

Wenn die Natur zurückschlägt

Sterben wir künftig wieder an der Pest? Drohen uns Missernten und Hungersnöte? Resistenzen bei Bakterien, Pflanzen und Tieren bedrohen die Gesundheit und die Ernährung von Milliarden Menschen weltweit. Noch können wir den Wettlauf gegen Schädlinge und Erreger gewinnen.

TEXT: MONIKA HOLTHOFF-STENGER

Limmer wenn der Regen kommt, zwischen Oktober und April, wird es gefährlich für die Menschen auf Madagaskar. Dann treten die Flüsse auf der südostafrikanischen Insel über die Ufer und die Ratten flüchten sich in Dörfer und Städte, wo sie sich über die Reissvorräte hermachen. Doch das ist nicht die schlimmste Heimsuchung für die Bevölkerung, denn die Nager tragen einen noch viel verheerenderen Untermieter in ihrem Pelz: den Rattenfloh. Dieser Blutsauger springt immer wieder auch auf Menschen über und infiziert sie mit einem gefürchteten Keim aus dem Blut der Ratten: *Yersinia pestis*, dem Erreger der Pest. Seit die Seuche 1898 mit Dampfschiffen aus Indien nach Madagaskar kam, bricht sie jedes Jahr wieder aus. Der erste Lungenpestfall der jüngsten Saison wurde am 31. August 2014 aus Soamahatamana im Zentrum der Insel gemeldet. Bis Ende November hatte sich die Pest in fast allen Bezirken der Insel ausgebreitet. Die Sterberate unter den Infizierten war ungewöhnlich hoch, so erlag in der Hauptstadt Antananarivo jeder zweite der Krankheit, obwohl viele Antibiotika erhielten.

Forscher beobachten, wie sich das Pestbakterium immer weiter entwickelt. Tausende Varianten des aggressiven Erregers tummeln sich heute überall auf der Welt und jede einzelne ist in der Lage, eine neue Pandemie auszulösen. Viel schlimmer noch: Das Bakterium und auch sein Wirtstier haben Resistenzen entwickelt, die sie nahezu unbesiegbar machen: *Yersinia pestis* gegen Antibiotika, der Rattenfloh gegen Insektizide. Die Pest ist deshalb heute gefährlicher als im Mittelalter.

Pest, Lungenentzündung, Tuberkulose: Die einstigen Geißeln der Menschheit kehren zurück, denn weltweit verlieren Antibiotika, also jene Medikamente, mit deren Hilfe die Medizin viele Seuchen in den vergangenen Jahrzehnten erfolgreich bekämpfte, an Schlagkraft. Allein in Deutschland sterben laut Bundesgesundheitsministerium jedes Jahr bis zu 15 000 Menschen an Infektionen, die durch multiresistente Keime ausgelöst wurden.

Dass Lebewesen Resistenzen entwickeln, ist ein uraltes Phänomen. Das konnten kanadische Forscher an Bakterienstämmen aus der Lechuguilla-Höhle im US-Bundesstaat New Mexico zeigen, die noch nie mit synthetischen Antibiotika in Kontakt gekommen waren. Den meisten Stämmen konnten gleich mehrere der heute verwendeten Antibiotika nichts anhaben. Einer war sogar gegen ein Mittel immun, das noch in der Entwicklung steckte. Wie ist das möglich? Seit 40 Millionen Jahren produzieren Pilze und Mikroben im Kampf gegen Bakterien natürliche Antibiotika. Schließlich ist das erste 1928 vom britischen Forscher Alexander Fleming entdeckte Antibiotikum, das Penicillin, ja auch ein Produkt eines Pilzes. Keime, die von Natur aus unempfindlich dagegen sind, existieren wohl beinahe so lange, wie es diesen Wirkstoff gibt. Und sie vererben diese Fähigkeit an ihre Nachkommen.

Doch nicht nur in der Welt der Mikroben tobt der chemische Krieg unter biologischen Konkurrenten. Viele Lebewesen bringen Schädlinge mit Giften zur Strecke. Kapuzinerkresse etwa schützt ihre Blüten mit Senfölen gegen Keime und Insekten. Der Schreckliche Pfeilgiftfrosch scheidet durch die Haut ein Gift aus, das Fressfeinde, Bakterien und Pilze tötet. Solche Abwehrtoxine üben Selektionsdruck auf die Angreifer aus: Die große Masse stirbt, doch einige Individuen überleben, weil sie unempfindlich gegen das Gift sind (siehe Kasten „Resistent resistant“, S.35). Solche Überlebenskünstler finden sich in jeder Population, egal, ob es sich um Pflanzen, Tiere oder Bakterien handelt. „Sie entstehen zufällig, durch Mutationen in der Erbsubstanz“, erläutert Michael Kresken von der Paul- Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie in Rheinbach bei Bonn. Normalerweise bringt die besondere Widerstandskraft gegen Zellgift keinen besonderen Vorteil. Die unempfindliche Variante bleibt eine unter vielen. „Meist hat sie schlechtere Überlebenschancen und geht wieder verloren“, sagt Kresken. Die Resistenz aufrechtzuerhalten ist einfach zu aufwendig, wenn, wie meistens, gar kein Gift in der unmittelbaren Umwelt vorhanden ist.

