

Verbreitung des Zika-Virus: Sticht eine Mücke einen infizierten Menschen, wird sie zum Überträger. In der Mücke vermehrt sich das Virus – und beim nächsten Stich gibt sie die infektiöse Fracht weiter.

Sind Seuchen besiegbar?

Schweinegrippe, SARS, Vogelgrippe, EHEC:

Wie Wissenschaftler daran arbeiten, Epidemien zu verhindern

von Markus Feigl

Welchem Tier möchten Sie in der freien Wildbahn niemals begegnen? Einem Krokodil? Einem Elefanten? Oder einem Puma? All diese Kreaturen sind statistisch gesehen harmlos – angesichts der Gefahr, die von Stechmücken ausgeht.

Sie töten weltweit jedes Jahr etwa 725 000 Menschen. 60 Prozent davon sterben durch eine Malaria-Infektion. Selbst auf den folgenden Plätzen der tödlichsten Tiere stehen weder Bären noch Haie, sondern Süßwasserschnecken. Sie übertragen die Wurmerkrankung Schistosomiasis, je nach Quelle mit bis zu 200 000 Toten im Jahr. Auch Hunde sind in den Top 5, da sie Tollwut übertragen können. Etwa 60 000 Menschen sterben jährlich daran. Zum Vergleich: Haie töten im gleichen Zeitraum weltweit weniger als zehn Menschen. Es sterben also weniger Menschen an Verletzungen, die ihnen Tiere zufügen, als an Krankheitserregern, die diese übertragen.

15 Millionen Menschen erliegen jährlich weltweit einer Infektionskrankheit. In den ärmsten Teilen der Welt ist das die zweithäufigste Todesursache nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Die Betroffenen sterben vor allem an Lungenentzündungen, Durchfallerkrankungen, Aids, Tuberkulose oder Malaria.

Vieles hat der Mensch in der Hand

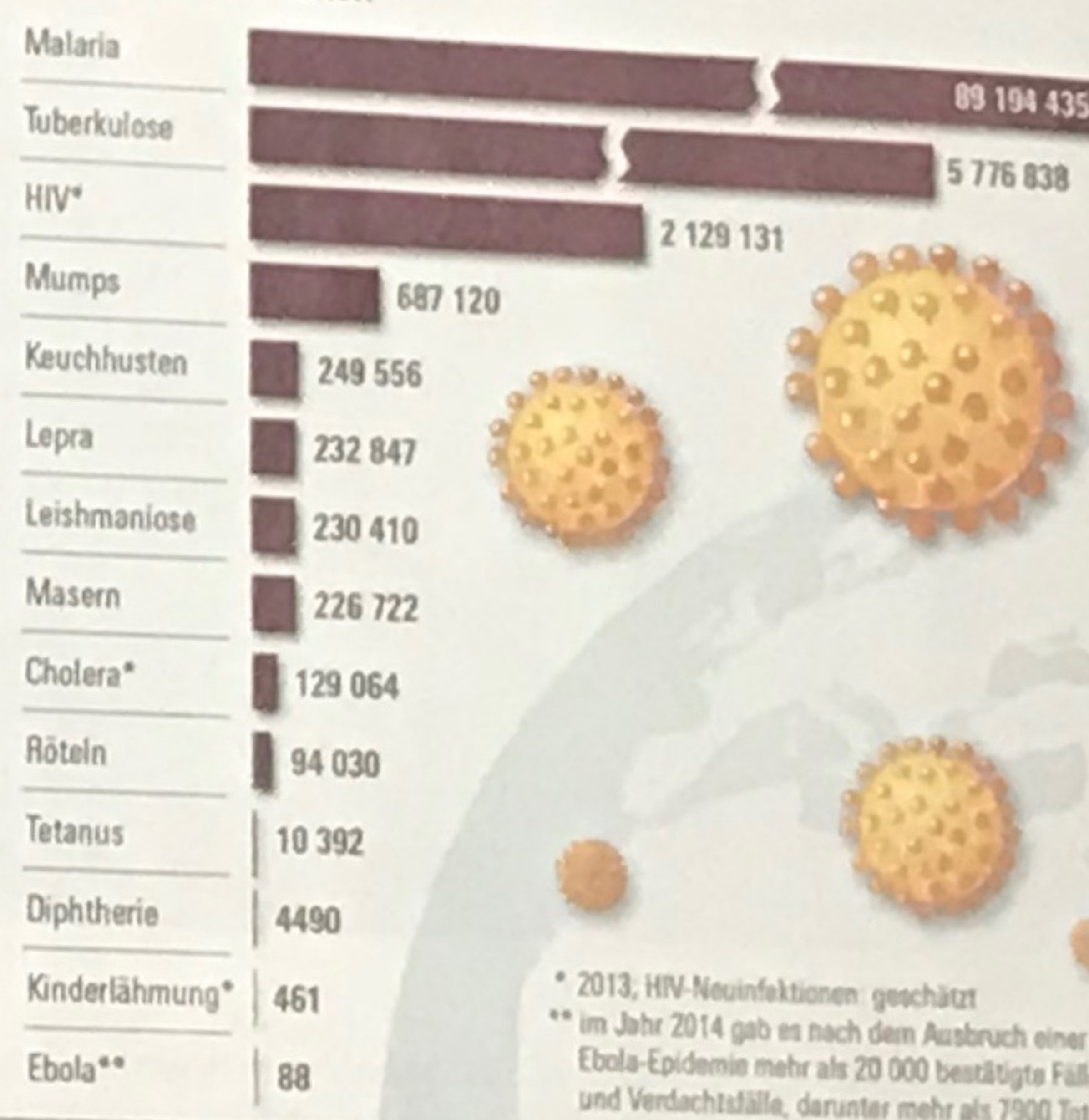
Doch auch in Europa brechen immer wieder Epidemien aus, die Mediziner vor neue Herausforderungen stellen – etwa die Vogelgrippe oder die Infektion durch den Erreger EHEC (Enterohämorrhagische Escherichia coli). Woher kommen diese Krankheiten? Gibt es Impfstoffe? Und muss sich Europa in Zukunft vor einer großen Epidemie mit vielen Todesopfern fürchten?

Kompakt

- ▶ Viren entwickeln sich ständig weiter, was den Kampf gegen sie erschwert.
- ▶ Durch den Klimawandel kommen vermehrt neue Erreger nach Europa.
- ▶ Forscher befürchten, dass das Influenza-Virus ein großes Potenzial hat, in Europa eine Epidemie auszulösen.

