

PL
UR
S
OS
M
E



Die Entdeckung der kleinsten,
hinterhältigsten und überraschendsten
Kreaturen im Universum

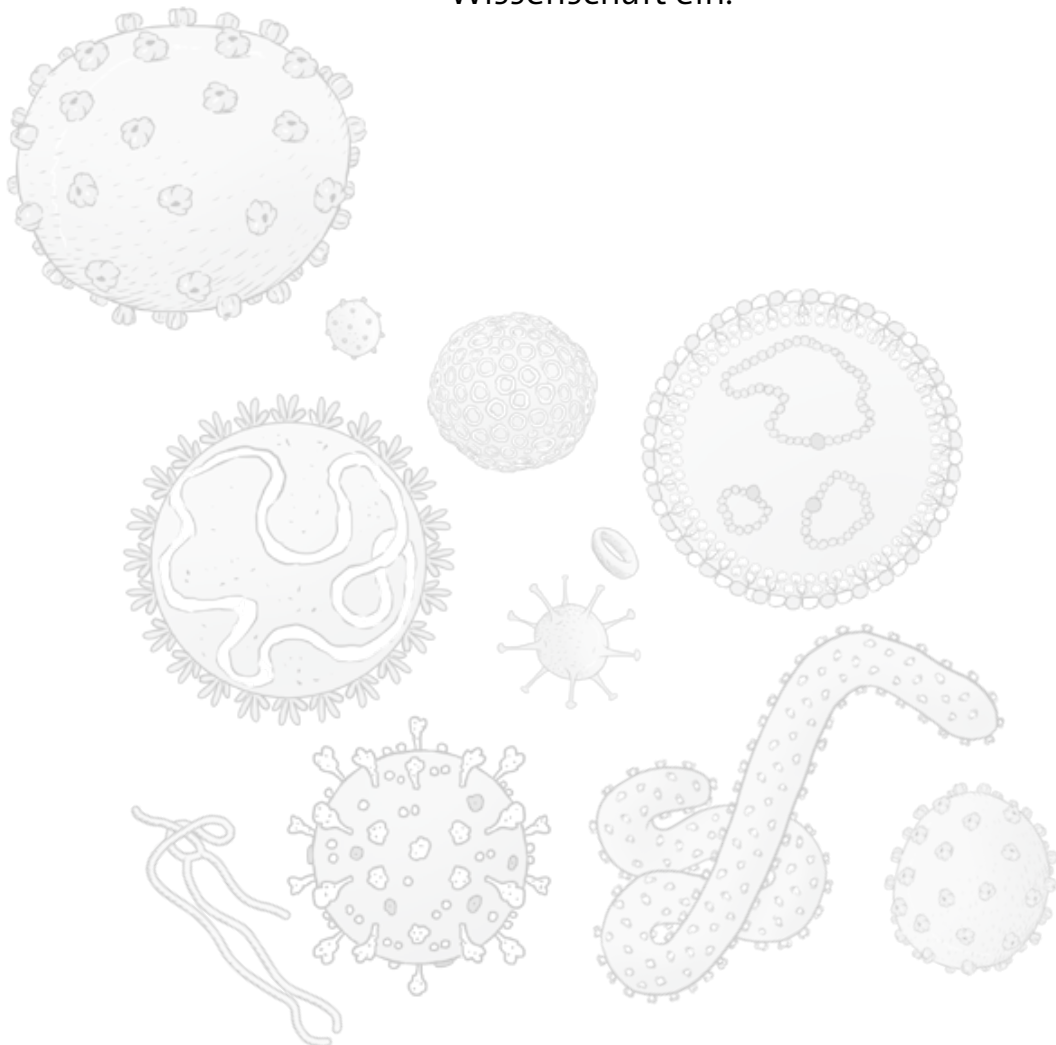
Carl-Auer





Ilaria Capua, italienische Virologin, Autorin und ehemalige Politikerin, ist bekannt für ihre Studien zu Influenzaviren, insbesondere die Krankheitsübertragung durch Vögel und das aktuelle SARS-CoV-2. Derzeit ist sie Direktorin des One Health Center of Excellence der University of Florida.