In dieses ausgewogene Spiel greift der Mensch ein, oft zum eigenen Nachteil. Durch massenhaften und oft bedenkenlosen Einsatz von Giften schafft er eine unnatürliche Situation, in der manche Lebewesen permanent von chemischen Keulen bedroht werden. Jetzt haben jene Individuen, die eine Resistenz entwickelt haben, einen dauerhaften Vorteil gegenüber ihren anfälligen Artgenossen. Sie vermehren sich nun prächtig und schaden erneut dem Menschen. Insekten wie die Anopheles-Mücke und der Rapsglanzkäfer verbreiten Krankheitserreger und schädigen Ackerfrüchte, weil Insektizide ihnen nichts mehr anhaben können. Ratten vertragen die gegen sie eingesetzten Gifte. Unkraut vergeht nicht mehr: Resistente Unkräuter wie der Ackerfuchsschwanz zerstören in den USA ganze Ernten. Sogar Zellen unseres eigenen Körpers können sich durch Resistenzen gegen uns selbst wenden. Gut behandelbare Krebsarten lassen sich oft nicht mehr heilen, weil Tumorzellen nicht mehr auf die vorhandenen Medikamente ansprechen.

Die zunehmende Zahl der Resistenzen birgt bedrohliches Potenzial. Beispiel Ratte: Experten fürchten die Nager, weil sie rund 120 Krankheiten übertragen können, darunter SARS, Typhus, Ruhr und Borreliose. Außerdem tragen die Nager wiederum multiresistente Keime in sich, mit denen sie Menschen infizieren können. Anfang der 50er Jahre glaubten Schädlingsbekämpfer, das Wettrennen mit den Tieren mit neuen Blutgerinnungshemmern gewinnen zu können. Sie ließen die Tiere innerlich verbluten, wenn sie präparierte Köder gefressen hatten.

Doch überall, wo diese Rodentizide intensiv eingesetzt werden, sterben nur die „normalen“ Ratten und schaffen Platz für zufällig resistente Artgenossen, die sich anschließend rasant vermehren. „Im Nordwesten Deutschlands gibt es Ratten, die gegen fünf der acht Rattengifte resistent sind“, warnt Alexandra Esther, die sich am Julius-Kühn-Institut (JKI) seit Jahren mit der Resistenz von Ratten beschäftigt. Die verbliebenen, noch wirksamen Mittel sind derart giftig, dass sie auch Katzen und Hunde verenden lassen. Vor allem weiß niemand, wann in Deutschland die erste Ratte auch gegen sie immun sein wird. So schlägt der Mensch Gift-Massenschlachten gegen Schädlingsheere, die er nur verlieren kann. Jedes einzelne seiner massenhaft eingesetzten Toxine erzeugt Selektionsdruck, der resistente Bakterien, Pflanzen und Tiere erstarken lässt. Diese müssen mit immer neuen, aggressiveren Giften

bekämpft werden – bis auch sie nicht mehr wirken.

So gesehen ist Jeff Jorgenson ein Verlierer. Der Farmer, der im US-Bundesstaat Iowa riesige Ackerflächen mit Gen-Soja bebaut, rupft tagtäglich den lebenden Beweis dafür aus der Erde, warum es nicht gut ist, ständig Pestizide auf Unkräuter niederregnen zu lassen. Seine persönliche Geißel heißt Eupatorium cannabinum, auf Deutsch Wasserdost. Das herbizidresistente Unkraut sprießt auf seinen Feldern und raubt den Sojabohnenpflanzen Wasser, Licht und Nährstoffe. Ein ernstes Problem.

