

- > Erste klinische Impfstoffstudie  
»in Rekordtempo gestartet«
- > Fragen und Antworten zu Covid-19
- > »Absolut essenziell, dass wir  
daraus lernen«

SONDERAUSGABE ZUR COVID-19-PANDEMIE

# Die Welt kämpft gegen ein neues Coronavirus

Das Coronavirus Sars-Cov-2 verändert das Leben weltweit. Hier finden Sie Antworten auf drängende Fragen, erfahren wie Forscher die Ausbreitung des Virus nachvollziehen und wie man in Quarantäne gut zurecht kommen kann.



## CORONAVIRUS-PANDEMIE

Was ist ein Covid-19-Mythos, was die Wahrheit?



## COVID-19

Die Frau, die Coronaviren jagt



## CORONAVIRUS

Der Stammbaum der Pandemie



Alina Schadwinkel  
Redaktionsleiterin Spektrum.de  
E-Mail: [alina.schadwinkel@spektrum.de](mailto:alina.schadwinkel@spektrum.de)

## Liebe Leserin, lieber Leser,

Wir befinden uns in einer Ausnahmesituation. Mit mehr als 200 000 bekannten Coronavirus-Infizierten weltweit und über 12 000 Menschen, die in Deutschland nachweislich den Erreger in sich tragen, hat sich unser Alltag spürbar verändert. Man braucht nicht krank zu sein, um die Auswirkungen des Virus zu spüren: Schulen und Kitas, Bars und Kneipen sind geschlossen. Krankenhäuser und Pflegeheime rüsten sich für den Ernstfall. Die Bundeskanzlerin hat eine deutliche Rede an die Nation gehalten, und große Teile der Bevölkerung hören schweigend zu, wenn Virologen sprechen.

Solidarisches Handeln ist dieser Tage geboten. Das bedeutet unter anderem, Kontakt mit anderen Menschen zu meiden, auch wenn es schwerfällt. In diesen außergewöhnlichen Zeiten nehmen meine Kollegen und ich ein großes Bedürfnis nach Informationen wahr. Deshalb haben wir beschlossen, eine kostenlose Ausgabe der Woche zum Thema Covid-19 anzubieten. Wie gefährlich ist das Virus? Warum ist Social Distancing sinnvoll? Was ist aus der Krise zu lernen? Auf all diese Fragen und mehr antworten wir so gut, wie es momentan eben möglich ist.

Ich danke Ihnen für Ihr Vertrauen.

Folgen Sie uns:



**CHEFREDAKTEUR:** Dr. Daniel Lingenhöhl (v.i.S.d.P.)  
**REDAKTIONSLEITERIN:** Alina Schadwinkel  
**REDAKTION:** Jan Dönges, Lars Fischer, Robert Gast, Christiane Gelitz, Dr. Jan Osterkamp, Karin Schlott, Daniela Zeibig  
**ART DIRECTOR DIGITAL:** Marc Grove  
**LAYOUT:** Oliver Gabriel, Marina Männle  
**SCHLUSSREDAKTION:** Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle  
**BILDREDAKTION:** Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe  
**VERLAG:** Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Tiergartenstr. 15-17, 69121 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751; Amtsgericht Mannheim, HRB 338114, UStd-Id-Nr. DE229038528  
**GESCHÄFTSLEITUNG:** Markus Bossle  
**MARKETING UND VERTRIEB:** Annette Baumbusch (Ltg.), Michaela Knappe (Digital)  
**LESER – UND BESTELLSERVICE:** Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ilona Keith, Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: [service@spektrum.de](mailto:service@spektrum.de)

**BEZUGSPREISE:** Einzelausgabe € 1,99.

**IM ABONNEMENT JÄHRLICH:** € 48,00; ermäßigt € 36,00.

Alle Preise verstehen sich inkl. Umsatzsteuer.

**ANZEIGEN:** Wenn Sie an Anzeigen in »Spektrum – Die Woche« interessiert sind, schreiben Sie bitte eine Mail an [anzeigen@spektrum.de](mailto:anzeigen@spektrum.de)

Sämtliche Nutzungsrechte an dem vorliegenden Werk liegen bei der Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH. Jegliche Nutzung des Werks, insbesondere die Vervielfältigung, Verbreitung, öffentliche Wiedergabe oder öffentliche Zugänglichmachung, ist ohne die vorherige schriftliche Einwilligung des Verlags unzulässig. Jegliche unautorisierte Nutzung des Werks berechtigt den Verlag zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Bei jeder autorisierten (oder gesetzlich gestatteten) Nutzung des Werks ist die folgende Quellenangabe an branchenüblicher Stelle vorzunehmen: © 2020 (Autor), Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Heidelberg. Jegliche Nutzung ohne die Quellenangabe in der vorstehenden Form berechtigt die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH zum Schadensersatz gegen den oder die jeweiligen Nutzer. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte und Bücher übernimmt die Redaktion keine Haftung; sie behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.

SEITE  
06

FRAGEN UND ANTWORTEN ZU COVID-19  
»Größte Herausforderung seit dem  
Zweiten Weltkrieg«

GOFFKEIN / STOCK.ADOBE.COM

SEITE  
15

PSYCHOLOGIE  
»In Quarantäne bewerten wir  
Freundschaften als besser und wichtiger«

MARCO\_PIUNTI / GETTY IMAGES / ISTOCK

AUFKLÄRUNG

Was ist ein Covid-19-Mythos,  
was die Wahrheit?

SEITE  
20

MARIDAY / STOCK.ADOBE.COM

GENETIK  
Der Stammbaum  
der Pandemie

SEITE  
27

KOTO\_FEJA / GETTY IMAGES / ISTOCK

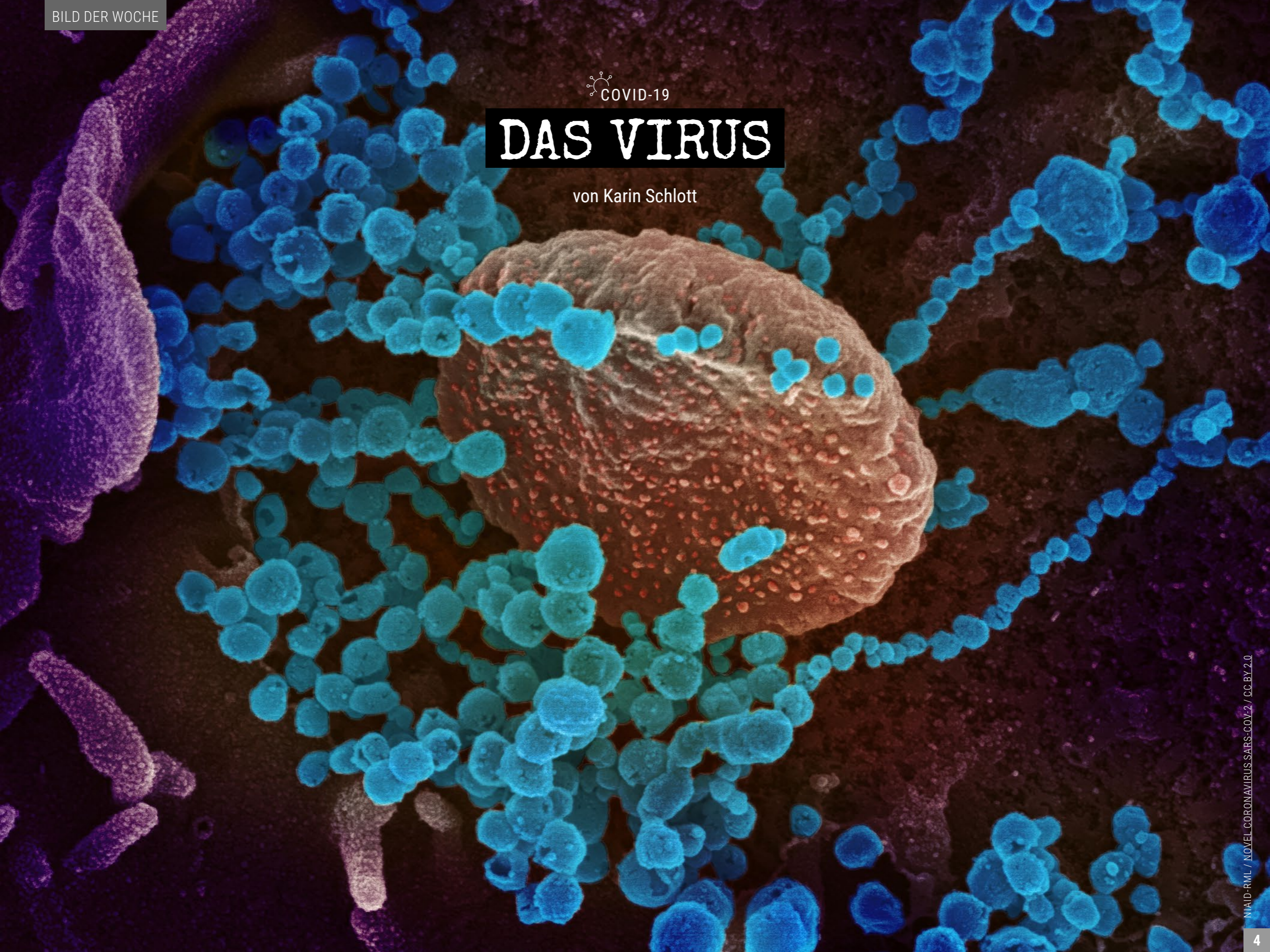
RUBRIKEN:

- 4 BILD DER WOCHE  
Wie Sars-CoV-2 vorgeht
- 6 FRAGEN UND ANTWORTEN ZU COVID-19  
»Größte Herausforderung seit dem Zweiten Weltkrieg«
- 15 PSYCHOLOGIE  
»In Quarantäne bewerten wir Freundschaften als besser und wichtiger«
- 20 AUFKLÄRUNG  
Was ist ein Covid-19-Mythos, was die Wahrheit?
- 25 SARS-COV2-IMPfstOFF  
Erste klinische Impfstoffstudie  
»in Rekordtempo gestartet«
- 27 GENETIK  
Der Stammbaum der Pandemie
- 33 VIROLOGIE  
Die Frau, die Coronaviren jagt
- 45 COVID-19  
»Absolut essenziell, dass wir daraus lernen«
- 51 FREISTETTERS FORMELWELT  
Die Covid-19-Gleichung

COVID-19

# DAS VIRUS

von Karin Schlott



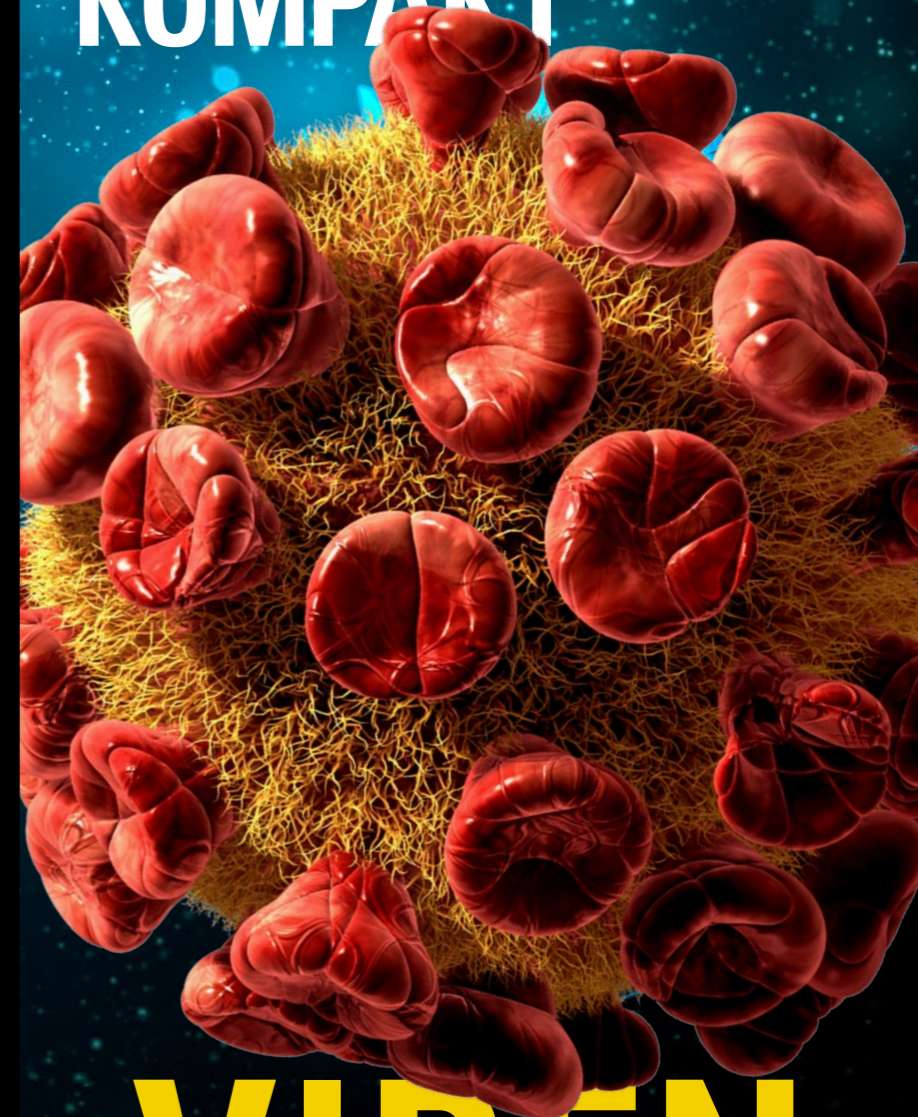
**S**o sieht er im Elektronenmikroskop aus – der Erreger der aktuellen Coronavirus-Pandemie. Die kleinen blauen Kugelstränge sind Exemplare des neuartigen Coronavirus Sars-CoV-2. Die Viren haben eine menschliche Zelle befallen – es handelt sich hier um eine Zellkultur im Labor – und steuern nun die Zellkern-DNA. Sie produziert Kopien des Virus, die wie hier in der Mikroskopaufnahme wieder aus der Zelle austreten.

Typisch für alle Arten von Coronaviren sind die Proteine auf der Virushülle, die einem Strahlenkranz ähneln. Der Name wurde denn auch der Form des Erregers entlehnt – vom lateinischen Wort für Kranz oder Krone, »corona«. Im Inneren des Erregers befindet sich dessen Erbgut, das aus Ribonukleinsäure (RNA) besteht. Alle Coronaviren sind RNA-Viren. Das bedeutet auch: Sie sind »nicht so stabil wie Viren, deren Erbgut aus DNA besteht – sie mutieren daher recht leicht und passen sich schnell an«, erklärt Dirk Pfeiffer, Veterinärmediziner und Epidemiologe an der City University of Hong Kong im Interview mit »Spektrum.de«. Mit ihren »Stacheln« – den Proteinen ihrer »Krone« – docken Coronaviren

an menschliche Körperzellen an. Im Fall von Sars-CoV, dem Erreger der Sars-Epidemie von 2002 und 2003, gewährt ein bestimmtes Enzym, das auf der Hülle der Lungenzellen liegt, dem Virus beziehungsweise seiner RNA Einlass in die Zelle. Dieses Enzym heißt ACE2, kurz für Angiotensin-konvertierendes Enzym 2. Ob der neue Erreger Sars-CoV-2, der dem Sars-Virus von 2002 stark ähnelt, ebenfalls über das Enzym ACE2 in die Zelle eindringt, ist nicht sicher – aber wahrscheinlich, wie Virologen beispielsweise in »Nature« und im »Journal of Clinical Microbiology« berichten. Wie die Forschergruppe, die den Ursprung des ersten Sars-Virus aufgefunden hat, in »Nature« beschreibt, hätten erste Laborversuche nahegelegt, dass auch der neue Erreger über den Rezeptor ACE2 die Zellen befällt. Genau dieser Mechanismus erregt momentan große Unsicherheit, da gängige Blutdrucksenker und Medikamente wie Ibuprofen, Diclofenac oder auch Azetylsalicylsäure (ASS, »Aspirin«) über diesen Rezeptor wirken. Dass die Einnahme dieser Präparate tatsächlich eine Erkrankung an Covid-19 intensivieren würde, dafür gibt es laut Experten aber zurzeit keine wissenschaftlichen Belege. ↩

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT



# VIREN

Meister der feindlichen Übernahme

Phagen | Der Feind meines Feindes

Ebola | Spätfolgen der Infektion

Zika | Angeklagt und überführt

HIER DOWNLOADEN

FÜR NUR  
€ 4,99

# »Größte Herausforderung seit dem Zweiten Weltkrieg«

von Lars Fischer und Alina Schadwinkel

Bundeskanzlerin Angela Merkel appelliert an das Verantwortungsbewusstsein aller. Wie lässt sich das Virus kontrollieren? Was sind Symptome? Die wichtigsten Fragen.

Stand des Artikels: 19. März 2020, 12:00 Uhr.

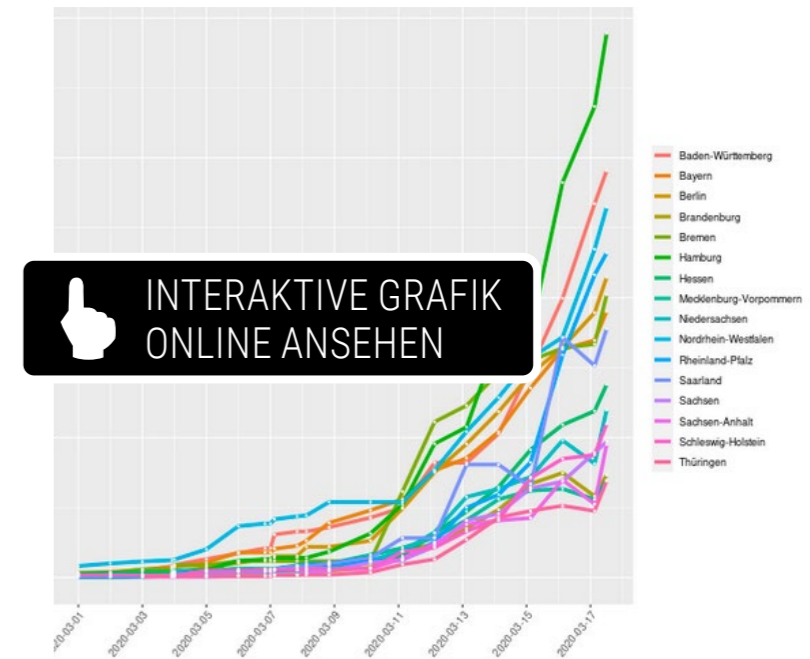
**B**undeskanzlerin Merkel nannte in ihrer bisher beispiellosen Rede an die Bevölkerung das Coronavirus die größte Herausforderung an unser Land seit dem Zweiten Weltkrieg. Sie appellierte an alle Menschen im Lande, aus Rücksicht voneinander Abstand zu halten. Das Robert Koch-Institut (RKI) schätzt die Gefährdung durch das neue Coronavirus für die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland nun als »hoch« ein. Das sagte RKI-Präsident Lothar Wieler auf einer Pressekonferenz in Berlin. Gründe sind die steigenden Fallzahlen sowie Alarmsignale aus öffentlichen Gesundheitsdiensten und von Kliniken. Zudem gebe es immer mehr Fälle, die nicht mehr auf bekannte Fälle zurückgeführt werden könnten. Wieler appellierte an die Krankenhäuser, ihre Kapazitäten auf Intensivstationen auszubauen.

