

forscher

Das Magazin für NEUGIERIGE

HALLO, ROBOTER!

Welche Technik steckt in menschenähnlichen Maschinen?

AUSSERDEM IM HEFT:

MIT SPEZIAL-SINN

Der Elefanten-
rüsselfisch

ZIEHEN, SCHNÜFFELN, FLIEGEN

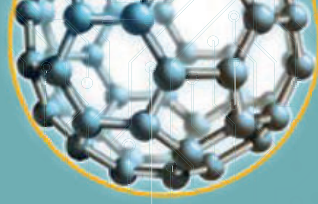
Wenn Tiere arbeiten

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr | 2018

ARBEITSWELTEN
DER ZUKUNFT





Titelgeschichte:
Hallo, Roboter! 1

Selber machen:
Bau dir einen Bürstenbot 6

Schlauberger aus Blech 8

Rätsel:
Mensch oder Maschine? 10

Mit Spezial-Sinn: Elefantenrüsselfisch 12

Tierische Arbeiter 14

Stimmt's oder stimmt's nicht? 18

Infografik:
Wie klein ist Nano? 20

Im Zwergenland 23

Interview:
Wie tickst du? 24

Comic:
Schrecken der Dinge 26

Was, wann, wo? 27

Rückseite: Buchstabensuppe

Finde die Gegenstände!

Schusselige Leute haben diese Forschungsgerätschaften im Heft verloren. Kannst du alle entdecken?



Impressum

HERAUSGEBER: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Referat Strategische Vorausschau, Wissenschaftskommunikation, Kapelle-Ufer 1, 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:** Susan Schädlich, **WISSEN FÜR KINDER BILDNACHWEISE:** CITEC/Universität Bielefeld (S4); Curtin University/Leanda Denise Mason (S18); dpa/Daniel Bockwoldt (S19); Friso Gentsch (U1, S1, 2xS2, S3, S4, 2xS5); Gettyimages.de: Paul Starosta (S12); Ilja Hendel/WiD (S27); Jakob Vicari (2xS11); Shutterstock.com: ArtHead (U2, S1-S5), Boonrod (S16), Conny Sjostrom (S17), Don Mammoser (S15), Doremi (S24-S25), Dragosh Co (S14), Eric Isselee (S15), Filip Jedraszak (S17), irin-k (3xS16), Janos Levente (S25), Kazakov Maksim (S23), Kim Reinick (S19), Kuttelvaserova Stuchelova (S16), leisuretime70 (U2, S14), LightField Studios (S19), liza1979 (S14), Mr.B-king (S23), NotionPic (S24, 2xS25), ONYXprj (U2), Pan Xunbin (S23), Sebastian Knight (S14), Siberia Video and Photo (S18), stockphoto mania (S15), Voinakh (S18), William Kuhls Photographs (S17); University of Edinburgh/Jona Hoad (S19); University of Edinburgh/Paige dePolo (S19); Walt Disney Pictures (S27); Wolf Heider-Sawal/laif (S24) **ILLUSTRATION:** Cassandra Fountaine/cassandrafountaine.com (S6, S7); Cyprian Lothringer/www.cyplot.de (S20-S22); Johannes Kretzschmar/blog.beetlebum.de (S26) **DRUCK:** Westdeutsche Verlags- und Druckerei GmbH **STAND:** Juli 2018

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.

HALLO, ROBOTER!

Ein Automat als Lehrerin oder Altenpfleger? Das klingt verrückt, aber viele Forscherinnen und Forscher arbeiten daran, dass Roboter den Menschen eines Tages möglichst gut unterstützen können. Wir haben zwei Teams und ihre menschenähnlichen Maschinen besucht.

Erste Stunde: Englisch für Anfänger. Der Lehrer hockt auf dem Tisch und schläft. Er ist weiß und blau. Wenn er stehen würde, reichte er einem Erwachsenen gerade mal bis zum Knie. Der Lehrer für heute heißt Nao und ist ein kleiner Roboter. In seinem Kopf steckt ein Computer, in seiner Brust ein Akku.

Leise ratternd drücken sich Naos Beine zum Stehen durch, die Arme schlenkern vor und zurück. Mit blecherner Stimme beginnt er seine Stunde: „Was ich heute mit dir machen will, ist englische Tiernamen zu lernen“, sagt er. Dazu liegt auf dem Tisch ein Tablet-Computer, auf dem nun das Bildchen von einem Affen erscheint. „Schau mal“, sagt Nao. Er hebt den rechten Arm und bewegt die Hand zum Kopf. Den linken Arm beugt er zum Körper, als würde er sich kratzen. Nao macht einen Affen nach. Dann ertönt seine Roboterstimme: „Ein monkey.“ Später soll man aus mehreren Tierbildern den „monkey“ auswählen. Wer die Aufgabe richtig löst, bringt Nao zum Jubeln: „Toll gemacht!“ Dann wackelt er mit den Armen, und seine Augen strahlen in Regenbogenfarben.



Beliebte Kulleraugen

Thorsten Schodde sitzt etwas abseits am Computer und beobachtet alles. „Wir erforschen hier, wie Kinder auf Roboter reagieren“, erklärt der Informatiker. Er und seine Kolleginnen und Kollegen arbeiten am CITEC-Institut der Universität Bielefeld. Nao mögen die meisten schnell gern. Und mit dem menschenähnlichen Roboter als Kumpel fällt vielen Kindern sogar das Lernen recht leicht, wie Thorsten Schodde bei Tests herausgefunden hat. „Dabei soll Nao den Lehrer nicht ersetzen“, sagt er. „Wir denken eher, dass Lehrer den Roboter als zusätzlichen Helfer einsetzen könnten.“

Nao kann auch eingreifen, wenn Kinder sich nicht mehr konzentrieren können: „Ich habe das Gefühl, dass du etwas unruhig bist“, sagt er dann. „Lass uns mal aufstehen und in die Knie gehen.“ Dann turnt der Roboter drei Kniebeugen vor. Seine Motoren rasseln leise, es quietscht ein bisschen.

Doch wie merkt der Roboter, dass ein Kind mal eine Pause braucht? Thorsten Schodde grinst. Denn er war es, der mit einem Befehl an seinem Computer Nao zum Turnen brachte.

„Noch kann der Roboter nicht allein erkennen, wann ein Kind unkonzentriert wird“, sagt der Forscher. Schließt er eine spezielle Kamera an Nao an, erfasst der Roboter zwar, wenn ein Kind zappelt. Doch was diese Bewegungen bedeuten – das müssen die Forscher der Maschine einprogrammieren.

Wie Maschinen Menschen verstehen

Und genau das ist das Problem. „Menschen sind so super unterschiedlich“, sagt Schodde. Manch einer zappelt immer – und ist trotzdem voll bei der Sache. Andere gähnen selbst dann nicht, wenn sie fast einschlafen. „Da kann man kaum einfache Regeln programmieren, die für alle stimmen“, sagt Thorsten Schodde. „Solche Dinge können wir Menschen eben noch Tausend Mal besser als ein Roboter.“

Was ist ein Roboter?

Die meisten Experten sagen: Ein Roboter ist eine Maschine, die ihre Umwelt wahrnimmt, sich selbst bewegt und Aufgaben ausführt. Der Begriff ist knapp 100 Jahre alt: 1921 dachte sich der tschechische Autor Karel Čapek menschliche Maschinen für ein Theaterstück aus und nannte sie Roboter. Das Wort stammt vom tschechischen Wort robota, das Arbeit bedeutet. Doch längst nicht alle Roboter sehen aus wie Menschen. Denk' mal an selbstfliegende Drohnen, Roboterarme in Fabriken oder Forschungsfahrzeuge, die eigenständig auf dem Mars herumrollen und Proben nehmen. Was für Roboter fallen dir noch ein?



Peppers Innenleben

Ohren auf:

Pepper spricht mit den Ohren, in ihnen liegen die Lautsprecher. Hören kann er über vier Mikrofone, die oben im Kopf liegen.



Schaltzentrale:

Im Kopf sitzt Peppers Rechner. Er ist vergleichbar mit dem in einem Smartphone. Viele Programme, die der Roboter braucht, laufen auf einem extra Computer, mit dem er sich verbindet.

Sprechhilfe:

Vor der Brust trägt er ein Tablet. Wer ihn nicht versteht, kann hier nachlesen, was Pepper sagt.

A
B
C

Herzstück:

In der Brust sitzt Peppers Akku. Der Roboter verbindet sich über WLAN oder Bluetooth mit einem Computer.



Maschinenblick:

Zwei Kameras filmen die Umgebung. Mit ihnen kann der Roboter Gesichter erkennen. Im linken Auge steckt eine Tiefenkamera, die ihn räumlich sehen lässt.



Auge im Fuß:

Sechs Laser tasten die Umgebung ab. Hier sitzt ein Empfänger für die Laser. Er meldet Hindernisse im Weg.



Empfindlich:

Pepper merkt es, wenn man ihn auf dem Handrücken streichelt. Hier sitzen Tast-Sensoren. Auch über sie lassen sich Funktionen anschalten.



Trainerteam

Studierende programmieren den Roboter Pepper für den RoboCup.

Schwierige Navigation

Kinderleicht für einen Menschen und super-schwer für einen Roboter: So ist auch das Navigieren in einem Raum. Also sicher von einer Ecke des Zimmers in die andere zu kommen – ohne hinzufallen, sich zu stoßen oder etwas umzurempeln. An dieser Aufgabe arbeitet eine Gruppe Studierender in einem anderen CITEC-Labor mit dem Roboter Pepper. Seit vielen Monaten sitzen die jungen Frauen und Männer an ihren Computern und programmieren, um Pepper fit für den RoboCup zu machen. Bei dieser Weltmeisterschaft der Roboter müssen die Maschinen eine Reihe fester Aufgaben erledigen.

Bitte keine Unfälle

Eine der Aufgaben macht Pepper jetzt vor: Er rollt zwischen Schreibtischen und Stühlen auf einen Menschen zu. „Entschuldige, kannst du mir helfen, die Einkäufe reinzutragen?“, fragt er auf Englisch. Johannes Kummert überwacht den Roboter und erklärt: „Bei dieser Aufgabe geht es darum, dass Pepper sich eine Position merkt und jemanden dorthin holt – und zwar ohne Zwischenfälle!“

4 TITELGESCHICHTE



Fingerübungen

Johannes Kummert bringt Pepper bei, kleine Dinge anzuheben.

Um zu zeigen, worauf es ankommt, stellt der Informatiker seine Kaffeetasse mitten im Raum auf den Boden. Der Roboter fährt los, sein Kopf zuckt hin und her. Er stoppt und bewegt sich mit Abstand um die Tasse herum.

