

KARSTEN BRENSING  
KATRIN LINKE

DIE  
SPANNENDE WELT

DER *Viren* UND  
*Bakterien*

NICHT  
ALLE  
VIREN  
SIND  
BÖSE!



„Ein  
tolles Buch!“

Prof. Dr.  
Christian  
Drosten

 Loewe

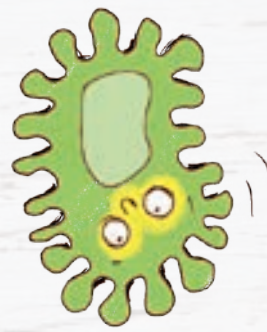
Unseren beiden Söhnen Veverin und Vitus gewidmet.

Ihr habt eure Coronaferien prima gemeistert.

KARSTEN BRENSING  
KATRIN LINKE



# INHALT



Liebe Leserin, lieber Leser

8



Bakterien

30

Bakterium ist

nicht gleich Bakterium

32

Das Leben von Bakterien

34

Symbiose mit Bakterien

43

Einzeller

48

Pilze

52

Mehrzeller

58

Die Entstehung des Lebens

62

Zeitreise in die

Entdeckungsgeschichte

72

## IM REICH DER MIKROBIOLOGIE

10

Corona

12

Viren

16

Aufbau und Aussehen

20

Vermehrung und

Übertragungswege

22

Viren als Freunde

26

## KRANKHEITEN UND WAS WIR TUN KÖNNEN

80

Was ist eine Pandemie?

82

Hygiene

88

Steinzeit

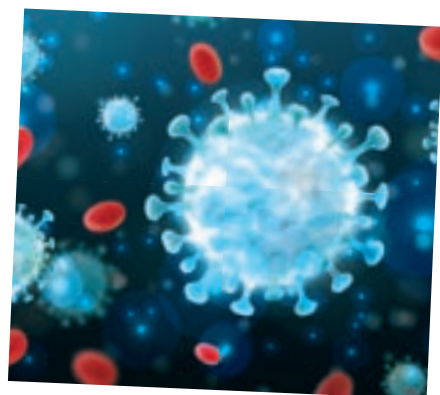
92

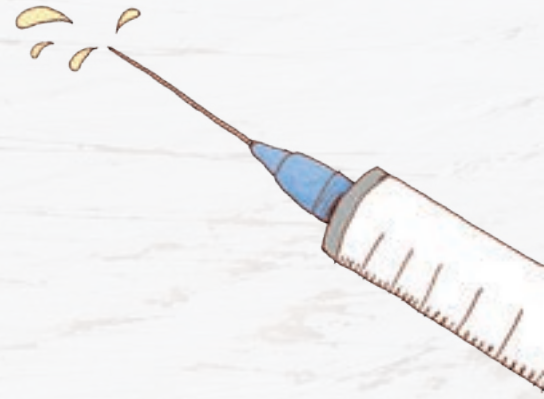
Die ersten Städte

93

Römisches Reich und Mittelalter

94



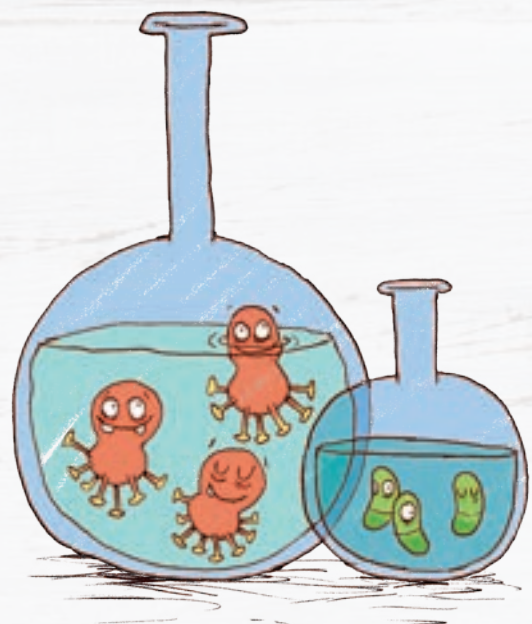


## UNSERE FREUNDE UND WIE WIR ZUSAMMENLEBEN 150

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Nützliche Helfer - das Klärwerk | 152 |
| Mikrobiom - unsere Freunde      | 156 |
| Die Natur atmet auf             | 162 |

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| Liebe Eltern, Lehrerinnen und Lehrer | 16  |
| Glossar für Fachbegriffe             | 168 |
| Glossar für Krankheiten              | 174 |
| Antworten                            | 178 |
| Quellenverzeichnis                   | 182 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Neuzeit                         | 96  |
| Der menschliche Faktor          | 98  |
| Hygiene - wenn's drauf ankommt! | 100 |
| Immunsystem                     | 108 |
| Die unspezifische Immunabwehr   | 112 |
| Die spezifische Immunabwehr     | 115 |
| Impfung                         | 124 |
| Aktive Impfung                  | 127 |
| Passive Impfung                 | 130 |
| Impfkritik                      | 131 |
| Medikamente                     | 136 |
| Resistenzen und Ausblick        | 144 |