Ilaria Capua hat bereits über 220 Artikel in Fachzeitschriften publiziert und zudem wissenschaftliche Bücher über die Vogelgrippe und die Newcastle-Krankheit veröffentlicht. Sie ist aktiv im Bereich der Wissenschaftskommunikation und setzt sich für die Förderung weiblicher Führungskräfte in der Wissenschaft ein.



WAS SIND VIREN?

Zurzeit wird überall von Viren gesprochen: im Fernsehen, im Internet, auf der Straße. Seit die vom neuen Coronavirus verursachte Pandemie explodiert ist, scheinen die Leute nur noch ein Thema zu haben. Das ist verständlich. Aber was genau ist ein Virus? Die erste Antwort, die mir in den Sinn kommt, wird dich vielleicht erstaunen: Für mich sind Viren faszinierende Kreaturen, die aber oft einen Haufen Ärger bringen. In Latein bedeutet *virus* Gift. Und tatsächlich können Viren ähnliche Wirkungen erzeugen, auch wenn sie nicht giftig sind.

Beginnen wir damit, dass Viren ganz klein sind: Auf der Spitze einer Stecknadel können Tausende Platz finden. Um sie sehen zu können, reicht kein einfaches Mikroskop. Man braucht ein Elektronenmikroskop, ein Gerät, das den Raum eines ganzen Zimmers beansprucht und in der Lage ist, die Dinge mehrere hunderttausendmal zu vergrößern. Ich gebe dir ein Beispiel, damit du dir die Wirkung besser vorstellen kannst. Im Elektronenmikroskop kann eine Linse so groß wie ein 50m-Schwimmbecken erscheinen!

Aber woraus bestehen Viren?

Beginnen wir bei ihrem Aussehen.

Sie sind, das ist wichtig, nicht alle gleich. Sie haben untereinander nicht so ähnliche Strukturen und Eigenschaften wie wir Menschen. Im Gegenteil, oft ähneln sie sich überhaupt nicht.

Sie besitzen eine außerordentliche Vielfalt unterschiedlicher Formen, und es gibt – in der Dimension von **Nanometern**, das heißt, Teilen, tausendmal kleiner als ein Millimeter, und immer im Verhältnis zueinander betrachtet – ganz große und ganz kleine. Einige sehen aus wie Spiegeleier, andere erinnern an verkochte Spaghetti, wieder andere haben die Form von Kichererbsen, und noch andere ähneln runden Keksen.

Was sie aber verbindet, ist eine ganz wichtige Eigenschaft: Es sind **obligate Parasiten**, das heißt, sie können nicht lange Zeit außerhalb eines lebenden Organismus überleben. Sie nisten sich in den Zellen anderer ein und nutzen sie, um sich zu vervielfältigen. Deswegen werden sie intrazelluläre Parasiten genannt. Mit ihrem Genom (das heißt, der Gesamtheit ihrer Gene) geben sie Anweisungen an den „Motor“ der Gastzelle, und dieser produziert, wie es das Betriebssystem eines Computers machen würde, mehr oder weniger automatisch die virale Nachkommenschaft beziehungsweise **die Kinder des Virus**.

Die Viren schleichen sich also in die Zellen des Wirts, die wir mit den Maschinen einer Fabrik vergleichen können, und beginnen deren Mechanismen auszunutzen. Das Problem ist, dass die Zelle, wenn sie sich dem Virus zur Verfügung stellt und seine Anweisungen ausführt, leiden kann. Und während sie Hunderttausende von Virusteilchen freisetzt, kann sie schließlich sterben. In der Zwischenzeit infiziert dieses Heer von Viren seinerseits andere Zellen. Und wenn viele Zellen sich infizieren und leiden, dann wird der Organismus krank.