Längst gibt es in allen Bundesländern Menschen, die sich mit Covid-19 angesteckt haben. Mehr als 13 000 Personen tragen das Virus nachweislich in sich. Bislang sind 31 Todesfälle bekannt. Trotz

intensiver Forschung an dem neuen Erreger gibt es auf viele Fragen zu dem Virus bisher keine sicheren Antworten. Unklar ist nicht zuletzt, wie tödlich die im Februar von der WHO Covid-19 getaufte Krankheit tatsächlich ist. Selbst Fachleute können derzeit nur sehr schwer beurteilen, wie schlimm die Epidemie wirklich ist und wie viele Menschen in Deutschland noch sterben werden. Inzwischen hat sich der Schwerpunkt der Epidemie von China wegverlagert. Nach jetzigem Stand infizieren sich in China weniger Menschen neu als außerhalb. Laut dem WHO-Lagebericht vom 18. März 2020 sind weltweit mehr als 191 100 Menschen nachweislich infiziert, etwa 75 000 Personen davon in Europa. Das Center for Systems Science and Engineering der Johns Hopkins University meldet weltweit schon mehr als 221 000 Infektionen.

Wie viele Kranke wird es in Deutschland geben? Woher kommt das Virus überhaupt? Kann ein Impfstoff die Pandemie stoppen? Wir haben hier die wichtigsten Fragen zum neuen Coronavirus zusammengestellt – und die Antworten, die zu diesem Zeitpunkt möglich sind.

## Wie viele Fälle sind in Deutschland genau bekannt?

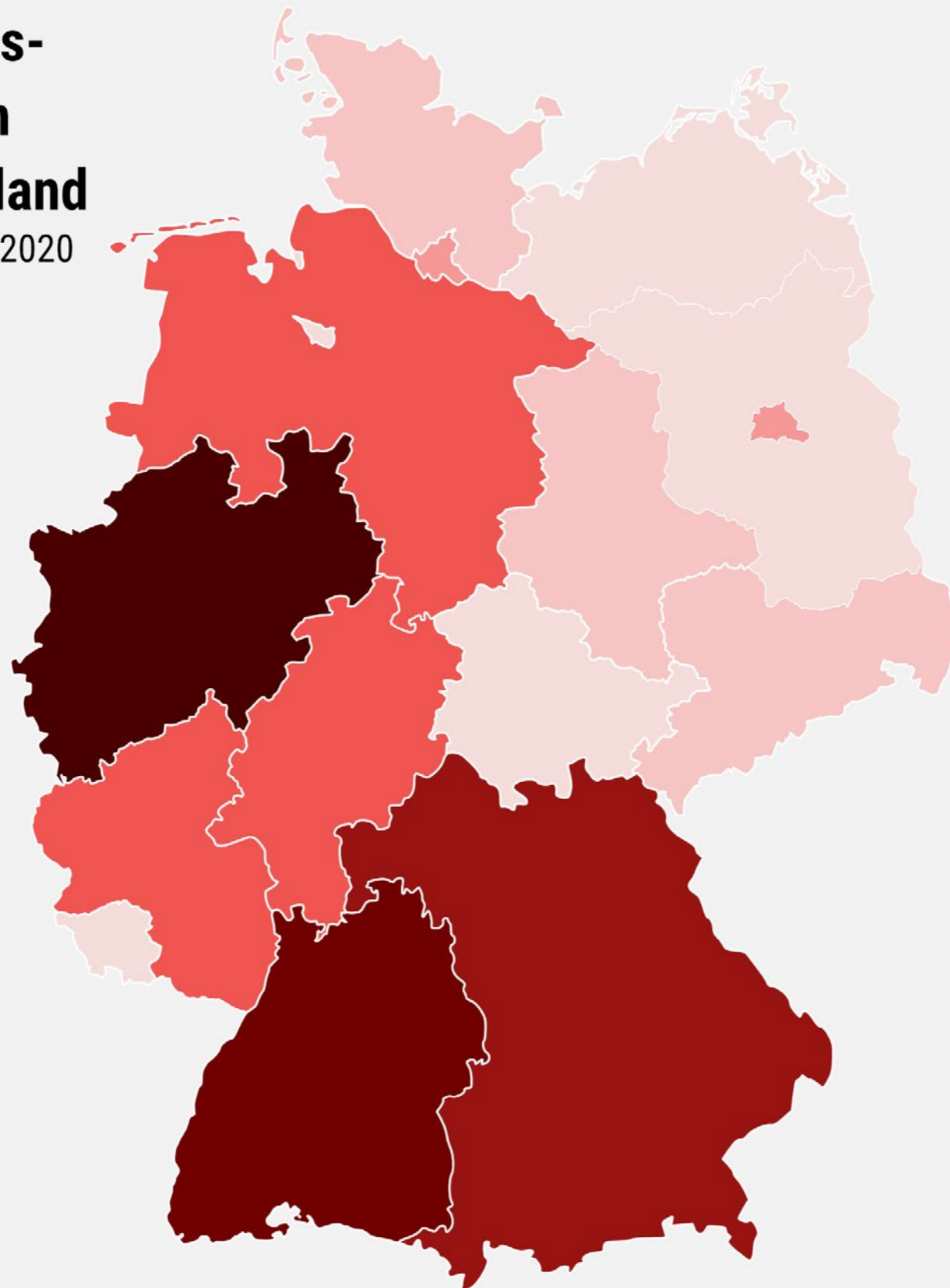


### Wie wird die Epidemie hier zu Lande verlaufen?

Die ersten Infizierten in Deutschland steckten sich an, weil sie entweder im Ausland waren oder Kontakt mit aus dem Ausland eingereisten Kranken hatten. In dem Stadium schien es möglich, die Krankheit daran zu hindern, in Deutschland Fuß zu fassen – eine Strategie, die man als »containment« bezeichnet. Doch inzwischen verbreitet sich das Virus auch

# Coronavirus- Infektionen in Deutschland

Stand: 18. März 2020  
00:00 Uhr



innerhalb der Bevölkerung. Damit hat sich die Situation verändert.

Neben den behördlichen Tests und Isolierungsmaßnahmen ist das Verhalten der Einzelnen sehr wichtig für den weiteren Verlauf der Epidemie. Jede und jeder sollte bereit sein, große Veranstaltungen und Menschenansammlungen so gut wie möglich zu vermeiden. Wenn nicht, könnte sich ein Szenario wie im nordrhein-westfälischen Landkreis Heinsberg wiederholen. Dort haben zwei erkrankte Personen auf einer Karnevalsveranstaltung das Virus verbreitet – mehr als 800 Menschen sind bisher infiziert. In Deutschland sind Schulen und Kitas, Sportanlagen, Kinos, Bars und Kneipen geschlossen. Mitterteich in Bayern verhängte als erste deutsche Stadt bereits eine Ausgangssperre. Langfristig zeigen die historischen Erfahrungen, dass eine Pandemie zwei bis drei Jahre dauert. Vermutlich wird es Phasen mit stärkerer und schwächerer Verbreitung geben, die sich regional unterscheiden. Es wäre also ein Fehler, mit der Bekämpfung nachzulassen, wenn die Pandemie abzuebben scheint. Das Virus kommt wieder, vermutlich mehrfach. Unklar ist noch, ob mit steigenden Temperaturen



das Virus inaktiver wird. Bei Grippe und vielen anderen Erkrankungen der Atemwege ist das der Fall. Dafür spricht, dass es vermutlich nicht so sehr die Eigenschaften des Virus sind, die diesen Verlauf bestimmen, sondern Sonnenlicht, Tageslänge und geändertes Verhalten – womöglich sogar körperliche Veränderungen – der Menschen. Dagegen spricht, dass das Virus sehr ansteckend ist.

### Wie tödlich ist das neue Coronavirus?

Noch ist unklar, wie viele Kranke an den Folgen des Coronavirus sterben. Sicher ist derzeit nur, dass Covid-19 viel weniger schwer verläuft als die verwandten Krankheiten Sars und Mers, an denen etwa 10 beziehungsweise 30 Prozent der Erkrankten sterben.

Außerhalb von Wuhan scheint die Sterblichkeit allgemein deutlich niedriger zu sein als am Epizentrum der Epidemie. Wie viele Menschen bei den größeren regionalen Ausbrüchen tatsächlich sterben, hängt auch von der Stichprobe ab. Allerdings lässt sich die Sterblichkeit anhand der Ausbrüche in Deutschland und Italien nicht bemessen – die Datenlage ist zu unsicher.

**NIESEN | Millionen winziger Tröpfchen werden beim Niesen aus Mund und Nase katapultiert – und tragen ihre Virenlast in die Welt hinaus.**

FOTOLIA / RIOPATUCA IMAGES

Orientierung bieten Analysen aus China, wo die Epidemie vorerst unter Kontrolle scheint. Laut einem WHO-Bericht starben in Wuhan während des Ausbruchs 5,8 Prozent der Infizierten, in anderen Landesteilen dagegen nur 0,7 Prozent. Diese Zahl bezieht sich jedoch nur auf die bestätigten Krankheitsfälle.

Nicht zu vernachlässigen ist, dass ein Teil der Betroffenen schwer krank wird. Etwa ein Fünftel der Infizierten, zeigen die chinesischen Daten, müssen ins Krankenhaus, einige von ihnen mit erheblichem Aufwand künstlich beatmet wer-

den. Indizien deuten außerdem darauf hin, dass bei einem Teil der Erkrankten Organe dauerhaft geschädigt werden – vor allem die Lunge. Eine überschießende Immunreaktion auf das Virus zerstört auch gesundes Gewebe und lässt das Organ vernarben. Ähnliche Schäden vermelden Fachleute in anderen Organen; wie oft solche lebenslangen Schäden auftreten, ist noch unklar.

### Wie verbreitet sich das Virus?

Über den Schleim, den erkrankte Menschen ausniesen oder aushusten. Dabei



entsteht ein Aerosol aus feinen Tröpfchen, das eine Zeit lang in der Luft bleibt, bevor es sich absetzt. Deswegen sollte sich niemand längere Zeit in der Nähe von möglicherweise Erkrankten aufhalten. Und eventuell Erkrankte sollten sich von anderen fernhalten, also zu Hause bleiben. Daneben husten Erkrankte größere Tröpfchen aus, die sich auf Oberflächen absetzen; dort überlebt das Virus bis zu mehrere Tage. Auch von den Händen Infizierter gelangt das Virus auf Gegenstände. Wenn man selbst dorthin fasst, hat man die Viren an den Fingern; wir fassen uns oft unbewusst ins Gesicht und können uns auf diesem Weg anstecken. Regelmäßiges und gründliches Händewaschen schützt ebenso, wie sich bewusst nicht ins Gesicht zu fassen. Wer Handschuhe trägt, tut das seltener.

### **Wie ansteckend ist das Virus wirklich?**

Das neue Virus gehört zur großen Gruppe der sarsähnlichen Coronaviren, ist aber nur entfernt mit dem Epidemievirus von 2003 verwandt und verhält sich anders. Der Erreger ist wohl ähnlich ansteckend wie Sars – die Basisreproduktionszahl  $R_0$  liegt vermutlich bei beiden

etwa um drei –, er verbreitet sich aber schneller, weil Infizierte schneller ansteckend werden. Wie schnell sich der Erreger genau verbreitet, ist allerdings noch sehr schwer zu bestimmen und hängt unter anderem von der Situation ab.

Mehrere Arbeitsgruppen haben bereits versucht, Ausbreitungsgeschwindigkeit und Zahl der Infizierten anhand der vorhandenen Daten zu berechnen; hinter solchen Modellen stehen aber immer Annahmen, von denen wir nicht wissen, ob sie stimmen.

Fest steht, dass Patientinnen und Patienten mit sehr milden Symptomen schon ansteckend sind. Unklarer ist, ob auch Menschen ohne Symptome den Erreger weitergeben können. Für diese Behauptung gibt es bisher keine Belege. Eine Veröffentlichung, laut der eine symptomlose Trägerin des Virus die ersten Ansteckungen in Deutschland verursachte, wurde nun wegen Fehlern zurückgezogen.

Von der WHO-Mission veröffentlichte Daten deuten eher darauf hin, dass es nur sehr wenig Fälle dieser Art gab. Doch die Beobachtungen vom Kreuzfahrtschiff »Diamond Princess« lassen den

gegenteiligen Schluss zu. Was den Widerspruch auflösen könnte: Nach Angaben einer chinesischen Arbeitsgruppe gebe es zwei verschiedene, unterschiedlich aggressive Viruslinien, von denen eine weniger schwere Erkrankungen auslöst, aber später in der Epidemie in Erscheinung trat. Eine andere Erklärung ist, dass möglicherweise schwache Symptome nicht berichtet oder registriert werden.

### **Wie viele Menschen sind bisher geheilt?**

Die Frage ist eher: Was sagt uns diese Zahl überhaupt? Nicht nur ist diese Zahl schwer zu ermitteln, sie hat auch bloß begrenzte Aussagekraft über den Verlauf der Epidemie. So lag die Zahl der insgesamt Infizierten am 19. März weltweit bei etwa 221000 Infizierten, 8966 Menschen waren gestorben – circa 84100 gelten als geheilt. Doch was sagt uns das über die Zukunft? Während die Zahl der nachgewiesenen Infektionen und Todesfälle in vielen Fällen Rückschlüsse darauf erlaubt, wie sich ein Ausbruch entwickelt, hängt die Zahl der Geheilten weit hinterher, und das auf schwer auswertbare Weise.

Nicht zuletzt, weil sich Menschen abhängig von der Schwere der Krankheit langsamer oder schneller erholen. Es gibt auch keinen klaren Zeitpunkt, ab dem Kranke weltweit wieder als gesund gelten. Ist es der Moment, an dem sie aus dem Krankenhaus entlassen werden? Oder jener, an dem sie keine nachweisbaren Viren mehr abgeben? Wegen solcher Unwägbarkeiten spielt die Zahl der Gesunden nur eine untergeordnete Rolle.

### **Warum ist Covid-19 gefährlicher als die Grippe?**

Jedes Jahr infizieren sich nach Schätzungen etwa 15 Prozent der Weltbevölkerung mit einer saisonalen Grippe; im Lauf der Zeit kommen so fast alle Menschen mit verschiedenen Grippeviren in Kontakt. Dadurch verläuft die Krankheit oft weniger schwer, viele Menschen stecken sich gar nicht an, sie sind immun. Das Robert Koch-Institut identifizierte im Jahr 2020 bereits mehrere hundert Virenstämme, von denen die meisten zu den bereits umgehenden Subtypen H1N1, H3N2 sowie dem Influenza-B-Virus gehören.

Das ist bei Covid-19 anders. Das Virus Sars-CoV-2 ist neu, weshalb es in der Bevölkerung keinen verteilten Immunschutz gibt. Darum breitet sich die Krankheit unter Umständen sehr schnell aus. Das passierte zum Beispiel in China und Italien. Nur bei etwa einem Fünftel der Erkrankten verläuft die Krankheit so schwer, dass sie ins Krankenhaus müssen. So der aktuelle Stand. Aber wenn es in kurzer Zeit sehr viele Fälle gibt, können die Krankenhäuser sie oft nur notdürftig oder gar nicht mehr versorgen.

Ein überlastetes Gesundheitssystem bedroht nicht allein Patientinnen und Patienten mit Covid-19, sondern alle, die im Krankenhaus behandelt werden müssen. Deswegen können durch Covid-19 sehr viele Menschen sterben, die gar nicht mit dem Virus infiziert sind: Herzranke, Grippe-Infizierte und Unfallopfer.

Die fehlende Immunität in der Bevölkerung kann auch dazu führen, dass sehr viele Menschen sterben, obwohl das Virus gar nicht so tödlich ist. Fachleute schätzen, dass bis zu 70 Prozent der Bevölkerung erkranken könnten. Selbst wenn nur etwa ein Prozent der Infizierten tatsächlich an der Krankheit stirbt,

würde das schlimmstenfalls 560 000 Tote allein in Deutschland bedeuten.

### **Wie schütze ich mich vor Sars-CoV-2?**

Die Epidemie steht in Deutschland noch am Anfang, doch von Behörden verordnete Maßnahmen allein können das Virus nicht mehr aufhalten. Die Bevölkerung sollte dazu beitragen, die Ausbreitung des Erregers einzudämmen. Das erste Gebot: sich nicht selbst anstecken – im eigenen Interesse und zum Wohle anderer. Dazu gehört unter anderem, Menschenmassen zu meiden. Hier eine Übersicht:

#### **Um sich nicht selbst anzustecken:**

- Größere Menschenansammlungen meiden
- Kontakt mit Menschen verringern
- Hände regelmäßig waschen oder desinfizieren
- Nicht ins Gesicht fassen; Handschuhe tragen

#### **Um andere nicht anzustecken:**

- In ein Taschentuch oder die Armbeuge husten und niesen
- Bei Erkältungssymptomen zu Hause bleiben

## **Was deutet darauf hin, dass ich mich angesteckt habe?**

Viele Menschen haben nur eine leichte Erkältungssymptomatik mit Frösteln und Halsschmerzen oder gar keine Symptome. Manche Erkrankte scheinen zeitweise ihren Geruchs- und Geschmackssinn zu verlieren. Darauf deuten neue Daten hin, die es nun zu prüfen gilt. Hinzukommen können Fieber, Husten und Atemprobleme wie bei einer Grippe. Kopfschmerzen und Durchfall sind ebenfalls möglich. Wenn die Infektion schwerer verläuft, kommt eine Lungenentzündung hinzu. Insbesondere Atemnot ist ein Warnzeichen dafür und sollte unbedingt ernst genommen werden.

Der Zeitraum zwischen Infektion und Beginn von Symptomen – die Inkubationszeit – beträgt nach jetziger Kenntnis meist 2 bis 14 Tage, im Mittel etwa 5 Tage. Ob man in diesem Zeitraum Menschen anstecken kann, ist unklar. Vermutlich nur für einen kurzen Zeitraum vor Ausbruch der Symptome.

## **Was ist zu tun, wenn ich eine Ansteckung vermute?**

Sich telefonisch beim Hausarzt melden. Auch ohne für Covid-19 typische Symptome kann ein Hausarzt Patientinnen und Patienten am Telefon für bis zu sieben Tage krankschreiben. Man muss dann – dank einer seit Kurzem geltenden Sonderregelung – nicht in die Praxis. Getestet wird meist nicht.

Konkrete Anzeichen, insbesondere die einer Lungenentzündung, sind dem ärztlichen Bereitschaftsdienst oder dem Gesundheitsamt zu melden. Wichtiger als ein Test ist allerdings, andere Menschen nicht anzustecken, egal mit welchem Virus. Nicht die Behörden leisten den wichtigsten Beitrag zur Eindämmung der Epidemie, sondern Menschen, die umsichtig handeln.

## **Wird sich das Coronavirus weltweit unkontrolliert ausbreiten?**

Das hängt von mehreren Faktoren ab. Erstens davon, wie gut sich Ausbrüche in einzelnen Ländern eindämmen lassen. Die bisherigen Erfahrungen sind gemischt: Einerseits scheint es in manchen Ländern zu gelingen, Coronavirus-Fälle schnell zu entdecken und Kranke und ihre Kontakte zu isolieren. In Südkorea,

Taiwan und nicht zuletzt China beispielsweise.