Infektionskrankheiten weltweit

Zahl der im Jahr 2012 gemeldeten Fälle ausgewählter Infektionskrankheiten



Infektionen werden durch Bakterien, Viren, Pilze oder Parasiten verursacht. Je höher also die Hygienestandards in einem Land sind, desto weniger Infektionskrankheiten treten dort auf. Zu menschlichen Vogelgrippe-Erkrankungen wäre es nie gekommen, würden asiatische Geflügelzüchter nicht so eng mit ihren Tieren zusammenleben.

Jedes Jahr sterben Millionen von Kindern an Durchfällen, ausgelöst durch die unsaubere Trennung von Abwasser und Trinkwasser. Und auch der Medina-Wurm, der die Bevölkerung in Südostasien und Afrika mit Dracunculose infiziert, könnte leicht verschwinden, wenn man das Trinkwasser filtern würde.

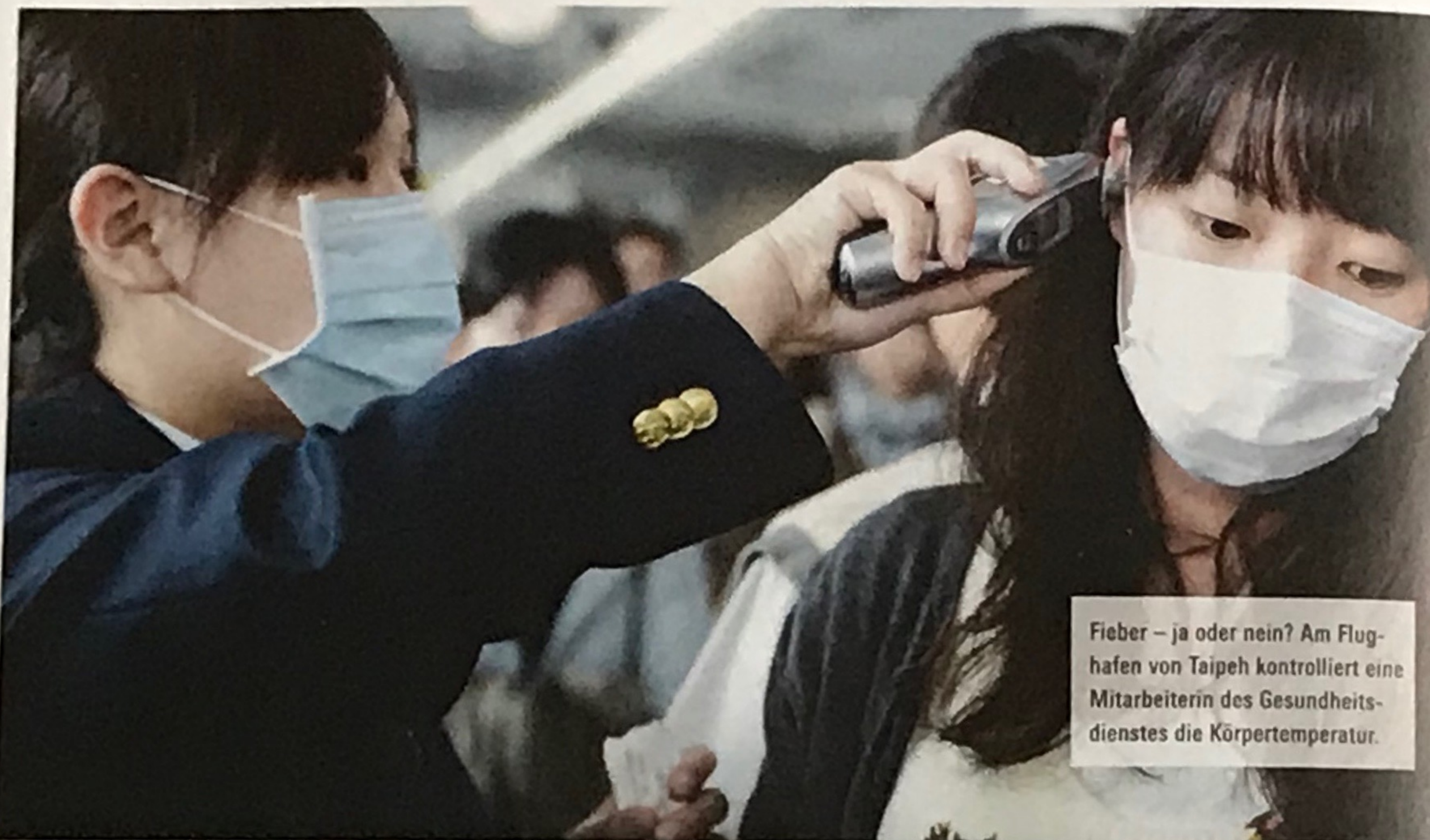
Durch Impfstoffe und neue Antibiotika wurden viele Krankheiten ausgerottet oder zumindest stark eingedämmt – etwa Gelbfieber und Masern. Dass dennoch immer wieder Epidemien ausbrechen, liegt an den Menschen selbst: „Wir greifen in Ökosysteme ein und besiedeln Gebiete, in denen wir nichts verloren haben. Außerdem fehlt in Krisengebieten oft der politische Wille oder die Möglichkeit, auf

Krankheiten richtig zu reagieren“, sagt Herwig Kollaritsch, Professor für Tropenmedizin am Zentrum für Reisemedizin und Impfungen in Wien. Und auch die Globalisierung spielt bei der Entwicklung von Epidemien eine große Rolle, ist er überzeugt: „Jeder Erreger kann innerhalb von 48 Stunden in jeden Teil der Welt kommen, ob über Reisende oder transportierte Waren.“

An Masern sterben jedes Jahr etwa 100 000 Kinder auf der Welt. Dabei haben die Amerikaner die Masern auf ihrem Kontinent ausgerottet. Bei uns in Europa gab es dagegen in den Jahren 2016/2017 rund 21 500 Masernfälle und 35 Tote. Warum? „Weil nicht alle Menschen gegen Masern geimpft sind“, sagt Kollaritsch.

Impfungen: deutlich verbessert

Der Forscher schätzt, dass vier Prozent seiner Landsleute Impfgegner sind. Und sein Kollege Heinrich Stemberger, Leiter des Instituts für Reise- & Tropenmedizin in Wien, betont, dass die Erfolge durch Impfungen auch für Impfgegner nicht mehr zu übersehen seien. „Dort wo Imp-



Fieber – ja oder nein? Am Flughafen von Taipeh kontrolliert eine Mitarbeiterin des Gesundheitsdienstes die Körpertemperatur.