Viren können fast jedes lebende Wesen infizieren, und an erster Stelle die Menschen. Die Pocken, zum Beispiel, haben für

die Menschheit über Jahrhunderte eine verheerende Wirkung gehabt und Millionen menschliche Wesen getötet und entstellt. HIV, Tollwut, Ebola stellen eine dauerhafte Bedrohung dar. Sie liegen auf der Lauer und warten auf die Gelegenheit, um hervorzukommen und Schaden anzurichten.

Viren treffen die Tiere – von Hunden zu Katzen, von Fröschen zu Fledermäusen, von Schmetterlingen zu Garnelen –, aber auch Pflanzen. Es gibt Virusinfektionen, die können ganze Plantagen von Zitrusfrüchten, Tomaten und Gurken zerstören. Ganz zu schweigen von den Pilzen: Viren infizieren auch sie, und sie verschmähen nicht einmal die **Bakterien**. Das sind Mikroorganismen, die mit nacktem Auge nicht gesehen werden können, aber viel größer sind als Viren.

Viren sind also obligate Parasiten, oft zu fürchten, gefährlich und unberechenbar. Aber zum Glück verfügen wir über die Waffen der Wissenschaft, um uns zu verteidigen. Ich spreche vor allem von der Vorbeugung und der Therapie. Es gibt nur ein Virus, gegen das Wissenschaft nur wenig tun kann: die Ignoranz.

Bereiten wir uns erst einmal auf unsere unglaubliche Reise in die Welt der Viren vor und lernen wir sie kennen!



VIREN UND BAKTERIEN

Bakterien sind **einzellige Mikroorganismen**, das heißt, sie bestehen aus einer einzigen Zelle. Wie Viren können sie verschiedene Formen haben – rundlich, Stäbchen, Spiralen – und in einigen Fällen sind sie verantwortlich für die Krankheiten von Menschen, Tieren und Pflanzen. Zu den schwersten und schädigendsten Krankheiten, die von Bakterien ausgelöst werden, gehören die Lepra, die Beulenpest und die Cholera. Die überwiegende Mehrheit der Bakterien und Viren verursacht aber keine Krankheiten.

Die Viren, die Bakterien infizieren, werden Bakteriophagen oder **Phagen** genannt; wörtlich übersetzt heißt das „Bakterienfresser“. Die Phagen vollenden ihren Lebenszyklus, indem sie sich in einzelligen Organismen wie Bakterien vervielfachen. Durchs Mikroskop betrachtet sehen sie ziemlich komisch aus: Sie haben die Form einer Stecknadel, mit einem dicken Kopf und langen Anhängen, ähnlich wie Beine. Sie erinnern an die speziellen Sonden, die zur Landung auf dem Mond gebraucht werden (schau dir ein Bild im Internet an, wenn du nicht weißt, wie sie gebaut sind).

Die Welt der Phagen ist noch in weiten Teilen unbekannt, aber in Zukunft könnte es sich als sehr nützlich für die Menschheit erweisen, sie zu kennen. Und tatsächlich suchen gerade Forscher eine Methode, sie zum Stoppen von Krankheiten, die durch Bakterien verursacht sind, zu nutzen.

VIREN REISEN





WEST-NIL-FIEBER

Im Sommer 1999 geschah etwas Beunruhigendes in New York. Es regnete Krähen und Amseln vom Himmel. Sie fielen auf die Erde, auf der Stelle tot, als ob sie im Flug ganz plötzlich von einem Schuss getroffen worden wären. Sie fielen wie Blei. Sie lagen unbewegt auf der Straße und dem Fußweg, zwischen den Passanten, die über sie hinwegstiegen, ohne sich darüber zu viele Gedanken zu machen.