Andererseits zeigt sich in Europa derzeit, dass es keineswegs einfach ist, Covid-19 in den Griff zu bekommen. Die Zahl der immer neuen Infizierten droht die Gegenmaßnahmen zu überwältigen, wie in Italien zu beobachten. Auch in anderen Ländern wie Deutschland besteht die Gefahr. Noch aber ist der Kampf nicht verloren.

Völlig unklar ist die Lage derzeit in einigen anderen Regionen, zum Beispiel in den USA, wo es wenig Tests und kaum systematische Gegenmaßnahmen gibt. Auch die Zahl der Sars-CoV-2-Infektionen in Afrika ist derzeit unbekannt. Lange gab es dort nur zwei Labors, die eine Infektion mit dem neuen Coronavirus bestätigen konnten. Erst seit einigen Wochen haben die meisten Länder dort die Möglichkeit, möglicherweise Infizierte auf Covid-19 zu prüfen.

Bislang ist die Zahl der bekannten Infizierten in Afrika gering, besonders südlich der Sahara – trotz enger Verbindungen vieler Länder nach China. Insgesamt scheinen tropische Regionen und die südliche Halbkugel bisher weniger stark be-



UPIXA / GETTY IMAGES / ISTOCK

**NOTAUFNAHME** | Einige Indizien deuten darauf hin, dass sich das Coronavirus vor allem zu Beginn in Krankenhäusern stark verbreitet hat. Medizinisches Personal ist deswegen besonders gefährdet; strenge Hygienemaßnahmen müssen eingehalten werden, um das Virus am Entkommen zu hindern.

treffen zu sein. Das ist möglicherweise ein Indiz dafür, dass sich Covid-19 ähnlich verhält wie die Grippe, deren Auftreten jahreszeitlich schwankt.

### **Wann wird es einen Impfstoff gegen das Coronavirus geben?**

Es gab Berichte, es sei ein »Durchbruch« auf der Suche nach einem Impfstoff gelungen, eine solche Vakzine könnte schon in einigen Wochen zur Verfügung stehen. Doch das klingt voreilig. In Seattle wird bereits eine erste Impfstoffstudie an Menschen durchgeführt. Sie wird aber in jedem Fall mindestens ein Jahr dauern. Vor

2021 ist also mit einem Impfstoff nicht zu rechnen.

Ein Grund: Impfstoffe müssen sehr viel gründlicher getestet werden als normale Medikamente. Hunderten Millionen Gesunde sollen sie schließlich bekommen.

Bisher dauerte es meist Jahre und erfordert erhebliche Mittel, einen Impfstoff gegen einen neuen Erreger zu entwickeln. Beim Sars-Coronavirus dauerte es 20 Monate, bis auch nur ein Impfstoffkandidat bereit für die klinische Prüfung war. Deswegen setzen die beteiligten Unternehmen und Arbeitsgruppen auf

neue, womöglich schnellere Verfahren. Künstliche DNA oder RNA kommen hier zum Einsatz.

Solche Erbgut-Impfstoffe könnten deutlich schneller zur Verfügung stehen als klassische Impfstoffe. Beispiel: Im Jahr 2015 gelang mit Hilfe künstlicher DNA binnen sieben Monaten ein testfertiger Impfstoff gegen das Zika-Virus. Außerdem können sich die Entwicklungsteams nicht nur auf die bereits verfügbaren Gendaten von 2019-nCoV stützen, sondern auf jahrelange Erfahrung mit der Suche nach anderen Coronavirus-Impfstoffen gegen Sars und Mers. Die Erfahrung mit der Ebola-Epidemie im Kongo hat gezeigt, dass man neue Impfstoffe im Prinzip gleichzeitig einsetzen und testen kann.

## Wird es Engpässe bei Medikamenten geben?

Das ist zu befürchten. Eine der wichtigsten Lieferketten für Medikamentengrundstoffe führt nach Asien. Viele Wirkstoffe basieren auf Stoffen, die überwiegend oder ausschließlich in China hergestellt und dann in Indien weiterverarbeitet werden. Stehen die Fabriken dort wegen des Coronavirus still, können solche Medikamente nicht mehr hergestellt werden.

Der Fehler liegt also im System. Tatsächlich sind Engpässe bei Medikamenten auch unter normalen Umständen keineswegs ungewöhnlich. Derzeit sind mehr als 250 Medikamente in Deutschland nur schlecht zu bekommen. Das betrifft nicht so sehr neue Hightech-Medikamente als vielmehr bewährte Wirkstoffe, deren Patente lange ausgelaufen sind. Diese Generika werden möglichst billig meist in China und Indien produziert und erst in Europa zu fertigen Medikamenten verarbeitet. Der Kostendruck erzeugt ein massives strukturelles Problem im Medikamentenmarkt, der das ganze System anfällig macht – zum Beispiel für eine Pan-

demie. Besonders ausgeprägt ist diese Abhängigkeit bei Antibiotika.

## Woher kommt die neue Krankheit?

Wie der Erreger auf den Menschen übersprang, weiß bislang niemand genau. Die bisher plausibelste Hypothese präsentierten Chen Yongyi und Xiao Lihua von der South China Agricultural University in Guangzhou. Deren Untersuchung des Spike-Proteins des Virus schien auf das Pangolin als Infektionsquelle hinzudeuten.

Das Genom eines Coronavirus aus dem Tannenzapfentier stimmt an wichtiger Stelle mit jenem von 2019-nCoV zu 99 Prozent überein. Doch diese hohe Übereinstimmung gilt nur in einer spezifischen Region. Insgesamt ähneln die verschiedenen untersuchten Pangolin-Viren dem Sars-CoV-2 nur zu rund 90 Prozent. Das ist viel zu wenig, als dass diese Viren direkte Vorläufer des Covid-19-Erregers sein könnten.

Aus dem Spiel ist das Schuppentier damit als Zwischenwirt aber nicht. Für die Pangolin-Hypothese spricht immer noch eine Reihe weiterer Argumente. Zum einen werden die Schuppentiere

Hände waschen  
kurz erklärt

VIDEO ONLINE ANSEHEN

in China tatsächlich gehandelt und verkauft, obwohl das illegal ist – zum anderen ist bekannt, dass Coronaviren Pangoline töten.

Abgesehen davon hat man bisher keine besseren Kandidaten. Einige zuvor aufgekommene Hypothesen – wie jene Studie, die Schlangen als Überträger vorschlug, oder gar die Vermutung, das Virus sei im Labor erzeugt – gelten als nicht vereinbar mit dem, was man heute über das Genom und die Biologie des Erregers weiß.

Nahezu sicher ist, dass das neue Coronavirus ursprünglich aus Fledermäusen kommt, in denen man auch 2018 seine nächsten Verwandten fand. Eine direkte Übertragung jedoch ist unwahrscheinlich. ↻

# »In Quarantäne bewerten wir Freundschaften als besser und wichtiger«

von Milena-Sophia Schwoge

Isolation ist eine Ausnahmesituation. Was hilft, um klarzukommen, erklärt der Psychologe Winfried Rief im Interview. Besonders wichtig: »die Frage der Sinnhaftigkeit«.



**K**ein Kontakt, kaum Besuch, wenig Abwechslung: Um zu verhindern, dass sich das neue Coronavirus weiter verbreitet, werden Menschen aufgefordert, zu Hause zu bleiben. Nachweislich Infizierte und Personen, die sich angesteckt haben könnten, kommen für mindestens zwei Wochen in Quarantäne. Derlei Abschottung vom Rest der Welt empfinden Betroffene oft als belastend. Sie kann sogar lang anhaltende Auswirkungen auf die Psyche haben, wie eine aktuelle Studie in der medizinischen Fachzeitschrift »The Lancet« zeigt.

Im Interview erklärt der Psychologe Winfried Rief, weshalb Quarantäne Menschen unterschiedlich belastet und wie man am besten mit solch einer Ausnahmesituation klarkommt.

**»Spektrum.de«: Was bedeutet es für einen Menschen, in Quarantäne zu müssen?**

Winfried Rief: Für die meisten Menschen heißt es zunächst einmal, ihre ganze Lebensführung umzustellen. Alles Weitere ist letztlich ein sehr individueller Prozess, mit dem einige Menschen sehr gut zu-

recht kommen können, andere wiederum schlecht oder gar nicht zurecht kommen.

**Wovon hängt das ab?**

Ganz stark von der subjektiven Bewertung. Fühle ich mich zu Unrecht isoliert, oder erkenne ich einen Sinn darin? Die Frage der Sinnhaftigkeit ist an der Stelle ganz wichtig für das Empfinden. Wenn es sich mir erschließt, kann ich mich leichter damit abfinden – es gibt dann schließlich einen guten Grund.

**Es ist durchaus sinnvoll, Menschen zu isolieren, die sich mit dem Coronavirus angesteckt haben (siehe Kasten »Plötzlich Quarantäne«). Nicht nur bekommen Betroffene die medizinische Hilfe, die sie brauchen. Auch ist die Infektionskette unterbrochen, der Erreger kann sich nicht verbreiten. Nun bleiben einige Menschen aus Angst sich anzustecken vorsorglich zu Hause. Untersuchungen deuten darauf hin, dass freiwillige Quarantäne im Vergleich zur verordneten als erträglicher gilt. Nachvollziehbar, oder?**



**WINFRIED RIEF | Der Psychologe ist seit dem Jahr 2000 Professor für Klinische Psychologie und Psychotherapie an der Philipps-Universität Marburg.**



Absolut. Eine Person, die so etwas freiwillig macht, stellt sich dieser Sondersituation aus eigener Motivation. Das ist hilfreich. Aber auch Personen, die eine Isolation verordnet bekommen haben, können gut damit klarkommen. Nehmen wir als extreme Beispiele etwa den Psychiater Viktor Frankl, der im Konzentrationslager eingeschlossen war und Tagebuch darüber geschrieben hat, wie er mit dieser Situation zurechtgekommen ist. Oder Nelson Mandela, der im Gefängnis in Südafrika saß und Briefe verfasst hat. Das sind zwei Beispiele von Menschen, die in einer extrem widrigen Situation waren, die ihnen aufgezungen wurde, aber die für sich einen Weg gefunden haben, damit umzugehen.

**Sie sagen selbst: Das sind extreme Beispiele. Lassen Sie uns mehr auf den Alltag blicken. Viele, die wegen einer Erkältung oder Grippe mal länger daheim waren, wissen: Irgendwann wird's langweilig. Erst recht, wenn die Symptome schon sehr mild sind. Bei vielen Coronavirus-Infizierten ist ja genau das der Fall. Was raten Sie Betroffenen, um die Zeit erträglicher zu gestalten?**

## Plötzlich Quarantäne

### Wer darf solch eine Zwangsmaßnahme verordnen?

In Deutschland ist der Infektionsschutz größtenteils Sache der Bundesländer. Das jeweils zuständige Gesundheitsamt beurteilt die Lage und kann gegebenenfalls Quarantäne verordnen.

### Ist die Anordnung der häuslichen Quarantäne verpflichtend?

Die Quarantäne darf auch gegen den Willen der Betroffenen verordnet werden, wenn ein begründeter Ansteckungsverdacht besteht. In dem Fall hat der Schutz der Allgemeinheit Priorität gegenüber der persönlichen Freiheit. Wer sich trotz Ansteckungsgefahr weigert, sich zu Hause selbst zu isolieren, kann in eine bewachte Quarantänestation eingewiesen werden. Ein vorsätzlicher Verstoß gegen »§ 74 des Infektionsschutzgesetzes (IfSG) kann mit bis zu fünf Jahren Freiheitsstrafe oder Geldstrafe bestraft werden.

### Wie lange dauert die häusliche Quarantäne an?

Die Dauer orientiert sich an der maximalen Inkubationszeit der vermuteten Krankheit. Beim Coronavirus beträgt sie rund 14 Tage.

### Wie sollte man sich auf eine Quarantäne zu Hause vorbereiten?

Es gibt eine Checkliste für Notfallvorsorge vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. Das Bundesgesundheitsministerium empfiehlt das Anlegen von Vorräten, weist aber darauf hin, dass diese Empfehlungen »unabhängig vom Coronavirus« gelten.

### Wer versorgt mich in der Zeit?

Während der Quarantäne ist es wichtig, engen Körperkontakt zu vermeiden. Familie, Freunde oder Nachbarn können Betroffene dennoch unterstützen, indem sie etwa Lebensmittel vor die Tür stellen. Wer dringend Medikamente benötigt, hat die Möglichkeit, diese über Online-Apotheken zu bestellen. Die Bestellung wird direkt an die nächstgelegene Apotheke weitergeleitet. Innerhalb von einigen Stunden wird das Medikament nach Hause geliefert. Rezepte für Medikamente können ebenfalls online in Auftrag gegeben werden.

In der Psychologie nennt man das Konzept »benefit finding«. Wir wissen, dass neben der Belastung auch positive neue Aspekte in der Nachfolgezeit erkannt werden können: In Quarantäne bewertet man Freundschaften als besser und wichtiger, die positiven Momente des Alltags werden bewusst wahrgenommen. Wenn es gelingt, trotz der negativen Seiten und der Belastungen auch solche positiven Veränderungen zu erkennen, dann sind die Chancen einer Bewältigung gut. Eine positive Veränderung kann zum Beispiel auch der intensivere Kontakt unter den Familienangehörigen sein. Soziale Beziehungen spielen in einer solchen Situation eine überaus wichtige Rolle. Man sollte die Zeit nutzen, um Kontakte zu pflegen oder wieder aufzunehmen. Über elektronische Medien kann man heute jederzeit mit jedem Menschen kommunizieren. So lassen sich die sozialen Bezüge auch in der Isolation gut aufrechterhalten. Man sollte außerdem Dinge tun, die man schon lange tun wollte, zu denen man sonst aber nicht oder zu wenig gekommen ist. Zum Beispiel schöne Musik oder einen Bildband mal wieder bewusst wahrnehmen. Oder man beschäftigt sich mit einem

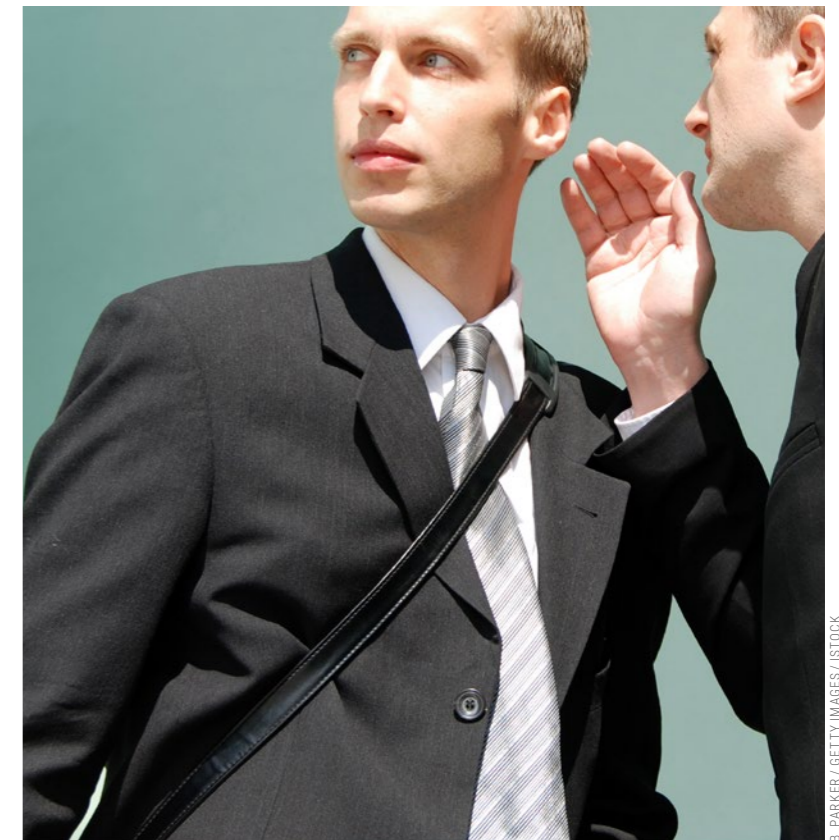
Hobby, das man lange vor sich hergeschoben hat. Es ist wichtig, der Zeit einen neuen Sinn zu geben.

**In der chinesischen Stadt Wuhan, wo das Sars-CoV-2 wohl erstmals auf den Menschen übersprang, sind Online-Videospiele nun besonders gefragt – kann die Flucht in die virtuelle Welt bei der Bewältigung helfen?**

Solange es richtig Freude macht, kann es in so einer schwierigen Situation Stabilität geben. Für manche sind Onlinespiele ja durchaus ein Hobby, und in manchen erlauben Chats den Austausch mit anderen Spielern. Wenn es aber nur darum geht, Zeit totzuschlagen, dann steigt mitunter das Gefühl der Sinnlosigkeit. Stundenlang zu spielen, macht die Isolationssituation wohl nur kurzfristig besser, langfristig eher schlechter.

**Manche Menschen haben grundsätzlich eine positivere Lebensstellung als andere. Haben die in einer solchen Situation einen Vorteil?**

Sie haben definitiv einen Vorteil in der Bewältigung von großen Belastungen, also von Isolation, aber auch von Trauma-



»Meinungen und Ängste verhalten sich ähnlich wie ein Virus: Sie springen von Mensch zu Mensch«

(Winfried Rief, Psychologe)

tisierungen oder schweren, bedrohlichen Krankheiten. In der Psychologie sprechen wir von kohärenten Menschen. Das sind Menschen, die ein gewisses Verständnis von der Sinnhaftigkeit des Lebens haben.

**Die häusliche Quarantäne ist nur eine Form der Isolation. Daneben gibt es auch geschlossene Quarantänazonen. Im südpfälzischen Germersheim verbrachten 122 deutsche China-Rückkehrer die Zeit zusammen in einer Kaserne. In der Nähe von Tokio wurde das Kreuzfahrtschiff »Diamond Princess« komplett abgeriegelt, nachdem bei einem Passagier der Erreger nachgewiesen wurde. An Bord befanden sich 3700 Passagiere. Macht es einen Unterschied für das Gemüt, wenn man Raum und Alltag mit anderen, potenziell infizierten Menschen teilt?**

Das kann durchaus gut laufen im Sinne von: Wir sind eine Gruppe. Wir stehen das zusammen durch, und in zwei Wochen ist alles vorbei. Oder aber einer steckt die anderen an, und die Situation spitzt sich zu. Meinungen und Ängste

verhalten sich ähnlich wie ein Virus: Sie springen von Mensch zu Mensch. Diesen Effekt der sozialen Ansteckung kennen wir auch bei körperlichen Beschwerden und aus sozialen Eskalationssituationen. Auf dem Kreuzfahrtschiff hat sich die Situation aufgestaut und ist auch ein Stück weit eskaliert. Das Ausmaß an Unberechenbarkeit ist für die Beteiligten immer größer geworden. Sie wussten nicht, was der langfristige Plan ist. Dadurch wurde die ohnehin schon schwierige Situation, ein Stück weit gefangen zu sein, potenziert, ähnlich wie bei einem Menschen, der Platzangst hat.