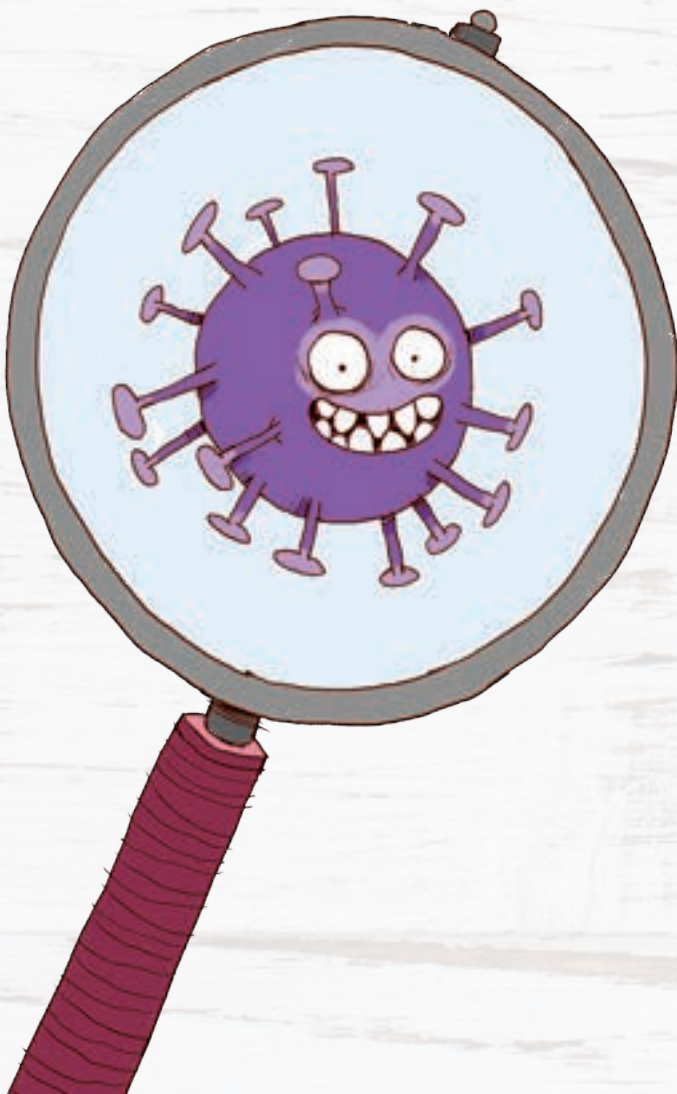
# LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

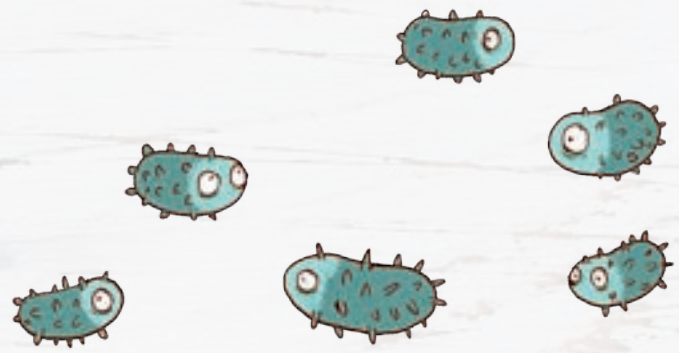
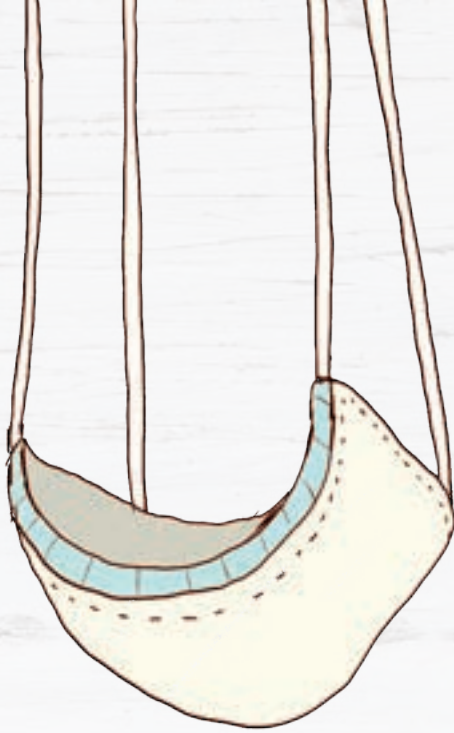
Anfang 2020 erlebten Schüler auf der ganzen Welt eine große Überraschung: Coronaferien. Doch anders als bei Hitzefrei wurde nicht gejubelt. Die Welt hielt den Atem an und erwartete die größte Katastrophe seit dem Zweiten Weltkrieg. Der Grund: ein Virus, das im Verhältnis zu uns nicht größer ist als eine Maus zur Erde.



Doch wie entsteht eigentlich eine neue Krankheit, was ist eine Pandemie und warum gibt es diese erst seit ein paar Tausend Jahren? Was genau ist Mikrobiologie und warum ist sie für uns so wichtig? Kannst du dir vorstellen, dass in jeder deiner Zellen Tausende von Bakterien leben? Das sind die Zellkraftwerke, die wir Mitochondrien nennen. Sie leben in Symbiose mit allen Tieren, Pflanzen und Pilzen, und das schon seit 3 Milliarden Jahren – also bereits zu einer Zeit, in der es noch keine mehrzelligen Lebewesen gab.

Selbst Viren, die noch nicht einmal Lebewesen sind und vor wenigen Jahren ausschließlich als Parasiten betrachtet wurden, sind für die Natur unverzichtbar. Die Ent-





Im Normalfall werden solche Eindringlinge aber von unserem Immunsystem in Schach gehalten. Wenn du wissen möchtest, wie das funktioniert, dann wünschen wir dir viel Spaß beim Lesen!

wicklung der Säugetiere haben wir zum Beispiel Viren zu verdanken.