Am Computerbildschirm verfolgen die Studenten, wie Pepper dabei die Welt sieht: Dort erscheint der Grundriss des Büros. Wände, Tische oder Sessel sind schwarz. Mit etwas Abstand umrandet eine dicke, rosafarbene Linie die Gegenstände. Diese Farbe bedeutet für Pepper: Unfallgefahr, nicht reinfahren. Während sein Roboter-Kopf wackelt, erscheinen auf dem Grundriss zwei rote Punkte. Es sind Signale von Laserstrahlen, mit denen der Roboter dauernd seine Umgebung ableuchtet. Trifft ihr Licht auf ein Hindernis – etwa auf eine Tasse am Boden –, wird der Strahl abgelenkt. Und das wiederum bemerken Peppers Lasersensoren. Der Roboter erkennt die Tasse, sie erscheint als rosa Kreis auf dem Bildschirm.

forscher
Checkerwissen

HUMANOID: Wenn Roboter menschenähnlich sind, sagt man auch: Sie sind humanoid. Human stammt aus dem Lateinischen und heißt menschlich. Die Silbe -oid ist griechisch und bedeutet ähnlich. Vielleicht kennst du auch das Wort Android für eine menschliche Maschine. Auch andro- stammt aus dem Griechischen und heißt Mann oder Mensch.

Das Party-Programm

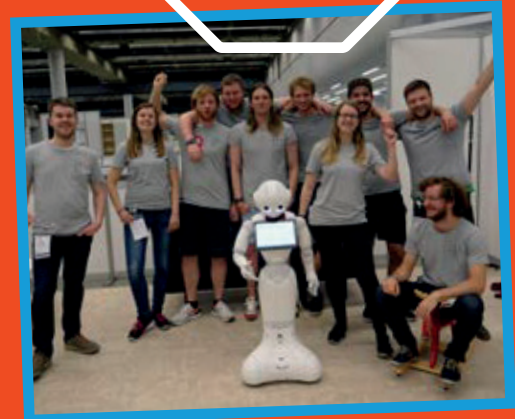
Eine andere Aufgabe lautet „Party“. Dabei erkennt Pepper in einer Menschengruppe, wer Mann und wer Frau ist. Außerdem dreht er sich zu Leuten hin, wenn sie mit ihm sprechen.

Dass der Roboter ein netter Partygast ist, hat Janneke Simmering ihm beigebracht. Sie hat in einer Programmiersprache Befehle geschrieben, die Peppers Computerprogramme nun ablaufen lassen. Der Code besteht aus endlosen Zeilen von Buchstaben, Plus-Zeichen, Anführungsstrichen und anderen Zeichen.

So kann sie auch den Befehl schreiben, dass Pepper einem Partygast ein Getränk bringt. Allerdings darf es nur ein kleines sein. Und es sollte in einer bruchsaferen Packung stecken. Denn Peppers Hände sind eigentlich nicht zum Tragen gebaut. Was mehr wiegt als eine Tafel Schokolade, rutscht ihm aus den Fingern.

Mit Pepper ist es ähnlich wie mit Nao: Für die Informatiker sind beide Roboter Testplattformen. Das heißt: Sie erforschen mit ihnen Dinge, die später für andere Roboter genutzt werden können. Denn bis menschenähnliche Maschinen eines Tages vielleicht wirklich alten Menschen in ihren Wohnungen helfen oder andere schwierige Aufgaben meistern, braucht es noch viel Forscher-Arbeit.

Vielleicht tüfteln daran ja auch die Bielefelder Studenten weiter mit. Im RoboCup jedenfalls haben sie bewiesen, wie gut sie sind. Sie hatten ihren Pepper dafür so gründlich programmiert und vorbereitet, dass er die meisten Aufgaben großartig meisterte. Und so wurde das Team im Sommer in Kanada in seiner Klasse sogar Weltmeister!



GIB MIR FÜNF!

Menschliche Hände sind komplexe Körperteile. Deswegen brauchen Forscher all ihr Können, um sie für Roboter nachzubauen – und den Maschinen menschliches Greifen beizubringen.

Erinnerst du dich noch, wie du gelernt hast, Schnürsenkel zu binden? Wie schwierig es war, dass die Finger alle Bewegungen genau erledigen? Schnürsenkel zu binden, ist tatsächlich eine besonders schwere Aufgabe – und sie beschäftigt sogar Forscher! Zum Beispiel solche, die Roboterhände entwickeln, die ähnlich gut greifen können wie Menschen.

Das ist kompliziert. Denn die Menschenhand besteht aus unzähligen Knochen und Gelenken. Sie ermöglichen es uns, auf ganz verschiedene Weisen zu greifen. So packen wir einen vollen Einkaufsbeutel anders, als wir mit den Fingernägeln eine Perle fassen. Selbst wirklich gute Roboterhände können nur einen Teil der menschlichen Bewegungen ausführen.

Am CITEC-Institut in Bielefeld kann man zwei solchen Händen bei der Arbeit zuschauen. Sie hängen an klobigen Roboterarmen, verbunden mit einer Kamera, die räumlich sehen kann, und einem Computer. Ein Forscher befiehlt der Maschine: „Gib mir den grünen Apfel!“ Daraufhin filmt die Kamera den Tisch. Aus ihren Daten berechnet ein Computer, welche Hand die Frucht am besten greifen kann – und welche Bewegungen dafür nötig sind. Schon bewegt sich der rechte Roboterarm zum Apfel. Die Finger gehen auf, greifen die Frucht und reichen sie dem Forscher.

Für den Roboter ist das eine Meisterleistung. Schließlich müssen alle fünf Finger zusammenarbeiten, und sie dürfen den Apfel weder zerquetschen noch fallenlassen. Doch was passiert, wenn sich das Gewicht des Gegenstandes in der Hand ändert? Wenn sie zum Beispiel ein leeres Glas hält, in das Wasser eingegossen wird? Dann rutscht den meisten Robotern das Glas aus den Fingern.

Fühlen Lernen

Wir Menschen dagegen spüren das Gewicht – und schließen unsere Hand immer fester. Genau das haben die Bielefelder Forscher auch ihrem Roboter beigebracht. Dafür entwickelten sie Tastsensoren, mit denen die Maschinenhände sozusagen fühlen! Die Messfühler sind dünn wie Stoff. Sie sitzen als Kappen auf den Fingerspitzen und sind um die Innenflächen der Finger und Hände gelegt. Während der Roboter greift, messen sie 800 Mal pro Sekunde, wie stark etwas auf sie drückt. Gerät ein Glas ins Rutschen, verändert sich der Druck an einigen Stellen. Das meldet der Fühler dem Computer – und dieser lässt den jeweiligen Finger fester zupacken.

Die Technik könnte bald auch Menschen helfen, denen eine Hand fehlt. Denn die CITEC-Forscher entwickeln ihre Sensoren auch für Handprothesen. So feinfühlig der Roboter damit aber ist: Bis er beidhändig Schnürsenkel binden kann, braucht es noch eine Menge Forschung.



BAU DIR EINEN

8 MINI-MAL-PUTZ-FLITZ-ROBOTER



Sie können den Schreibtisch putzen, Rennen fahren oder Bilder malen: Bürstenbots sind coole Mini-Roboter. Mit dieser Anleitung kannst du dir selbst einen bauen.

DU BRAUCHST:

eine Zahnbürste mit schrägen Borsten



einen Vibrationsmotor (kannst du aus einem alten Handy ausbauen oder günstig im Internet bestellen)



doppelseitiges Klebeband



eine Knopfzellen-Batterie



Wackelaugen, selbstklebend



Pfeifenreiniger (zur Not gehen auch Kabelbinder)



eine Schere



einen Seitenschneider oder eine Nagelzange



SO GEHT'S:

1 Knipse den Kopf der Zahnbürste mit dem Seitenschneider nicht allzu knapp ab. Dafür braucht man Kraft, lass dir dabei helfen.



3 Klebe den Minimotor auf das eine Ende des Bürstenkopfes. Der kleine, drehbare Kopf soll dahin zeigen, wo zuvor der Stiel der Bürste war. Klebe eines der Motorenkabel auf der Zahnbürste fest. Lasse das andere in die Luft stehen.

2 Schneide aus dem Klebeband ein Stück aus, das genau auf den Zahnbürstenkopf passt. Klebe es auf die Oberseite.



4 Klebe die Batterie an der anderen Seite des Bürstenkopfes auf das Ende des festgeklebten Kabels. Die Plus-Seite der Batterie muss nach oben zeigen.



5 Mach' dem Roboter Beine: Lege zwei Pfeifenreiniger zwischen Motor und Batterie, einer sollte



6 Klebe zwei oder drei Wackel-
augen vorn fest. Jetzt sieht dein
Bürstenbot aus wie ein kleines
Insekt.



7 Starte! Sobald du das lose
Kabelende zwischen Pfeifen-
reiniger und Batterie klemmst,
sollte dein kleiner Bot losdüsen.
(Sonst klebe das Kabel mit
einem Stück Tesafilm oben
auf die Batterie.)



8 Mit kleinen Gewichten
kannst du die Fahrtrich-
tung des Bots einstellen.
Nutze zum Beispiel ein
weiteres Auge oder eine
Büroklammer.

FÜR SPORTLER

Lass' mehrere Bürstenbots in einem
Rennen gegeneinander antreten.

Regeln:

1. Jeder darf nur mit selbstgebautem
Bot antreten.
2. Jeder Roboter bekommt eine eigene Bahn,
die durch Pappe, Holz oder Lego abgetrennt ist.
3. Auf LOS werden die Bürstenbots in die
Bahn gesetzt.
4. Gewonnen hat der Bot, der als Erster die
Ziellinie berührt.

FÜR FORSCHER

Probiere andere Unterbauten: Was passiert,
wenn du den Motor auf eine Nagelbürste,
einen Legostein mit Rädern oder ein Stück
Küchenschwamm schnallst?

FÜR KÜNSTLER

Lege ein Blatt Papier auf den Boden eines
Pappkartons. Tauche die Unterseite des
Bürstenbots in Tusche – und lass' deinen
Roboter Gemälde malen!



SCHLAUBERGER AUS BLECH

Dank künstlicher Intelligenz können Computer Texte schreiben, uns im Schach schlagen oder Autos steuern. Wie geht das?

Stell dir vor, du hättest eine Hausaufgaben-Maschine. Und zwar eine für alle Arten von Hausaufgaben: eine, die Aufsätze schreibt, Lückentexte ausfüllt und bruchrechnet. Wie cool wäre das?!