**Wie wichtig ist eine psychologische Betreuung während der Zeit?**

Eine psychologische Betreuung ist in jedem Fall wichtig. Es sollte jemand mit den Betroffenen im Gespräch sein und beobachten: Wer kommt gut damit zurecht? Bei wem ist vielleicht die psychologische Verarbeitung der Situation ungünstig? Wichtig ist auch, über allgemeine Informationen wie die Vorgehensweise in einer solch speziellen Situation aufzuklären. Alle Maßnahmen müssen dazu dienen, das Gefühl der Kontrollierbarkeit

bei den Personen zu erhöhen. Je höher das Gefühl der Unkontrollierbarkeit ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass traumatische Erfahrungen sich einprägen oder die Menschen mit der Situation schlecht zurechtkommen.

**Was raten Sie Menschen, die sich vor Isolation und Quarantäne fürchten?**

Es ist hilfreich, sich hierzu Situationen zu vergegenwärtigen, die vielleicht nicht so extrem, aber ähnlich waren und in denen man solche Belastungen bewältigt hat. Wie kam ich schon mal damit zurecht, als ich auf mich allein gestellt war? Wir Menschen haben ein unglaubliches Maß an Ressourcen, doch zu oft sind wir uns dessen nicht bewusst. Deshalb gilt es, sich an die eigenen Ressourcen zu erinnern und auf sie zu bauen. ↪

# DON'T PANIC

 AUFKLÄRUNG

## Was ist ein Covid-19-Mythos, was die Wahrheit?

von Jan Dönges , Annika Röcker und Alina Schadwinkel

Ist Ibuprofen gefährlich? Wie lange hält sich das neue Coronavirus auf Sitzen? Behauptungen verbreiten sich fast schneller als Sars-Cov-2 selbst. Wir ordnen sie ein.

**K**noblauch hilft nicht gegen das Coronavirus. Seife ist ein gutes Reinigungsmittel. Sich über Bargeld anzustecken, ist unwahrscheinlich. Doch immer wieder tauchen Berichte auf, die Zweifel lassen. Hinzu kommen diverse Mythen und Fake News. Als Quelle dient manchmal eine kleine, womöglich ungeprüfte Studie, ein andermal ein aus dem Zusammenhang gerissenes Zitat oder ein Einzelner, der sich einen Spaß erlauben, verunsichern oder betrogen will.

So manches Gerücht verbreitet sich schneller als das Virus selbst, so scheint es – auch weil der Bedarf an Wissen groß ist. Schließlich sind weltweit bislang mehr als 185000 Menschen an Covid-19 erkrankt, rund 7500 starben an den Folgen. In Deutschland steigen die Fallzahlen rasant. Was hat es mit Ibuprofen auf sich? Was mit der Dunkelziffer? Und wie sicher ist der Umgang mit Haustieren? Welche Behauptungen derzeit kursieren und was davon zu halten ist – eine Übersicht:

**Behauptung:** »*Wer Ibuprofen nimmt, erkrankt schlimmer.*«

**Bewertung:** Das lässt sich nicht mit Sicherheit sagen. In Fachkreisen kursieren eher theoretische Überlegungen, ob nicht bestimmte Medikamente, darunter Ibuprofen, Diclofenac oder auch Azetylsalicylsäure (ASS, »Aspirin«), den Verlauf einer Covid-19-Erkrankung ungünstig beeinflussen könnten. Die französischen Behörden warnen darum davor, diese Wirkstoffe zu nehmen. Es gibt jedoch nur sehr wenige Anhaltspunkte und derzeit keine wissenschaftlichen Belege für solche Wechselwirkungen. Alle Patienten, die solche Medikamente auf Anraten von Arzt oder Ärztin einnehmen, sollten dies darum weiterhin tun. Alle anderen könnten vorsichtshalber auf Alternativen wie Paracetamol ausweichen, empfiehlt die WHO.

**Behauptung:** »*An Geldscheinen und Münzen kann man sich mit dem Coronavirus anstecken.*«

**Bewertung:** Viele Experten halten es für unwahrscheinlich, dass man sich beim Bezahlen ansteckt. Der Berliner Virologe Christian Drosten etwa rät, diese Gefahr könne man »mal weitgehend vergessen«. Coronaviren würden auf Oberflä-

chen schnell eintrocknen. Hinzu kommt, dass die Menge an Viren auf einer Münze oder einem Schein in den meisten Fällen nicht ausreicht, um eine Infektion auszulösen, zumal man die Erreger mit den Händen in den Rachen transportieren müsste. Wer die empfohlene Handhygiene befolgt und sich oft und gründlich mit Seife die Hände wäscht, hat demnach vor Geldscheinen und Münzen nichts zu befürchten.

**Behauptung:** »*Das Virus hält sich mehrere Tage lang auf Türklinken, Bahnsitzen und anderen Oberflächen. Auch gelieferte Pakete sollte man deshalb nur mit Handschuhen anfassen.*«

**Bewertung:** Die Behauptung ist übertrieben. Sars-CoV-2-Partikel überleben auf Pappe offenbar bis zu 24 Stunden. Das hat eine Studie von Forschern der National Institutes of Health gezeigt. Auf Kunststoff und Edelstahl waren sie sogar zwei bis drei Tage lang nachweisbar. Das alles sei allerdings unter Laborbedingungen geschehen, sagt der Virologe Christian Drosten in seinem Podcast beim NDR. Unklar sei, ob die auf die Oberflächen aufgetragenen Tröpfchen ähnlich groß

gewesen seien wie jene, die wir aushusten oder – niesen. Zudem habe eine Zellkulturflüssigkeit völlig andere Eigenschaften als menschliche Sekrete. Die Virusmenge, die nach der Verdunstung auf einer bestimmten Oberfläche zurückbleibt, mag ausreichen, um eine Zellkultur anzustecken. Ob daran aber nach so langer Zeit noch genügend intakte Viren kleben, um einen Menschen zu infizieren, lässt sich aus derzeitiger Sicht nicht sagen.

**Behauptung:** »Das Coronavirus hat sich in der Bevölkerung über lange Zeit unmerkelt ausgebreitet.«

**Bewertung:** Mit Sicherheit liegt der Zahl der tatsächlich Infizierten weit über der Zahl eindeutig nachgewiesener Infektionen. Statistisch lässt sich beispielsweise aus der Zahl der Gestorbenen oder der Infizierten mit schwerem Krankheitsverlauf auf die Gesamtzahl hochrechnen. Die »Süddeutsche Zeitung« schätzt für

den 17. März, dass derzeit etwa 100 000 Menschen in Deutschland mit Sars-CoV-2 infiziert sein dürften. Die Ergebnisse schwanken auf Grund großer Unsicherheiten allerdings erheblich. Ausgeschlossen ist jedoch, dass sich das Virus schon in einem Großteil der Bevölkerung ausgebreitet hat. Selbst unter ungünstigsten Annahmen dürften es nicht mehr als eine halbe Million Infizierte in ganz Deutschland sein.



Wie gefährlich ist es, mit der U-Bahn zu fahren?

AEGEANBLUE / GETTY IMAGES / ISTOCK

**Behauptung:** »Wenn man zehn Sekunden die Luft anhalten kann ohne Beschwerden oder Husten, bedeute das, man ist nicht mit dem Coronavirus infiziert.«

**Bewertung:** Dieser zweifelhafte Tipp macht internationale Karriere als Kettenbrief. Doch weder für den Selbsttest durch Luftanhalten noch für die meist mitverschickte Empfehlung, gegen die Infektion doch viel Wasser zu trinken, gebe es wissenschaftliche Belege, sagt etwa David Heymann, Gesundheitsexperte der WHO, gegenüber »Correctiv«. Eine Infektion mit dem Coronavirus äußert sich in den meisten Fällen durch trockenen Husten, Fieber und seltener durch Schnupfen oder andere typische Erkäl-

tungssymptome wie Frösteln oder Halsschmerzen.

**Behauptung:** »*Im Sommer macht Corona Pause.*«

**Bewertung:** Wie es im Sommer mit der Epidemie weitergeht, ist unklar. Bei vielen Infektionskrankheiten, allen voran der Grippe, kommt es im Sommer zu deutlich weniger Ansteckungen, unter anderem weil die Menschen weniger Zeit im Haus verbringen und warme, feuchte Luft das Virus an der Ausbreitung hindert. Andererseits trifft Sars-CoV-2 auf eine Bevölkerung, in der noch niemand immun ist, so dass auch eine gebremste Ausbreitung einen Großteil der Bevölkerung erfassen könnte. Sollten wir in den Sommermonaten einen Rückgang beobachten, dann vermutlich, weil die Maßnahmen zur sozialen Distanzierung und die klimatischen Veränderungen in die gleiche Richtung ziehen.

**Behauptung:** »*Auch wenn Covid-19 ohne Symptome verläuft, bleibt die Lunge langfristig geschädigt.*«

**Bewertung:** Bei neun von zwölf Personen, die die Krankheit bereits hinter sich hat-

ten, stellten Ärzte der Hong Kong Hospital Authority bei einer Computertomografie Veränderungen an der Lunge fest: »Bei einigen Patienten könnte die Lungenfunktion um 20 bis 30 Prozent verringert sein«, sagte Owen Tsang Tak-yin, medizinischer Direktor des Zentrums der »South China Morning Post«. Das könne dazu führen, dass die Menschen keuchen, wenn sie etwas schneller gehen, so der chinesische Arzt. Allerdings könnten sie ihre Lungenkapazität durch Herz-Kreislauf-Übungen auch wieder verbessern. Da die Menschen im Krankenhaus behandelt wurden, handelte es sich vermutlich um schwere Fälle. Ob das Virus auch bei milden oder asymptomatischen Krankheitsverläufen Spuren hinterlassen kann, ist noch unklar. Bislang gibt es schlichtweg noch zu wenig Genesene.

**Behauptung:** »*Das Virus schwebt mehrere Minuten lang in der Luft, bevor es sich irgendwo niederlässt.*«

**Bewertung:** Das ist nicht ganz korrekt. Während größere ausgehustete Tröpfchen nach wenigen Sekunden zu Boden sinken, schweben winzige Tröpfchen, sogenannte Aerosole, sehr lange in der Luft.

Darin enthaltene Viren bleiben, zumindest in Labortests, auch infektiös. Allerdings verteilen sie sich rasch. Laut einer Untersuchung in Wuhan sind darum selbst auf einer Intensivstation in der Raumluft kaum oder gar keine Viren nachweisbar, entsprechend gering ist das Übertragungsrisiko durch Aerosole im Alltag. Die deutlich größere Ansteckungsgefahr besteht bei direktem Kontakt mit Betroffenen.

**Behauptung:** »*Auch Hunde und Katzen können mit dem Coronavirus infiziert sein. Darum sollte man sie besser nicht mehr streicheln.*«

**Bewertung:** Stimmt nicht. Obwohl das Virus Sars-CoV-2 ursprünglich aus einem Tier stammt, gibt es laut der US-amerikanischen Seuchenbehörde bislang keine Hinweise darauf, dass Haustiere wie Katzen und Hunde das Virus verbreiten könnten. Zwar wurden in Hongkong bei einem Hund, der in einem Haushalt mit einem mit Sars-CoV-2 infizierten Menschen lebt, geringe Mengen des genetischen Erregermaterials nachgewiesen. Laut Experten des Friedrich-Löffler-Instituts (FLI) ist aber unklar, ob es sich um

eine aktive Infektion oder eine passive Verunreinigung durch Viruspartikel in der Umgebung handelt. Der Hund zeigte keinerlei Krankheitssymptome. Das FLI rät bestätigt infizierten Personen allein, den engen Kontakt zu ihren Haustieren zu meiden. Heißt: Das Gesicht ablecken lassen ist verboten.

**Behauptung:** »Man braucht Desinfektionsmittel, um das Virus zu zerstören.«

**Bewertung:** Nicht unbedingt. Auch handelsübliche Seife macht die Viren kaputt, weil sie Tenside enthält. Diese Moleküle haben sowohl einen Wasser als auch einen Fett liebenden Teil. Mit letzterem greifen die Tenside die empfindliche Lipidhülle der Viren an. Die Wasser liebende Seite des Moleküls wendet sich dem Wasser zu, die wir beim Waschen über unsere Hände laufen lassen. Es entstehen kugelförmige Fetttröpfchen – die Mizellen – , die sich leicht wegwaschen lassen. Wie Fett in einer Pfanne mit Spülmittel. ↩

# Die Zeitschrift für Naturwissenschaft, Forschung und Technologie



JETZT NEU  
KENNEN  
LERNEN!





 SARS-COV2-IMPFSTOFF

# Erste klinische Impfstoffstudie »in Rekordtempo gestartet«

In den USA haben Forscher begonnen, einen möglichen Coronavirus-Impfstoff an Menschen zu testen. Die Studie wird mehr als ein Jahr dauern. Wenn es gut läuft.

**D**ie erste klinische Phase-I-Studie für einen potenziellen Covid-19-Impfstoff hat in Seattle, Washington, begonnen. Vier Erwachsene, die ersten von insgesamt 45 Teilnehmern, erhielten ihre erste Dosis eines experimentellen Impfstoffs, der im Rahmen einer Partnerschaft zwischen dem US-amerikanischen National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID) und Moderna, einem Biotechnologieunternehmen mit Sitz in Cambridge, Massachusetts, entwickelt wurde. Die Phase-I-Studie ist der Anfang eines langen Prozesses, um die Sicherheit und Wirksamkeit des Mittels zu prüfen.

Die Studie wird am Kaiser Permanente Washington Health Research Institute durchgeführt und eine Reihe von Dosen des Impfstoffs testen. Im Lauf der nächsten sechs Wochen werden die Teilnehmer ihre erste Dosis erhalten, gefolgt von einer zweiten Dosis 28 Tage später. Anschließend überwachen die Forsch-

rinnen und Forscher den Gesundheitszustand der Teilnehmer über einen Zeitraum von 14 Monaten anhand von Telefonanrufen und Besuchen. Blutproben helfen den Wissenschaftlern, die Immunreaktion des Körpers auf den experimentellen Impfstoff zu beurteilen.

Der potenzielle Impfstoff basiert auf der Boten-RNA, die den Körper dazu anleitet, ein Protein herzustellen, das sich auf der Außenhülle des Coronavirus befindet. Es besteht die Hoffnung, dass dies eine Immunantwort auslöst, die vor einer Infektion schützt.

Das Team in Moderna hatte bereits an einem Impfstoff für das von einem anderen Coronavirus verursachte respiratorische Syndrom im Nahen Osten gearbeitet. Die Ähnlichkeiten der Viren halfen den Forschern bei der Suche nach einem Covid-19-Impfstoff.

Infolgedessen wurde die Phase-I-Studie »in Rekordtempo gestartet«, wie der Direktor des NIAID Anthony Fauci am 16. März erklärte. Von der genetischen Sequenzierung des Virus bis zur ersten

Injektion des Impfstoffkandidaten am Menschen dauerte es nur 63 Tage.

Die Forscher hoffen, innerhalb von drei Monaten erste Daten aus klinischen Studien zu erhalten. Aber selbst im besten Fall wäre der Impfstoff laut NIAID noch mindestens ein Jahr lang nicht auf breiter Basis für die Öffentlichkeit verfügbar. ↩

Diese Meldung ist ein Auszug aus einem Blog von »Nature« mit dem zwischenzeitlichen Titel [»Coronavirus latest: First vaccine clinical trials begin in United States«](#).



# DER STAMMBAUM DER PANDEMIE

von Kai Kupferschmidt

Covid-19 verbreitet sich immer weiter. Aus dem Erbgut des Virus enträtseln Fachleute nun den bisherigen Verlauf der globalen Seuche – und möglicherweise ihre Zukunft.

**U**nmittelbar nachdem Christian Drosten am 28. Februar eine genetische Sequenz des neuartigen Coronavirus online veröffentlicht hatte, öffnete er seinen Twitteraccount, um eine Warnung abzusetzen. Die Sequenz stammte von einem deutschen Patienten, der sich in Italien mit der Lungenkrankheit Covid-19 infiziert hatte. Aber das Erbgut des Erregers sah dem aus einer anderen Probe sehr ähnlich: von einem Patienten in München – ein Glied der ersten Ansteckungskette, die Ende Januar in Deutschland gefunden worden war.

Drosten, Virologe am Berliner Universitätsklinikum Charité, erkannte rasch, wie das interpretiert werden könnte: dass der Ausbruch in Bayern nicht vollständig besiegt worden und das Virus von dort unentdeckt nach Italien gelangt war. Immerhin trugen beide Sequenzen dieselben drei Mutationen verglichen mit den ersten Proben aus China. Doch Drosten wusste auch, dass es eine andere Erklärung gab: Eine chinesische Variante des Virus mit den drei Mutationen könnte gleichzeitig in beide Länder gekommen

sein. Das neu sequenzierte Genom »ist nicht ausreichend, um eine Verbindung zwischen München und Italien zu behaupten«, twitterte Drosten.

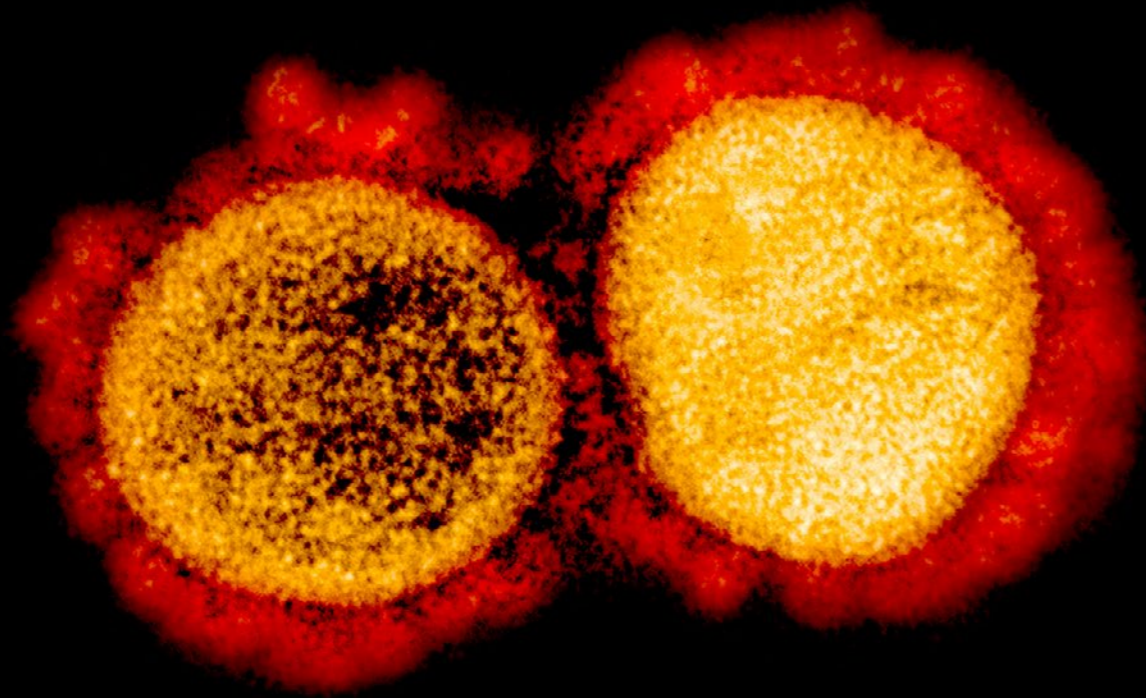
Nicht jeder beachtete seine Warnung. Wenige Tage später schrieb Trevor Bedford vom Fred Hutchinson Cancer Research Center in Seattle, der den Strom immer neuer Corona-Genome analysiert und in Twitter-Threads diskutiert, das Muster lege nahe, dass der frühe Ausbruch in Bayern nicht eingedämmt worden sei, sondern zum italienischen Ausbruch geführt habe. Seine Äußerung fand weithin Beachtung. Die Zeitschrift »Technology Review« behauptete, der Münchner Ausbruch lasse sich mit einem erheblichen Teil des gesamten europäischen Ausbruchs in Verbindung bringen. Twitter-Nutzer forderten, Deutschland solle sich entschuldigen.