Die Schutzanzüge desinfectieren Arbeiter in einem Theater in Seoul die Sitze nach einem MERS-Ausbruch im Juni 2015.

fungen unterbrochen werden, kommen Krankheiten zurück. In Nordnigeria etwa wurde die Polio-Impfung gestoppt – und nach zwei Jahren hatte man dort eine Epidemie“, erklärt er.

Dennoch gibt es etliche Menschen, die durch Aufklärung nicht von den Vorteilen von Impfungen zu überzeugen sind. Kollaritsch bezeichnet sie als gefährliche Egoisten, die sich darauf verlassen, dass alle um sie herum geimpft sind: „Es gibt Menschen, die wegen Grunderkrankungen wie Krebs nicht geimpft werden können. Sie sind die Schwächsten der Gesellschaft und brauchen einen besonderen Schutz. Es ist wichtig, dass alle anderen geimpft sind, damit sie sich nicht anstecken.“

Gefährliche Pockenimpfung

„Viele Argumente der Impfgegner basieren auf Aussagen, die völlig veraltet sind“, sagt Kollaritsch. Ein beliebtes Beispiel ist die Pockenimpfung. In den 1960er-Jahren gab es jedes Jahr Tausende Tote durch die hochinfektiöse Krankheit. Doch die Impfung hatte teils starke Nebenwirkungen. „Die Pockenimpfung von damals würde heute niemand mehr zulassen“, sagt Stemberger. „Aber wir hatten nichts anderes – und der Zweck heiligt

die Mittel.“ Heute gibt es für Impfstoffe strikte Vorschriften.

Aber was zeichnet einen Impfstoff aus? Er enthält Erreger oder deren Bestandteile, die so schwach sind, dass sie die Geimpften nicht krank machen. Man unterscheidet zwischen Lebendimpfungen, lebendigen Keimen, und Totimpfungen, die beispielsweise einzelne Proteine von Erregern enthalten. Der Körper bildet dann eine Resistenz gegen diese Erreger: Er immunisiert sich selbst. „Eine Impfung ahmt also einen biologischen Vorgang nach, zu dem es ohnehin käme, wenn der Patient an dem natürlich vorkommenden Erreger erkranken würde“, erklärt Kollaritsch. „Man macht das unter kontrollierten Bedingungen, das ist gefahrlos für den Patienten.“

Durch Erkenntnisse aus der Molekularbiologie sind Impfstoffe heute so maßgeschneidert, dass sie sich immer weiter von den natürlichen Erregern entfernen. So verwendet man für die Hepatitis-B-Impfung nur noch ein kleines Oberflächenprotein, das in Hefe produziert wird.

Doch die Entwicklung eines Impfstoffs dauert im Schnitt 20 Jahre und kostet bis zu einer Milliarde US-Dollar. Und in dieser Zeit können sich die Erreger weiterentwickeln. Es ist ein ständiger Wettlauf

gegen die Natur. Beängstigendes Beispiel: Ein Typhus-Keim, der bereits gegen fünf Arten von Antibiotika resistent ist, breitet sich derzeit in Pakistan aus. Gegen das Bakterium gibt es nur ein einziges wirksames Medikament: Azithromycin. Eine nochmalige genetische Mutation könnte es unbesiegbar machen.

Ein anderes Beispiel: „In den 1980er-Jahren gab es die ersten Jumbojets, die von Wien direkt nach Bangkok flogen. Wir nannten sie ‚Tripper-Klipper‘“, erinnert sich Kollaritsch, „weil die Sextouristen oft mit einer Gonorrhoe zurückkamen. Damals reichte ein wenig Penicillin, um sie zu heilen. Heute sind die Bakterien, die die Krankheit übertragen, resistent gegen den Wirkstoff. Die Urlauber haben ein echtes Problem.“

Wenn die Natur würfelt

Gefährlich wird ein Virus dann, wenn es die Artenbarriere überwindet – das war etwa bei der Vogelgrippe der Fall: Das Virus sprang von Geflügel auf den Menschen über. Bei HIV kam es zum Wechsel von Primaten auf Menschen. Das Virus durchlebt in einem solchen Fall eine Mutation: Es verändert sich so, dass es auch Menschen schaden kann. Das kann etwa bei Influenza-Viren, den Erregern der

echten Grippe, daran liegen, dass eine Wirtszelle im Huhn oder Schwein von zwei verschiedenen Virusstämmen gleichzeitig befallen wird. Vermehren sich die Viren darin, tauschen sie genetische Informationen aus und mutieren. Was dabei herauskommt, ist nicht voraussehbar, wie Kollaritsch erklärt: „In diesen Viren gibt es acht Gensegmente. Man hat 8² Kombinationsmöglichkeiten, also 256. Da würfelt die Natur. Es ist reiner Zufall, welche Mutation entsteht.“ Das Influenza-Virus etwa löste so zum Beispiel als H1N1 die Spanische Grippe, als H3N2 die Asiatische Grippe und als H5N1 die Vogelgrippe aus.

Vieles kommt zusammen

Damit eine Epidemie entsteht, müssen viele Faktoren zusammenkommen. Für Malaria braucht es einen Wirt, also einen Menschen oder ein Tier, das einen humanisierten – also auf den Menschen übertragbaren – Erreger in sich trägt. Und es muss eine übertragungsfähige Stechmücke geben, die in den jeweiligen klimatischen Verhältnissen überleben kann und das Blut dieses Wirtes aufnimmt. Voraussetzung dazu ist eine Gruppe empfänglicher Menschen, die die Stechmücke infizieren kann. Je simpler der

Infektionsweg ist, desto effektiver breitet sich die Krankheit aus.

Wie sich Menschen gegenseitig anstecken können, hängt vom jeweiligen Erreger ab. Der HI-Virus wird durch Sexualkontakte oder den Kontakt mit Blut übertragen. Für eine Ansteckung mit Masern reicht es bereits, mit einem Kranken kurze Zeit im selben Raum zu sein. Wie viele Personen im Durchschnitt von einem Erkrankten angesteckt werden, ist also ganz unterschiedlich. Man spricht hier vom Kontagionsindex, der von den Masern angeführt wird. Ein Masernpatient kann in kürzester Zeit bis zu 18 Personen anstecken. Ähnlich ansteckend sind Windpocken und Keuchhusten. Wichtig ist, wie lange der Infizierte die Krankheit an andere weitergeben kann, erklärt Kollaritsch: „Wenn eine Krankheit hochansteckend ist, die Patienten aber sehr schnell daran sterben, dann droht nicht so sehr eine Epidemie wie bei Erregern, die über längere Zeit von einem symptomlosen Infizierten ausgeschieden werden.“