Die allermeisten dieser mikroskopisch kleinen Bestandteile der Natur sind nicht nur ungefährlich, sondern sogar unsagbar nützlich. Eine der größten Erfindungen von uns Menschen ist übrigens das Klärwerk. Ohne diese Wellnessoasen für Mikroorganismen würden wir in unserem Dreck ersticken. Doch nicht nur dort leben die unermüdlichen Helfer, auch in und an uns sind sie. Wusstest du, dass dein Körper mehr Bakterien als eigene Zellen hat?

Leider geht bei diesem friedlichen Zusammenleben manchmal etwas schief und dann entstehen Krankheiten. Besonders gefährlich wird es, wenn wir mit bisher unbekannten Mikroorganismen und Viren in Kontakt kommen.

## Deine Katrin & dein Karsten



Die Autoren Katrin und Karsten sind hier so groß wie unsere ganze Erde. Das Coronavirus ist dann gerade mal so groß wie eine Maus. Nun stell dir vor, was eine kleine Maus unserem ganzen Planeten antun kann. Richtig – praktisch überhaupt nichts.

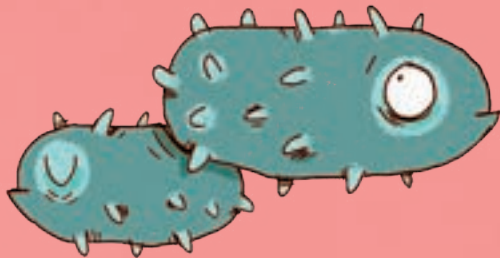


---

# IM REICH DER MIKROBIOLOGIE

---

Sie sind überall, mal Freund, mal Feind!





# CORONA

## Eine Intelligenzbestie unter den Viren

**K**eine Schule – und das ganz ohne Ferien! Der Grund dafür klang für dich vermutlich erst einmal recht unverständlich: Coronavirus. Das Wort war plötzlich in aller Munde und bei den Erwachsenen Thema Nummer eins.

**D**ie ersten Tage ohne Schule fandest du sicher toll. Doch dann haben dir bestimmt deine Freunde gefehlt und du warst genervt, dass du nicht zum Sport konntest. Oma und Opa durftest du auch nicht besuchen, und wenn du mit ihnen telefoniert hast, war es für alle irgendwie komisch.

**A**nfang 2020 hat das Coronavirus die Welt in Angst und Schrecken versetzt. Am 30. Januar 2020, lange vor der Schließung der Schulen und nur einen Monat, nachdem das Virus bekannt geworden war, sprach die **Weltgesundheitsorganisation** von einer

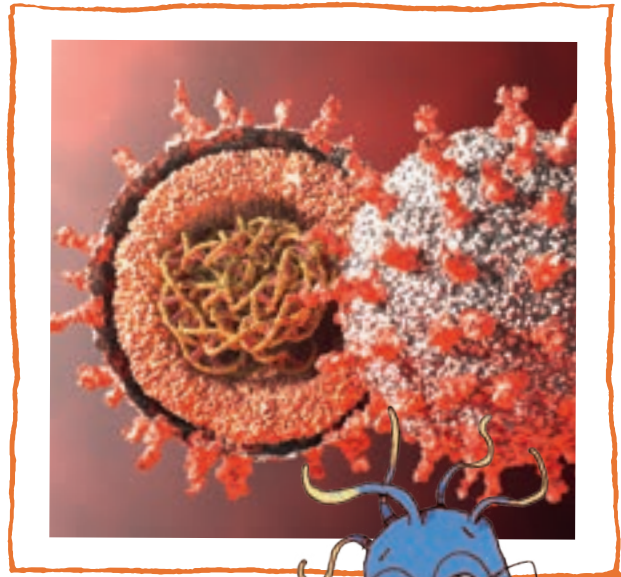
„gesundheitlichen Notlage internationaler Tragweite“. So etwas geschieht nur sehr selten!

**E**in winziger Krankheitserreger bestimmte seitdem unseren Alltag: Nicht nur Schulen und Restaurants wurden geschlossen, sondern auch Kindergärten, Spielplätze, Schwimmbäder, Geschäfte, Museen, Fabriken und vieles mehr. Mancherorts wurde sogar eine Ausgangssperre verhängt – Maßnahmen, die völlig verrückt erscheinen, wenn man sich genauer vorstellt, wer uns hier eigentlich bedroht. Schau dir doch mal das Bild mit der Erdkugel auf Seite 9 an. Du siehst dort ein erstaunliches Verhältnis: Wenn deine beiden Autoren so groß wären wie unsere gesamte Erde, dann wäre das Virus gerade mal so groß wie eine kleine Maus. Doch warum haben wir vor so etwas Kleinem eigentlich so große Angst?

Um das zu verstehen, möchten wir dich in die Welt der **Mikrobiologie** entführen. Denn die Welt, wie du sie kennst, mit all den Tieren und Pflanzen, ist tatsächlich nur die Hälfte dessen, was da draußen existiert. Verborgен vor unseren Augen gibt es eine Welt, die so fantastisch ist, dass selbst die spannendsten Geschichten langweilig erscheinen.

Mikroorganismen und Viren können extrem gefährlich sein und sind überall, meist sind sie aber harmlos und extrem nützlich.

Man sieht dem schönen Coronavirus nicht an, wie gefährlich es sein kann.