**»Dafür würde ich ihm gerne ein bisschen in den Hintern treten«**

Andere Wissenschaftlerinnen und Forscher halten Bedfords Schlussfolgerung für voreilig. Die Virologin Eeva Broberg vom Europäischen Zentrum für Prävention und Kontrolle von Krankheiten etwa.

Sie stimmt mit Drosten überein, dass es plausible Szenarien dafür gibt, wie die Krankheit Norditalien erreicht hat. Auch Richard Neher, ein Biologe von der Universität Basel, widerspricht dem Kollegen. »Dafür würde ich ihm gerne ein bisschen in den Hintern treten«, sagt Neher, der mit Bedford zusammenarbeitet. »Man kann diese Behauptung nicht allein aus der Phylogenie heraus aufstellen«, sagt wiederum Andrew Rambaut, Evolutionsbiologe an der University of Edinburgh. Auch Bedford hält es inzwischen für ebenso plausibel, dass das Virus zweimal aus China nach Europa eingetragen worden ist: »Ich hätte bei diesem Twitter-Thread vorsichtiger sein sollen.«

Die Episode zeigt, wie vorsichtig Forscher sein müssen, wenn sie das Erbgut eines Erregers mitten in einer Epidemie analysieren. Seit das neue Virus namens Sars-CoV-2 in China entdeckt wurde, sammeln Forscher auf der ganzen Welt Proben von Patienten, sequenzieren das Erbgut des Erregers und teilen die Sequenzen online. Dort können sie die Basenfolgen analysieren und vergleichen. Winzige Veränderungen des Virus sind wie Marker, die es erlauben, den Weg des



## Das Coronavirus Sars-CoV-2

Virus um die Welt nachzuverfolgen. Doch weil das Virus bislang nur wenig Veränderungen aufzeigt, sind die Antworten selten eindeutig. »Dies ist eine unglaublich bedeutsame Krankheit. Wir müssen verstehen, wie sie sich ausbreitet«, sagt

Bette Korber, Biologin am Los Alamos National Laboratory, die ebenfalls das Genom von Sars-CoV-2 erforscht. »Da das Virus sich während des Ausbruchs nur langsam verändert, tun [diese Forscher], was sie können, und sie machen

Vorschläge, die zu diesem Zeitpunkt als Anregungen verstanden werden sollten.« Nicht als endgültige Wahrheit.

Zu Beginn des Ausbruchs konnten Forscher leichter Schlussfolgerungen ziehen, sagt Kristian Andersen, Biologe beim Scripps Research Institute. Die allererste Sequenz von Anfang Januar beantwortete die grundlegende Frage: Welcher Erreger verursacht die Krankheit überhaupt? Die folgenden Sequenzen waren fast identisch, was stark darauf hindeutet, dass das Virus nur ein einziges Mal vom Tier auf den Menschen übergesprungen ist. Hätte das Virus das mehrfach getan, würden die Wissenschaftler bei den ersten Menschen, die sich angesteckt hatten, mehr genetische Vielfalt sehen.

### Sars-CoV-2 verändert sich langsamer als die Grippe

Doch inzwischen hat Sars-CoV-2 angefangen, sich zu verändern. Im Lauf der Zeit entstehen zufällige Mutationen, von denen nur einige von der Fehlerkorrekturmaschinerie des Virus entdeckt und verbessert werden. So sammelt Sars-CoV-2 über die Länge seines 30000 Ba-

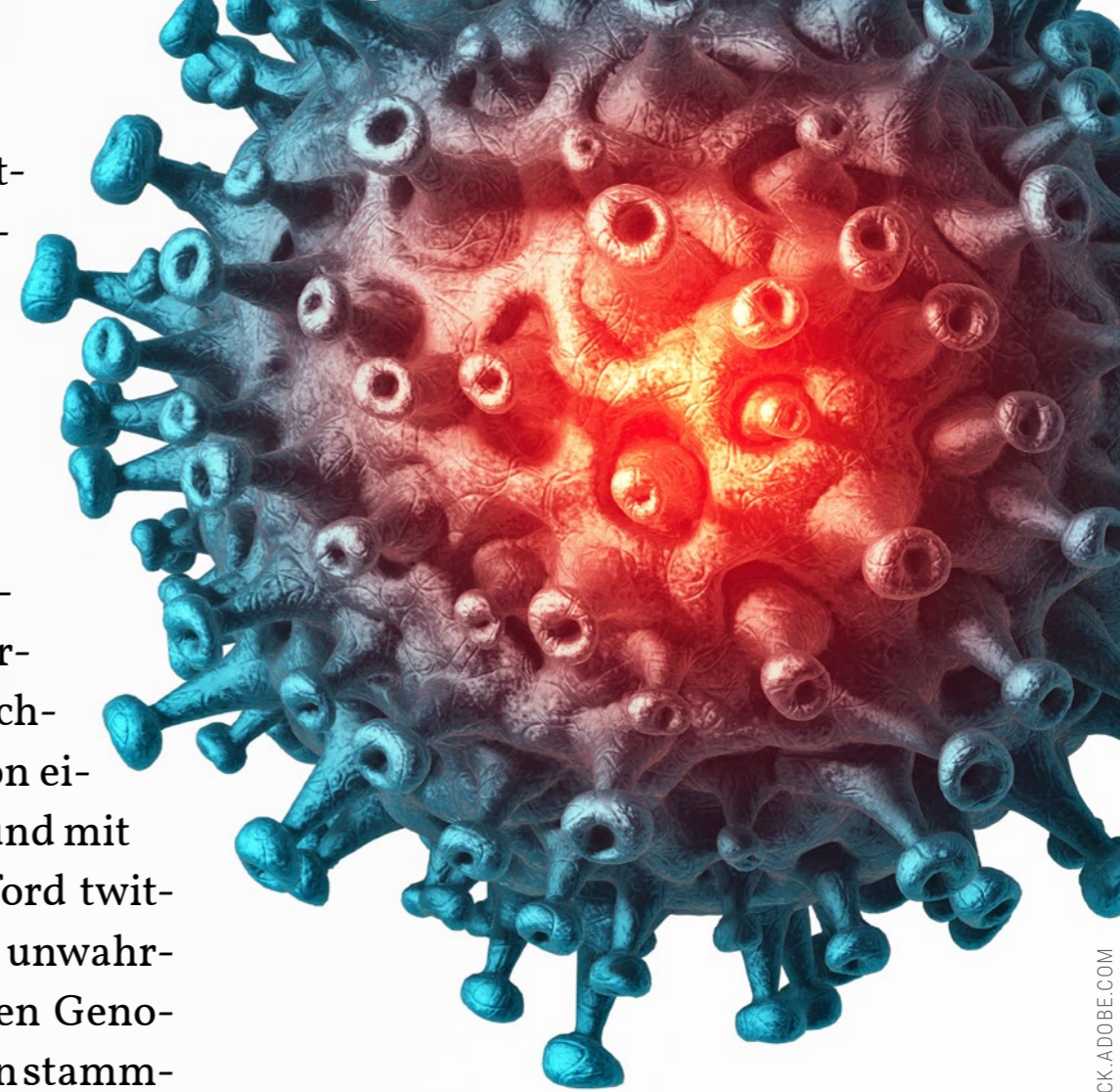
senpaare umfassenden Genoms im Durchschnitt ein bis zwei Mutationen pro Monat, sagt Rambaut. »Es ist damit etwa zwei – bis viermal langsamer als die Grippe«, sagt er. Diese kleinen Veränderungen können die Forscher nutzen, um eine Art Stammbaum zu erstellen, phylogenetischer Baum genannt.

Das Ganze funktioniert wie »Stille Post«. Stellen Sie sich eine gigantische Version des Spiels vor: Eine Person beginnt und sagt zwei anderen Personen einen Satz. Jede dieser Personen sagt ihn wieder zwei Personen und so weiter. Nicht bei jedem Weitersagen kommt es zu einem Fehler, aber manchmal eben doch. Und so entwickeln sich schnell zahllose Abfolgen von sich leicht unterscheidenden Sätzen. Wenn Sie anschließend Leute befragen würden, welchen Satz sie gesagt haben, ließe sich erkennen, welche Sätze zur gleichen Menschenkette des Spiels gehören und in welcher Reihenfolge sie entstanden sind. Und Sie könnten sogar abschätzen, wie viele Leute etwa dazwischen gewesen sein dürften. Genau so gehen Forscher mit den Virusgenomen vor: Sie stellen Verbindungen zwischen verschiedenen Fällen von Covid-19 her und

schätzen ab, ob es eine unentdeckte Verbreitung des Virus geben könnte.

Als die Forscher zum Beispiel das zweite Virusgenom im US-Bundesstaat Washington sequenzierten – von einem Teenager, bei dem am 27. Februar 2020 Covid-19 festgestellt wurde –, sah es wie ein direkter Nachfahre des ersten Genoms aus, von einem sechs Wochen älteren Fall und mit drei weiteren Mutationen. Bedford twiterte, dass er es für »höchst unwahrscheinlich« halte, dass die beiden Genome von getrennten Einführungen stammten. »Ich glaube, wir haben bereits einen beträchtlichen Ausbruch im Staat Washington, der bis jetzt nicht entdeckt wurde«, schrieb er. Diese Analyse erwies sich als richtig: Washington hat inzwischen mehr als 700 Fälle gemeldet und 42 Todesfälle. Zusätzliche Virussequenzen legen nahe, dass es sich tatsächlich um einen großen zusammenhängenden Ausbruch handelt und nicht um zwei getrennte Einschleppungen.

In diesem Fall sei Bedfords Schlussfolgerung stärker gewesen, weil sie eben



»Im Verlauf des Ausbruchs erwarten wir mehr und mehr Vielfalt und klarere Abstammungslinien«

(Richard Neher, Virologe)

nicht bloß auf den Genomen beruhte, sagt Virologe Rambaut, sondern die Herkunft der beiden Patienten einschloss: Sie waren beide aus dem gleichen County nach Washington gereist.

### **Das Erbgut der meisten Viren ähnelt sich noch sehr stark**

Das Genom allein lässt es nicht mehr zu, die Ausbreitung des Virus nachzuvollziehen. Aber es ist das Beste, was Forscherinnen und Forscher haben. Trotz der Fülle bereits sequenzierter Genome haben sie bisher nur einen kleinen Teil der weltweit rund 185 000 Fälle genetisch untersucht. Es ist, als könnten sie in einem Raum mit 185 000 Leuten, die Stille Post spielen, nur 500 befragen.

Und da der Ausbruch erst wenige Monate alt ist, ähnelt sich das Erbgut der meisten Viren auch noch sehr stark, was es schwierig macht, Schlussfolgerungen zu ziehen. »Im Verlauf des Ausbruchs erwarten wir mehr und mehr Vielfalt und klarere Abstammungslinien«, sagt Nehler. »Und dann wird es immer einfacher werden, die Dinge tatsächlich zusammenzufügen.« Die Wissenschaftler vergleichen die Genome nicht nur, um ihre

Abstammung zu verstehen, sondern suchen zudem Mutationen, die den Erreger gefährlicher machen oder seine Ausbreitungsgeschwindigkeit verändern könnten.

Doch auch hier ist Vorsicht geboten. In einem von Jian Lu von der Universität Peking und Kollegen am 3. März in der Zeitschrift »National Science Review« veröffentlichten Artikel wurden 103 Virusgenome analysiert. Die Autoren argumentieren, dass die Viren in zwei Typen eingeteilt werden können, genannt S und L, die sich vor allem durch eine Mutation unterscheiden. Da 70 Prozent der sequenzierten Sars-CoV-2-Genome zu L, dem neueren Typ, gehören, kamen die Autoren zu dem Schluss, dass diese neue Variante aggressiver sein und sich schneller ausbreiten muss.

Aber dafür fehlen Beweise, sagt Rambaut. Die Autoren hätten »die beiden Zweige gesehen und gefolgert, dass einer größer ist, [so dass das Virus] virulenter oder übertragbarer sein muss«, sagt er. Doch nur weil ein Virus exportiert wird und anderswo zu einem großen Ausbruch führt, bedeutet das nicht, dass es sich anders verhält: »Einer dieser Zweige kann

rein zufällig größer sein als der andere.« Einige Forscher haben die Autoren aufgefordert, ihre Veröffentlichung zurückziehen. »Die darin gemachten Behauptungen sind eindeutig unbegründet und bergen die Gefahr, dass zu einem entscheidenden Zeitpunkt des Ausbruchs gefährliche Fehlinformationen verbreitet werden«, schrieben vier Wissenschaftler der University of Glasgow in einer auf der Website [www.virological.org](http://www.virological.org) veröffentlichten Antwort. Autor Lu antwortete, die Kritiker hätten seine Studie missverstanden.

### **Ein mutiertes Virus kann mehr oder weniger gefährlich werden**

Die meisten Veränderungen im Erbgut beeinflussen das Verhalten des Virus ohnehin nicht, sagt der Berliner Virologe Drosten. Der einzige Weg, um zu bestätigen, dass eine Mutation sich wirklich auf das Verhalten des Virus auswirkt, ist, das entsprechende Virus in Zellkulturen oder Tiermodellen zu untersuchen und zu beweisen, dass der Erreger zum Beispiel besser in Zellen eindringen kann oder leichter zu übertragen ist, sagt er. Und wenn sich das Virus in einer wichtigen Ei-

genschaft verändert, könnte es in die eine oder andere Richtung gehen und mehr oder weniger gefährlich werden. Im Jahr 2018 veröffentlichte Drostens Gruppe eine Arbeit, die zeigte, dass das Virus zu Beginn des Sars-Ausbruchs von 2002 und 2003 einen kleinen Teil seines Genoms verloren hat, nämlich 29 Basenpaare in einem Gen. Als die Forscher diese Basenpaare im Labor wieder in das Erbgut einfügten, konnte sich das Virus in verschiedenen Zellkulturmodellen wieder besser vermehren.

Es mag seltsam erscheinen, dass sich eine Mutation durchsetzt, die das Virus schwächt. Aber genau das kann passieren, wenn der Erreger gerade erst in die menschliche Population eingedrungen ist und nicht mit Stämmen konkurriert, denen die Mutation fehlt, sagt Drostens. »Leider hat das neue Corona-Virus diese Deletion nicht.« So schien es bislang zumindest. Diese Woche haben Forscher aus Singapur eine Studie veröffentlicht, die zeigt, dass in Virussequenzen von Patienten aus dem Ausbruch dort im gleichen Teil des Erbguts ein Stück von 382 Basenpaaren fehlt. Es liegt nahe zu vermuten, dass diese Deletion das Virus dort

ebenso abgeschwächt hat wie damals Sars. Möglicherweise könnte das sogar geholfen haben, den Ausbruch in Singapur in den Griff zu bekommen. Doch bis es gute Daten aus dem Labor gibt, ist das Spekulation, und mit Spekulationen muss man beim Erbgut von Erregern vorsichtig sein. ↩

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT

FÜR NUR  
€ 4,99

# CRISPR/CAS

Eingriff ins menschliche Genom

Basiswissen | Was ist CRISPR/Cas  
und wie funktioniert es?


Keimbahntherapie | Menschendesign  
durch die Hintertür

Die Wegbereiterin | Emmanuelle Charpentier

HIER DOWNLOADEN





 VIROLOGIE

# Die Frau, die Coronaviren jagt

von Jane Qiu

Fledermäuse sind ein natürlicher Wirt von Coronaviren. Seit fast 20 Jahren spürt die chinesische Virologin Shi Zhengli die gefährlichen Erreger in den Tieren auf. Ein Wettlauf gegen die Zeit.

**D**ie Besorgnis erregenden Proben trafen am 30. Dezember 2019 um 19 Uhr am Institut für Virologie in Wuhan ein. Wenige Augenblicke später klingelte das Handy von Shi Zhengli. Ihr Chef, der Institutsdirektor, rief an. Das Zentrum für Seuchenkontrolle und -prävention der Stadt hatte bei zwei Patienten mit einer atypischen Lungenentzündung (Pneumonie) ein neuartiges Coronavirus entdeckt. Man wolle, dass Shi Zhengli und ihr renommiertes Labor der Sache nachgingen. Falls sich der Verdacht auf einen neuen Erreger bestätigen würde, könnte dieser eine ernsthafte Bedrohung für die Gesundheit der Bevölkerung darstellen – er gehöre nämlich zu einer Familie von Viren, die von Fledermäusen übertragen werden und die auch die Atemwegserkrankung Sars verursachten, das Schwere Akute Respiratorische Syndrom. Zwischen 2002 und 2003 waren 8100 Menschen an Sars erkrankt, von denen fast 800 starben. »Lassen Sie alles stehen und

liegen und kümmern Sie sich umgehend darum«, erinnert sich Shi an die Worte des Direktors.

Shi ist Virologin – auch bekannt als Batwoman. So jedenfalls nennen viele Kollegen die Forscherin, weil sie seit 16 Jahren in Fledermaushöhlen auf Virenjagd geht. Nachdem sie das Telefonat mit ihrem Chef beendet hatte, verließ sie die Konferenz, an der sie eben noch in Schanghai teilgenommen hatte, und stieg in den nächsten Zug nach Wuhan. »Ich hatte mich gefragt, ob sich [die städtische Gesundheitsbehörde] geirrt hatte«, sagt Shi. »Ich hätte nie damit gerechnet, dass so etwas in Wuhan, in Zentralchina passieren würde.« Bei ihren bisherigen Untersuchungen hatte sie eigentlich die subtropischen Provinzen Guangdong, Guangxi und Yunnan im Süden des Landes als jene Regionen ausgemacht, in denen Coronaviren am wahrscheinlichsten vom Tier auf den Menschen überspringen könnten – insbesondere von Fledermäusen. Diese Säugetiere gelten als berichtigtes Reservoir vieler Krankheitserreger.

Falls die neuen Keime wirklich Coronaviren sein sollten, befürchtete Shi in diesem Moment, »könnten sie aus unserem Labor stammen«?

Während Shis Team am Institut der Chinesischen Akademie der Wissenschaften fieberhaft nach dem Ansteckungsherd und der Art des Erregers suchte, breitete sich die neuartige Erkrankung aus wie ein Lauffeuer. Bis zum 17. März 2020 sind laut WHO in China 81 116 Menschen infiziert worden. Davon leben 84 Prozent in der Provinz Hubei, deren Hauptstadt Wuhan ist. 3231 Menschen sind dem Virusinfekt erlegen. Außerhalb von China haben sich 92 228 Menschen in mehr als 152 Ländern auf allen Kontinenten mit Ausnahme der Antarktis mit dem neuen Virus infiziert. Mehr als 3788 Menschen sind gestorben.

### **Die Suche nach der Quelle**

Es ist eine der schlimmsten Epidemien der letzten Jahrzehnte. Schon seit Langem warnen Wissenschaftler davor, dass neue Infektionskrankheiten viel häufiger

**VIROLOGIN SHI ZHENGLI** | Die Forscherin hat zahlreiche Expeditionen in chinesische Bergregionen durchgeführt, um Coronaviren in Fledermäusen aufzuspüren. Hier entlässt sie eines der Tiere nach der Probenentnahme in die Freiheit.

auftreten könnten – insbesondere in Entwicklungsländern, wo Mensch und Tier dicht beieinanderleben und dadurch verstärkt miteinander in Kontakt kommen.