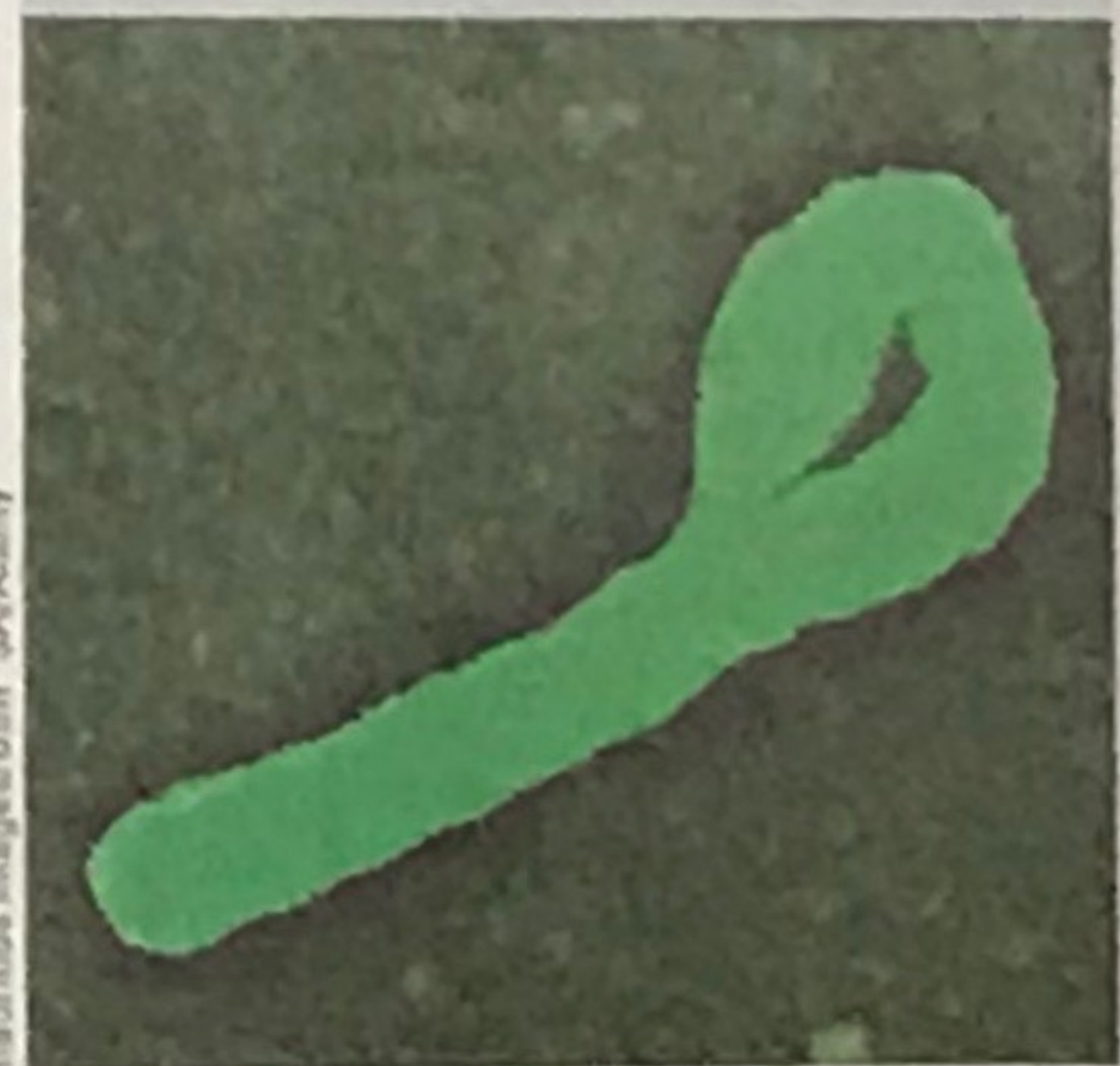
Krankheiten, die uns Europäer in Zukunft Probleme bereiten könnten, sind Dengue-Fieber und die Infektion durch das Zika-Virus. „Beide Krankheiten haben sich bei uns noch nicht etabliert, aber das kommt noch“, sagt Stemberger

Die Ebola-Epidemie: Wie alles anfing

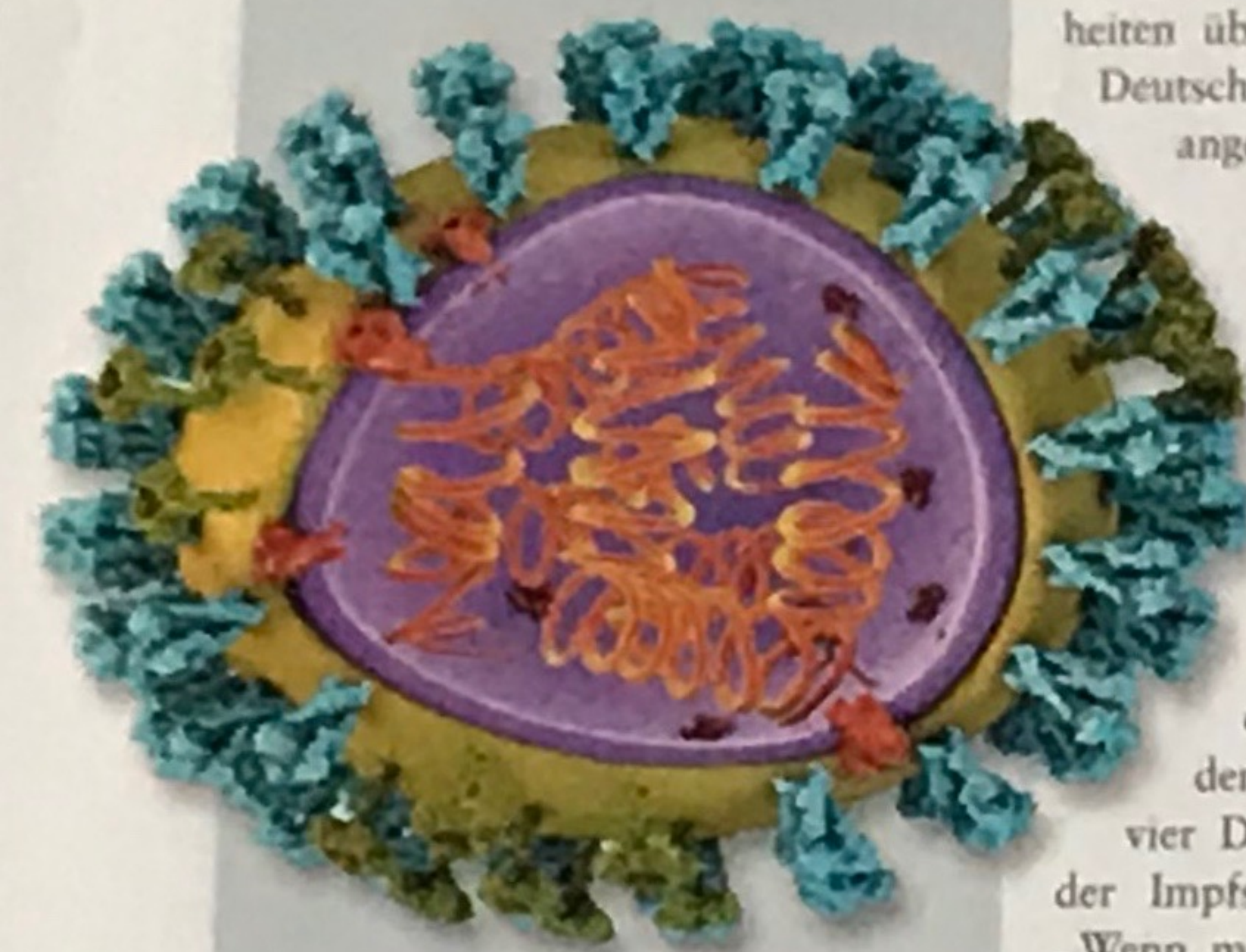
Emile Ouamouno spielte, wie immer, wenn seine Mutter im Fluss Wäsche wusch, im Wurzelwerk eines großen Baumes am Uferstrand. Während die Frau im Fluss watete, muss der Junge eine tote Fledermaus oder deren Exkremente gefunden und sie berührt haben. Später steckte er seine Finger in den Mund, in die Nase, wuschte sich die Augen.