Ich muss zugeben, dass es für einen New Yorker nicht selten ist, einen Vogel vom Himmel fallen zu sehen. Es geschieht stets wegen der Wolkenkratzer, die als tödliche Fallen für die Schwärme von Zugvögeln wirken. Nach langen Flugstrecken suchen die Vögel einen Ort, um am Abend auszuruhen, und unvermeidlich wenden sie sich schließlich Richtung Stadt, die mit ihren tausend Lichtern eine unwiderstehliche Verlockung darstellt. Die Falle schnappt beim Morgengrauen zu, wenn die Vögel sich auf der Suche nach Nahrung zum Flug erheben. Während sie zwischen den Gebäuden dahingleiten, sorgen die großen Glasoberflächen für Spiele des Lichts. Die Vögel unterscheiden die Reflexe nicht von der Realität, sie sehen nicht die Hindernisse aus Glas, und oft verenden sie, wenn sie dagegen fliegen. Man schätzt, dass jedes Jahr Hunderttausende von ihnen aus diesem Grund sterben. Das Massensterben der Vögel im Sommer 1999 aber war wirklich beeindruckend. Doch außer den Passanten fanden nicht einmal die Gesundheitsbehörden die Angelegenheit sonderlich alarmierend.

DAS RÄTSEL DER SCHWARZEN KRÄHEN

Die Erste, die verstand, dass etwas Ungewöhnliches geschah, war Tracey McNamara, Tierärztin im Dienst des Zoos der Bronx, einem sehr weiten Park, der mehr als 6000 Tierarten beherbergt. McNamara war Anatomin, die sich mit Fragen der Pathologie beschäftigte.

Ihre Aufgabe war es, die Todesfälle der Zootiere zu untersuchen, um zu verstehen, ob es natürliche Tode waren oder diese aufgrund irgendeiner Krankheit erfolgten. In diesem Moment waren es nun aber nicht ihre Tiere, wie, zum Beispiel, die Tiger, die Flamingos und die Elefanten, die ihre Aufmerksamkeit weckten, sondern die kleinen schwarzen Körper, welche die Erde in der Umgebung des Parks wie Punkte bedeckten. Es waren, mit wenigen Ausnahmen, Rabenvögel: eine verdächtige Übereinstimmung. Natürlich wusste Frau McNamara als gute New Yorkerin, dass diese Krähen an Hochhäusern zu Tode gekommen sein konnten. So wie sie als gute Tierärztin wusste, dass Vögel zarte Tiere sind, empfindlich gegenüber bruschem klimatischem Wandel, den kalten Temperaturen des Winters. Doch das Klima war mild in jener Periode, und die Temperaturen rechtfertigten nicht alle diese Toten. Und dann: Wieso waren gewissermaßen nur Krähen betroffen? **Man konnte nicht ausschließen, dass die Ursache ein Virus ist**, und das wäre ein ziemlich großes Problem für McNamara gewesen, denn auch die Tiere des Zoos hätten krank werden können.

Dann, Anfang September, bewahrheitete sich genau das, was die Tierärztin befürchtete: Drei Flamingos des Zoos starben un-

vorhergesehen, danach ein Fasan, ein Adler und ein Kormoran. Frau McNamara führte sofort Autopsien ihrer Körper durch und fand heraus, dass alle Opfer Schädigungen des Gehirns aufwiesen. Diese Indizien beseitigten auch die letzten Zweifel: Es war ziemlich sicher, dass die vier Tiere von einem Virus oder einem anderen **Krankheitserreger** befallen waren. Nun begannen die Untersuchungen, um herauszufinden, um was es sich handeln könnte. McNamara schickte Gewebeproben an verschiedene staatliche Laboratorien, die Tests durchführten, mit denen man die bekanntesten und am weitesten verbreiteten Viren bestimmen kann, aber jedes Mal war das Ergebnis negativ und das Rätsel wurde undurchdringlicher.