Vielleicht besitzt du einen Taschenrechner. Das ist schon mal ein Anfang. Aber schlau ist so ein Gerät nicht. Es kann nur nach festen Regeln rechnen, aber es versteht die Matheaufgabe nicht wirklich. Und weil ein Taschenrechner nicht lernt, wird er nie mehr können als das, was er konnte, als du ihn gerade neu gekauft hast. Und den Deutsch-Aufsatz wird er dir nie abnehmen.

Aber es gibt Maschinen, die so etwas wie Intelligenz haben und lernen. Sie können zum Beispiel verstehen, dass du einen Aufsatz über dein schönstes Ferienerlebnis schreiben sollst, der eine Seite lang ist. Und im Prinzip können sie den Aufsatz sogar für dich tippen.



Vom Gehirn geklaut

Um Computer für solche Aufgaben fit zu machen, nutzen viele Entwickler ein Prinzip, das sie vom menschlichen Gehirn abgeschaut haben. Darin gibt es viele Milliarden Nervenzellen. Jede von ihnen ist in einem riesigen Netz mit Hunderten oder Tausenden anderer Nervenzellen verbunden. Computerfachleute bauen das nach – als sogenannte neuronale Netze. Dabei sind im Innern eines Computers ebenfalls unzählige künstliche Nervenzellen miteinander vernetzt. Und genau wie im menschlichen Gehirn bei jedem Denkvorgang ein paar neue Zellverbindungen wachsen, verändert sich auch das künstliche Netz, wenn es arbeitet. Auf diese Weise kann es lernen!

Um schwierigere Aufgaben meistern zu können, müssen diese Netze trainiert werden. Einer Hausaufgaben-Maschine könnte man dazu tausende Aufsätze über schöne Ferienerlebnisse einspielen. Dabei würden sich in der Maschine die Nervenzellen für Sommerferien mit denen für Meer und solchen für Gummistiefel verbinden. Mit jedem neuen Erlebnis würde das Geflecht im Innern der Maschine enger und unübersichtlicher. Aber wenn sie gut trainiert wäre, brauchte sie nur ein paar Informationen von dir – und könnte den Aufsatz komplett allein schreiben.

Zum Beispiel könntest du die Stichworte Watt, nasse Füße und Gummistiefel eingeben. Und die Maschine würde einen schönen Text über eine Wattwanderung daraus machen. Manche Berichte für Firmen werden schon von Computern erstellt.



Eine Aufsatz-Maschine hat bisher noch niemand gebaut. Aber Forscher entwickeln viele andere intelligente Systeme. Einige arbeiten etwa daran, dass Autos beim Fahren mit aufpassen, was auf der Straße geschieht. Weil Computer nicht wirklich denken können, müssen sie dafür lernen, Muster zu erkennen. Eine rote Ampel ist so ein Muster. Oder ein Verkehrsschild. Aber auch ein Fußball, der auf die Straße rollt, ist ein Muster.

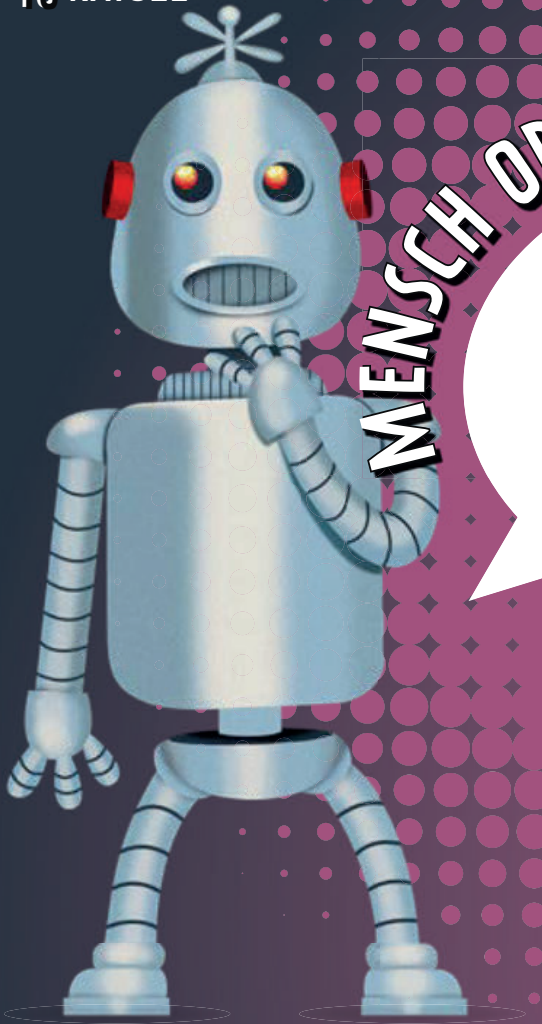
Wenn das passiert, wird jeder menschliche Autofahrer sofort bremsen. Denn er weiß genau, dass hinter einem Ball oft ein Kind läuft, das den Ball holen will. Ein Autocomputer muss das erst lernen. Doch das ist schwierig. Denn es gibt viele verschiedene Bälle und unzählige verschiedene Kinder. Daher kann man dem Computer unmöglich alle Kombinationen einspeichern. Man muss ihm hunderte Male Bilder vorspielen, auf denen ein Ball auf die Straße rollt – und danach ein kleiner Mensch angelaufen kommt.

Wenn alles klappt, ist die künstliche Intelligenz irgendwann schneller als jeder Mensch. Dann bremst das Auto, noch bevor sein Fahrer das Bremspedal tritt. Experten hoffen: So könnte künstliche Intelligenz helfen, Unfälle zu vermeiden.

Wann ist schneller besser?

In dieser Art des Denkens werden Computer immer besser. So hat der Supercomputer AlphaZero an nur einem Tag die Schachregeln gelernt. Und am Tag darauf schlug er die besten Schachcomputer der Welt, die über viele Jahre entwickelt wurden. Ein anderer Computer kann mit Menschen diskutieren – und dabei selbst Gedanken entwickeln, mit denen er Leute überzeugt. Wieder andere Maschinen helfen Ärzten dabei, Krankheiten zu erkennen.

Weil die Technik gerade schnelle Fortschritte macht, sagen Viele: Wir müssen jetzt darüber reden, welche Fähigkeiten wir Menschen Computern geben wollen. Welche Aufgaben die Maschinen uns abnehmen sollen. Und was wir Menschen doch lieber ohne die Technik erledigen sollten. Es sind knifflige Entscheidungen. Ein bisschen wie bei der Hausaufgaben-Maschine: Wer sie hat, könnte sicher mehr Zeit mit cooleren Dingen verbringen. Aber wäre das wirklich gut für ihn?



MENSCH ODER MASCHINE?

MACH' DEN TURING-TEST!



Wie kann man herausfinden, ob ein Computer so denkt wie ein Mensch? Das hat sich der Mathematiker Alan Turing gefragt und schon 1950 einen Test dafür erfunden. Dabei stellt ein Mensch einem anderen Menschen und einer Maschine – also einem Computer – viele Fragen. Natürlich sieht und hört er seine Gegenüber nicht, er fragt über eine Tastatur. Wenn er am Ende nicht sicher sagen kann, welche Antworten vom Menschen und welche von der Maschine kamen, hat der Computer den Turing-Test bestanden: Er denkt wie ein Mensch.

WIR HABEN ZWEI MENSCHEN UND ZWEI COMPUTERN DIESELBEN FRAGEN GESTELLT. HIER SIND IHRE ANTWORTEN. FINDEST DU HERAUS, WER MENSCH IST UND WER COMPUTER?

Wie geht es dir?

Alex: Mir geht's fantastisch. Ich denke gerade an Dinosaurier und frage mich, was die mich wohl gefragt hätten. Vielleicht: Was ist das für ein großer Feuerball am Himmel?

Marie: Ich bin ein wenig müde, fühle mich aber gut.

Sina: Super, danke.

Astrid: Gut.



Was machst du gerne?

Alex: Meine Hobbys sind Radfahren, Schwimmen und Briefmarkensammeln. Quatsch! Lernen natürlich. Lernen, lernen und nochmals lernen.

Marie: Ich spiele gerne mit meiner Freundin. In der Pause spielen wir ganz oft Gummitwist. Und Mutter-Vater-Kind.

Sina: Ich beantworte gern die Frage, dass das, was ich tue, das ist, was ich gerne tue.

Astrid: Essen und schlafen und reden. Und vor anderen Leuten stehen und reden.

Was machst du heute Nachmittag?

Alex: Ich sitze hier und schneide Speck, so renn' ich dir bestimmt nicht weg.

Marie: Ich habe Gitarrenunterricht in der Musikschule.

Sina: Wer, ich?

Astrid: Wäsche aufhängen. Dann einkaufen.

Was soll ich heute anziehen?

Alex: Vielleicht dasselbe wie gestern. Das war doch hübsch.

Marie: Ich finde, dir steht sehr gut die Farbe Blau. Weil es heute etwas kälter ist, solltest du ein T-Shirt und ein Kapuzenshirt anziehen.

Sina: Okay, hier ist das Wetter für heute: Zehn Grad, bewölkt, die Regenwahrscheinlichkeit ist zehn Prozent.

Astrid: Es ist definitiv zu kalt für eine kurze Hose.

Erzähl mir mal einen Witz.

Alex: Wie nennt man einen Hund in Sülze? Dackelpudding.

Marie: Kommt ein Hase in den Schallplattenladen. Hast du Platten? Sagt der Verkäufer: ja. Sagt der Hase: Musst du aufpumpen.

Sina: Kann ich nicht. Ich vergesse immer die Pointe.

Astrid: Fritz kommt um die Ecke. Steht da ein Kaugummi-Automat. Was fehlt? Der Witz.

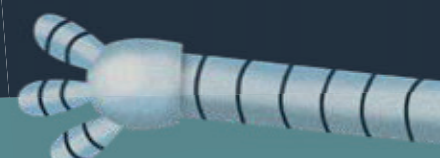
Was ist ein Baum?

Alex: Als Baum wird im allgemeinen Sprachgebrauch eine verholzte Pflanze verstanden, die aus einer Wurzel, einem daraus emporsteigenden, hochgewachsenen Stamm und einer belaubten Krone besteht.

Marie: Bäume sind eine der wichtigsten Sachen, die wir Menschen haben. Bäume sind dafür da, dass wir Menschen Luft kriegen. Außerdem wachsen an Bäumen Früchte.

Sina: Okay, ich habe das hier gefunden: Als Baum wird im allgemeinen Sprachgebrauch eine verholzte Pflanze verstanden.