Nach ein paar Wochen wurde Emile krank. Der Junge aus dem Dorf Meliandou im Regenwald Guineas bekam hohes Fieber, dunklen Durchfall, musste sich erbrechen. Nach wenigen Tagen in der Obhut der schwangeren Mutter und der Großmutter erlitt er innere Blutungen. Dann versagten seine Organe und Emile starb. Er war zwei Jahre alt. Die Bestattung erfolgte traditionell: Der Leichnam wurde gewaschen und von der Familie gestreichelt und geküsst.

Wenig später starben auch Mutter, Großmutter und Emilis Schwester. Sie wurden auf die gleiche Art und Weise bestattet. Wiederum einige Wochen später – so lange dauert die Inkubationszeit – erkrankten auch Menschen in den umliegenden Dörfern. Sie hatten dieselben Symptome wie Emile, von dem man heute weiß, dass er der erste Patient der Ebola-Epidemie in Afrika war. 2013 hatte sich der Junge angesteckt. Wenig später breitete sich die Krankheit nach Liberia und Sierra Leone aus, dann immer weiter. Bis 2016 starben weltweit mehr als 11000 Menschen durch das Ebola-Virus (Bild unten).



Das Influenza-Virus



Es gibt drei Arten des Influenza-Virus: A, B und C. Die Typen B und C sind eher harmlos. Typ A wird in zwei Oberflächenproteine aufgeteilt: H (Hämagglutinin) und N (Neuraminidase). Durch unterschiedliche Mutationen, ausgelöst durch den sogenannten Antigen-Shift, entstehen neue Stämme des Virus. Nach ihnen sind die Influenza-Epidemien der letzten hundert Jahre benannt:

- H1N1: Spanische Grippe, 1918, etwa 50 Millionen Tote
 - Schweinegrippe, 2009, 575 000 Tote
 - H2N2: Asiatische Grippe, 1957, zwei Millionen Tote und bis heute gefährlich
 - H3N2: Hongkong-Grippe, 1968, eine Million Tote, einer der häufigsten und mutationsfreudigsten Influenza-Stämme der Gegenwart
 - H5N1: Vogelgrippe, seit 2003, Hunderte Tote. Jeder zweite Infizierte starb
 - H7N9: Vogelgrippe, mit Potenzial zur Pandemie. 2013 entdeckt, bisher über 300 Tote
 - H5N6: Vogelgrippe, 2013 in China entdeckt, bisher kaum Tote
- Bereits kleine Veränderungen, bezeichnet als Antigen-Drift, können zu einer Veränderung der biologischen Eigenschaften des Influenza-Virus führen. Dies lässt sich jedes Jahr bei der saisonalen Grippe beobachten.

voraus. Die Asiatische Tigermücke gilt als „Vektorinsekt“, das solche Krankheiten übertragen kann. Im Südwesten Deutschlands hat sich das Tier bereits angesiedelt.

Die Japanische Buschmücke, die als Vektor für das West-Nil-Virus bekannt ist, fühlt sich in kleinen Pfützen in Autoreifen wohl. In diesen Reifen wird sie aus Asien in die ganze Welt exportiert. Gegen Dengue-Fieber gibt es derzeit keinen Impfstoff, den Mediziner empfehlen würden. Einer der Gründe ist, dass es vier Dengue-Stämme gibt, und dass der Impfstoff nicht gegen alle wirkt. „Wenn man mit einem Stamm infiziert wird, den die Impfung nicht abdeckt, kann das Krankheitsbild schlimmer ausfallen als ohne Impfung“, erklärt Stemberger.

Im Mittelmeerraum hat sich der West-Nil-Virus bereits etabliert. Dort ist es für die Vektorinsekten warm genug. Die Forscher beobachten vor allem Gefahrenherde mit Überträgern, die auch in Europa heimisch sind. Derzeit ist es im Norden Deutschlands noch zu kalt für eine Dengue- oder Chikungunya-Epidemie. In Italien und Südfrankreich hingegen ist ein Ausbruch nicht nur möglich, sondern seit dem Jahr 2017 bereits Realität. Symptome von Dengue-Fieber sind unter anderem plötzliches hohes Fieber, Schüttelfrost, Erschöpfung, Kopf-, Glieder-, Gelenk- und Muskelschmerzen. Chikun-

gunya hingegen fühlt sich erst an wie ein Schnupfen, dann folgen Fieber, Ausschlag, Bauchschmerzen und später starke Gelenkschmerzen, die Monate oder Jahre anhalten können. Deshalb haben die Makonde im Südosten Tansanias die Krankheit „Chikungunya“ (übersetzt etwa „der gekrümmte Gehende“) genannt. Eine Heilung gibt es derzeit nicht. Ärzte können nur das Fieber senken und Schmerzmittel verabreichen.