Hier im Mittleren Westen wird mehrfach pro Jahr geerntet und entsprechend häufig gespritzt. Jahrzehntlang nutzten Landwirte wie Jorgenson das Herbizid Glyphosat, bekannt auch unter dem Markennamen „Roundup“, um zwischen den Ernten die Äcker zu säubern. Das Mittel, das der US-Konzern Monsanto entwickelt hat, tötet zuverlässig alles Grün. Das änderte sich 1996: Monsanto brachte eine Sojabohne auf den Markt, die mittels Gentechnik so manipuliert war, dass sie diesem Gift mühelos widerstand. „Von nun an konnten wir mit einem Herbizid sämtliche Unkräuter ausmerzen, ohne die Sojapflanze selbst zu schädigen“, schwärmt Jorgenson. Die Idee setzte sich durch: Es folgten glyphosatverträgliche Zuckerrüben, Mais, Raps, Baumwolle und Luzerne. „Für eine Weile lief alles super“, sagt Jorgenson. „Ich musste nicht mehr so viel Zeit zum Pflügen des Ackers aufbringen, um Unkräuter zu beseitigen.“ Doch der Triumph währte nicht lange. „Mit der Zeit ließ die Wirkung von Roundup und seinen Generika nach.“ Heute überwuchern resistente Unkräuter die Felder, die bis zu 80 Prozent einer Soja-Ernte vernichten können. 28 Millionen Hektar sind in den USA bereits befallen – mehr als ein Sechstel des Ackerlandes.

In Deutschland, wo Genpflanzen keine Rolle spielen, aber jährlich 18 000 Tonnen Unkrautvernichtungsmittel in Böden versenkt werden, sind bereits 32 Pflanzenarten gegen mehrere Pestizide immun. „Die Resistenzen haben sich bereits über die ganze Republik ausgebreitet und verursachen erhebliche Ernteausfälle“, warnt eine von der Fraktion der Grünen im EU-Parlament in Auftrag gegebene Studie zum Thema „Superweeds“, den Superunkräutern. Hierzulande tragen die Landwirtschaftskammern und zuständigen Ministerien leider wenig zur Lösung des Problems bei. Stereotyp empfehlen sie Bauern, hartnäckige Unkräuter und Schädlinge mit einem kräftigen Pestizid-Mix auszumerzen. Viele Experten halten die Strategie für falsch: Sie sind sicher, dass sich die Superunkräuter erneut anpassen werden. Außerdem ist die Zahl neuer Mittel begrenzt – ein Problem, das die Agrochemie mit der Medizin teilt: Bis ein Hersteller einen neuen Wirkstoff zur Marktreife bringt, vergehen bis zu 15 Jahre. Pharmafirmen ist das nicht lukrativ genug, deshalb haben sich viele aus dem Geschäft zurückgezogen. Seit den 80er Jahren ist keine einzige neue Antibiotika-Klasse auf den Markt gekommen. Zwar planen Forschungseinrichtungen und die Europäische Arzneimittelagentur (EMA), die Pharmaindustrie künftig bei der Entwicklung neuer Mittel zu unterstützen, „aber neue Antibiotika lassen sich nicht nach Belieben nachliefern“, heißt es bei der EMA. Doch eine Meldung aus dem Januar dieses Jahres macht Hoffnung: Ein internationales Forscherteam mit deutscher Beteiligung entdeckte den Wirkstoff Teixobactin, den ein Bodenbakterium produziert. Dieses neuartige Antibiotikum tötet selbst multiresistente Keime zuverlässig. Es erschwert seinen Gegnern eine wirksame Abwehr durch Resistenz, weil es ihren Stoffwechsels gleich an mehreren Stellen blockiert.

Auf die Spur des möglicherweise bahnbrechend neuen Antibiotikums kamen die Wissenschaftler, indem sie nicht, wie viele Jahrzehnte lang, im Labor gezüchtete Mikroben untersuchten, sondern im natürlichen Lebensraum der Kleinstlebewesen danach fahndeten. Viele Bakterien und Pilze gedeihen nämlich nicht oder kaum unter Laborbedingungen, so auch das Teixobactin produzierende Bakterium *Eleftheria terrae*. Sollte sich der neue Wirkstoff also tatsächlich als brauchbares Medikament erweisen, wartet auf Biotechnologen noch die Herausforderung, eine Produktion im industriellen Maßstab zu entwickeln. Prävention lautet deshalb die Strategie, auf die Mediziner und Landwirte künftig setzen sollten: Vorbeugende Maßnahmen verhindern, dass sich Schädlinge und Keime ungehindert ausbreiten und Menschen, Pflanzen oder Tiere befallen. Sind Lebewesen gesund, ist der Einsatz chemischer Keulen unnötig – und wo Gifte keinen Selektionsdruck ausüben, entstehen zumindest weniger Resistenzen. Erkrankten einzelnen Individuen trotzdem, stehen ausreichend wirksame Mittel zur Verfügung. Erstaunlich einfach lassen sich beispielsweise Antibiotikaresistenzen vermeiden: Krankenhäuser keimfrei halten und die Arzneimittel nur bei echtem Bedarf abgeben, empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO). Bauern können den Gifteinsatz nach den Regeln der ökologischen Landwirtschaft mindern: Widerstandsfähige Rassen, artgerechte Haltung und ausgewogene Ernährung sorgen für gesunden Tierbestand. Saatgut ohne Unkrautsamen, wechselnde Fruchtfolgen, mechanische Unkrautbekämpfung wie Pflügen und dichte Bestände bewirken, dass Unkräuter, Insekten und Nager nicht zum Problem werden. Das klingt banal, ist aber schwer in die Tat umzusetzen. Ökologische Landwirtschaft ist teuer und kann derzeit nicht alle Menschen ernähren. Hygiene in Krankenhäusern bedarf enormer Disziplin, und mal ehrlich: Welcher Patient würde im Krankheitsfall auf sein Antibiotikum verzichten?