Astrid: Ein Baum ist ein Lebewesen, das in der Erde wurzelt und in den Himmel wächst. Er besteht aus Zweigen, Ästen, Stamm und einer Krone. Und man kann super reinklettern.



A: Alex heißt eigentlich Alexa und ist eine Sprachassistentin in einer schwarzen runden Dose. Sie kann nicht nur Fragen beantworten, sondern auch das Licht amachen oder Musik spielen, wenn man sie beim Namen ruft.
B: Marie ist acht Jahre alt und geht in die dritte Klasse. Sie ist ein Menschenmädchen.
S: Sina heißt eigentlich Siri und ist das Sprach-Computerprogramm, das in manchen Handys steckt. Sie kann zum Beispiel Dinge im Terminkalender nachgucken und den Weg finden.
A: Astrid ist 40 Jahre alt und Mutter von drei Kindern. Sie ist so gut organisiert wie ein Computer, sagt sie, aber sie ist wirklich ein Mensch.

Und das steckt dahinter:

Alex: Nein, ich bin keine richtige Person.
Marie: Ja, klar.
Sina: Die Entscheidung überlasse ich dir.
Astrid: Ich?

Bist du ein Mensch?

Hier sind die Antworten auf die Frage:

MIT SPEZIAL-SINN

**Er sieht verrückt aus und kann sozusagen im Dunkeln sehen:
Forscherinnen und Forscher begeistern sich für den Elefantenrüsselfisch.**

Elefantenrüsselfische – diese Wesen heißen genau, wie sie aussehen. Es sind Fische, die in Flüssen und Seen Afrikas leben und nachtaktiv sind. Die Tiere werden etwa so lang wie dein Unterarm.

Einige Elefantenrüsselfische schwimmen auch in Deutschland in Becken umher. Denn hier interessieren sich Forscherinnen und Forscher für die Tiere. Sie untersuchen einen Spezial-Sinn, mit dem die Fische sich auch bei völliger Dunkelheit und in sehr trübem Wasser gut zurechtfinden.

Tierisch elektrisch

Das Ganze funktioniert mit Strom! Den produzieren die Fische in ihrem Schwanz selbst. Dort sitzen besondere Zellen, die regelmäßig geringe Stromstöße abgeben. Auf diese Weise bildet sich um den Fisch herum ein elektrisches Feld. Man kann es nicht sehen. Doch der Elefantenrüsselfisch nimmt mit dem elektrischen Feld seine Umgebung wahr – er kann damit sozusagen im Dunkeln sehen.

Dafür hat er viele Hundert Spezial-Fühler in seiner Haut. Wer sich das Foto genau anschaut, kann sie als kleine helle Punkte erkennen.

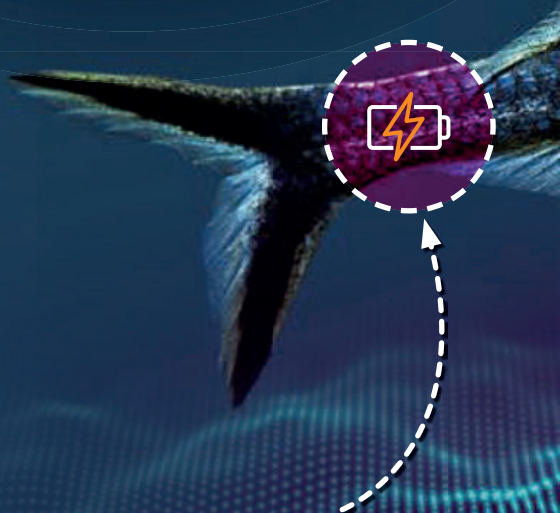
Kommt der Fisch in die Nähe von Hindernissen wie Steinen oder Pflanzen, verzerren diese das elektrische Feld. Über seine Haut bemerkt der Elefantenrüsselfisch schon kleinste Veränderungen. Und sein Gehirn erstellt aus den Informationen eine Art Abbild der Umgebung. Das verrät dem Fisch, wie weit weg ein Gegenstand ist, welche Umrisse dieser hat und auch, ob er aus Stein oder Holz besteht.

Auf diese Weise findet der Elefantenrüsselfisch auch mitten in der Nacht kleine Würmer oder Larven, die er fressen kann. Sein Spezial-Sinn sagt ihm sogar, ob die Beute lebt oder schon tot ist.

Idee für Roboter

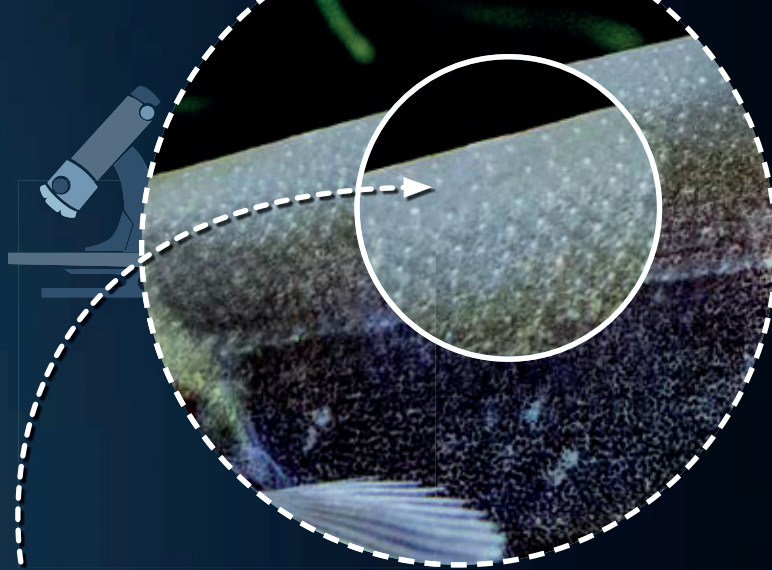
Auch Roboter-Entwickler finden den Spezial-Sinn spannend. Sie überlegen: Mit solchen Messfühlern könnten Roboter sich sicher in schwieriger Gegend bewegen, etwa im Dunkeln auf unbekanntem Planeten.

Und sie könnten damit sogar unsichtbare Gefahren erkennen – lange bevor sie ihnen zu nahe kommen. Allein mit Kameras und Sensoren, die auf Berührung reagieren, ist das nicht möglich.



Tierische Batterie:

Im Schwanz sitzen Spezialzellen, die Strom abgeben. Manche Arten von Elefantenrüsselfischen erzeugen recht gleichmäßige Ströme. Wenn man sie hörbar macht, ergibt sich ein Summen. Andere produzieren in längeren Abständen stärkere Ströme. Die klingen wie ein Knattern.



Spezial-Fühler:

Wie helle Punkte in der Fischhaut sehen die Elektro-Fühler aus. Besonders viele gibt es am Kopf. Auch auf dem Rücken und am Bauch des Fisches finden sie sich.

Von wegen KLEINhirn:

Die Elektrosignale auszuwerten, ist aufwändig. Das schafft der Fisch, weil sein Kleinhirn stark vergrößert ist.



Kein Rüssel:

Der Fortsatz am Kopf ist eine Art vergrößerte Unterlippe. Der Fisch nutzt sie als angewachsene Baggerschaufel: Er wühlt damit im Schlamm, um Nahrung zu finden.

Unter Spannung:

Der Fisch erzeugt um sich herum ein elektrisches Feld, das hier bunt eingezeichnet ist. Rot = Plus, Blau = Minus. Nähert er sich Tieren, Pflanzen oder Hindernissen, verändern sie das elektrische Feld – und das bemerken die Elektro-Fühler in der Fischhaut.



TIERISCHE ARBEITER

Sie ziehen, tragen, schnüffeln und fliegen fleißig: Schon seit vielen Tausend Jahren helfen Tiere dem Menschen bei der Arbeit. Wir zeigen einige Beispiele.



Treue Schnüffler

Vor mehr als 13.000 Jahren begannen Menschen, wilde Wölfe zu zähmen. Sie suchten ungefährliche Tiere aus, die sie zum Beispiel zum Wachehalten nutzen konnten. Die gezähmten Wölfe bekamen Junge, die auch wieder bei den Menschen lebten. Über viele Generationen entwickelte sich so aus ihnen eine eigene Tierart: der Hund. Heute lassen wir Hunde vor allem wegen ihres feinen Geruchssinns für uns arbeiten: Rettungshunde erschnüffeln Menschen, die nach Schneelawinen oder Erdbeben verschüttet sind und Hilfe brauchen. Suchhunde beim Zoll finden mit ihrer Nase zum Beispiel verstecktes Geld, Drogen oder Sprengstoff. Und Polizeihunde helfen, vermisste Menschen zu entdecken.



Fabriken auf vier Beinen

Kühe gehören zu unseren wichtigsten Nutztieren. Viele von ihnen sind wahre Hochleistungs-Sportler. Eine Milchkuh gibt durchschnittlich fünf große Eimer voll Milch – am Tag! Im Jahr können so über 10.000 Liter zusammenkommen. Allerdings ist das für die Tiere ziemlich anstrengend. Sie brauchen besonderes Futter und gute Pflege, damit sie nicht krank werden. In Deutschland werden mehr als vier Millionen Milchkühe gehalten – auch, um mit ihrer Milch Käse, Joghurt, Quark und viele andere Produkte herzustellen. Außerdem essen wir das Fleisch von Rindern. Früher wurden sie auch als Zugtiere vor allem in der Landwirtschaft eingesetzt. In anderen Ländern der Welt spannen die Menschen Rinder heute noch vor Karren im Straßenverkehr oder vor Pflüge auf dem Acker. In einigen Ländern Asiens gibt es zum Beispiel Ochsen-Taxis.





Fliegende Briefträger

Tauben lassen sich zu Briefträgern trainieren. Denn sie fliegen immer wieder nach Hause. Das bedeutet: Will man einen Zettel per Taubenpost verschicken, muss man das Tier in einem Käfig zum Startpunkt transportieren. Von dort fliegt die Brieftaube mit dem Zettel am Fuß schnurstracks wieder heim. Dabei hilft dem Vogel sein toller Orientierungssinn: Ähnlich wie eine Kompassnadel spüren Tauben das Magnetfeld der Erde. Sie wissen dadurch, in welche Himmelsrichtung sie fliegen müssen. Früher trugen manche Soldaten Brieftauben in einem Spezialrucksack bei sich. So konnten sie jederzeit wichtige Nachrichten an Menschen in der Heimat senden. Heute werden Brieftauben nur noch als Hobby gehalten. Manche Taubenbesitzer treten in Wettkämpfen mit ihren Brieftauben gegeneinander an. Die Taube, die die Strecke am schnellsten fliegt, hat gewonnen.