»Es ist unglaublich wichtig, die Infektionsquelle und den artübergreifenden Übertragungsweg genau zu bestimmen«, sagt der Krankheitsökologe Peter Daszak, Präsident der EcoHealth Alliance, einer gemeinnützigen Forschungseinrichtung mit Sitz in New York City, die mit Wissenschaftlern weltweit – darunter auch Shi – zusammenarbeitet, um neue Viren bei Wildtieren zu entdecken. Ebenso wichtig sei laut Daszak die Suche nach verwandten Krankheitserregern – den »bekanntesten Unbekannten« –, um »zu verhindern, dass sich ähnliche Vorfälle wiederholen«.

Ihre erste Virusexpedition kam Shi vor wie ein Urlaub. Es war ein sonniger Frühlingstag im Jahr 2004. Die Wissenschaft-



WUHAN INSTITUTE OF VIROLOGY

lerin sammelte mit einem internationalen Forscherteam Proben von Fledermauskolonien, die in Höhlen nahe Nanning hausten, der Hauptstadt des Autonomen Gebiets Guangxi. Schon die erste Höhle war typisch für die Region. Sie ist groß, gut zugänglich und weist zahlreiche Kalksteinsäulen auf – und ist deshalb als Touristenziel beliebt. »Die Höhle war faszinierend«, erinnert sich Shi. Weißliche Stalaktiten hingen wie Eiszap-

fen von der Decke, die Feuchtigkeit ließ die Tropfsteine glänzen.

Doch die Urlaubsstimmung verflog rasch. Viele Fledermäuse – dazu gehören auch mehrere Arten der Insekten fressenden Hufeisennasen, die in Südasien weit verbreitet sind – leben in tiefen, engen Höhlen, die in steilem Gelände liegen. Shi und ihre Kollegen mussten stundenlang zu möglichen Siedlungsplätzen wandern und bäuchlings durch enge Fels-

spalten kriechen. Doch die fliegenden Säugetiere sind schwer zu fassen. In einer Woche, die für die Forscher besonders entmutigend war, hatte das Team mehr als 30 Höhlen durchsucht und nur ein Dutzend Fledermäuse gefunden.

Das Ziel dieser Expeditionen war es, jenes Virus dingfest zu machen, der zum Sars-Ausbruch geführt hatte. Sars löste die erste große Epidemie des 21. Jahrhunderts aus. Ein Team aus Hongkong hatte berichtet, dass sich Wildtierhändler in Guangdong das Sars-Coronavirus als Erste eingefangen hatten – und zwar von Zibetkatzen. Diese den Mungos ähnelnden Säugetiere sind im tropischen und subtropischen Asien und Afrika heimisch.

### **Das erste tödliche Coronavirus**

Vor Sars hatte die Welt kaum etwas von Coronaviren gehört, sagt der Virologe Linfa Wang. Er leitet das Studienprogramm für neu auftretende Infektionskrankheiten an der Duke-NUS Medical School in Singapur. Coronaviren waren ihm zufolge eigentlich nur dafür bekannt, dass sie eine gewöhnliche Erkältung auslösen können. »Der Ausbruch von Sars

veränderte die Lage.« Wang forscht über Coronaviren, die von Fledermäusen übertragen werden. Mit dem Sars-Erreger, betont er, sei erstmals ein tödliches Coronavirus aufgetreten, das pandemisches Potenzial besaß. Diese Entdeckung ließ die Wissenschaftswelt aufhorchen. Es begann die weltweite Suche nach Viren, die in Tieren schlummern und auch Menschen infizieren könnten.

Shi war eine der Ersten auf jenem Forschungsgebiet. Von Beginn an waren Daszak und Wang ihre Wegbegleiter. Schon bald standen sie bei ihren Untersuchungen vor einem Rätsel: Wie hatten sich die Zibetkatzen mit dem Erreger infiziert, der später beim Menschen Sars auslöste? Zwei frühere Vorfälle erwiesen sich hier als aufschlussreich: In Australien sprang 1994 das Hendra-Virus von Pferden auf den Menschen über, und 1998 kam es zu einem Ausbruch des Nipah-Virus in Malaysia, bei dem die Keime von Schweinen auf Menschen übersprangen. Beides wurde von Erregern verursacht, die sonst Früchte fressende Fledermäuse in sich tragen. Pferde und Schweine waren also lediglich die Zwischenwirte gewesen. Die ersten Monate der Virenjagd von 2004

verbrachten Shi und ihre Kollegen damit, tagsüber an den Eingängen von Fledermaushöhlen Netze aufzuspannen. Dann warteten sie, bis die nachtaktiven Fluchttiere zur Nahrungssuche ausschärmten. Von den gefangenen Individuen nahmen die Virologen Blut- und Speichelproben sowie Kotabstriche. Oft arbeiteten die Forscher bis in die frühen Morgenstunden. Nachdem sie etwas geschlafen hatten, kehrten sie am Vormittag in die Höhlen zurück, um Urin und Kotklümpchen zu sammeln.

Doch die Ergebnisse ihrer Arbeit waren niederschmetternd. Keine der Proben erbrachte einen Hinweis auf Genmaterial von Coronaviren. »Acht Monate harter Arbeit schienen umsonst gewesen zu sein«, sagt Shi. »Vermutlich mögen Coronaviren eigentlich gar keine chinesischen Fledermäuse, fingen wir an zu denken.« Das Team war kurz davor, die Arbeit einzustellen, als es von einem Labor ein Diagnosekit erhielt. Damit ließen sich Antikörper nachweisen, die bei einer Sars-Infektion im menschlichen Blut gebildet werden.

Ob der Test auch bei Fledermausantikörpern anschlagen würde, war nicht be-

kennt. Shi probierte es trotzdem. »Was hatten wir zu verlieren?«, erinnert sie sich. Der Versuch war erfolgreich: Die Proben von drei Arten der Hufeisennasen enthielten Antikörper gegen das Sars-Virus. »Das war der entscheidende Moment für das Projekt«, sagt Shi. Die Forscher fanden heraus, dass der Erreger in Fledermäusen immer nur kurz und nur zu bestimmten Zeiten zirkuliert. Die Antikörper dagegen können Wochen oder Jahre nachweisbar sein. Das Diagnosekit lieferte also einen wichtigen Hinweis darauf, wie sich Gensequenzen des Virus ausfindig machen lassen.

Mit Hilfe des Antikörpertests konnte Shis Team die Suche nach dem Ursprung der Pandemie eingrenzen. Nachdem sie die Bergregionen in den meisten chinesischen Provinzen durchkämmt hatten, befassten sich die Forscher mit der Shitou-Höhle am Rande von Kunming, der Hauptstadt von Yunnan. Rund fünf Jahre lang nahmen sie dort zu verschiedenen Jahreszeiten Proben von Fledermäusen.

Die Mühe lohnte sich. Die Virenjäger entdeckten hunderte Coronaviren, die eine große genetische Vielfalt bezeugten. »Die meisten von ihnen sind harmlos«,



WUHAN INSTITUTE OF VIROLOGY

sagt Shi. Aber Dutzende gehören zur selben Gruppe wie Sars. Im Laborversuch infizierten sie menschliche Lungenzellen und verursachten bei Mäusen sarsähnliche Krankheiten, die gegen Impfstoffe und Sars-Medikamente resistent waren.

In der Shitou-Höhle hatte das Forscherteam eine ganze Genbibliothek für Fledermausviren entdeckt. 2013 stießen

**FLEDERMAUSBEPROBUNG IN CHINA** | Die Wissenschaftler spüren die Fluchtierenachts auf, um Blutproben und Abstriche zu nehmen.

sie dort auch auf einen Coronavirenstamm, der von Hufeisennasen stammte und dessen Genom zu 97 Prozent mit dem Erreger übereinstimmte, der bei Zibet-

katzen in Guangdong identifiziert worden war. Damit war nach zehn Jahren endlich das natürliche Reservoir des Sars-Coronavirus gefunden.

### Chinas virale Schmelztiegel

Shi hat noch zahlreiche weitere Fledermaushöhlen beprobt, in denen »durch das ständige Vermischen verschiedener Viren leicht gefährliche neue Krankheitserreger entstehen können«, sagt Virologe Ralph Baric von der University of North Carolina in Chapel Hill. Im Umfeld solcher viraler Schmelztiegel, erklärt Shi, »muss man kein Wildtierhändler sein, um sich zu infizieren«.

In der Nähe der Shitou-Höhle zum Beispiel liegen viele Dörfer an dicht bewachsenen Berghängen. Die Region ist bekannt für ihre Rosen, Orangen, Walnüsse und Weißdornbeeren. Im Oktober 2015 sammelten Shi und ihre Kollegen Blutproben von mehr als 200 Menschen aus vier Dörfern vor Ort. Das Ergebnis: Bei sechs Probanden, also bei fast drei Prozent, ließen sich Antikörper gegen sarsähnliche Coronaviren im Blut nachweisen – obwohl keiner der Dorfbewohner je mit Wildtieren in Berührung ge-



LINFA WANG

kommen war oder irgendwann einmal unter einem der typischen Symptome einer Sars-Erkrankung gelitten hatte. Lediglich einer von ihnen hatte vor dem Zeitraum der Studie einmal Yunnan verlassen. Doch alle von ihnen berichteten, dass sie schon Fledermäuse über ihrem Dorf beobachtet hätten.

Drei Jahre zuvor hatte Shis Team den Schacht einer Mine in der Gebirgsregion Mojiang (Provinz Yunnan) untersucht. Sechs Bergleute waren dort an Atem-

***EONYCTERIS SPELAEA*** | Ein Forscher hält eine Höhlenfledermaus aus Singapur in Händen. Bei dem Tier handelt es sich um einen Kleinen Langzungenflughund (*Eonycteris spelaea*).

wegskomplikationen erkrankt, zwei von ihnen starben daran. Nachdem die Forscher in der Höhle ein Jahr lang Proben genommen hatten, entdeckten sie bei sechs Fledermausarten eine große Viel-

falt an Coronaviren. Oft erwies sich ein einziges Tier als von mehreren Virusstämmen infiziert. Diese Säuger waren buchstäblich fliegende Virenfabriken.

»In dem Minenschacht stank es wie die Hölle«, sagt Shi. Zusammen mit ihren Kollegen betrat sie die Mine mit Schutzmaske und -kleidung. »Alles war mit Fledermauskot verdreckt, auf dem Pilze wucherten.« Obwohl sich herausstellte, dass eine dieser Pilzarten die Minenarbeiter krank gemacht hatte, wäre es nach Ansicht von Shi nur eine Frage der Zeit gewesen, bis sich die Arbeiter auch Coronaviren eingefangen hätten, wäre die Mine nicht umgehend geschlossen worden.

Pandemien durch bislang unbekannte Krankheiten sind rein rechnerisch unvermeidbar. Und die Gründe sind vielfältig. Erstens gibt es immer mehr Menschen, die immer mehr Lebensräume von Wildtieren für sich beanspruchen. Zweitens hat sich die Landnutzung stark geändert. Drittens werden Wild- und Nutztiere rund um den ganzen Globus transportiert – und überhaupt Tierprodukte um die ganze Welt befördert. Viertens hat der weltweite Reiseverkehr stark zugenommen. Die Infektionsrisiken, die da-

mit einhergehen, bereiten Shi und anderen Forscher schon seit Jahren schlaflose Nächte.

Vor etwa einem Jahr veröffentlichte Shis Team zwei umfassende Übersichtsarbeiten über Coronaviren – in den Fachblättern »Viruses« und »Nature Reviews Microbiology«. Die Virologin und ihre Koautoren hatten Belege aus Studien gesammelt – auch aus ihren eigenen, die in führenden Fachzeitschriften wie »Nature« oder »Science« erschienen sind. Ihr Fazit war beunruhigend: Es bestehe das Risiko, dass auch künftig Epidemien durch Coronaviren ausbrechen könnten – übertragen von Fledermäusen.

### **Der Ausbruch von Sars-CoV-2**

Als Shi am 30. Dezember 2019 im Zug zurück nach Wuhan saß, diskutierte sie mit ihren Kollegen, wie die Patientenproben zu untersuchen seien. Die darauf folgenden Wochen entpuppten sich für die chinesische Batwoman als unvorstellbarer Stress. Obwohl sie sich eigentlich 16 Jahre lang darauf vorbereitet hatte, empfand sie diese Zeit als die anstrengendste ihres Lebens. Mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion, bei der DNA-Stränge wieder

und wieder kopiert werden, konnten die Forscher bei fünf von sieben Patienten Gensequenzen nachweisen, die für alle Coronaviren typisch sind.

Shi wies ihr Team an, die Tests zu wiederholen. Außerdem schickte sie Proben an ein anderes Labor. Dort sollte das vollständige Genom des Virus sequenziert werden. Derweil überprüfte Shi fieberhaft die Daten der vergangenen Jahre aus ihrem eigenen Labor, um herauszufinden, ob Versuchsmaterial irgendwann einmal falsch gehandhabt oder entsorgt wurde. Sie war erleichtert, als sie herausfand: Keine der neuen Gensequenzen stimmte mit dem Erbgut solcher Viren überein, die ihr Team aus Fledermaushöhlen entnommen hatte. »Da ist mir wirklich ein Stein vom Herzen gefallen«, sagt sie. »Ich hatte seit Tagen kein Auge zugetan.« Ihre Befürchtung, die Viren seien auf Grund einer Unachtsamkeit aus ihrem Labor entkommen, hatte sich zum Glück nicht bewahrheitet.

Am 7. Januar 2020 stellte das Wuhan-Team fest, dass das neue Virus tatsächlich auch die Krankheit verursacht hatte, an der die beiden Patienten litten. Dabei stützen sich die Forscher auf die Ergeb-

nisse der Polymerase-Kettenreaktion, der vollständigen Genomsequenzierung und der Antikörpertests von Blutproben. Zudem hatte sich das Virus unter Laborbedingungen als infektiös für menschliche Lungenzellen erwiesen. Das Genom des Erregers, der auf Grund seiner Verwandtschaft mit dem Sars-Keim den Namen Sars-CoV-2 bekam, stimmte zu 96 Prozent mit dem Erbgut eines Coronavirus überein, das die Virologen bei Hufeisennasen in Yunnan identifiziert hatten. »Es ist völlig klar, dass wieder einmal Fledermäuse das natürliche Reservoir bilden«, sagt Daszak, der an den letztgenannten Arbeiten nicht beteiligt war.

Der Virus hatte sich seit Ende Dezember nicht verändert. Das ergab eine Analyse von 326 veröffentlichten Virensequenzen, die man Patienten entnommen hatte und die sich untereinander stark ähnelten. »Das lässt vermuten, dass die Erreger einen gemeinsamen Vorfahren haben«, sagt Baric. Daraus lässt sich auch ableiten, dass der Keim nur ein einziges Mal auf den Menschen übersprungen war und sich in der Folge nur noch von Mensch zu Mensch übertrug.

Die Wissenschaftler vermuten, dass das Virus schon Wochen oder sogar Monate zirkulierte, bevor die ersten schweren Fälle auftraten. Es sei nämlich ziemlich stabil, und viele Infizierte hätten offenbar nur leichte Symptome. »Es könnte diverse Miniausbrüche gegeben haben, die immer wieder erloschen, bevor das Pathogen größeren Schaden anrichtete«, vermutet Baric. »Der Ausbruch von Wuhan war kein Zufall.« Mit anderen Worten, es war geradezu unvermeidbar.

### **Die Wirte und Zwischenwirte des Virus**

Auf den geschäftigen Wildmärkten der Region werden die verschiedensten Tiere angeboten – Fledermäuse, Zibetkatzen, Pangoline, Dachse, Krokodile. Viren haben hier beste Bedingungen, sich zu vermehren. Es kann zwar sein, dass sich der Mensch mit dem tödlichen Virus direkt bei Fledermäusen angesteckt hat. Doch manche Forscher sind der Ansicht, die Pangoline hätten als Zwischenwirte gedient. Diese Wissenschaftler haben Sars-CoV-2-ähnliche Coronaviren bei Schuppentieren entdeckt, die bei Razzien in Südchina beschlagnahmt wurden. Am 24. Februar 2020 kündigte die chinesi-



»Der Ausbruch von Wuhan war kein Zufall«

(Ralph Baric, Virologe an der University of North Carolina in Chapel Hill)



sche Regierung an, den Verzehr und Handel mit Wildtieren dauerhaft zu untersagen. Ausgenommen sind Zootiere und die Verwendung von Wildtieren für medizinische und allgemeine Forschungszwecke. Laut einem Bericht, den die Chinesische Akademie für Ingenieurwesen 2017 in Auftrag gegeben hatte, wird damit ein Markt im Wert von 76 Milliarden Dollar zerschlagen. Etwa 14 Millionen Menschen dürften ihre Arbeit verlieren. Einige Experten begrüßten die Entscheidung, andere wie Daszak befürchteten, dass ein pauschales Verbot – ohne begleitende Aufklärung und das Angebot beruflicher Alternativen – die Händler in den Untergrund treiben könnte. Dann könnte es noch schwieriger werden, neuartige Erkrankungen zu entdecken. »Der Verzehr von Wildtieren ist seit Jahrtausenden eine Kulturtradition in Südchina«, sagt Daszak. »Das lässt sich nicht über Nacht ändern.«

Doch Shi Zhengli betont: »Der Handel und der Konsum von Wildtieren sind nur ein Teil des Problems.« Ende 2016 erkrankten auf vier Bauernhöfen im Bezirk Qingyuan in Guangdong zahlreiche Schweine – fast 100 Kilometer von dem

Ort entfernt, an dem der Sars-Ausbruch seinen Anfang nahm. Die Tiere mussten sich erbrechen und hatten starken Durchfall. Fast 25000 Schweine starben. Die Tierärzte konnten keinen bekannten Erreger nachweisen und fragten bei Shi an. Ihre Forschergruppe stellte fest: Der Erreger des Akuten Durchfallssyndroms bei Schweinen (Swine Acute Diarrhea Syndrome, kurz Sads) stimmte zu 98 Prozent mit dem Erbgut eines Coronavirus überein, das in Hufeisennasen einer nahe gelegenen Höhle zirkulierte.

»Wir haben ernsthaft Grund zur Sorge«, sagt Gregory Gray, Epidemiologe für Infektionskrankheiten an der Duke University in Durham. Da Schweine und Menschen ein sehr ähnliches Immunsystem haben, könnten solche Viren leicht von einer Spezies auf die andere überspringen. Darüber hinaus fand ein Forscherteam der Zhejiang-Universität in Hangzhou heraus, dass die Sads-Viren nicht nur Mensch und Schwein befallen, sondern auch Nager, Hühner und Primaten. In vielen Ländern wie China und den USA werden zahlreiche Schweine gehalten. Laut Gray ist es daher dringend erforderlich, nach neuartigen Coronaviren in Schweinen zu suchen.