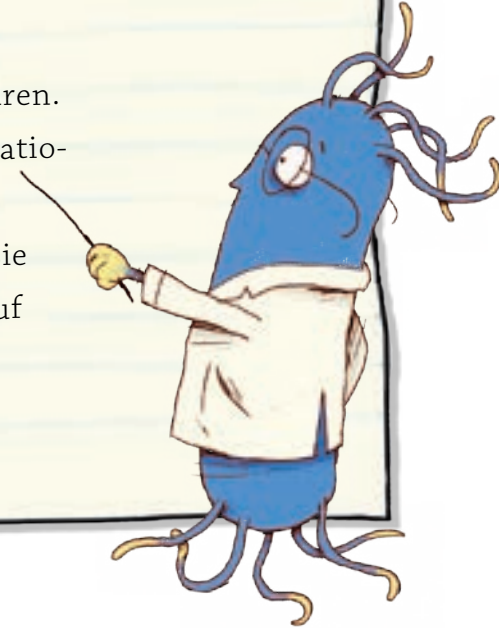
## INFOKASTEN 1

Genau genommen gibt es eine ganze Reihe von Coronaviren – die Forscher nennen sie die Familie der Coronaviridae. Schon 1968 wurde sie nach ihrem Aussehen benannt, dessen Form die Forscher an eine Sonnenkorona erinnerte, also den Lichtkranz, der entsteht, wenn die Sonne verdeckt wird.<sup>1</sup>

Das Virus, das Anfang 2020 die Welt erschütterte, heißt SARS-CoV-2 und löst die Krankheit COVID-19 aus. Hier im Buch nennen wir es einfach das Coronavirus.

## INFOKASTEN 2

Coronaviren sind übrigens die Intelligenzbestien unter den Viren. Ihre **RNA**-Kette ist besonders lang und speichert viele Informationen, daher gelingt es ihnen sogar, von einer Tierart zu einer anderen zu „springen“. Die meisten Viren können das nicht, sie sind spezialisiert auf eine bestimmte Tierart, manche sogar auf ein bestimmtes Organ. Nur dafür haben sie einen Schlüssel, doch dazu mehr im nächsten Kapitel.



**D**as Coronavirus SARS-CoV-2 ist nicht das erste Coronavirus, das es geschafft hat, vom Tier in den Menschen zu gelangen. Es gibt noch ein paar andere, z. B. HCoV-229E, HCoV-OC43, HCoV-NL63, HCoV und HCoV-HKU1. Meist lösen Coronaviren nur eine ungefährliche Erkältung aus, doch manche können uns Menschen sehr gefährlich werden: 2002/03 kam es zur sogenannten SARS-Pandemie (siehe Kapitel *Was ist eine Pandemie?*): Das Virus SARS-CoV-1 hatte sich innerhalb weniger Wochen in vielen Ländern ausgebreitet. Es erkrankten zum Glück nur ca. 8.000 Men-

schen, aber fast jeder Zehnte davon starb an einer schweren Lungenentzündung.

**G**enauso wie Corona hatte die SARS-Pandemie ihren Ausgangspunkt in China. Vermutlich ist dafür die chinesische Kultur und Lebensweise verantwortlich: Die Menschen dort leben oft sehr eng mit den Tieren zusammen, die sie essen oder anderweitig nutzen, und sie essen oft Wildtiere. Manche davon tragen Viren in sich, die für sie selbst ungefährlich sind, uns Menschen aber krank machen können. Durch das enge Zusammenleben von Tier und Mensch

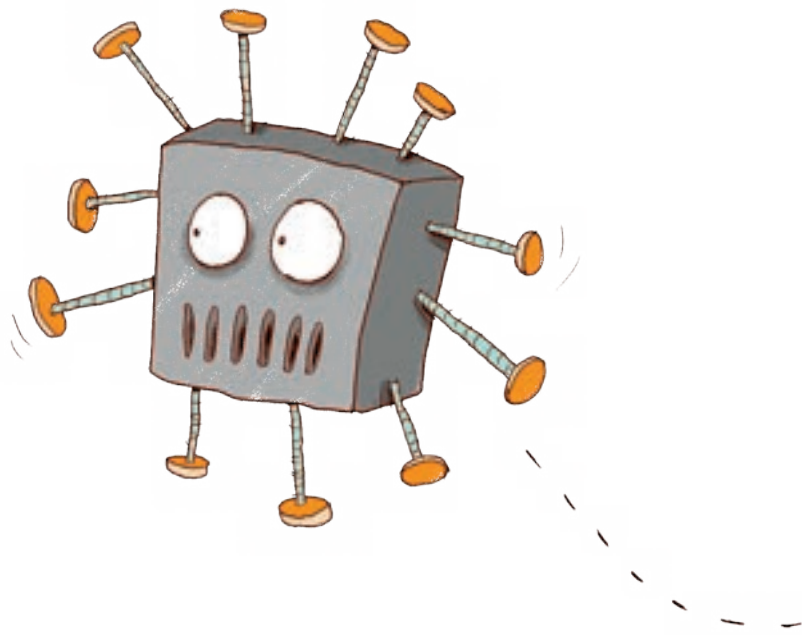
kann es passieren, dass Viren von Wildtieren auf uns Menschen überspringen, im Falle der Corona-Pandemie vermutlich von Fledermäusen.<sup>2</sup> Wissenschaftler nennen das eine Zoonose. Schon 2003, kurz nach der SARS-Pandemie, hatten Forscher vorausgesagt, dass so etwas jederzeit wieder passieren kann, wenn Mensch und Tier so nah beieinander sind. 2013 war es dann so weit, ein Grippeerreger, der normalerweise nur Vögel infiziert, sprang auf Menschen über. Das Virus, genannt A/H7N9, infizierte in Shanghai im Süden Chinas zwei Männer und die sogenannte Vogelgrippe war entstanden.<sup>3</sup> Wir sind daher der Meinung, dass es ein wichtiger Schritt wäre, Tiermärkte, auf denen lebende Tiere gehandelt werden, schon aus diesem Grund zu schließen.