Schreiende Wächter

Wach-Hunde kennt jeder. Aber hast du schon einmal von Wach-Eseln gehört? Die gibt es wirklich. Esel laufen nämlich vor einer Gefahr oft nicht einfach davon – sondern stellen sich ihr entgegen. Darum lassen manche Schäfer sie als Aufpasser mit zu ihren Schafen auf die Weide. Das wird vor allem in Gegenden gemacht, in denen Wölfe in den Wäldern leben. Denn es kommt vor, dass Wölfe auch Schafe aus einer Herde töten. Nähert sich so ein Raubtier jedoch einem Esel, fängt der laut an zu schreien. Wenn der Lärm nicht ausreicht, kann der Wach-Esel einen Wolf auch ordentlich treten. Und so ein Eseltritt haut den stärksten Wolf um.





Heiliger Bagger

Hoch wie ein Haus und stark wie ein Bagger: In Indien und einigen anderen Ländern in Südostasien packen Elefanten mit an. Mit ihrem Rüssel schleppen die Dickhäuter Baumstämme oder pflücken Früchte. Auf ihrem breiten Rücken tragen sie Touristen durch die Gegend.

Im Hinduismus, einer vor allem in Indien verbreiteten Religion, ist der Elefant heilig. Der Gott Ganesha wird dort oft mit einem Elefantenkopf dargestellt. Und in vielen Hindu-Tempeln wohnen echte Tempel­elefanten. Sie werden bunt geschmückt und bemalt. Eine artgerechte Haltung ist das leider nicht, auch weil die Tiere dort kaum genug Platz haben.

Summende Waffenentschärfer

Landminen sind heimtückische Waffen: kleine Behälter voller Sprengstoff, die in der Erde vergraben werden. Tritt jemand darauf, explodieren die Mini-Bomben – und verletzen oder töten den Menschen. Weil diese Waffen so furchtbar sind, haben viele Länder vereinbart, sie nie mehr zu nutzen. Doch in manchen Regionen der Welt liegen unzählige Minen aus vergangenen Kriegen in der Erde. Zum Teil sind ganze Landstriche deswegen nicht betretbar und es gibt immer wieder Unfälle. Deswegen räumen Spezialisten die Minen weg. Wissenschaftler arbeiten daran, ihnen die gefährliche Arbeit zu erleichtern – auch, indem sie Tiere als Helfer ausbilden. Zum Beispiel haben Forscher afrikanische Hamsterratten trainiert, die Waffen zu erschnuppern. Die Ratten selbst sind nicht in Gefahr. Sie sind so leicht, dass ihre Tritte die Minen nicht auslösen können. Auch mit Honigbienen gab es schon Versuche. Denn die Insekten können ebenfalls lernen, Sprengstoff anzuzeigen. Sammelt sich ein Bienenschwarm an einer Stelle, ist klar: Darunter liegt eine Mine.



Ratten als Helfer

Ratten können dazu beitragen, Menschen gesund zu machen. Wie? Oft nutzen Forscher die Nager, um neue Medikamente zu testen oder Krankheiten besser zu verstehen. Denn im Körper von Ratten ähneln viele Dinge denen beim Menschen sehr – ihr Erbgut und bestimmte Krankheiten etwa. Klar: Für die Laborratten ist das nicht immer angenehm. Viele werden am Ende der Versuche auch getötet. Deswegen gibt es um Tierversuche immer wieder auch Streit. Doch Befürworter sagen: Für viele Tests und Forschung gibt es leider keine andere Möglichkeit. Ohne die Tiere könnten zum Beispiel einige Medikamente für Menschen gar nicht entwickelt werden. Wissenschaftler achten genau darauf, dass die Tiere sich auch im Labor wohlfühlen können und so wenig wie möglich leiden. Auch andere Tiere werden bei Versuchen genutzt, etwa Mäuse, Kaninchen, Schafe oder Hunde.

Supernasen mit Appetit

Hausschweine haben eine noch feinere Nase als Hunde. Deshalb helfen sie auch bei der Suche nach Trüffeln: Diese merkwürdigen Pilze wachsen unter der Erde, sehen aus wie gammelige Knödel und werden manchmal für viele Tausend Euro verkauft. Sie gelten als Delikatesse. Man reibt sie zum Beispiel als feine Flöckchen über Nudeln oder nutzt ihr Öl. Doch weil sie unterirdisch wachsen, können Menschen sie nur schwer finden. Speziell trainierte Trüffelschweine dagegen wittern den Duft der Trüffel sogar noch, wenn die Pilze einen halben Meter tief im Erdboden liegen. Doch die Schweine haben nicht nur mehr Riechzellen in ihrer Nase als Hunde – leider haben sie auch mehr Appetit. Manchmal fressen sie die gefundenen Trüffel einfach selber auf. Darum setzen viele Trüffelsucher doch lieber Hunde ein.

Lebendige Pferdestärken

Sie zogen Kutschen, trugen Reiter oder halfen beim Pflügen der Felder: Bis vor 100 Jahren gehörten Pferde in Europa zu den wichtigsten Nutztieren. Auch im Krieg spielten sie als Reittiere für Soldaten eine wichtige Rolle. Heute reiten die meisten Leute nur noch als Hobby. Die Polizei aber nutzt weiter Pferde. Denn in großen Menschenmengen, wie zum Beispiel bei Fußballspielen oder Demonstrationen, haben Polizisten vom Sattel aus einen guten Überblick. Manche Pferde werden genutzt, um Menschen mit Problemen zu helfen. So kann es Kindern viel Nähe und ein gutes Körpergefühl geben, auf einem Therapiepferd zu reiten oder zu turnen.



STIMMT'S **ODER** STIMMT'S NICHT?

Eine der Nachrichten aus der Forschung stimmt nicht. Welche?

Ultraschnell Wasser kochen

Der schnellste Wasserkocher der Welt bringt Wasser in 0,000 000 000 000 075 Sekunden – also in 75 Billionstel Sekunden! – auf 100.000 Grad Celsius. Das ist schneller als blitzschnell!

Aber zum Teekochen zuhause ist die Methode aus der Wissenschaft nichts. Denn die US-Forscher haben das Wasser mit einem Röntgenlaser erhitzt. Er sorgt dafür, dass sich die Atome in den Wassermolekülen ganz plötzlich heftig bewegen – und das Wasser kocht. Die Maschine ist zwei Kilometer lang. Und sie taugt nur für winzigste Wassertropfen. Um eine Tasse Wasser auf heiße 80 Grad Celsius zu bringen, würde der Laser 75 Millionen Sekunden brauchen. Umgerechnet sind das mehr als zwei Jahre! Die Forscher wollten damit auch keinen Tee zubereiten, sondern grundlegende Eigenschaften von Wasser überprüfen.



Alte Spinne

Die vermutlich älteste Spinne der Welt ist tot. **Sie wurde 43 Jahre alt und lebte in Australien. Dort hatten Wissenschaftler das Tier seit 1974 beobachtet.**

Es war eine weibliche Falltürspinne. Diese Spinnen werden normalerweise nur fünf bis 20 Jahre alt. Sie leben in einem gegrabenen Röhrensystem unter der Erde, wo die Weibchen in der Regel ihr Leben lang bleiben. Und wahrscheinlich starb die uralte Spinne auch gar nicht an Altersschwäche, berichten Zoologen. Das Tier wurde wohl von Wespenlarven aufgefressen. Vor der Falltürspinne galt eine Tarantel als Rekordhalterin. Sie war in Mexiko 28 Jahre alt geworden und stand sogar im Guinness-Buch der Rekorde.

Ha... Ha... Hatschi!

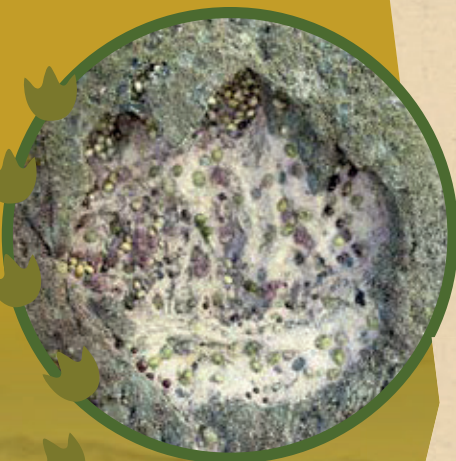
Wer Niesen muss, soll einfach niesen. Auf keinen Fall sollte man Mund und Nase zuhalten, wenn ein Nieser heranzieht. Darauf weisen Ärzte aus England hin, die einen Mann nach einem Nies-Unfall behandelt haben. **Bei einem unterdrückten Nieser war dem Patienten ein Rachen-Muskel gerissen. Er konnte danach kaum noch schlucken und sprechen – und musste eine Woche im Krankenhaus bleiben.** Solche Verletzungen sind sehr selten, aber möglich. Denn beim Niesen wirken gewaltige Kräfte: Die Luft kann dabei so schnell durch Rachen und Nase fegen wie Wind bei einem Orkan.



Spuren aus der Urzeit

Vor 170 Millionen Jahren liefen mächtige Dinosaurier durch die Gegend, die heute Schottland ist. Davon zeugen 50 Fußspuren, die Wissenschaftler auf der Insel Skye im Nordwesten des Landes entdeckt haben. Zur Zeit der Dinos war es viel wärmer dort. Es gab viele Flüsse, Seen und flache Lagunen. Die Spuren entstanden, nachdem die Dinos durch Schlamm einer Lagune stapften – und die Abdrücke später über eine sehr lange Zeit hinweg versteinerten.

Einige Spuren sind so groß wie ein Autorad. Sie stammen wohl von Sauriern, die 15 Meter groß waren und so viel wogen wie zehn kleine Autos. Dinosaurier lebten damals überall auf der Erde. Es gibt aber aus dieser Zeit nicht viele Fossilien.



Roboter-Briefträger

In der Stadt Bad Hersfeld gibt es keine Postboten mehr. Seit kurzem trägt dort ein Roboter die Briefe aus.

„PostBot“, so der Name des Roboters, scannt die Adressen auf den Briefen und steuert dann mit Hilfe eines Navigationssystems die Häuser an.

Sensoren an seinem Kopf erkennen, ob sich Hindernisse auf seinem Weg befinden.

So kann er sich unfallfrei durch die Stadt bewegen. Er kann bis zu 150 Kilogramm an Briefen auf einmal transportieren – auch bei Regen, Schnee oder Eis. Da er keine Türen öffnen und auch die Briefe nicht in die Kästen werfen kann, legt er die Post vor den Häusern ab.