## **Gute Fledermäuse, schlechter Kontakt**

Der Ausbruch von Wuhan ist der sechste einer Serie von Infektionskrankheiten, die von Fledermausviren verursacht wurden – nach Hendra 1994, Nipah 1998, Sars 2002, Mers («Middle East Respiratory Syndrome») 2012 und Ebola 2014. »Die Tiere [selbst] sind aber nicht das Problem«, betont Linfa Wang von der Duke-NUS Medical School in Singapur. Fledermäuse stützen die biologische Vielfalt und erhalten Ökosysteme aufrecht, indem sie Insekten fressen und Pflanzen bestäuben. »Problematisch wird es, wenn wir mit ihnen in Kontakt kommen«, sagt Wang.

Inzwischen sind zweieinhalb Monate seit Ausbruch der Epidemie vergangen. Vor acht Wochen noch stellte die chinesische Regierung die elf Millionen Einwohner von Wuhan unter massenhafte Quarantäne. Verglichen damit würde sich das Leben jetzt fast wieder normal anfühlen, sagt Shi und lacht. »Vielleicht gewöhnen wir uns langsam daran. Aber die schlimmsten Tage sind sicherlich vorbei.« Die Mitarbeiter des Instituts hatten einen speziellen Pass, um von zu Hause aus zu ihrem Labor fahren zu können.

Doch sie konnten nirgendwo anders hingehen. Über einen Monat lang ernährten sie sich während langer Laborschichten von Instantnudeln, weil die Kantine des Instituts geschlossen hatte.

Wie die Forscher herausfanden, nutzt das neue Coronavirus das Angiotensin-konvertierende Enzym 2 (ACE2) als Rezeptor, um in menschliche Lungenzellen einzudringen. Shis Team forscht nach Medikamenten, die das Enzym blockieren könnten. Wie andere Forschergruppen auch sucht es nach Impfstoffen. Langfristig will die Gruppe Breitbandimpfstoffe und Medikamente gegen solche Coronaviren entwickeln, die als gefährlich für den Menschen gelten. »Der Ausbruch von Wuhan ist ein Weckruf«, sagt Shi.

Viele Wissenschaftler sind überzeugt davon, dass wir nicht erst dann auf tödliche Krankheitserreger reagieren dürfen, wenn es zu einem Ausbruch kommt, sondern schon zuvor aktiv nach ihnen suchen müssen. »Der beste Weg ist die Prävention«, sagt Daszak. 70 Prozent der durch Tiere übertragenen, neu auftretenden Infektionskrankheiten stammen von wilden Tieren – »wir sollten also all

diese Viren weltweit finden und bessere diagnostische Tests entwickeln«, fügt er hinzu. Das würde bedeuten, dass sehr viel mehr Wissenschaftler solchen Forschungen nachgehen müssen wie Daszak und Shi.

Die Arbeiten sollten sich auf Hochrisikogruppen bei solchen Säugetieren konzentrieren, die für Coronavirusinfektionen anfällig sind, wie Fledermäuse, Nagetiere, Dachse, Zibetkatzen, Schuppentiere und nicht menschliche Primaten, sagt Daszak. Seines Erachtens verläuft die vorderste Front im Kampf gegen die Erreger in den Entwicklungsländern tropischer Klimazonen, weil dort die Vielfalt der Wildtiere am größten ist.

In den zurückliegenden Jahrzehnten haben Daszak und seine Kollegen etwa 500 menschliche Infektionskrankheiten aus dem vergangenen Jahrhundert analysiert. Ihr Ergebnis: Neue Krankheitserreger treten tendenziell an solchen Orten auf, an denen die Bevölkerung eng zusammenlebt und die natürliche Landschaft verändert wird – durch Straßen, Bergbau, Waldrodungen und intensive Landwirtschaft. »China ist nicht der einzige Hotspot«, ist Daszak überzeugt.



»Der Ausbruch von Wuhan ist ein Weckruf«

(Shi Zhengli, Virologin, Institut für Virologie, Wuhan)

Schwellenländer wie Indien, Nigeria und Brasilien seien ebenfalls stark gefährdet.

Sobald irgendwo ein potenzieller Krankheitserreger entdeckt wird, sollten die Wissenschaftler und Gesundheitsbehörden regelmäßig testen, ob es zu Infektionen gekommen ist. Es sollten dafür Blutproben und Abstriche von Nutztieren, gezüchteten Wildtieren und Menschen genommen werden, vor allem von Hochrisikogruppen wie Landwirten, Bergarbeitern und Dorfbewohnern nahe Fledermauskolonien sowie von Menschen, die Umgang mit Wildtieren haben, sagt US-Virologe Gregory Gray. Mit diesem Ansatz, der auch als »One Health« bekannt ist, soll einheitlich die Gesundheit von Wild-, Haus- und Nutztieren sowie des Menschen kontrolliert werden. »Nur so können wir einen Ausbruch eindämmen, bevor er zur Epidemie auswächst«, sagt Gray. Mit dieser Vorgehensweise ließen sich möglicherweise auch hunderte Milliarden Dollar sparen, die eine solche Epidemie kosten kann.

Chinas Batwoman hingegen hat den Entschluss gefasst, nicht mehr persönlich auf Virenjagd zu gehen. »Aber der Einsatz muss weitergehen«, sagt Shi, die

weiterhin einschlägige Forschungsprogramme dazu leiten wird. »Was wir entdeckt haben, ist nur die Spitze des Eisbergs.« Daszaks Team schätzt, dass weltweit bis zu 5000 Coronaviren-Stämme in Fledermäusen schlummern. Shi will dazu ein nationales Projekt gründen, um systematisch Virenproben aus Fledermaushöhlen zu gewinnen – in größerem Umfang und mit mehr Aufwand, als es ihrem Team bislang möglich war. »Coronaviren, die in Fledermäusen zirkulieren, werden weitere Ausbrüche verursachen«, ist Shi Zhengli überzeugt. »Wir müssen sie finden, bevor sie uns finden.« ↩

Spektrum  
der Wissenschaft

KOMPAKT

## INFEKTIONS- KRANKHEITEN

### Rückkehr der Seuchen?

Polio | Scheitert die Ausrottung?

Ebola | Wann gibt es einen Impfstoff?

Antibiotikaresistenzen | Die vernachlässigte Gefahr

HIER DOWNLOADEN

FÜR NUR  
€ 4,99



25 Jahre  
Georg von Holtzbrinck  
Preis für Wissenschaftsjournalismus  
1995–2020

## AUSSCHREIBUNG 2020

Der Preis wurde von der Verlagsgruppe von Holtzbrinck 1995 anlässlich des 150-jährigen Jubiläums von Scientific American, einer der ältesten Wissenschaftszeitschriften der Welt, ins Leben gerufen.

Teilnahmeberechtigt sind alle in deutschsprachigen Medien veröffentlichenden Journalistinnen und Journalisten. Die eingereichten Arbeiten sollen allgemeinverständlich sein und zur Popularisierung von Wissenschaft und Forschung, insbesondere in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie und Medizin, beitragen. Entscheidend ist die originelle journalistische Bearbeitung aktueller wissenschaftlicher Themen.

Es wird jeweils ein Preis in der Kategorie Text (Wortbeiträge Print und Online) und ein Preis in der Kategorie Elektronische Medien (TV, Hörfunk und Multimedia) sowie ein Nachwuchspreis (Jahrgang 1991 oder jünger) vergeben.

**Der Preis in den Kategorien Text und Elektronische Medien ist mit je 10.000 Euro dotiert. Der Nachwuchspreis ist mit 5.000 Euro dotiert. Bewerben Sie sich bis zum 1. April 2020 mit 3 Beiträgen (Text) bzw. 2–3 Beiträgen (Elektronische Medien) aus den letzten zwei Jahren und einem Kurzlebenslauf.**

Die detaillierten Teilnahmebedingungen erhalten Sie unter [www.vf-holtzbrinck.de/gvhpreis](http://www.vf-holtzbrinck.de/gvhpreis).

## KONTAKT

**Veranstaltungsforum | Holtzbrinck Publishing Group**  
Torstraße 42 | 10119 Berlin | Telefon +49/30/27 87 18 20  
[gvhpreis@vf-holtzbrinck.de](mailto:gvhpreis@vf-holtzbrinck.de) | [www.vf-holtzbrinck.de](http://www.vf-holtzbrinck.de)

SCIENTIFIC  
AMERICAN

SPRINGER NATURE

Spektrum  
der Wissenschaft  
VERLAG

## JURY

Die Auswahl erfolgt jährlich durch eine hochkarätige Jury. Eine Shortlist mit den Nominierten wird vor der Bekanntgabe der Preisträgerinnen und Preisträger auf der Webpage veröffentlicht. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Die Mitglieder der Jury sind:

**DR. STEFAN VON HOLTZBRINCK (VORSITZ)**

Vorsitzender der Geschäftsführung,  
Holtzbrinck Publishing Group

**PROF. DR. DR. ANDREAS BARNER**

Mitglied des Gesellschafterausschusses,  
Boehringer Ingelheim

**PROF. DR. KATJA BECKER**

Präsidentin, Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.

**ULRICH BLUMENTHAL**

Redakteur „Forschung aktuell“, Deutschlandfunk

**PROF. DR. ANTJE BOËTIUS**

Direktorin, Alfred-Wegener-Institut,  
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

**PROF. DR. MARTINA BROCKMEIER**

ehemalige Vorsitzende, Wissenschaftsrat

**PROF. DR.-ING. MATTHIAS KLEINER**

Präsident, Leibniz-Gemeinschaft e.V.

**PROF. DR. CARSTEN KÖNNEKER**

Geschäftsführer, Klaus Tschira Stiftung gGmbH

**JOACHIM MÜLLER-JUNG**

Leiter des Ressorts Natur und Wissenschaft,  
Frankfurter Allgemeine Zeitung

**ANDREAS SENTKER**

Geschäftsführender Redakteur und Leiter Redaktion Wissen,  
DIE ZEIT

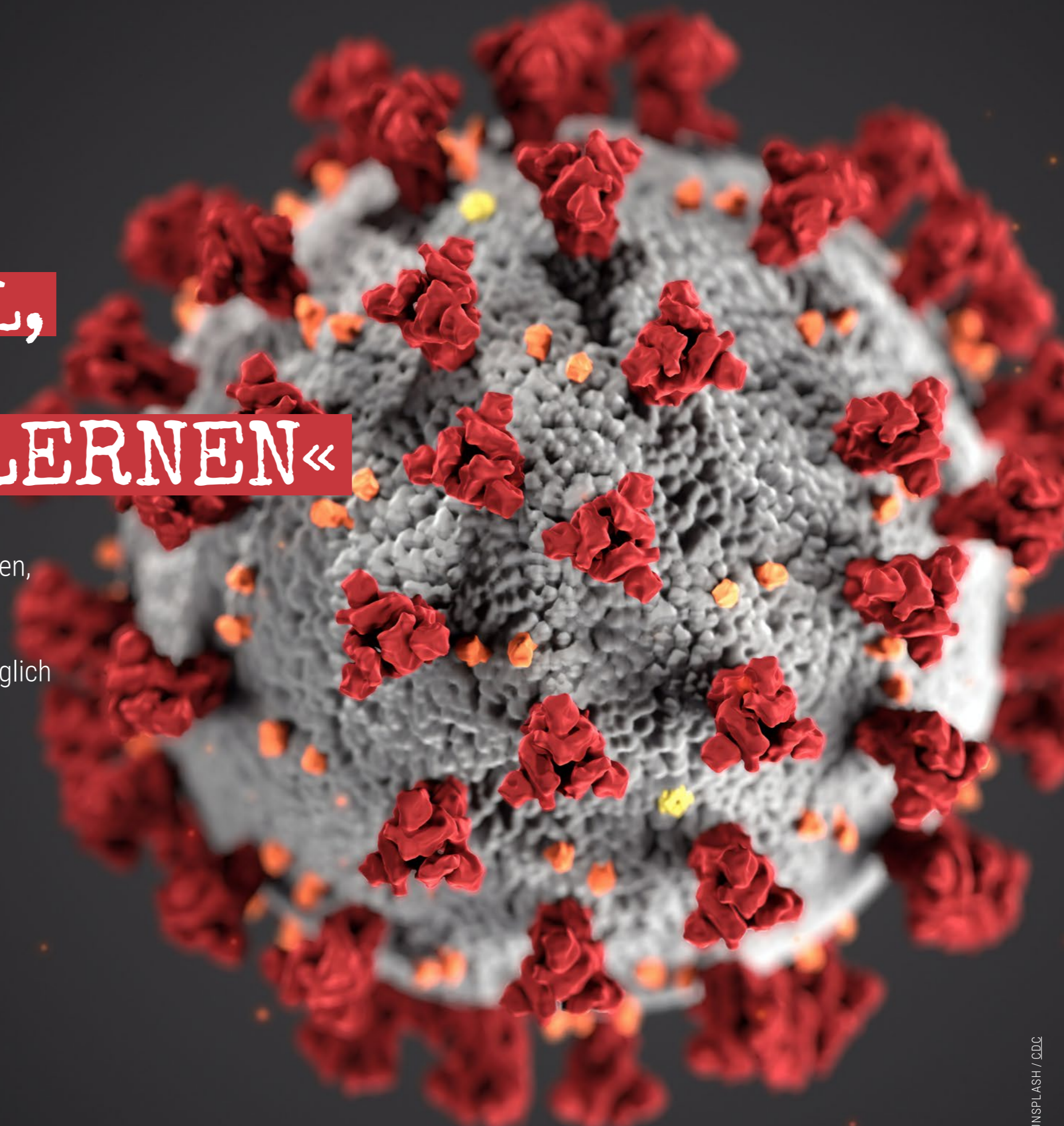
**RANGA YOGESHWAR**

Publizist und Moderator ARD-Sendungen

»ABSOLUT  
ESSENZIELL,  
DASS WIR  
DARAUS LERNEN«

von Christian Honey

Wir werden die Pandemie überstehen, sagt der Epidemiologe Dirk Pfeiffer im Interview. Wichtig sei, dass wir aus Sars-CoV-2 für künftige, womöglich schlimmere Seuchen lernen.



**S**eit Jahrzehnten wissen Fachleute, dass jederzeit eine Tierkrankheit zu einer tödlichen Pandemie werden kann. Das zum Glück nur wenig tödliche Sars-CoV-2 zeigt, wie schnell sich ein neuer Erreger weltweit verbreiten Chaos auslösen kann - und einige potenzielle Pandemieviren töten 30 oder 50 Prozent ihrer Opfer.

Der Veterinärmediziner und Epidemiologe Dirk Pfeiffer erklärt, wie solche Viren vom Tier auf den Menschen überspringen und welche Rolle Wildtiermärkte in Asien spielen. Aber auch die Forschung ist nicht optimal aufgestellt, um solche Bedrohungen frühzeitig zu erkennen. Essenziell sei, die Lektionen aus der weltweiten Seuche Covid-19 zu lernen, sagt er. Denn die nächste Pandemie könnte tatsächlich zu einer Katastrophe führen.

**»Spektrum.de«: Professor Pfeiffer, das Coronavirus Sars-CoV-2 ist eine Zoonose. Was bedeutet das?**

Dirk Pfeiffer: Eine zoonotische Krankheit wird von einem Erreger erzeugt, der sowohl bei Tieren wie auch beim Menschen zur Erkrankung führen kann. Co-

ronaviren können alle Säugetiere befallen, aber auch manche Reptilien, etwa Schlangen. Alle Coronaviren sind RNA-Viren und nicht so stabil wie Viren, deren Erbgut aus DNA besteht - sie mutieren daher recht leicht und passen sich schnell an. Die meisten dieser Zufallsmutationen führen allerdings nicht dazu, dass ein vom Tier stammendes Coronavirus für den Menschen gefährlich wird.

Ganz selten passiert es aber, wie in dem Fall des aktuellen Virus Sars-CoV, dass das Virus durch eine Mutation an bestimmte Rezeptoren von menschlichen Zellen passt, zum Beispiel im Atembereich. Und dann kann er sich im Menschen vermehren und möglicherweise auch von Mensch zu Mensch übertragen werden.

Manche Schätzungen gehen sogar davon aus, dass 70 Prozent aller Infektionskrankheiten beim Menschen ursprünglich von Tier stammen. Solange es nur wenige Menschen auf dem Planeten gab und relativ wenige Kontaktpunkte zwischen Wildtieren und Menschen, hat es lange gedauert, bis Mutationen eine Variante erzeugt haben, die uns krank gemacht hat und die von Mensch



MIT FRDL. GEN. VON DIRK PFEIFFER

**DIRK PFEIFFER** | Der Veterinärmediziner und Epidemiologe Dirk Pfeiffer ist Professor an der City University of Hong Kong. Seit 1999 ist er außerdem Professor für Veterinärepidemiologie am Royal Veterinary College (RVC), London, Großbritannien. Ein Schwerpunkt von Pfeiffers Forschung ist die politische und wissenschaftliche Umsetzung evidenzbasierter Veterinärmedizin, analytischer Epidemiologie sowie räumlicher und zeitlicher Analyse epidemiologischer Daten. Sein Team entwickelt Informationssysteme für Tiergesundheit, Computermodelle von Tierkrankheiten und ökologische Feldforschungsmethoden.

## Fleischverkauf an einem Straßenstand in Hong Kong

zu Mensch übertragbar war. Das ist heute anders.

### Welche Rolle spielen asiatische Essensmärkte dabei?

Es gibt fast überall in Asien, vor allem in Ost- und Südostasien, so genannte Wet Markets. Das sind große Markthallen, oft in den unteren Etagen von Hochhäusern in großen Städten. Dort wird alles Mögliche verkauft: Fleisch und Fisch, Früchte, aber auch lebende wilde und domestizierte Tiere. In den Märkten hat man also eine extreme Konzentration von Tieren und Menschen. Das bedeutet, dass dort regelmäßig verschiedene Arten von Viren eingebracht werden und auch etwas zirkulieren. Wenn der Zufall es dann will, wie jetzt bei Sars-CoV-2 geschehen, bringt so ein Markt einen Erreger hervor, der krank macht und von Mensch zu Mensch übertragbar ist.

### Ist mittlerweile bekannt, von welchem Wildtier Sars-CoV-2 stammt?



Gesichert ist das nicht. Aber ich denke, dass die Übertragung zwischen Fledermaus und Mensch stattgefunden hat, sehr wahrscheinlich mit wilden oder domestizierten Tieren als Zwischenwirt. Die Quelle liegt dort, wo die Viren gut zirkulieren können. Fledermäuse sind da ein spezieller Fall. Ihr Immunsystem ist so aufgestellt, dass sie gut mit Coronaviren zurechtzukommen und anscheinend sogar in der Lage sind, die Mutationsraten der Viren anzuregen. Das Coronavirus Mers ist wahrscheinlich auf der Arabischen

Halbinsel entstanden. Dort leben wilde Fledermäuse oft in Ställen, in denen Kamele gehalten werden, die wiederum die Infektionsquelle für Menschen sind. Auf den Wet Markets Asiens stehen nicht selten Käfige mit Fledermäusen herum, manchmal direkt neben gackernden Hühnern. Die Übertragung auf Tiere oder Menschen läuft dann tendenziell über die Fäkalien der Fledermäuse.

### Wo kommen die Fledermäuse auf den Märkten denn her?

Das ist leider eine Grauzone. In China gibt es Wildtierzüchter, die Fledermäuse in Käfigen großziehen, aber auch Wildtierjäger, die die Tiere fangen. Es gibt Hinweise darauf, dass manche Viehzüchter infolge der Verluste durch die afrikanische Schweinepest von Schweineproduktion auf Wildtiere umgestiegen sind. Aber wie gesagt, es werden auch andere Wildtiere auf diesen Märkten gehandelt, die ein Zwischenwirt gewesen sein können.