In der Zwischenzeit gab es in der Stadt einen anderen Alarm. Diesmal betraf es Menschen: An einem einzigen Wochenende erkrankten acht Personen an Enzephalitis, einer schweren Entzündung des Gehirns. Es war eine beunruhigende Nachricht, angesichts der Tatsache, dass normalerweise im Laufe eines ganzen Jahres nicht mehr als zehn Fälle der atypischen Enzephalitis auftraten. **Erneut konnte es sich nicht um einen Zufall handeln.** Es wurden auch bei den menschlichen Patienten verschiedene Tests durchgeführt, die zu keinem sicheren Ergebnis führten. Und während sich die Forscher den Kopf zerbrachen, ohne Antworten zu finden, stiegen die Fälle der Enzephalitis weiter an, und das Massensterben der Vögel hörte nicht auf.

Frau McNamara dachte intuitiv, dass es zwischen diesen beiden Phänomenen eine Verbindung geben könnte, vielleicht sogar eine gemeinsame Ursache. Sie verlangte neue Tests, auch auf Viren, die weniger verbreitet sind. Und die Antwort war erschüt-

ternd: Nicht nur war das Virus, das Menschen und Vögel getroffen hatte, dasselbe, sondern sein Name war West-Nil-Virus.

PATHOGENE UND APATHOGENE MIKROORGANISMEN



Wenn Viren und Bakterien die Zellen eines Wirtsorganismus infizieren, können sie Krankheiten auslösen. In diesem Fall klassifizieren die Wissenschaftler sie als **pathogene** Mikroorganismen. Ein großer Teil der Viren und Bakterien lebt aber mit dem Wirtsorganismus zusammen, ohne ihm irgendein offensichtliches Problem zu bescheren, ja, im Gegenteil, sehr oft sind sie nützlich für dessen Überleben. Zum Beispiel ist eine Menge von Bakterien, die in unserem Darm leben, ganz wichtig für unser Wohlergehen; sie werden mikrobielle Darmflora genannt. Die Mikroorganismen, die nicht für Krankheiten verantwortlich sind, wie diese und andere, werden als **apathogen** klassifiziert.

DAS VIRUS, DAS AUS DER FERNE KAM

Das Staunen der Forscher war verständlich: Bis zu diesem Moment hatte es nie Fälle von West-Nil-Fieber in den USA gegeben. Im Gegenteil: In der westlichen Hemisphäre galt die *West-Nile-Disease* als eine „exotische“ Krankheit, die vor allem die afrikanischen Länder betraf. Das Virus war in der Tat zum ersten Mal 1937 in Uganda **isoliert** worden, in einer als „West-Nil“ beschriebenen Zone. Die Forscher damals hatten herausgefunden,

dass sich sowohl Menschen als auch Vögel infizieren können, aber nach den ersten Berichten gab es für Jahre keine Nachrichten mehr davon. In der Folge kam es zu kleinen Epidemien in einigen afrikanischen und in anderen Ländern des Mittelmeerraums, aber im Allgemeinen stand das West-Nil-Virus nicht oben auf der Liste der Sorgen der Virologen. Vor allem schien es unwahrscheinlich, dass das Virus den Atlantischen Ozean überqueren und in Amerika an Land gehen könnte. Wie kam es also nach New York?



WAS BEDEUTET, EIN VIRUS ISOLIEREN?

Ein Virus zu isolieren bedeutet, wie das Wort nahelegt: es vom Organismus, in dem es bewirbt ist, „zu trennen“. Gewöhnlich macht man das, um das Virus dazu zu bringen, sich im Labor zu replizieren, um es so untersuchen zu können.

Um ein Virus zu isolieren, braucht man von einem infizierten Subjekt eine **Probe**: Blut, Gewebe oder Speichel (oder Blätter und Pflanzensaft im Falle von Pflanzenviren). Mit einem komplizierten Verfahren beseitigen die Forscher unnützes Material, das in der Probe enthalten ist, wie, zum Beispiel, die Zellen des Wirtsorganismus und möglicherweise Bakterien. Danach **inokulieren** sie (das heißt, sie führen es ein) das restliche Material in eine Gruppe eigens dafür vorbereiteter Zellen, damit das Virus sich reproduzieren und untersucht werden kann. Eine Falle, die nicht schlecht ist, oder?