Die für die Europäer wohl wahrscheinlichste Epidemie ist eine Influenza. Kollaritsch meint: „Bei der Schweinegrippe, der Influenza A(H1N1)pdm09, hatten wir berechnete Angst. Die Krankheit war hochinfektiös. Beim Typus H5N1 sind dann zwar viele Erkrankte gestorben, aber das Virus war nicht leicht übertragbar. Eine Mutation, die eine Mischung aus diesen beiden Faktoren herausbrachte, also ein tödliches Influenza-Virus, das hoch ansteckend wäre – das wäre dann wirklich eine Katastrophe.“ Derzeit hat das Influenza-Virus in Europa einen Kontagionsindex von 2. Eine Impfung gibt es zwar, aber die ist wenig wirksam. „Vor allem alte Menschen schützt sie nur unzureichend“, sagt Stemberger. In Europa sterben jährlich etwa 44 000 Patienten an den Folgen der Grippe, insbesondere durch Atemwegsinfekte, Gehirn- oder Herzmuskelentzündungen.

Forscher an der Universität Bayreuth und am Europäischen Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten in Stockholm sagen voraus, dass sich Vektorinsekten – begünstigt durch

Viren als Waffen

In einem Bericht aus dem Jahr 2016 kam ein Think Tank der EU zu dem Schluss, dass jeder Biologie- und Chemie-Absolvent in der Lage ist, gefährliche Kampfstoffe zu entwickeln. Bekannt ist: Der „Islamische Staat“ hat bereits versucht, solche Wissenschaftler zu rekrutieren.

Doch Viren als Waffe einzusetzen, ist keine Idee aus der Neuzeit. Im 18. Jahrhundert schenken die Briten amerikanischen Ureinwohnern Decken aus Pockenkrankenhäusern, um sie zu infi-

zieren. 1346 schossen die Mongolen die Leichen von Pestopfern mit Katapulten über die Mauern der belagerten Stadt Kaffa. Im Jahre 1155 ließ Friedrich I., Kaiser des Heiligen Römischen Reiches, die Leichen von Cholera-Kranken in die Brunnen seiner italienischen Feinde werfen.

Und bereits 1500 v. Chr. sollen die Hethiter kranke Tiere im Weideland ihrer Feinde ausgesetzt haben, um so eine Epidemie unter dem Zuchtvieh der Gegner auszulösen.

den Klimawandel – bis zum Jahr 2100 in Frankreich, Italien und auf der Balkanhalbinsel stark ausbreiten werden. Aus Indien und der südlichen Sahara werden die Tiere in diesem Szenario dagegen verschwunden sein, da die Lebensbedingungen dort zu ungünstig für sie sind. Allerdings werden die Erreger teilweise auch von heimischen Mückenarten auf Menschen übertragen.

Nil-Fieber an der Donau

Ein eindrucksvolles Beispiel: Im August 2014 wurde eine Wienerin wahrscheinlich bei der Gartenarbeit von einer Stechmücke gestochen und erkrankte daraufhin am West-Nil-Virus. Mücken im Umfeld des Hauses der Frau wurden eingefangen und der Erreger darin nachgewiesen. Die Frau hatte Pech – denn nur 20 Prozent der mit dem West-Nil-Virus infizierten Personen entwickeln Symptome: Fieber, Kopf- und Muskelschmerzen sowie geschwollene Lymphknoten. Bei einem von 150 Erkrankten treten Lähmungserscheinungen, Krämpfe und Nervenaustritte auf. Die Krankheit endet in rund fünf Prozent der Fälle tödlich.

Die Infektion in Wien ist eine Ausnahme. „Eine Faustregel ist, dass pro Einwohner etwa 5000 Mücken Erreger in sich tragen müssen, damit es zu einer Übertragung auf den Menschen kommt“, sagt Stemberger. Dass sich solche Krankheiten durch Zufall aber auch schnell ausbreiten können, zeigt das Beispiel der Fußball-WM 2014: Das Zika-Virus ist seit 1947 bekannt. Es war im Pazifikraum verbreitet und blieb dort auch lange. Bei der Fußball-WM 2014 wurde es von einem Fan von den Yap-Inseln nach Brasilien eingeschleppt. „Heute findet man das Virus in 70 Ländern.“

Bis 2050, so schätzen Soziologen, wird die Weltbevölkerung auf 9,6 Milliarden Menschen wachsen. „Mehr als die Hälfte wird in Afrika geboren sein und in großen Städten dicht zusammenleben, in denen sich Epidemien wie Feuer ausbreiten können“, schreibt Jonathan D. Quick von der Weltgesundheitsorganisation in seinem Buch „The End of Epidemics“. Er prangert darin die überbordende Waldrodung und die Urbanisierung an, weil sie die Menschen näher an die Vektortiere im Urwald heranführen.

Vier neue Methoden, Überträger auszuschalten

Wie sollen wir uns vor Stichen schützen? Dass Mückensprays und zusammengerollte Zeitungen nicht ausreichen, weiß Entomologe Andreas Vilcinskas von der Universität Gießen. Sein Ziel ist es, die Populationen ohne schädliche Insektizide zu dezimieren. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten. „Eine Methode: Man züchtet eine große Zahl von Männchen und bestrahlt sie radioaktiv, um sie unfruchtbar zu machen“, sagt Vilcinskas. Lässt man diese Männchen frei, so konkurrieren sie mit anderen Männchen, zeugen aber keine Nachkommen. Vilcinskas: „Damit diese Methode wirksam ist, muss man allerdings zehn Mal so viele Männchen aussetzen, wie es in der freien Natur gibt.“

Eine weitere Methode ist, die Männchen gentechnisch so zu manipulieren, dass sie tödliche Gene in ihrer DNA tragen. Das heißt, ihre Nachkommen sterben, bevor sie sich fortpflanzen können. Doch diese Methode ist aufgrund des schlechten Images der Gentechnik umstritten.

Eine dritte Möglichkeit ist die Entwicklung von Viren, die für die Überträger

tödlich sind. „Dafür werden mithilfe der Biotechnologie Viren schnell und in großen Mengen vermehrt. Die Methode hat den Vorteil, dass sie nur die Überträger tötet und keine Nützlinge“, sagt Vilcinskas. Sein Team forscht an einer ähnlichen Methode. Die Wissenschaftler versuchen gezielt die Gene abzuschalten, die für die Entwicklung von Stechmücken wichtig sind. Dafür wird doppelsträngige RNA (Ribonukleinsäure) an sie verfüttert, die diesen Effekt auslöst. Bisher konnte man die Methode nur im Pflanzenschutz. Mais wurde so resistent gegen den Maiswurzelbohrer gemacht: Der Käfer starb durch die im Mais enthaltene RNA.

