Experimenten können wir das sogar sehen: Da können wir eine Entscheidung im Hirn schon ablesen, bevor den Menschen klar ist, was sie wählen werden.

## Wie funktionieren diese Experimente genau?

Wir beobachten mit einem Hirnscanner, welche Regionen im Gehirn aktiv sind, wenn unsere freiwilligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer Entscheidungen treffen. Etwa, ob sie lieber Pizza oder Salat essen möchten. Für jede Entscheidung gibt es ein Aktivitätsmuster im Gehirn. Das kann man sich ein bisschen so vorstellen, wie bei einer Musik-CD. In die ist auch ein Muster aus winzigen Vertiefungen eingeprägt, die ein Laser im CD-Spieler abtastet. Je nach Muster entsteht eine andere Musik.

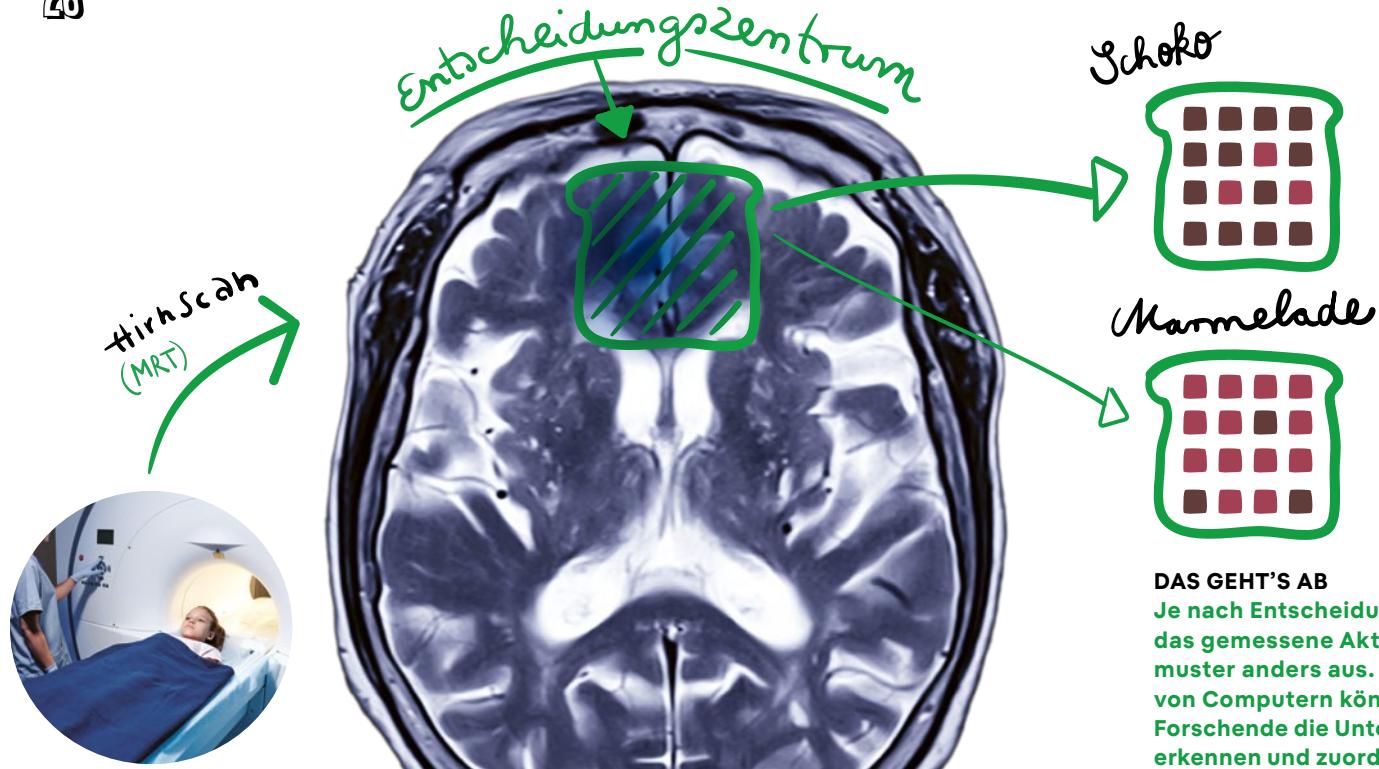
## Es gibt also im Hirn ein Muster für den Gedanken an Salat und ein anderes für Pizza?