Lecker, Eindringlinge!

In Berlin gibt es eine Sumpfkrebs-Plage. Die Tiere leben in Gewässern einiger Parks der Hauptstadt. Es sind vermutlich die Nachkommen ausgesetzter Tiere. **Nun haben sich Fachleute etwas Besonderes ausgedacht, um etwas gegen die Ausbreitung der Sumpfkrebse zu tun: Einfach aufessen!** Innerhalb von wenigen Wochen hat ein Fischer tausende Tiere gefangen, die dann zum Verkauf angeboten wurden.



WIE KLEIN IST NANO?

Nanoteilchen sind so winzig wie ein Fußball im Vergleich zur Erdkugel. Oder in Zahlen: ein milliardstel Meter. Diese Grafik hilft dir, die Mini-Welt zu verstehen.



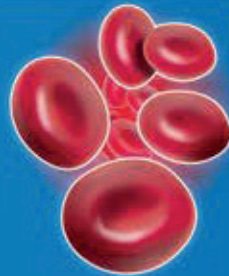
Haar
50-100 µm
 Durchmesser
 Unter Spezialmikroskopen erkennt man ihre geschuppte Oberfläche.



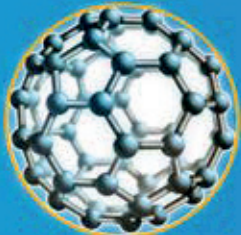
Schalter
15 nm
 Milliarden davon liegen auf einem Mikrochip.



Nanoröhrchen
1-50 nm
 Durchmesser
 Sie verstärken z. B. die Rahmen in einigen Spezial-Tennisschlägern.



Rote Blutkörperchen
8 µm
 Die Zellen transportieren den Sauerstoff in deinem Blut.



Buckyball
1 nm
 Die Nanobälle bestehen aus bis zu 100 Kohlenstoffatomen.

Der Nanoball ist etwa 100 Millionen Mal kleiner als ein Fußball. Also 100.000.000 Mal!

Aus ihnen können superdünne Solarzellen gebaut werden.



Nanosilber
50 nm
 Findet sich als bakterientötende Beschichtung auf Pflastern.



Bakterium
2-6 µm
 Kolibakterien siedeln in unserem Darm.



Ameisenhaar
10 µm
 Die Haare überziehen Beine und Körper des Tieres.

Das ist der 12. griechische Buchstabe, gesprochen: „mü“.

0,000000001 m

0,00000001 m

0,0000001 m

0,000001 m

0,00001 m

0,0001 m

Nanometer (nm)

Mikrometer (µm)



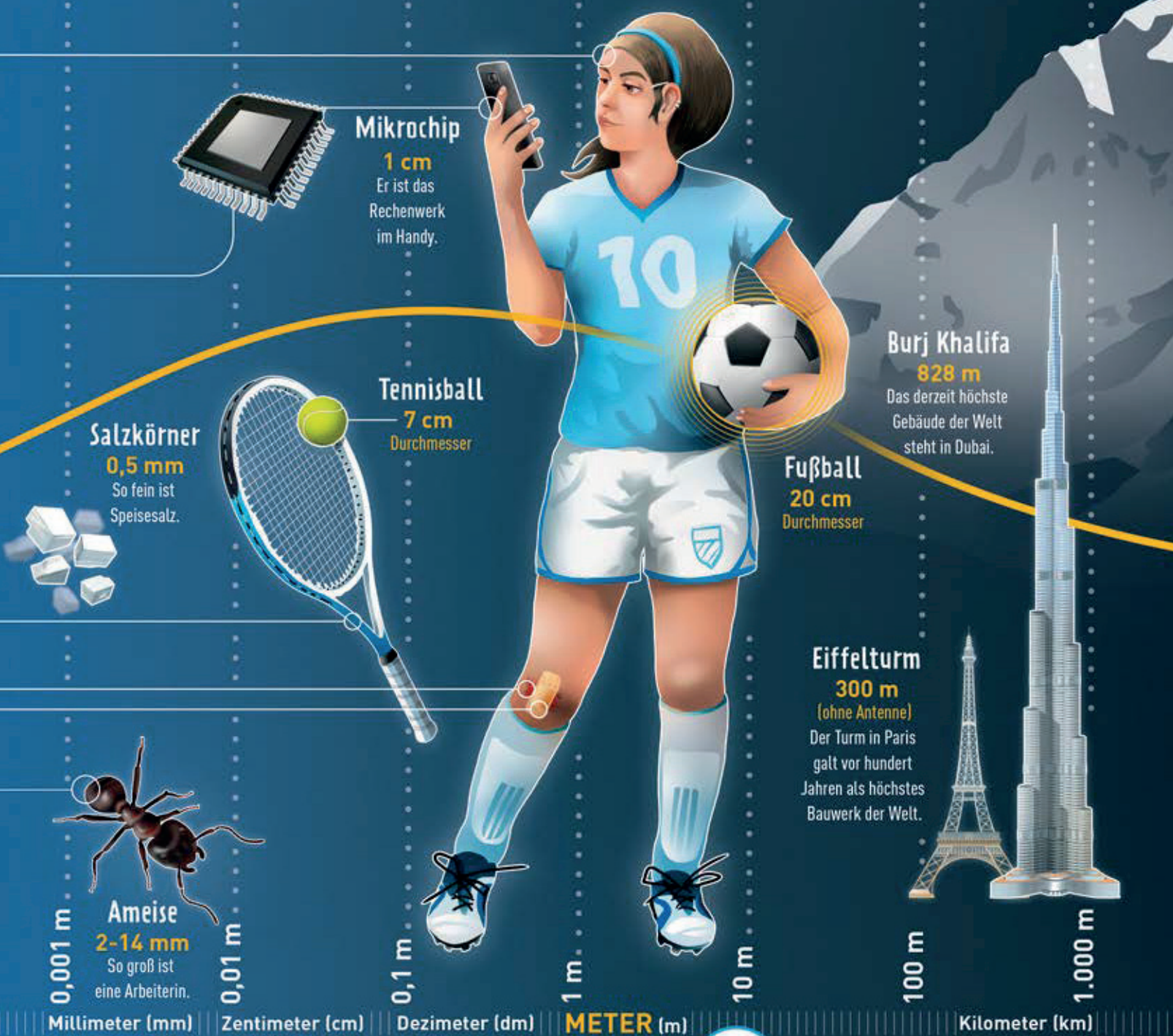
- zu sehen unter einem Spezialmikroskop



- zu sehen unter einem Lichtmikroskop

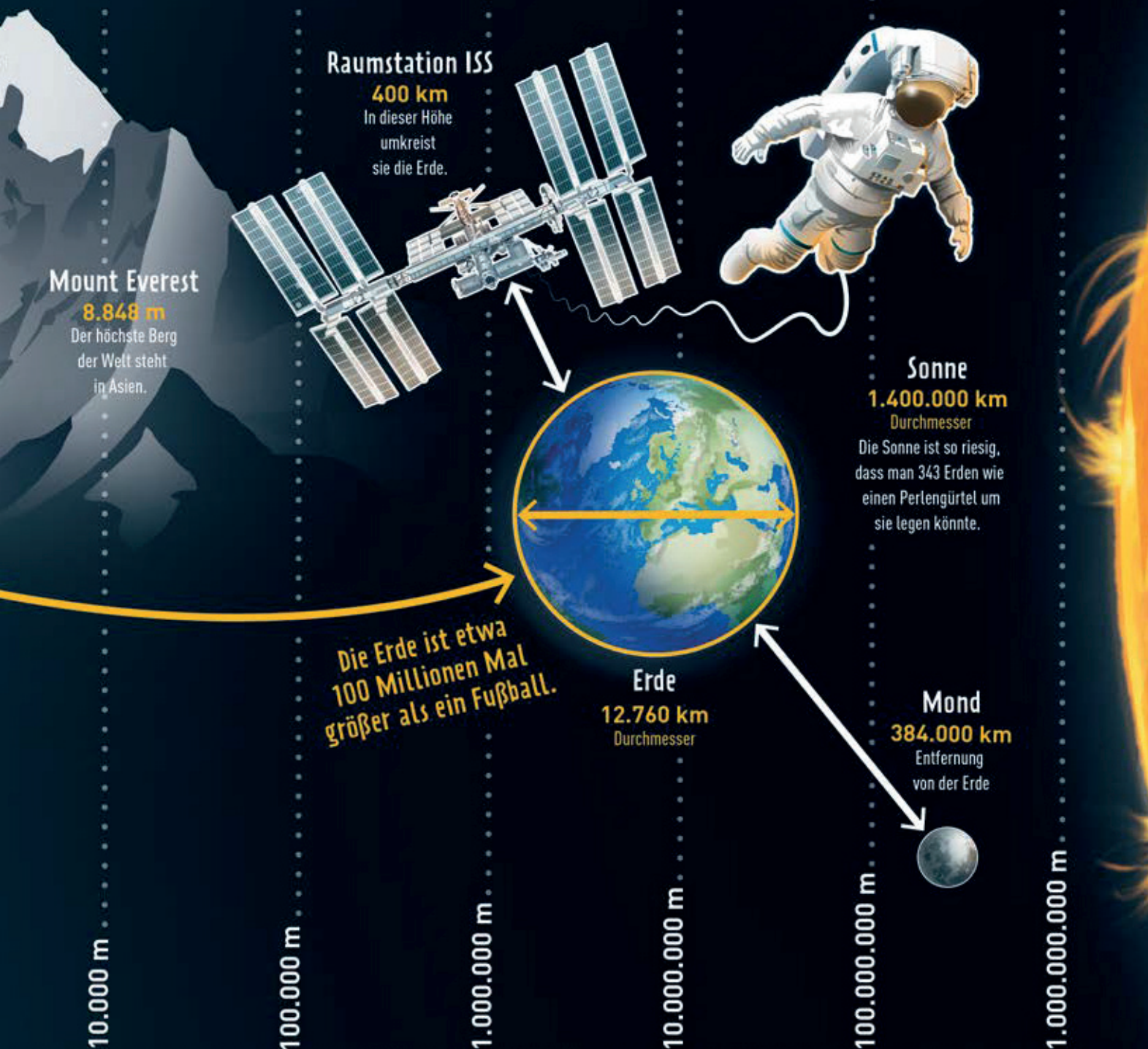
NANOWELT

MIKROWELT



mit bloßem Auge zu erkennen –





- zu sehen mit einem Fernglas



- zu sehen mit einem Teleskop



IM ZWERGENLAND


Sie sind unfassbar winzig und haben verblüffende Eigenschaften: Viele Forscher finden Nanoteilchen super spannend.