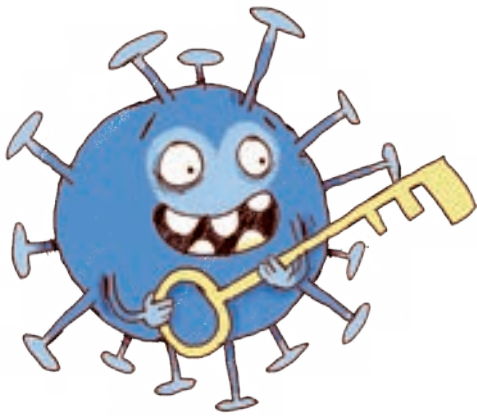


Lebendtiermarkt in China; ihre Schließung würde viel helfen.

Wusstest du, dass das Coronavirus und alle anderen Viren überhaupt keine Lebewesen sind? Tatsächlich sind sie so etwas wie **Nanoroboter**, die nur darauf programmiert sind, sich zu vervielfältigen. Das ist alles!

Du weißt sicher, dass Menschen, Tiere, Pflanzen und Pilze aus kleinen Zellen aufgebaut sind. In jeder dieser Zellen gibt es einen Zellkern, der einen Bauplan für das gesamte Lebewesen enthält. Die Forscher sprechen vom **genetischen Code**. Doch kannst du dir vorstellen, dass sich in diesem Code auch der Code von Viren befindet? Sind wir alle also ein bisschen Virus? Wir werden sehen!





# VIREN

## Geniale Nanoroboter

**B**evor du weiterliest, müssen wir eine Sache richtigstellen: Du hast auf Seite 13 ein tolles Bild von einem Coronavirus gesehen. Aber genau genommen ist das falsch, denn Forscher bezeichnen ein Virus nur als Virus, wenn es sich in einer **Wirtszelle** befindet und dort sein oft zerstörerisches Werk verrichtet. Das, was du auf dem Bild gesehen hast, ist ein Virion, es besitzt eine Schutzschicht, um in der freien Natur überleben zu können. Diese Unterscheidung ist wichtig, denn außerhalb der Zelle macht das Virion praktisch gar nichts. Doch auf seiner Oberfläche sind kleine Strukturen, man nennt sie Spikes (übersetzt heißt das „Nägel“ oder „Stacheln“). Mit ihnen können sich Viren an Zellen von Lebewesen festheften.

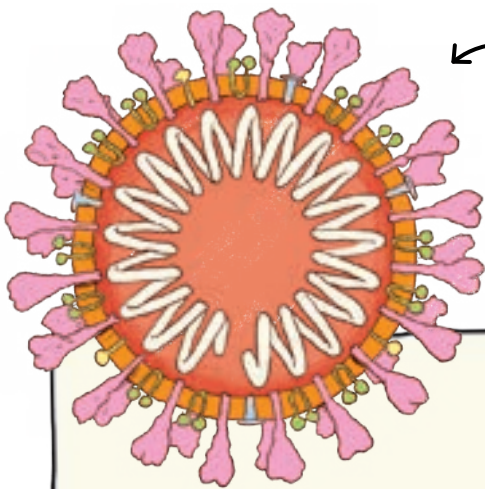
**A**ber die Virionen haben ein echtes Problem, denn mithilfe dieser Spikes können sie nur an ganz bestimmten Oberflächen

andocken. Das Coronavirus zum Beispiel kann nur Oberflächen mit sogenannten **ACE2-Rezeptoren** entern. Leider gibt es diese Rezeptoren auf den Körperzellen vieler Organe wie Lunge, Herz, Nasen-Rachen-Raum, Niere, Magen und Darm. Besonders viele gibt es auf Lungenzellen, deshalb kann es zu einer Lungenentzündung kommen. Ein anderes Beispiel ist das **FSME**-Virus. Es kann nur an Nervenzellen andocken, und so kommt es zu einer Gehirnhautentzündung. Man könnte beide bedenkenlos auf die Hand nehmen und mit ihnen spielen. Sie wären nichts weiter als tote Staubkörnchen, nur eben viel kleiner. Kommt dieses Staubkorn aber an die richtigen Zellen, dann klinkt es sich fest.

**E**inmal an der Zelle andockt, folgt Schritt 2: Als hätten sie einen Schlüssel, können Virionen die Zellen „aufschließen“. Ist das

geschafft, bringen sie ihre RNA oder **DNA** mit dem Bauplan zur Herstellung weiterer Viren in die Zelle. Jetzt beginnt die eigentliche Arbeit als Virus: Mithilfe ihrer ganz eigenen Helfer-**Proteine** übernehmen sie die Zelle. Nun haben sie das Sagen und

machen die Zelle zur Brutstätte für weitere Viren. Sind diese fertig gebaut, werden sie als Virionen freigesetzt. Dabei können die befallenen Zellen sogar platzen. Wissenschaftler nennen diesen Prozess übrigens **lytischen Zyklus**.



So in etwa sieht ein aufgeschnittenes Coronavirus aus. Die Spirale in der Mitte ist die RNA mit dem Bauplan des Virus.