„Man darf neben den Insekten auch andere Überträger nicht aus den Augen lassen“, sagt Tropenmediziner Kollaritsch. „Wir haben zum Beispiel einige Tierarten in Europa ausgerottet, um Krankheiten zu bekämpfen. Seit 2008 sind dadurch große Teile des Kontinents frei von terrestrischer Tollwut – also von Tollwut, die durch am Boden lebende Tiere übertragen wird. Aber es gibt immer wieder illegale Hundeimporte. Also müssen wir ständig auf der Hut sein.“

Wie können wir heute auf den Ausbruch einer Epidemie reagieren? Die Mediziner des Robert-Koch-Instituts überwachen die Meldezahlen, um Ausbrüche frühzeitig zu erkennen. Art, Ursache, Ansteckungsquelle und Ausmaß der Epidemie ermittelt das Gesundheitsamt. Die Strategie dabei heißt Search and Containment, also Suche und Eindämmung. Infizierte werden isoliert, damit sie die Erkrankung nicht verbreiten können, und man verfolgt den Krankheitsverlauf zurück. Erst wenn die Mediziner wissen, woher ein bisher unbekanntes Virus oder eine unbekannte Mutation kommt, können sie an einem Heilmittel arbeiten.

Kollaritsch erklärt: „Das Corona-Virus, das 2003 eine SARS-Epidemie auslöste, hatte die Speziesbarriere übersprungen. Es war also plötzlich vom Tier auf den Menschen übertragbar geworden. Aber wir wussten nicht, welches Tier das Reservoir für den Erreger war.“

Dadurch sind anfangs sehr rasch viele Erkrankungen aufgetreten. Als dann bekannt war, woher die Krankheit kam und wie sie funktioniert, bekamen wir sie schnell in den Griff.“

Doch sobald eine Krankheit ausgerottet ist, sinkt der Impfwille in der Bevölkerung. Bestimmte Krankheiten wird man nie unter Kontrolle bekommen, befürchtet Stemberger: „Wir können noch so viele FSME-Impfungen verabreichen, Zecken werden das Virus an Menschen weitergeben.“ Es klingt makaber: „Erst wenn es keine Menschen mehr gibt, sind solche Krankheiten wirklich ausgerottet.“



MARKUS FEIGL, Wissenschaftsjournalist in St. Pölten in Österreich, nimmt Mückenstiche nach seiner Recherche nicht mehr so gelassen hin wie früher.



„Impfung ist der beste Schutz!“

Mit Prof. Lothar H. Wieler, dem Präsidenten des Robert-Koch-Instituts (RKI) in Berlin, sprach Autor Markus Feigl

Das Virus stammt von der Arabischen Halbinsel, wo es ursprünglich nur bei Dromedare vorkam, kann aber auch bei engem Kontakt von Mensch zu Mensch übertragen werden. Viele Patienten sterben an der Infektion.

Experten befürchten, dass das Influenza-Virus eine weltweite Erkrankungswelle auslösen kann. Warum? Influenza-Viren können völlig neue Eigenschaften erwerben, die das Immunsystem überfordern. Zudem werden Influenza-Viren leicht von Mensch zu Mensch übertragen, und sie verursachen sehr schwere Erkrankungen, die tödlich sein können. Das RKI beobachtet das Influenzageschehen in Deutschland sehr genau. Das nennt man Surveillance. So können wir jederzeit sehen, welche Influenza-Viren gerade in Deutschland unterwegs sind, welche Mutationen in den Viren geschehen, welche Subtypen vorherrschen und ob sich Resistenzen gegen Medikamente entwickeln.

Kann man den Mutationen mit einem neuen Impfstoff begegnen? Im Februar oder März jedes Jahres werden die Virusstämme für den nächsten Impfstoff auf der Nordhalbkugel von der Weltgesundheitsorganisation festgelegt. Eine hundertprozentige Sicherheit, die richtigen Viren zu erwischen, gibt es nicht. Für die nächste Grippesaison hat die ständige Impfkommission am RKI eine Impfung mit Komponenten von vier verschiedenen Influenza-Viren empfohlen.

Mit welchen anderen Epidemien muss man noch rechnen? Generell sind Erreger, die aus dem Tierreich kommen und sogenannte Zoonosen auslösen, besonders heikel. Der MERS-Coronavirus – MERS steht für „Middle East Respiratory Syndrome“ – ist neben der Influenza derzeit der Erreger, den wir am intensivsten beobachten. Wir kennen MERS erst seit 2012.

Gab es MERS-Fälle in Deutschland? Es gab insgesamt drei Erkrankungen. 2012 und 2013 wurde je ein Patient, der sich auf der Arabischen Halbinsel infiziert hatte, in Deutschland behandelt. Einer der beiden starb. 2015 wurde in Deutschland zum dritten Mal eine MERS-Infektion diagnostiziert. Dieser Patient, der sich in den Vereinigten Arabischen Emiraten infiziert hatte, starb an den Spätfolgen der Krankheit.

Was macht das RKI bei einem solchen Krankheitsausbruch? Das RKI wird vor Ort tätig, wenn die Landesbehörden uns um Unterstützung bitten, etwa beim großen Norovirus-Ausbruch mit 11000 Erkrankungen in Deutschland im Jahre 2012 vor allem bei Schülern. Wir haben nach dem Lebensmittel gefahndet, mit dem sich die Kinder und Jugendlichen angesteckt hatten, gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung und dem Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit. Außerdem untersuchen wir stets Proben von Patienten und schauen uns die Krankheitserreger genau an. Wir geben Hinweise auf Schutzmöglichkeiten und tragen auch so dazu bei, dass die Infektketten unterbrochen werden.

Wie oft kommt es zu Ausbrüchen? Zu Ausbrüchen durch verunreinigte Lebensmittel kommt es in Deutschland häufig. 2016 wurden mehr als 900 lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche an uns gemeldet. Dabei gab es insgesamt rund 2500 Erkrankte, von denen etwa jeder Zehnte im Krankenhaus behandelt werden musste. Davon starben drei Patienten. Wir haben jedes Jahr mehrere Hundert solcher Ausbrü-

che. Das schwankt von Jahr zu Jahr. 2012 wurden beim erwähnten Norovirus-Ausbruch 11000 Erkrankte registriert. 2011 gab es den EHEC-Ausbruch mit 53 Todesfällen. Solche lebensmittelbedingten Ausbrüche sind für uns ein großes Thema.