Nanoteilchen sind im wahrsten Sinne des Wortes Zwerge. Denn die Silbe nano kommt von dem griechischen Wort nanos, das Zwerg bedeutet. Wie winzig Nanoteilchen wirklich sind, ist schwer vorstellbar: Um einen Nanometer zu erhalten, teilt man einen Millimeter eine Million Mal!

Blick in eine andere Welt

Mit dem bloßen Auge sieht man Nano-Dinge nicht. Aber im Kleinsten gibt es sie überall in der Natur. So bestehen unsere Muskelzellen im Innersten aus unzähligen, winzigen Nano-Motoren. Erst wenn diese gemeinsam arbeiten, zieht sich etwa der dicke Muskel am Oberarm zusammen. Auch der Bauplan unseres Körpers, unser Erbgut, das im Innern der meisten Zellen liegt, ist aus nanokleinen Bausteinen zusammengesetzt.

Mit Spezialmikroskopen können Wissenschaftler diese Welt sichtbar machen. Wer zum Beispiel die Fußsohle eines Geckos damit betrachtet, sieht: Dort liegen Milliarden Härchen dicht an dicht. Jedes dieser Fuß-Haare ist zehnmal feiner als ein Menschenhaar und zudem an der Spitze gespalten. An den Enden dieser Spitzenfransen hängen außerdem nanokleine spatelförmige Blättchen. Dank dieser Nano-Blätter haften Geckofüße extrem gut. Deswegen können die Tiere kopfüber an der Decke entlanglaufen, ohne herunterzufallen. Sie können sogar ihren ganzen Körper an nur einem Zeh hängen lassen.



Auch im Pflanzenreich gibt es Nano-Dinge. Die Blätter der Kapuzinerkresse etwa werden bei Regen kaum nass, Tropfen perlen von ihnen ab und fallen runter. Der Grund: Die Oberfläche der Blätter ist mit unzähligen, winzigen Noppen überzogen. Und aus jeder Noppe sprießen tausende nanokleine Wachs-Härchen. Sie stoßen das Wasser ab – und der Tropfen findet keinen Halt.

Nano lässt sich nutzen

Die Nanowelt ist faszinierend. Einige Nanoteilchen leiten Strom extrem gut und sind dabei durchsichtig. Andere sind biegsam und zugleich härter als Stahl! Auch deswegen begeistern sich viele Forscherinnen und Forscher dafür.

Sie haben bereits erste Produkte entwickelt, in denen die Zwergenteilchen genutzt werden: Nanopartikel auf Stoff bewirken, dass Regentropfen von Jacken abperlen. In Sonnencremes fangen sie die schädlichen Anteile der Sonnenstrahlen ab. Andere Nanomaterialien wandeln giftige Autoabgase in ungiftige Gase um. Und aus wieder anderen lassen sich biegsame Solarzellen oder winzigste Rechenchips für Handys bauen.

An vielen weiteren Anwendungen wird gearbeitet. Zugleich erforschen Fachleute, wie Nanoteilchen wirken, wenn sie in die Umwelt geraten. Denn es ist wichtig zu wissen, was die Teilchen in der Natur oder im Innern von Lebewesen machen – gerade weil sie so klein sind.



WIE TICKST DU?

Frühaufsteher oder Morgenmuffel: Wie gut wir morgens aus dem Bett kommen, darüber bestimmt unsere Innere Uhr. Der Biologe Till Roenneberg erzählt, wo sie genau steckt und ob wir sie verstellen können.

Sagen Sie mal, Herr Professor, haben wir alle einen Vogel?

Ja, haben wir. Absolut!

Eine Meise?

Nein, eher eine Lerche oder eine Eule. Aber das Ganze ist natürlich ein bisschen ein Witz. Er bezieht sich darauf, dass Forscher wie ich Menschen oft mit Eulen oder Lerchen vergleichen. Als Eulen bezeichnen wir Nachtmenschen. Sie schlafen spät ein und wachen spät auf und sind dafür spät am Tag und in der Nacht so richtig fit. Lerchen-Menschen sind dagegen Frühaufsteher und werden am Abend viel früher müde.

Woher kommt das denn, dass manch einer ein Frühaufsteher ist und jemand anders ein Langschläfer?

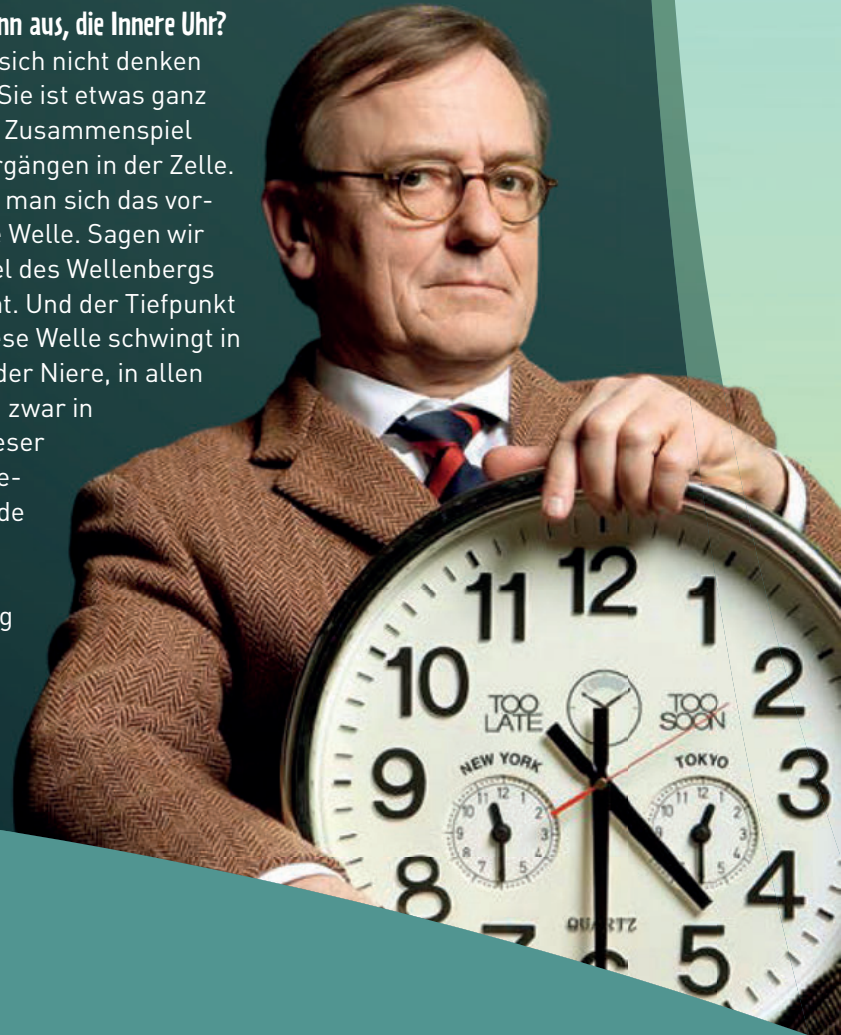
Das liegt an unserer Inneren Uhr.

Was ist das genau?

Alle Lebewesen haben eine Innere Uhr – und zwar in jeder Zelle. Sie bewirkt etwa, dass unser Körper erkennen kann, wann es Tag oder Nacht ist – und zwar ganz ohne dass wir auf eine Uhr schauen müssen.

Wie sieht sie denn aus, die Innere Uhr?

Die darf man sich nicht denken wie eine Uhr. Sie ist etwas ganz anderes – ein Zusammenspiel aus vielen Vorgängen in der Zelle. Es hilft, wenn man sich das vorstellt wie eine Welle. Sagen wir mal, der Gipfel des Wellenbergs ist Mitternacht. Und der Tiefpunkt ist Mittag. Diese Welle schwingt in der Leber, in der Niere, in allen Organen. Und zwar in jeder Zelle dieser Organe. Sie bewirkt, dass jede Zelle immer weiß, welche Stunde am Tag es gerade ist.





forscher Checkerwissen

JET-LAG: Wer mit dem Flugzeug in die USA, nach Japan oder Australien fliegt, muss seine Armbanduhr nach der Landung um viele Stunden verstellen. Mit der Inneren Uhr geht das nicht. Sie passt sich nur langsam an die neue Zeit an, nur etwa eine Stunde jeden Tag. Bis die Innere Uhr auch am Reiseziel angekommen ist, liegt man mitten in der Nacht wach und ist tagsüber total müde. Weil die Innere Uhr alle Organe steuert, hat man oft auch zu falschen Zeiten Hunger. Manchen ist auch etwas schwindelig.

Das heißt: Unser Gehirn weiß, wie spät es ist. Unsere Leber weiß es, und der Magen auch. Was machen die Organe denn mit dieser Information?

Die Innere Uhr ist der zeitliche Dirigent für das Orchester unserer Organe und Zellen. Beim Menschen sagt sie dem Kreislauf rechtzeitig, dass dieser sich aufs Aufstehen vorbereiten soll. Dann werden die Muskeln besser durchblutet. Unser Gehirn wird aktiver. Auch unsere Nieren arbeiten wieder mehr, weshalb wir morgens meist als Erstes aufs Klo müssen. Bienen gibt die Innere Uhr morgens, wenn die Blüten aufgehen, einen Schubs und sorgt dafür, dass die Flugmuskeln gut funktionieren und die Tiere hungrig werden. Abends mahnt sie zur Ruhe und zur Schutzsuche, da es nachts kälter wird und draußen Feinde lauern. Die Innere Uhr macht also einen Stundenplan für den Körper und alle Organe und sorgt dafür, dass alle gut zusammenarbeiten.

Kann ich meine Innere Uhr spüren?

Viele spüren sie an jedem Schultag. Wer morgens von allein wach wird, tut das, weil die Innere Uhr der Meinung ist: Jetzt hast du genug geschlafen. Viele brauchen aber einen Wecker zum Aufstehen. Ihre Innere Uhr würde den Körper noch länger schlafen lassen. Für sie wäre es besser, wenn die Schule später beginnen würde.

Was wäre denn eine gute Zeit für den Schulbeginn?

Das ist unterschiedlich. In der Grundschule sollte die Schule nicht vor acht Uhr beginnen. Für manche Kinder wäre neun Uhr eine gute Zeit. Für Jugendliche, so ab 14 Jahren, sollte die Schule nicht vor neun anfangen, denn deren Innere Uhr verstellt sich langsam ein bisschen. Sie wird sozusagen immer später. Dann fühlt es sich um acht Uhr morgens so an wie Mitternacht. Ab etwa 20 Jahren wird sie dann immer früher. Großeltern könnten also wieder sehr früh zur Schule gehen, wenn sie das noch müssten.