Genau. Und auch welche für Schokocreme und Marmelade. Die sehen aber nicht bei jedem Menschen gleich aus. Für jeden Teilnehmenden unserer Experimente muss unser Computer diese Muster erst lernen. Und zwar, indem wir die Teilnehmenden immer wieder zwischen verschiedenen Dingen wählen lassen.

MACH MIT  
Halte diese Seite hoch. Nun schau auf beide Toastscheiben.

Dein (rechter) Daumen hier

Weiterlesen →



Nach dieser Trainingsphase versuchen wir die Antwort anhand des Musters im Hirnscanner vorherzusagen. Das klappt nicht immer gleich gut. Manchmal in sechs von zehn Versuchen, manchmal sogar in acht von zehn Versuchen.

**Heißt das, in Wirklichkeit entscheiden wir gar nicht selbst, sondern unser Gehirn trifft Entscheidungen, ohne dass wir es merken?**

Na ja, unser Gehirn ist ja Teil unseres Körpers, insofern entscheiden wir schon selbst – wir nehmen nur nicht alle Prozesse wahr, die da im Vorfeld in unserem Kopf stattfinden. Das ist nicht weiter verwunderlich, es gibt viele Vorgänge in unserem Körper, die einfach ablaufen, ohne dass wir sie aktiv lenken. Etwa das Atmen oder der Herzschlag. Aber wenn es um unsere Gedankenwelt geht, bereitet es vielen Menschen Unbehagen, wenn sie nicht alles unter Kontrolle haben. Denen kann ich sagen: Keine Sorge! Unser Gehirn arbeitet in der Regel nicht gegen uns. Es bringt uns nicht dazu, vom Marmeladenbrot abzubeißen, obwohl wir lieber Schokocreme mögen. In den meisten Fällen produziert es Entscheidungen, die gut für uns sind.

**Dein (rechter) Zeigefinger hier**



**In den meisten Fällen, sagen Sie.  
In welchen nicht?**

Es gibt Situationen, in denen das, was wir uns wünschen, und das, was wir tun, auseinanderfallen. Etwa wenn ein Kind an einem sonnigen Nachmittag für eine Klassenarbeit lernen soll, aber viel lieber mit seinen Freunden auf den Bolzplatz gehen würde. In diesem Fall kämpfen zwei verschiedene Hirnregionen miteinander. Die eine ist für den Genuss zuständig, die andere für die Vernunft. So ein innerer Konflikt kann sich ganz schön blöd anfühlen.

**Haben Sie einen Tipp, was man da machen kann?**

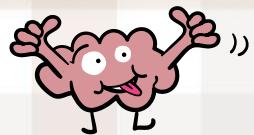
Ich denke, es hilft, wenn man sich die Folgen der jeweiligen Entscheidung ausmalt. Also zum Beispiel: Was passiert, wenn ich die Klassenarbeit verhaue? Bekomme ich dann ein schlechtes Zeugnis und kann vielleicht nicht auf meine Wunschschule wechseln? Durch solche Gedanken kann man sich selbst überlisten und zum Lernen motivieren. Aber ich finde es auch wichtig, sich zu belohnen. Vielleicht könnte das Kind auch erst eine Stunde lernen und danach noch auf den Bolzplatz gehen. ☺

• • • 6, 7, 8, 9, 10!



Kreuze an:

Ich will Schoko! Ich will Marmelade!



**WIE HAST DU DICH ENTSCHEIDEN?**

Für dich fühlt es sich so an, als hättest du deine Wahl bei der Zahl 10 getroffen.