## INFOKASTEN 1

### Schlüssel-Schloss-Prinzip

Wie der Name schon sagt, passt hier etwas in etwas anderes hinein. Dazu musst du wissen, dass jede biologische Zelle von einer Membran (siehe Kapitel *Die Entstehung des Lebens*) umgeben ist. Diese Membran wirkt wie unsere Haut. Nun müssen die Zellen aber mit ihrer Umgebung irgendwie im Austausch stehen. Dazu helfen ihnen Proteine. Die sind eine Art winzige Maschinen, die bestimmte Arbeiten verrichten, etwas bauen oder etwas von A nach B transportieren. Nun hat jede Maschine, je nach Funktion, eine bestimmte Form, ein Traktor sieht z. B. ja auch anders aus als eine Bohrmaschine. Eine Lungenzelle hat ganz spezielle Proteine an ihrer Oberfläche und auch diese haben eine eindeutige Form, an die die Spikes der Virionen genau passen. Das Schlüssel-Schloss-Prinzip findest du auch auf Seite 118/119 bei den Antigenen und Antikörpern.

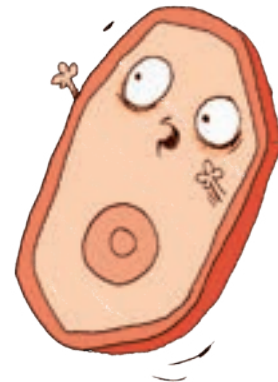
**D**ie neue Generation Viren hat es nun leicht: Sie befindet sich bereits an der richtigen Stelle, und so ist es für sie ein Kinderspiel, die Nachbarzelle zu übernehmen, und so weiter. Die betroffenen Lebewesen – dabei kann es sich um Menschen, Tiere, Pflanzen, Pilze und sogar **Einzeller** handeln – haben dann ein echtes Problem, denn die Zellen machen nicht mehr das, was sie eigentlich sollen (siehe Infokasten 2).

**H**ast du dich schon mal gefragt, was eigentlich Leben ist? Vielleicht denkst du, dass diese Frage leicht zu beantworten ist, doch Gelehrte streiten sich vermutlich schon seit Jahrtausenden darüber und keiner hat bisher eine eindeutige Antwort gefunden. In der Biologie gibt es aber einige klare Regeln: Beispielsweise muss ein Lebewesen Stoffwechsel betreiben. Genau genommen bedeutet das nur, dass ein lebender Organismus etwas nimmt und irgendwie umwandelt. Wenn du zum Beispiel etwas isst, gelangt die Nahrung in deinen Darm und wird verdaut. **Enzyme**, das sind kleine Maschinen in deinem Körper, zerkleinern die Nahrung auf eine Größe, die von deinen Darmzellen aufgenommen werden kann. Von dort gelangen die einzel-

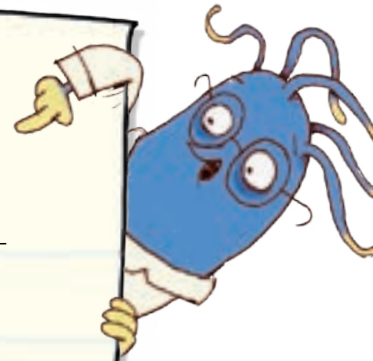
nen Bestandteile durch dein Blut zu deinen Körperzellen. Hier werden sie verarbeitet. Was übrig bleibt, wird abtransportiert und als Stuhlgang, Urin oder von deinem Atem aus dem Körper geschafft. (Wenn du wissen willst, warum Abfall in deiner Atemluft ist, [schlage auf S. 178 nach!](#)) Deine Nahrung hat auf diesem Weg unzählige sogenannte Stoffwechselprozesse durchlaufen.

**W**as passiert, wenn du einen superleckeren Schokoriegel auf einen Teller legst? Richtig, gar nichts. Auch wenn er noch so lecker ist, der Teller wird deinen Schokoriegel nicht auffuttern, denn er ist nur ein toter Gegenstand. Virionen sind nichts anderes als unser Teller, sie sind ein totes Etwas. Erst wenn sie in eine lebende Zelle kommen, betreiben sie Stoffwechsel, und darum sind Viren auch keine lebenden Organismen. Man kann sie als Miniroboter bezeichnen.