Was tut das RKI dagegen? Wir wollen durchgängig eine molekulare Surveillance einführen, das heißt eine DNA-Sequenzanalyse etablieren, um das Genom aller Krankheitserreger zu entschlüsseln. Das geht heute sehr schnell und relativ kostengünstig. Räumlich verteilte oder länger dauernde Ausbrüche – wie ein mehrere Jahre andauernder Listerien-Ausbruch vor einigen Jahren – sind sonst schwierig zu erkennen. Wenn man die DNA der Erreger miteinander vergleichen kann, ist ein solcher Ausbruch recht schnell identifizierbar.

Was kann der Einzelne tun, um sich vor Krankheiten zu schützen? Impfen ist die effektivste Maßnahme gegen Krankheiten. Bei der Influenza gibt es die Empfehlung, dass sich vor allem Menschen über 60 impfen lassen sollten. Das wird auch von den Krankenkassen bezahlt. Wir wissen aber auch, dass nur ein Drittel der älteren Menschen dieses Angebot annimmt. Durchschnittlich könnten wir jedes Jahr 400000 Krankheitsfälle bei Menschen über 60 vermeiden, wären alle geimpft.

Und was kann man sonst tun? Wichtig sind Hygienemaßnahmen wie Händewaschen oder in die Armbeuge niesen und nicht in die Hand. Außerdem sollte man sich von Erkrankten fernhalten. Wer sich im Grünen aufhält oder Haustiere mit Freigang hat, sollte auf Zecken achten. Bei den lebensmittelbedingten Erkrankungen ist die Küchenhygiene wichtig. Außerdem sollte man sich die Hände waschen, nachdem man rohe Lebensmittel berührt hat, und die Lebensmittel stets gut durchgaren

Wie viel wiegt eine Prise?

AUSGERECHNET

Wer ein Kochbuch aufschlägt, findet unpräzise Maßeinheiten – das irritiert so manchen. Wie wäre es mit Angaben im SI-System? Eine neue Kolumne von Physik-Professor Heinrich Hemme



Wenn ein Ingenieur kein Meister der Kochkunst ist, kann das einfach daran liegen, dass in Kochbüchern die Maßangaben in für ihn unverständlichen Einheiten angegeben sind. Denn Ingenieure sind es gewohnt, im SI-System zu denken, in dem sich alle Maßeinheiten aus den sieben Basiseinheiten Meter (m), Sekunde (s), Kilogramm (kg), Ampere (A), Kelvin (K), Mol (mol) und Candela (Cd) zusammensetzen.

Entstehen mit diesen Maßeinheiten zu große oder zu kleine Maßzahlen, kann man sie durch SI-Vorsätze wie Kilo (k), Mega (M) oder Milli (m), die glatte Zehnerpotenzen sind, den Bedürfnissen anpassen. Dieses Maßsystem ist einfach und eindeutig und wird weltweit von allen Ingenieuren benutzt und verstanden.

Doch die Verfasser von Kochbüchern scheinen vom SI-System noch nie etwas gehört zu haben. Dort findet man nämlich so kryptische Maßangaben wie „3 gestr. EL“ oder „1 Msp.“ Mithilfe eines Computers, des Internets und von Google kann man zwar erfahren, dass diese Abkürzungen „3 gestrichene Esslöffel“ und „1 Messerspitze“ bedeuten, und man kann erahnen, dass es sich dabei um Hohlmaße handelt, aber wie viele Kubikmeter einem gestrichenen Esslöffel oder einer Messerspitze entsprechen, erfährt man nicht. Man fühlt sich beim Lesen von Kochbüchern ins dunkle Mittelalter zurückversetzt, als die Maßeinheiten noch Abmessungen von Teilen des menschlichen Körpers waren. In den meisten Orten gab es beispielsweise die Maßeinheiten Elle und Fuß – aber wie lang eine Elle und ein Fuß waren, änderte sich von Stadt zu Stadt und von Jahrhundert zu Jahrhundert.

Was also bedeutet es im 21. Jahrhundert, wenn in einem Kochbuch steht:

Prise	Pr.	$1 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$
Tropfen	Tr.	$5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$
Spritzer	Spr.	$1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
Messerspitze	Msp.	$2,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
gestrichener Teelöffel	gestr. TL	$5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
Teelöffel	TL	$7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
gehäufter Teelöffel	geh. TL	$9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$
Schuss	Sch.	$1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
gestrichener Esslöffel	gestr. EL	$1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
Esslöffel	EL	$2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
gehäufter Esslöffel	geh. EL	$2,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
Schnapsglas	Sg.	$2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$
Tasse	T.	$1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

ab, aber auch von der Größe des Daumens und des Zeigerfingers.

Ähnliche Probleme gibt es bei den anderen Maßeinheiten. Zum Beispiel geht in die Maßeinheit „gehäufter Esslöffel“ nicht nur die Größe des Esslöffels ein, sondern auch noch die Art des Messobjekts. So lassen sich Zucker und Mehl mit ganz verschiedenen Böschungswinkeln anhäufen. Selbst einzelne Mehlartern wie

„Fügen Sie ein Prise Salz hinzu.“ Eine Prise, so kann man bei Wikipedia lesen, ist die Menge eines körnigen Gutes, die man zwischen den Spitzen von Daumen und Zeigerfinger fassen kann. Diese Menge hängt natürlich stark vom Gut selbst

Weizenmehl Typ 405, Typ 550 oder Typ 812 haben unterschiedliche maximale Böschungswinkel.

Damit das Kochen für Ingenieure in Zukunft deutlich einfacher wird, wurden im Physikalabor des Fachbereichs Maschinenbau und Mechatronik der FH Aachen Umrechnungsfaktoren bestimmt zwischen den Kücheneinheiten und dem SI-System. Links sind die wesentlichen Ergebnisse dieser Forschung tabellarisch zusammengefasst.

Volumina von Koch- und Backzutaten sind in einer Küche nicht leicht zu messen. Die Masse m hingegen lässt sich mit einer guten Küchenwaage recht genau bestimmen. Und da die meisten Lebensmittel eine hinreichend homogene Dichte haben, kann man mit der einfachen Beziehung $V = m/\rho$ über die Masse m und die Dichte ρ das Volumen V bestimmen.

Dies setzt allerdings voraus, dass die Dichte der Lebensmittel bekannt ist, was aber selten der Fall ist. Vielleicht könnte es helfen, wenn die EU alle Lebensmittelhersteller verpflichtet würde, die Dichte ihrer Produkte auf den Verpackungen anzugeben?