Außer dieser Methode existieren andere Mittel, um eine Viruskrankheit zu bestimmen, wie zum Beispiel **molekulare Tests**. Diese Tests suchen direkt nach dem Virusgenom in den Proben, die von den infizierten Subjekten entnommen wurden. Sie funktionieren wie Sonden, ähnlich wie Magneten, die in der Lage sind, das innere Genom herauszuziehen.

Dann gibt es noch die **Antigentests**, die stattdessen die Antigene der Viren – das bedeutet, ihre äußersten Teile – erfassen.

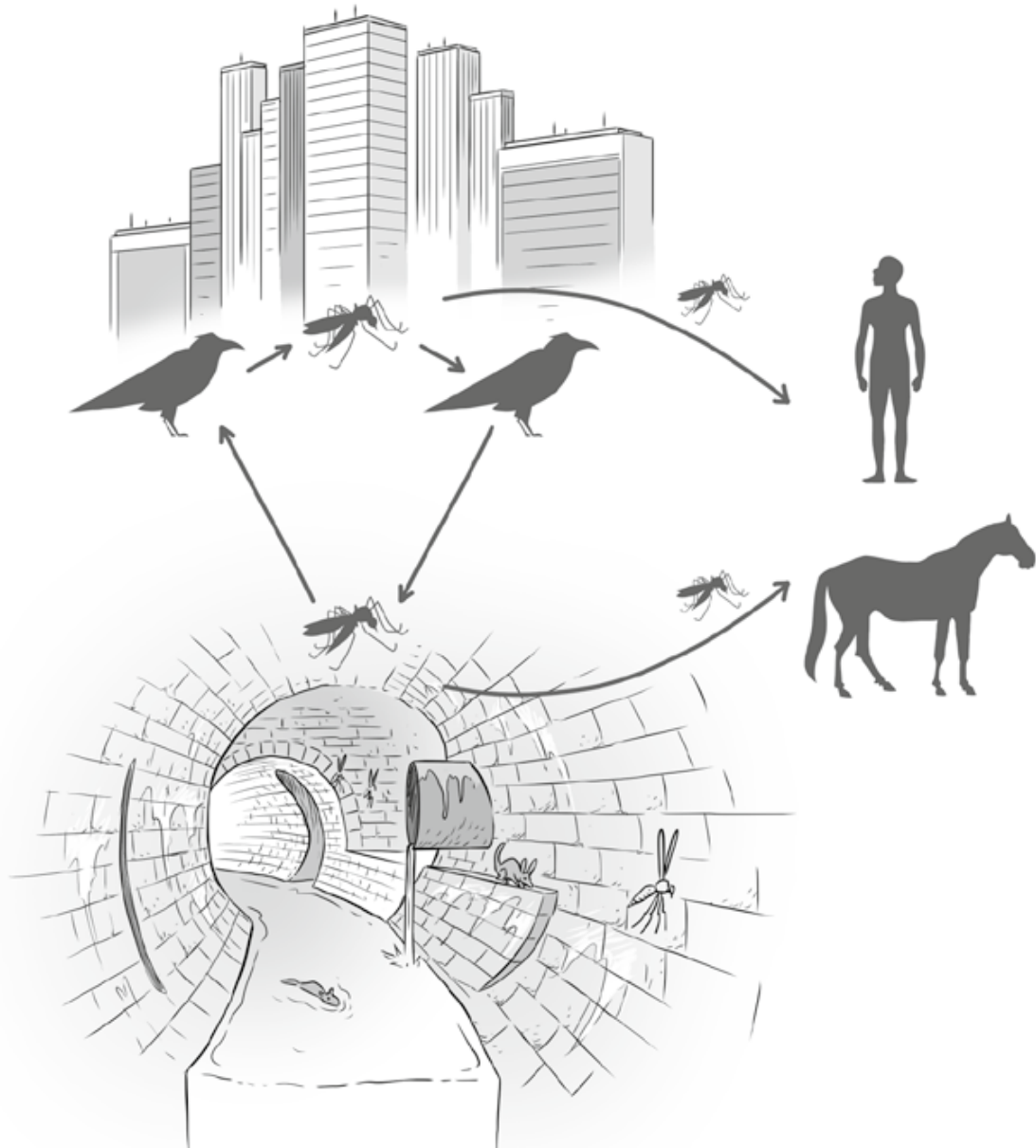
VIRUS-DETEKTIVE

Um hoffen zu können, den Ausbruch einer Epidemie zu verhindern, ist es wichtig herauszufinden, wo die Viren ihren Ursprung haben. Und dieses Mal hatten die Forscher einen Weg, denn sie wussten, dass das West-Nil-Virus, wie viele andere, **von Stechmücken übertragen** wird. Daher war es denkbar, dass Larven infizierter Stechmücken von einem anderen Kontinent eingeschleppt worden waren. Nach der Suche in verschiedene Richtungen wies der Verdacht auf einige Handelsschiffe hin, die von einer Küste des Ozeans zur anderen fuhren; und speziell auf jene, die alte Reifen zur Wiederaufarbeitung über den Atlantik transportierten.

Für den Transport von Waren mit dem Schiff gibt es strenge Regeln, gerade um zu verhindern, dass infizierte Stechmücken von einem Land zum anderen reisen: Regeln wie jene, jede Ansammlung von stehendem Wasser oder Regenwasser in den unterschiedlichen Teilen der Schiffe zu vermeiden, in den Verpackungen und jedem Behälter. Aber habt ihr schon mal