Tatsächlich stand das Ergebnis schon bei 3 fest. Das zeigen die Experimente von Hirnforscher John-Dylan Haynes: Mit einem Hirnscanner kann er das Ergebnis sieben Sekunden vor dem gefühlten Zeitpunkt der Entscheidung ablesen.

# 28 Wow

## WUNDER DER NATUR



Oh, hi!

Ein bisschen erinnern sie an Ravioli, noch dazu an gut gelaunte: die Jungtiere der Stechrochen. Was aussieht wie ein freundlich lächelndes Gesicht, ist aber eine optische Täuschung. Der Mund ist zwar echt, aber die beiden Punkte sind keine Augen, sondern Nasenöffnungen. Die echten Augen der Rochen sitzen auf der Oberseite der Tiere. Rochen sind eng verwandt mit Haien, anders als diese schlüpfen sie aber meist nicht aus harten Kapselfielen (im Hintergrund), sondern werden lebend geboren.

## JA LOGO!

## Rechne mal

$$\begin{array}{r} \text{mouse} + \text{mouse} + \text{mouse} = 30 \\ \text{mouse} + \text{cheese} + \text{cheese} = 18 \end{array}$$

$$\text{cheese} - \text{cat} = 2$$

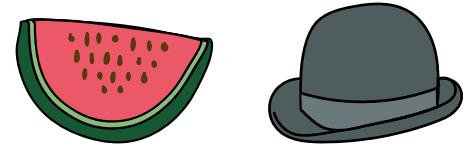
$$\text{cat} + \text{cheese} + \text{mouse} = ?$$



## FALSCHE FREUNDE

der Rock

the rock  
der Stein



## TEEKESSELCHEN

Die eine ist süß und erfrischend, die andere etwas aus der Mode gekommen. Gesucht ist die



## Eine der vier Nachrichten aus der Forschung ist erfunden. Welche?

### Die Tattoos von Ötzi

Die Gletschermumie Ötzi ist weltberühmt. Weniger bekannt ist, dass der Mann, der vor 5.200 Jahren in den Ötztaler Alpen starb, 61 Tattoos am Körper trug. Bisher gingen Forschende davon aus, dass die Motive in die Haut geritzt und dann mit Asche eingerieben wurden. Diese Annahme haben vier Tattoo-Künstler aus Neuseeland nun mit einem Experiment widerlegt. Einer von ihnen ließ sich achtmal das gleiche Motiv aufs Bein tätowieren – mit unterschiedlichen Werkzeugen. Das Ergebnis: Ötzis Tattoos wurden eingestochen, vermutlich mit einem spitzen Knochen, der zuvor in Farbe getaucht wurde.



### Neue Dino-Art entdeckt

An der Grenze zwischen den USA und Kanada haben Paläontologen einen gewaltigen gehörnten Dinosaurier aus der Zeit vor 78 Millionen Jahren entdeckt. Er gehört zur gleichen Gruppe wie der weithin bekannte Triceratops. Anders als dieser trug das Tier jedoch kein Nasenhorn, dafür aber zwei auffallend lange, klingenförmige Hörner an seinem Nackenschild. Weil dieses Aussehen die Forschenden an den nordischen Gott Loki erinnerte, nannten sie den gut sieben Meter langen Dino Lokiceratops rangiformis. In der Gegend wurden bereits vier ganz ähnliche Saurierarten entdeckt, ein Beispiel für die reiche Artenvielfalt unter den Dinos.



### Wie ein Fisch im Wasser

Unter Wasser atmen – diesem Menschheitstraum ist ein Forscherteam aus Südkorea ganz nah gekommen. Es hat einen Tauchanzug entwickelt, mit dem selbst untrainierte Hobbytaucher ohne Sauerstoffflasche eine Stunde lang unter Wasser bleiben können. Möglich machen das 200 künstliche Kiemen, die in den Anzug eingearbeitet sind und die Atmung von Fischen nachahmen. Sie filtern Sauerstoff aus dem Wasser, der über einen Schlauch zum Mundstück geleitet wird. Der Anzug soll 2025 auf den Markt kommen und 50.000 Euro kosten.