**Gibt es Hotspots, wo sich Viren entwickeln? Ist das eher in der Wildpopulation oder eher im Wet Market selbst, wo die Tiere und die Menschen sich so nahe kommen?**

Die beiden Voraussetzungen für einen Outbreak sind Übertragung und Mutation. Die Mutation entsteht dabei eher in der Wildnis als im Wet Market. Schließlich werden die Tiere vom Markt recht schnell geschlachtet und gegessen, so dass ein Virus dort nicht sehr lange zirkulieren kann. Es ist also wahrscheinlicher, dass Wildtiere immer wieder neue Variationen von potentiell zoonotischen Viren auf die Märkte mit-

bringen. Eine andere Möglichkeit ist, dass sich Mutationen auf Wildtierfarmen entwickeln, weil dort viele Tiere aus verschiedenen Ecken zusammenkommen und entsprechende Mutationen entstehen können.

**Gibt es andere Beispiele für Zoonosen, bei denen die Wet Markets eine Rolle spielen?**

Bei Influenza-Viren zum Beispiel. Die stammen von Wildgeflügel, vor allem von Wasservögeln. Da findet die Interaktion zwischen den wilden und den domestizierten Tieren üblicherweise in den Geflügelfarmen statt. Allerdings wird Geflügel in Asien auch über weite Strecken zu den Wet Markets transportiert, zum Beispiel aus Vietnam nach China, selbst wenn das illegal ist. Bei Influenza hat der Wet Market dann die Funktion, bereits vom wilden Tier übertragene Viren unter den domestizierten zu verbreiten. Und dann auf den Menschen.

**Warum ist es so schwierig, diese Ausbrüche zu verhindern?**

Das Problem ist, dass wir meist kein Warnsignal haben. Bei der Vogelgrippe



»Wenn ein Erreger eine Inkubationszeit von einer Woche hat oder sogar zwei, ist man immer zu spät dran«



H5N1 überleben zwar die Wildvögel, in denen das Virus entstanden ist, aber Legehennen sterben. Der Zwischenwirt wird also ein Warnsignal abgeben. Man ist dann jedoch darauf angewiesen, dass Farmer, Händler und Verkäufer mitteilen, wenn ihre Tiere auf einmal sterben. Gerüchte sind ein wichtiger Mechanismus für effektive Überwachung bezüglich neuer zoonotischer Erkrankungen. Das ist in vielen Regionen der Welt schwierig, weil die Betroffenen negative Konsequenzen für sich und ihren Betrieb befürchten.

Oft wird deshalb argumentiert, man brauche mehr Überwachung. Manche Kommentatoren schlagen vor, in den Märkten regelmäßig Proben nehmen zu lassen. Das wiederum würde viel Geld kosten. Deshalb macht es keiner. Es wäre auch wie die Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Obendrein gibt es Fälle wie das Influenza-Virus H7N9, bei dem nur der Mensch erkrankt, man also vor dem Ausbruch ohnehin kein Signal bekommt. Und das ist bei dem Coronavirus anscheinend genauso.

Und selbst wenn man ein Virus früh entdeckt: China hat das wahrscheinlich

beste Transportsystem der Welt, mit Schnellzügen, Autobahnen und Flügen zwischen immer mehr großen Städten. Die Dichte von Menschen in den Megastädten ist extrem hoch. Es gibt in diesem System riesige Menschenbewegungen, wie beim chinesischen Neujahrsfest, die man nicht verhindern kann. Wenn ein Erreger wie Sars-CoV-2 eine Inkubationszeit einer Woche hat oder sogar zwei, ist man immer zu spät dran, selbst wenn man ihn schnell entdeckt hat.

### **Was können wir dann tun?**

Prävention ist essenziell! Wir müssen an der Quelle ansetzen. Und das ist die Schnittstelle Wildtier, Wet Market und Mensch. Es geht darum, dass man die Kontaktpunkte versucht zu minimieren und Übertragungen vermeidet. Da gilt erst mal das Gleiche, was die WHO uns aktuell jeden Tag einhämmert: Hygiene und Abstand. Zum Beispiel, indem man die Regel einführt, dass Wildtiere in Wet Markets getrennt von anderen Tieren gehalten werden. Und dass nach dem Tagesgeschäft alles gut geputzt werden muss.

Es geht aber auch darum, die Nachfrage zu verringern. In Singapur gab es den

Wildtierhandel auf Märkten auch mal. Heute ist das vorbei, weil sich die Esskultur geändert hat. Im Bewusstsein der chinesischen Nation hat die chinesische traditionelle Medizin immer noch einen hohen Stellenwert. Die Nachfrage nach Wildtieren ist vom Glauben getrieben, dass deren Konsum Glück bringe oder Gesundheit. Durch Aufklärung muss man auch an dieser kulturellen Stellschraube langsam drehen.

Allerdings fehlt uns noch entscheidendes Wissen darüber, welche Stellschrauben die effektivsten sind. Es ist extrem schade, dass das Beweismaterial für den Ursprung von Sars-CoV-2 höchstwahrscheinlich in der Anfangsphase dieser Epidemie während der Säuberungsmaßnahmen in dem nun weltbekannten Fischmarkt in Wuhan zerstört worden ist. Da fehlte einfach die epidemiologische Kompetenz auf den unteren Ebenen des staatlichen Gesundheitssystems. Der offizielle Plan ist jetzt, Wildtiere in den Märkten zu untersagen. Aber wie soll man das durchsetzen? Nein, wir müssen wissen, wo das Virus herkam und wie die Verwertungsketten aussehen. Nur dann können wir gezielt die Schnittstellen angehen.

## **Warum wird das nicht längst erforscht?**

Epidemiologen und Virologen schießen sich in der Regel auf ein bestimmtes Pathogen ein. Es gibt Tuberkulose-Spezialisten, Influenza-Spezialisten, Coronavirus-Spezialisten und so weiter. In der Tiermedizin wird meist an Zoonosen gearbeitet, die vom domestizierten Tier kommen. Da geht es dann zum Beispiel um Tuberkulose oder Brucellose. Aus dieser Forschung stammt ein Großteil der Empfehlungen für die Lebensmittelhygiene. Und die meiste Forschung an Fledermäusen wird in Asien bisher aus Artenschutzperspektive betrieben. Es gibt aber inzwischen auch ein paar Fledermaus-Experten, die mit der Zoonosenperspektive arbeiten.

Um herauszufinden, wo man bei Zoonosen am besten interveniert, braucht es Teams, die die Pathogene in ihrem Gesamtkontext untersuchen, von der Quelle im Wildtier bis zum Konsumenten. Ob für solche Forschung Geld verfügbar ist, hängt bisher davon ab, ob gerade eine Katastrophe stattfand oder nicht. Nach H1N1 und nach Sars gab es für einige Jahre Geld, und dann war es

wieder vorbei. Hätte man nur einen Bruchteil des Geldes, das jetzt durch Sars-CoV-2 verloren geht, in die Forschung gesteckt, wüsste man schon wesentlich mehr über die Infektionswege und hätte es wahrscheinlich verhindern oder effektiver reagieren können.

## **Und jetzt während der aktuellen Krise?**

Jetzt gibt es natürlich wieder eine Menge Quellen für Forschungsgelder zum Thema zoonotische Viren, auch im Zusammenhang mit Wildtierhandel und Wet Markets. Wir haben ein Konsortium gegründet mit Partnern aus den USA und stellen gerade einen Antrag beim staatlichen Geldgeber MRC in England, um genau dieses Thema anzuschauen. Da geht es um die Wertketten, also die Frage, wer beim Wildtierhandel verdient und wie man effektiver intervenieren kann, auch unter Verwendung von sozialwissenschaftlichen Methoden.

Es geht bei dem Projekt aber auch um biologische und epidemiologische Aspekte, wie man es bei einem interdisziplinären Ansatz erwarten sollte. Aller-

dings ist nun wichtig, dass solche Projekte auf Dauer gestützt werden. Die Regierungen betroffener und noch nicht betroffener Staaten sollten jetzt interdisziplinäre Gruppen von Experten zusammenbringen, die rauskriegen, wo bei der Ausbreitung von Sars-CoV-2 die entscheidenden Schnittstellen liegen, so dass man epidemiologisch, ökonomisch und soziokulturell optimale Kompromisse bei der Implementierung von Kontrollmethoden treffen kann.

Gegenwärtig findet dies in betroffenen asiatischen Ländern leider nur selten statt, das heißt, es werden in erster Linie Entscheidungen auf der Basis von menschlichen Fallzahlen getroffen, anstatt die negativen Effekte der Kontrollmethoden auf die Wirtschaft und Gesellschaft in Betracht zu ziehen. Ich sage schon seit Beginn dieser Pandemie, als es noch eine Epidemie war: Leute, keine Panik, denn das wird uns nicht weiterhelfen. Wir werden da durchkommen. Doch es ist absolut essenziell, dass wir daraus lernen, denn der nächste Ausbruch einer neuartigen Zoonose könnte Potenzial für eine tatsächliche Katastrophe haben. ↩



FREISTETTERS FORMELWELT

# DIE COVID-19- GLEICHUNG

Eine Krise wie die durch ein Coronavirus ausgelöste Covid-19-Pandemie jagt uns Angst ein. Zu Recht, wie die Mathematik zeigt: Eine Seuche wächst viel schneller, als man glaubt.

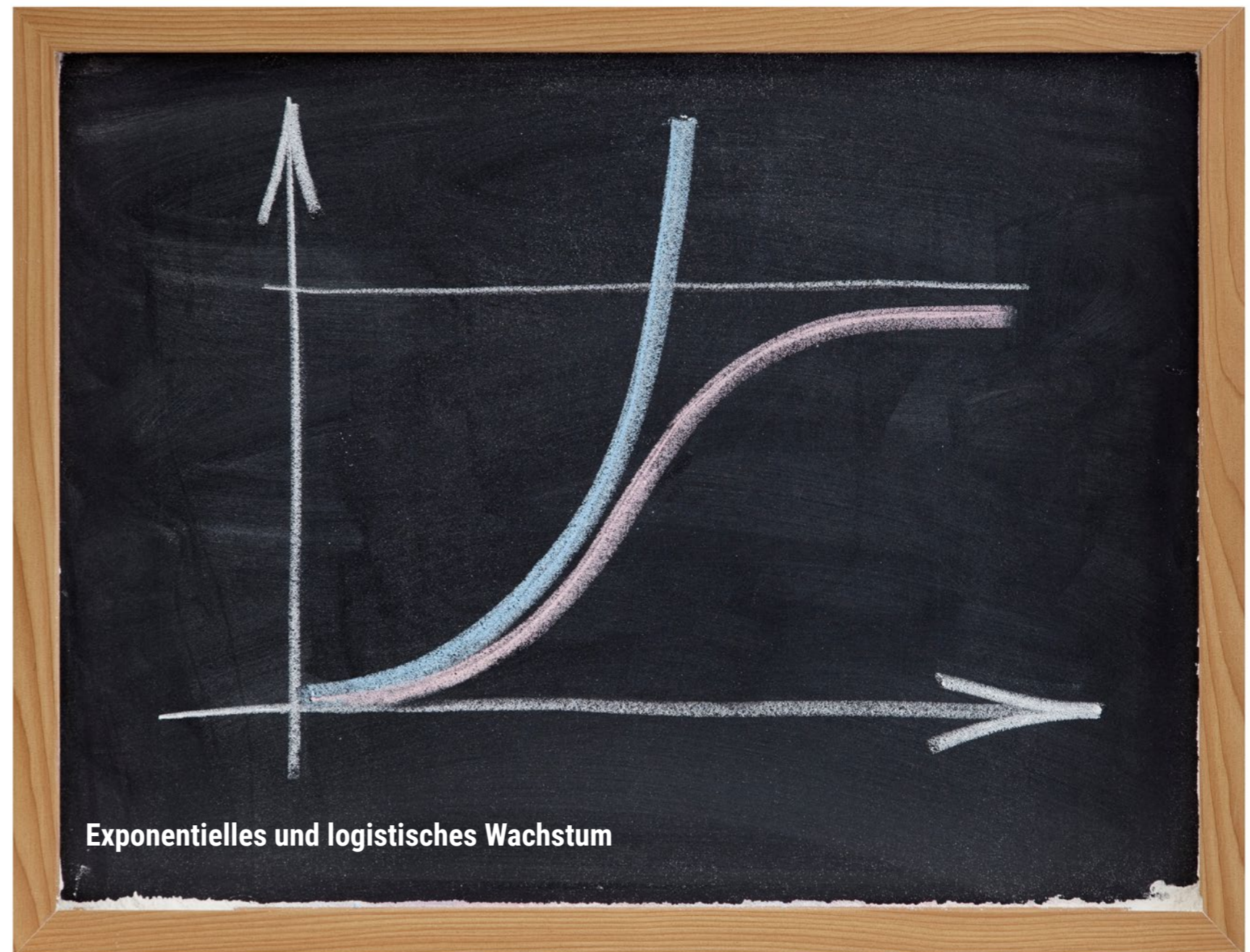
FRANZI SCHÄDEL / FLORIAN FREISTETTER / CC BY-SA 4.0

**D**ie Covid-19-Pandemie hat die Virologie zum Dauerthema in den Medien gemacht - aber auch die Mathematik. Das exponentielle Wachstum der Infektionsfälle nämlich ist, was die Situation so Besorgnis erregend macht: Die Anzahl der Infizierten verdoppelt sich immer nach dem gleichen Zeitraum.

Das sieht anfangs noch harmlos aus, führt aber erschreckend schnell zu ebenso erschreckend großen Zahlen. Deswegen trifft man Maßnahmen, um die Ausbreitung einzuschränken. Dadurch will man das exponentielle Wachstum bremsen und die ständig schnell ansteigende Kurve der Infektionsfälle in eine Form »biegen«, die durch eine andere Gleichung beschrieben wird:

$$f(x) = \frac{L}{1 + e^{-k(x-x_0)}}$$

Die Formel beschreibt eine der Möglichkeiten, die so genannte »Logistische Gleichung« zu definieren. Sie wurde vom belgischen Mathematiker Pierre-François



Verhulst entwickelt, der sich 1838 mit Modellen zum Bevölkerungswachstum beschäftigte. Zuvor hatte der britische Ökonom Thomas Malthus sein berühmtes »Bevölkerungsgesetz« aufgestellt,

laut dem die Zahl der Menschen exponentiell wachse, was früher oder später zu einer Katastrophe führen müsse. Verhulst ergänzte jedoch das Modell von Malthus. Er fügte mathematische Terme

hinzu, die diverse wachstumshemmende Faktoren beschreiben können.

Im Fall eines Virus wie Covid-19 ist das Wachstum anfangs tatsächlich exponentiell. Es ist aber auch klar, dass es nicht ewig weitergehen kann. Irgendwann fehlen dem Virus die Ressourcen, das heißt: Menschen, die infiziert werden können. Dann steigen die Fallzahlen nur noch linear an, noch später kommt das Wachstum komplett zum Stillstand. Genau das beschreibt die logistische Gleichung. Bezeichnet  $x$  die Zeit, dann endet zum Zeitpunkt  $x_0$  das exponentielle Wachstum.  $L$  gibt den Maximalwert an, der von der Kurve erreicht werden kann (die Zahl  $e$  in der Formel ist die Eulersche Zahl, und  $k$  ein Wachstumsfaktor, der angibt, wie steil die Kurve ansteigt).

Darauf zu warten, bis das Virus sich in der Bevölkerung so weit ausgebreitet hat, dass es keine neuen Menschen für eine Infektion mehr findet, wäre allerdings für uns der unangenehmste Ausgang der Pandemie. Deswegen haben auch so viele Länder auf den ersten Blick sehr harte Maßnahmen getroffen, um die Kontakte zwischen Menschen einzuschränken. Ziel ist es, den Wendepunkt  $x_0$  so früh

wie möglich zu erreichen, bevor die Zahl der infizierten Menschen das Gesundheitssystem zum kollabieren bringt.

Gerade in einer Situation wie der aktuellen Pandemie ist die Mathematik von besonderem Wert. Sie sagt uns einerseits, womit wir zu rechnen haben, und andererseits, welche Maßnahmen getroffen werden sollten. Sie liefert uns aber auch einen notwendigen emotionsfreien Blick auf die Lage. Wir Menschen sind nicht gut darin, das exponentielle Wachstum intuitiv zu verstehen. Das anfängliche langsame Ansteigen der Fälle kann uns in trügerischer Sicherheit wiegen und uns glauben machen, wir müssten (noch) nichts unternehmen.

Aber wenn erst einmal eine große Anzahl an Menschen infiziert ist, ist es eigentlich schon zu spät. Je früher man entsprechende Maßnahmen trifft, desto eher kann man etwas erreichen. Die Mathematik ist klar. Wir sollten ausnahmsweise wirklich auf sie hören und uns nicht auf unser Bauchgefühl verlassen. ↩



**Spektrum** 01.20  
**GESCHICHTE**

Spektrum SPEZIAL  
»Archäologie Geschichte Kultur« wird jetzt zu  
Spektrum GESCHICHTE

ARCHÄOLOGIE IN DEUTSCHLAND  
**Unsere geheimnisvollsten Stätten**

HABSBURGER | Ihre Macht beruhte auf einer Fälschung  
HERCULANEUM | Neue Technik enthüllt verkohlte Papyrustexte  
KONQUISTA | Dank einer Frau eroberte Cortés das Aztekenreich

5,90 € (D/M/A) | ISSN 1650-5781 | 103347  
WWW.SPEKTRUM.DE

Von der Menschwerdung bis in die Neuzeit –  
**Spektrum GESCHICHTE** berichtet über die großen und kleinen Episoden der Vergangenheit und zeigt, wie Archäologen und Historiker die ungelösten Rätsel unserer Menschheitsgeschichte entschlüsseln.

**JETZT BESTELLEN!**

# Spektrum DIE WOCHE



Spektrum  
der Wissenschaft  
**DIE WOCHE**

NR **11**  
12.09.  
2020

- > NASA verkündet Namen des nächsten Mars-Rovers
- > »Jesusgrabstein« zierte wohl eher Tyrannengrab
- > Lieber hocken statt sitzen

TITELTHEMA: ERNEUERBARE ENERGIEN

## Wohin mit den Flügeln alter Windräder?

Droht der Windkraftbranche ein massives Müllproblem, wenn Anlagen veralten? Experten winken ab: Sie testen gerade, wie sich alte Rotoren wiederverwerten lassen.

**HANDELSVERBOT IN CHINA**  
Neue Chance für bedrohte wilde Tiere

**PLANETENFORSCHUNG**  
Uranus und Neptun, zwei attraktive Reiseziele

**FRAUENGESUNDHEIT**  
Die Medizin muss weiblicher werden

Mit ausgewählten Inhalten aus **nature**

Das wöchentliche Wissenschaftsmagazin

# IM ABO!

Als Kombipaket mit App und PDF

Mit News, Hintergründen, Kommentaren und Bildern aus der Forschung sowie exklusiven Artikeln aus »nature«. **Nur 0,92 € pro Ausgabe** (monatlich kündbar), für Schüler, Studenten und Abonnenten unserer anderen Magazine sogar nur 0,69 €.

Jetzt bestellen!