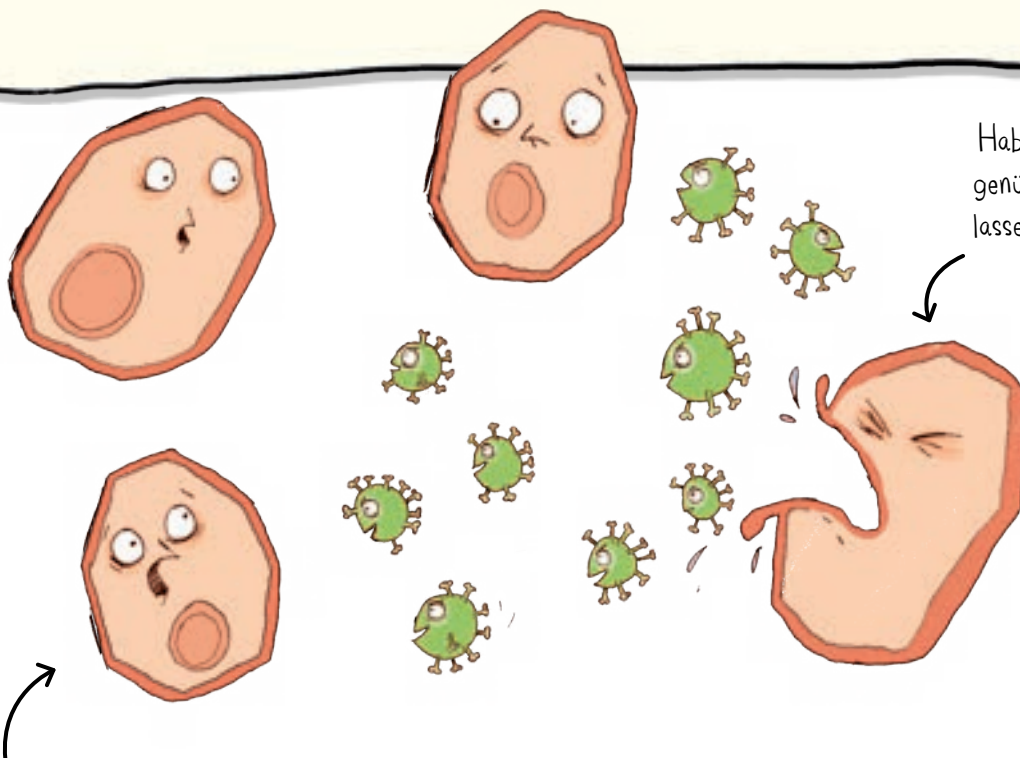
**Viren sind offiziell keine Lebewesen!**



## INFOKASTEN 2



In der Lunge findet ein Austausch statt zwischen der Luft, die wir einatmen, und dem Blut, das Gase durch unseren Körper transportiert. Wenn unsere Lunge diese Arbeit aber nicht mehr machen kann, bekommen wir schlechter Luft und können sogar ersticken. Das ist das Gefährliche am neuen Coronavirus, denn es befällt unsere Lunge. Natürlich wehrt die sich und macht das, was sie immer tut, wenn irgendwas nicht stimmt: Sie produziert kräftig Schleim, um alles, was nicht in sie reingehört, nach draußen zu spülen. Dieser Schleim, aber auch das geschädigte Gewebe, löst dann den Hustenreiz aus, den du von Erkältungen kennst. Bei manchen Menschen schädigt das Virus die Lunge so sehr, dass sie an eine Maschine angeschlossen werden müssen, die ihnen beim Atmen hilft.



Haben unsere Körperzellen genügend Viren hergestellt, lassen die Viren sie platzen.

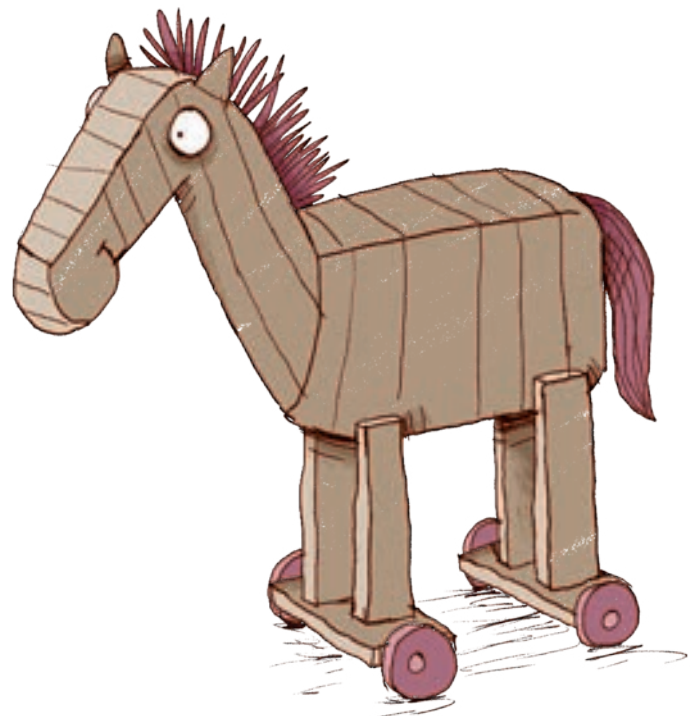
Viren attackieren unsere Körperzellen und programmieren sie um, damit sie mehr Viren herstellen.