versucht, eine Plane, in der das Wasser steht, zu entleeren? Es ist fast unmöglich, weil an der tiefsten Stelle immer irgendein Rest übrigbleibt. So war es auch bei den Reifen, die, nachdem sie aufgearbeitet worden waren, oft im Regen gelassen wurden und sich zu Sammelbecken für die Larven von Stechmücken verwandelt hatten.

Bald aber eröffnete sich noch eine andere Spur für die Forscher: Das Virus konnte auch mit einer infizierten Person aus einem anderen Teil der Welt eingereist sein, wahrscheinlich mit dem Flugzeug.

Kurzum, die Forscher und die Gesundheitsbehörden wurden sich dessen bewusst, dass das West-Nil-Virus mehr als eine Gelegenheit hatte, sich unbemerkt von einem Teil des Planeten zum anderen zu bewegen und sich zu verbreiten.



Das West-Nil-Virus in New York: der Zyklus der Übertragung.

„Es war sehr anregend, dieses Buch zu übersetzen. Es macht Lust, Virologe zu werden. Ich habe jedenfalls viel gelernt, von dem ich gar nicht wusste, dass ich es nicht weiß. Sicher nicht nur für Jugendliche, sondern auch für Erwachsene erhellend – gerade in diesen Zeiten (wenn man nicht schon Virologe ist).“

Prof. Dr. med. Fritz B. Simon



Ilaria Capua

**Die geheimnisvolle Reise
der Viren**

Die Entdeckung der kleinsten,
hinterhältigsten und überraschendsten
Kreaturen im
Universum

171 Seiten, Kt, 2021

Format: 14 x 21 cm

€ (D) 18,-/€ (A) 18,50

ISBN 978-3-8497-0406-3

ab 11 Jahren



Carl-Auer Verlag

Vangerowstraße 14 · 69115 Heidelberg

Telefon: +49 6221 6438-0

Telefax: +49 6221 6438-22