### Affenliebe gegen Affenhitze

Rhesusaffen sind ziemlich streitlustig. Das war auch auf der karibischen Insel Cayo Santiago so. Doch nachdem diese 2017 von einem Wirbelsturm verwüstet wurde, leben die Affen dort viel friedlicher zusammen. Forscherinnen aus Großbritannien erklären den Sinneswandel so: Seit dem Sturm gibt es auf der Insel viel weniger Bäume und damit auch weniger Schatten. Da es dort aber häufig über 40 Grad Celsius heiß wird, ist ein kühles Plätzchen überlebenswichtig. Für die Affen ist es lohnender, die raren Schattenplätze zu teilen, als einen Platz für sich allein zu ersteiten. So vermeiden sie das Risiko, verjagt zu werden und in der Hitze zu sterben.



# 30 Swutsch durch die Zeit

FOLGE 6

Flora und Tom sind auf unfreiwilliger Zeitreise unterwegs. Die Robo-Eule B3rtRAM und die Erfinderin Chloé stehen ihnen zur Seite. Heute heißt es: Willkommen im Jahr 2500!



Wissenswert: Was wir als Pilz kennen, ist nur ein KLEINER TEIL des lebewesens. Den weitaus größeren Teil bildet ein Geflecht aus feinen Fäden. Es wird MYZEL genannt. Wie ein Wurzelwerk erstreckt es sich - meist im Verborgenen - zum Beispiel unter der Erde oder im Holz. Welche Rolle dieses „Fadenwesen“ wohl in der Zukunft von Chloé und B3rtRAM spielt? Lass es uns gemeinsam herausfinden!



\* Vereinte Organismen Der Erde



Wissenswert: Forschenden ist es bereits gelungen, digitale Daten wie Fotos oder Texte auf DNA zu schreiben und wieder auszulesen. Bis daraus eine nutzbare Technologie wird, wird es allerdings noch ein Weilchen dauern ...



Lust auf mehr? Alle Folgen von Floras und Toms verrückter Zeitreise kannst du in den Heften 1/2022 bis 2/2024 nachlesen.

Ende

# End-rätseln

Tolle Tarnung: In der gestreiften Herde sieht man kaum den Anfang oder das Ende eines einzelnen Zebras. Wie viele Tiere zählst du?



**S. 5 Smartphone; S. 17 Rätselbild:** Abort-Fliege oben links, 12 Schneckeier ganz links, Mikroskop oben Mitte, 8 Kellerrasselbabys rechts von der Mitte, Gabel unten rechts im Wurm, Larve des Maikäfers oben rechts der Mitte, Maus unten links, Tochter oben rechts bei Strickleiter; **S. 18** Buchstabensalat: Gemüse; **S. 19** Molchpaare: A4, B3, C2, D1; **S. 28** Rechenrätsel: 16, Teekesselchen: Melone; **S. 29** Die dritte Kükken: **S. 10, 11, 13, 14, 17, 18, 20, 23, 31, 32; End-rätseln:** 19 und ein Küken

KI-Collage: Mirja Winkelmann

Rätsel-  
auflösungen

EINE INITIATIVE VOM



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



regioforscha



SEALiFE

Angermünder Bildungswerk e. V. | Bim & Boom Kinderspieliland | Deutsches Meeressmuseum | Fitolino Eberswalde | Flughafen Nürnberg | Hohwachter Bucht Touristik | Kurbetrieb Dahme | Landesmuseum für Natur und Mensch Oldenburg | Nationale Naturlandschaften e. V. | Niedersächsisches Landesmuseum Hannover | Phänomenta Lüdenscheid | Schiffbau- und Schifffahrtsmuseum Rostock | Sulinger Tafel | Tafel Frankenberg | Tafel Linz e. V. | Tafel Wetzlar | Tourismus-Service Langeoog | Zoo Dresden