## AUFBAU UND AUSSEHEN

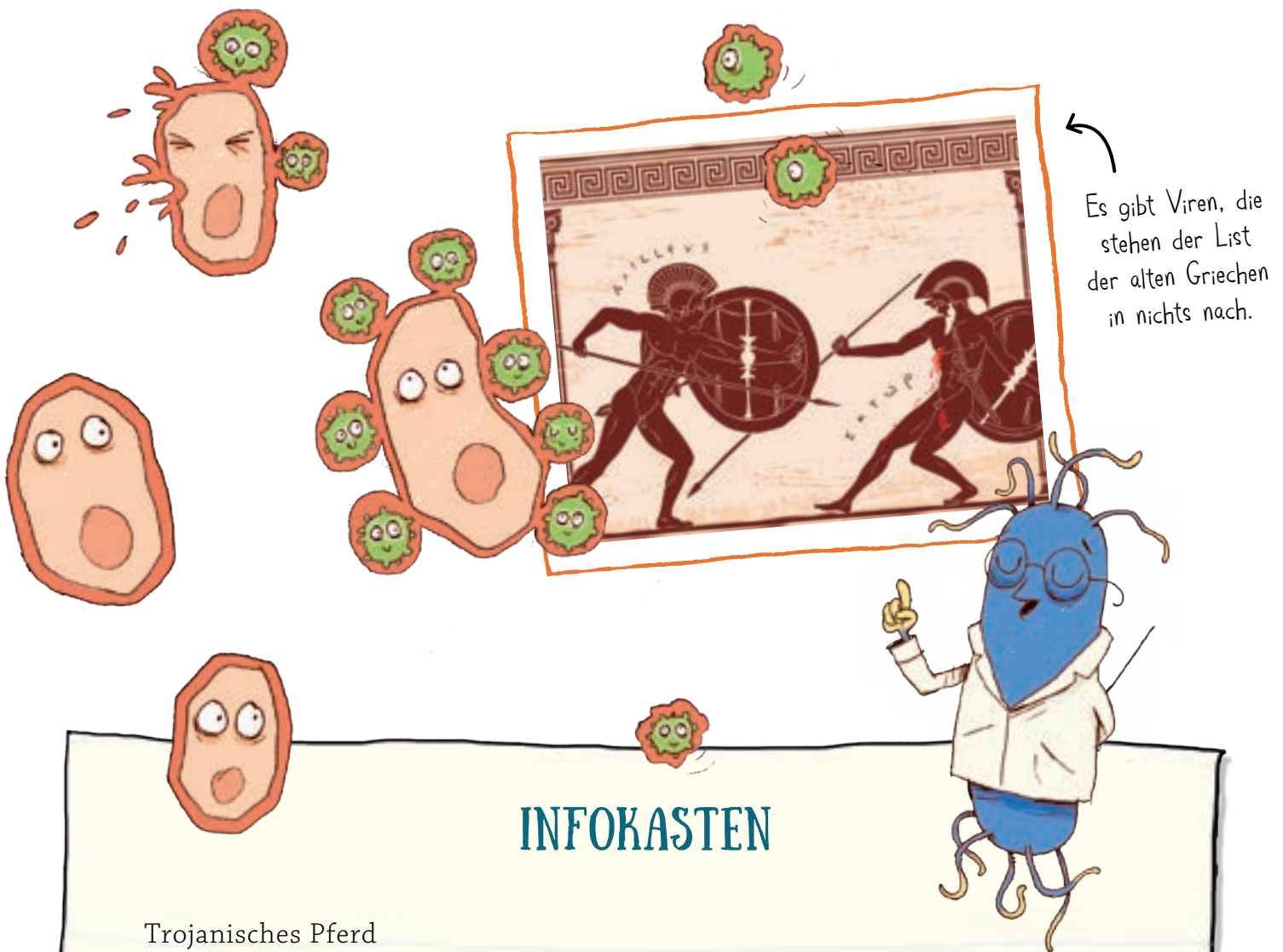
**W**enn man bedenkt, wie viele unterschiedliche Viren es gibt, ist es eine ziemliche Überraschung, wenn man sieht, wie einfach sie gebaut sind. Im Prinzip bestehen Virionen nur aus der Erbinformation in Form von RNA oder DNA und einer Kapsel aus **Proteinen**. Diese Kapsel nennt man übrigens Kapsid und Forscher können oftmals schon an ihrem Aussehen erkennen, um welche Viren es sich handelt und welche Krankheit ein Virus auslöst. Der Krankheitserreger der **Kinderlähmung** sieht zum Beispiel fast aus wie ein Würfel (kubisch). **Mumps** und **Masern** sehen aus wie kleine Zylinder (helikal). Die Bakteriophagen – das sind Viren, die Bakterien befallen – sehen aus wie Raumkapseln (komplex), du siehst sie auf Seite 24.

**K**ennst du die Geschichte vom Trojanischen Pferd? Manche Viren verhalten sich ähnlich und schaffen es dadurch, unerkannt Lebewesen zu infizieren. Ihr Trojanisches Pferd ist eine Hülle aus Zellmembran, die sie sich von echten Körperzellen besorgt haben. Das Immunsystem ihres Opfers nimmt nur die eigene Zellmembran (siehe Kapitel *Die Entstehung des*

*Lebens*) wahr und erkennt nicht, dass sich in der **Membranblase** die gefährlichen Viren versteckt haben. Viren, die so etwas können, nennt man behüllte Viren. Die meisten in den letzten Jahrzehnten neu aufgetauchten Viren, die die Menschheit mit einer Pandemie bedroht haben, waren solche behüllten Viren. Beispiele dafür sind **HIV, Influenza, Ebola** und eben auch das Coronavirus.



Schon lange vor der Erfindung der Kriegslist mit dem Trojanischen Pferd hatten die sogenannten behüllten Viren etwas ganz Ähnliches drauf.



## INFOKASTEN

### Trojanisches Pferd

Beim Trojanischen Pferd handelt es sich um eine alte griechische Legende. Nachdem die Griechen viele Jahre erfolglos gegen die Stadt Troja gekämpft hatten, dachten sie sich einen Trick aus. Sie bauten ein großes hölzernes Pferd, versteckten darin einige Soldaten und taten so, als würden sie aufgeben und nach Hause segeln. Die Trojaner glaubten natürlich, sie hätten die Belagerung überstanden. Vermutlich aus Neugier schleppten sie das vermeintlich ungefährliche Pferd in ihre Stadt. In der Nacht geschah das Unausweichliche: Die Soldaten kletterten heimlich aus dem Pferd heraus und öffneten dann für ihre zurückgekehrten Kameraden das Stadttor. Nun konnte Troja doch noch eingenommen werden. Seit jener Zeit bezeichnet man diese Art von Kriegslist als ein Trojanisches Pferd.