Kann ich meine Innere Uhr selbst stellen?

Wer viel draußen ist, stellt seine Innere Uhr früher. Dafür braucht es vor allem morgens viel Licht. Und das funktioniert selbst bei bedecktem Himmel. Wer viel drinnen ist oder erst am Abend viel Licht abbekommt, stellt seine Innere Uhr später. Wer also am Morgen schwer wach wird, sollte vor allem vormittags viel unter freiem Himmel sein. Abends sollte man dagegen helles Licht meiden. Smartphones und andere Bildschirme strahlen zum Beispiel helles, blaues Licht ab. Das beeinflusst die Innere Uhr stark. Also: Weg von der Glotze! Bei Smartphones gibt es übrigens Apps, die das blaue Licht nach Sonnenuntergang wegfiltern. Dann sieht zwar alles ein bisschen gelblich aus, man kann aber früher einschlafen und ist morgens ausgeschlafener.



Schrecken der Dinge

ES IST NOCH KEINE 30 JAHRE HER, DA HATTE EIN INFORMATIKER EINE IDEE, DIE DERZEIT WAHR WIRD:

... DOCH BALD WERDEN DAS AUCH ALLERLEI GEGENSTÄNDE SEIN. SIE WERDEN EIGENE ADRESSEN HABEN - UND SO DIREKT ÜBER DAS NETZ ANSPRECHBAR SEIN.

HALLO, ICH BIN BLUMENTOPF NUMMER 200192939!

SO KÖNNEN DIE DINGE MITEINANDER IN KONTAKT SEIN: SIE KÖNNEN ÜBER ALLTÄGLICHE SACHEN REDEN, AUFTRÄGE VERTEILEN UND AUFGABEN LÖSEN.

ZU HÜLF!

DAS NENNT MAN HEUTZUTAGE DAS „INTERNET DER DINGE“.

EIN BELIEBTES BEISPIEL DAFÜR IST DER VERNETZTE KÜHLSCHRANK ...

... DER AUTOMATISCH ERKENNT, WAS IN IHM DRIN IST ...

... UND DER SELBSTSTÄNDIG LEBENSMITTEL NACHBESTELLT.

MOIN.

ICH BIN EINE LEERE MILCHFLASCHE.

LIEFERDROHNE IST AUF DEM WEG!

UND ORANGEN!

GANZ VIELE ORANGEN!

EINMAL MILCH FÜR DEN KÜHLSCHRANK ID #2918482, BITTE.

WIR BRÄUCHTEN AUCH NOCH EINEN FRISCHEN TOAST!

HIER IST DER PERSONALISIERTE WECKER ID #2019482, DER NUTZER STEHT GERADE AUF UND WILL GLEICH FRÜHSTÜCKEN!

WIE TRINKT DER AM DIENSTAG NOCHMAL IMMER SEINEN KAFFEE?!

ICH BRAUCHE MEHR ORANGEN!

HAT JEMAND DEN HONIG GESEHEN?!

WO BLEIBT DIE MILCH?!

KANN DIE LIEFERDROHNE MIR MAL EIN MESSER REICHEN?!

HONIG-GLAS ID #50019292839 MELDET SICH ZUR STELLE!

BIN JA SCHON DA!

JETZT SCHON?

TURBO TOASTING!

AH, TOLL, DIESES INTERNET DER DINGE! ENDLICH KANN MAN SO RICHTIG ENTSPANNT FRÜHSTÜCKEN!

WIR BRÄUCHTEN WIEDER MILCH!

WAS? WANN? WO?

Die MS Wissenschaft navigiert in neue Arbeitswelten

„Volle (Arbeits-)Kraft voraus!“ heißt es in den kommenden Wochen und Monaten auf der Kommandobrücke der MS Wissenschaft. Die spannende Fracht des Schiffes: Anregungen und Mitmach-Aktionen, Experimente, Tipps zum Ausprobieren und interessante Vorträge.

Bonn 09.–12.08.2018 // Koblenz 14.–16.08.2018 // Bingen 18.–21.08.2018 // Mannheim 23.–25.08.2018 // Worms 26.–30.08.2018 // Heidelberg 31.08.–04.09.2018 // Stuttgart 06.–09.09.2018 // Eberbach 11.–13.09.2018 // Frankfurt am Main 15.–17.09.2018 // Miltenberg 19.–20.09.2018 // Würzburg 22.–25.09.2018 // Bamberg 27.–30.09.2018 // Erlangen 01.–03.10.2018 // Roth 04.–05.10.2018 // Nürnberg 06.–09.10.2018

www.ms-wissenschaft.de

Science Station: die Weichen für neue Berufe stellen

Ob auf dem Weg in den Urlaub oder beim Warten auf den Zug zu Freunden und Familie: Die Science Station sorgt dafür, dass die Zeit am Bahnhof schnell vergeht – mit Mitmach-Aktionen, Gewinnspielen und Informationen. Also, aufgepasst, dass ihr den Zug nicht verpasst!

Frankfurt am Main 21.–30.08.2018 // Mainz 04.–13.09.2018 // Köln 18.–27.09.2018

www.sciencestation.de



SchulKinoWochen:

Wer spielt die Hauptrolle – Mensch oder Roboter?

Erlebt zusammen mit der ganzen Klasse große Kinomomente: Die SchulKinoWochen sind mit vielen tollen Filmen zurück. Zum Beispiel mit „Baymax – Riesiges Robowabohu“, bei dem der 13-jährige Junge Hiro verrückte Abenteuer mit einem Erste-Hilfe-Roboter erlebt.

Die Termine im Herbst:

Mecklenburg-Vorpommern 05.–09.11.2018 // Berlin 19.–30.11.2018 // Saarland 12.–16.11.2018 // Hamburg, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Thüringen 19.–23.11.2018 // Schleswig-Holstein 26.–30.11.2018

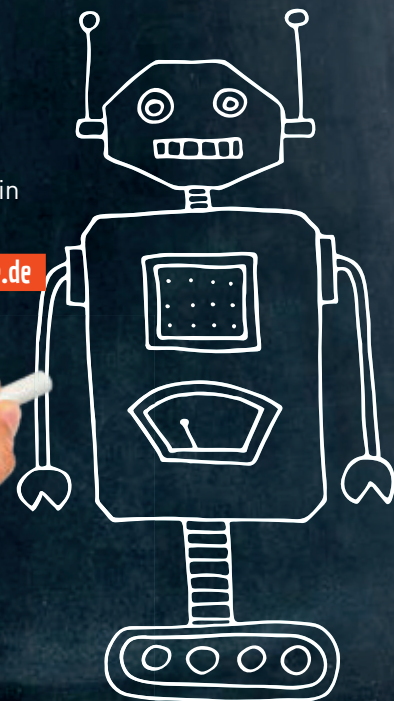
www.visionkino.de/schulkino Wochen

Wissenschaft Live:

Holt sie euch in den Unterricht!

Wollt ihr das Neueste zu künstlicher Intelligenz, zu Robotern oder Bienenforschung einmal aus erster Hand erfahren? Dann ladet euch einen der über 1.000 Forscherinnen und Forscher in die Schule ein, die bei der Forschungsbörse registriert sind! Einfach auf der Website raussuchen, Kontakt aufnehmen und Termin vereinbaren.

www.forschungsboerse.de



Buchstabensuppe

Hier haben sich lauter Wörter versteckt, die in diesem Heft vorkommen. Wie viele entdeckst du?

UHR
ELEFANTENRUESSELFISCH
HUMANOID
EULE
DINOSAURIER
COMPUTER
MOTOR
NANOWELT
BUERSTENBOT
WACKELAUGEN
INTELLIGENZ
FRUEHAUFSTEHER
WACHESEL
ROBOTERHAND

Q	B	T	P	U	O	D	I	B	L	E	U	L	E	B	H	A
O	I	A	R	L	C	H	M	A	C	L	M	U	T	O	W	J
F	R	U	E	H	A	U	F	S	T	E	H	E	R	M	C	R
L	E	G	C	P	G	T	B	J	A	F	U	G	H	A	E	P
D	U	I	O	V	K	N	D	U	O	A	D	T	Q	J	N	T
H	O	G	M	A	O	B	A	M	P	N	E	G	N	N	O	V
U	P	K	P	U	D	R	O	B	O	T	E	R	H	A	N	D
L	A	Z	U	O	T	G	M	E	H	E	V	N	P	N	P	I
P	I	N	T	E	L	L	I	G	E	N	Z	W	Q	O	B	N
C	E	O	E	W	B	Q	G	J	N	R	Y	A	J	W	E	O
V	G	B	R	N	A	E	M	U	G	U	P	C	G	E	T	S
K	P	U	O	D	I	B	L	J	T	E	Q	K	T	L	M	A
O	W	E	H	J	H	U	D	U	H	S	V	E	F	T	A	U
B	X	R	X	P	W	A	C	H	E	S	E	L	G	O	E	R
S	D	S	M	D	U	R	N	R	A	E	V	A	B	W	A	I
A	M	T	A	S	T	F	X	G	T	L	Y	U	R	U	H	E
I	A	E	H	P	M	A	N	H	M	F	J	G	F	D	C	R
P	F	N	M	H	U	M	A	N	O	I	D	E	R	T	I	Q
K	Y	B	N	Y	M	O	R	B	V	S	O	N	W	C	M	O
C	M	O	T	O	R	I	K	M	X	C	D	E	X	B	J	G
E	R	T	Z	P	U	O	D	I	B	H	W	T	T	U	C	Q

EINE INITIATIVE VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

HEFTBESTELLUNGEN

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



Der Vertrieb von *forscher* wird unter anderem unterstützt von



Bim & Boom Kinderspielland | Fitolino | Lufti Kinderspielwelt | Hector Kinderakademien | Deutsches Elektronen-Synchrotron | Dynamikum Pirmasens |
 Heidewitzka | Kurbetrieb Dahme | Zoo Leipzig | Explo Heidelberg | Europarc Deutschland | BTU Cottbus-Senftenberg | Flughafen Berlin-Brandenburg |
 Hochschule Trier | Hohwacher Bucht Touristik | Humboldt-Universität zu Berlin | Kurverwaltung Langeoog | Nordseeheilbad Cuxhaven | Phänomenta |
 Schiffbau- und Schifffahrtsmuseum Rostock | Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden | Tourismus-Service Fehmarn | Wissenswerkstatt
 Metropolregion Nordwest | Zoo Salzburg