In einigen Ländern Europas gelingt es trotzdem, resistente Keime und Schädlinge zurückzudrängen – hauptsächlich dort, wo Kontrolleure Ärzten und Pflegepersonal, Landwirten und Tierärzten auf die Finger schauen. Auf diese Weise konnte Frankreich die Rate der multiresistenten Keime (MRE) seit 2005 halbieren. In unserem Nachbarland tummeln sich unter den Mikroben in Krankenhäusern nicht mehr 40, sondern nur noch 20 Prozent multiresistente Keime. Vor etwa zehn Jahren waren französische Hospitäler besonders von MRE betroffen: zum einen wegen des überdurchschnittlich hohen Antibiotikakonsums, zum anderen wegen mangelnder Krankenhaushygiene. Den hohen Medikamentenverbrauch dämmte die Regierung daraufhin mit einer landesweiten Aufklärungskampagne ein. Um die Übertragung resistenter Keime in Kliniken zu verhindern, bedurfte es dann allerdings härterer Maßnahmen.

Hygiene kostet Zeit: Ärzte und Pfleger müssen Infizierte isolieren und immer wieder die eigenen Hände akribisch desinfizieren. Freiwillig macht das kaum jemand. Deshalb überprüfen Beamte der französischen Gesundheitsbehörde HAS jährlich, ob die Richtlinien in Krankenhäusern eingehalten werden. Anschließend kann jeder Bürger auf der Website „Scope Santé“ sehen, welche Note eine Klinik erhalten hat. Zusätzlich überwachen Hygienekomitees an jedem Hospital, ob Ärzten und Pflegern gefährliche Fehler unterlaufen. Vor allem aber schulen sie die Mitarbeiter zweimal jährlich. „Das ist das Wichtigste“, sagt Thierry Fosse, Leiter des Hygienestabs an den Unikliniken in Nizza. „Selbst Ärzte, die frisch von der Uni kommen, sind häufig nachlässig bei der Hygiene.“

In den Niederlanden, wo die MRE-Rate bei drei Prozent liegt, hat der Kampf gegen resistente Bakterien bereits in den 80er Jahren begonnen. Ärzte verordnen Antibiotika nur selten. Hochrisiko-Patienten, die in eine Klinik aufgenommen werden, kommen zunächst auf eine Isolierstation. Liegt ein Infekt vor, bleibt der Patient in Quarantäne. Das gilt auch für Krankenhausangestellte, die sich infiziert haben.

Laissez-faire ist auch in holländischen Ställen tabu: 2009 befahl der Staat Bauern und Tierärzten, den Antibiotikaverbrauch für Nutztiere bis 2013 zu halbieren, 2012 war das Ziel erreicht. Mithilfe zentraler Datensysteme werden die Antibiotikagaben überwacht. Wer bestimmte Schwellenwerte überschreitet, muss Maßnahmen ergreifen: Impfungen oder Änderungen bei Haltung und Fütterung. Als letzten Schritt müssen Landwirte die Viehdichte reduzieren.

Deutschland hinkt in Sachen Resistenzmanagement leider seinen Nachbarn hinterher. 2008, lange nach Holland und Frankreich, präsentierte die Bundesregierung mit der „Deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie“ (DART) ein Maßnahmenpaket, das den Antibiotikaverbrauch von Mensch und Tier und resistente Keime eindämmen sollte. Erst sechs Jahre später verabschiedete sie ein Gesetz gegen den hohen Antibiotikaverbrauch in Ställen: Neue Meldepflichten und strengere Vorgaben sollen den Einsatz bis zum Jahr 2018 halbieren. Viel getan hat sich seither nicht, weil unabhängige Kontrollen fehlen und viele der DART-Maßnahmen auf Freiwilligkeit beruhen.

Die Antibiotikum-Massenbehandlung gehört weiterhin zum Standardprogramm, wenn in Mastbetrieben einzelne Tiere erkranken. Schlimmer noch: Zunehmend mischen Veterinäre Reserveantibiotika ins Trinkwasser, die eigentlich Patienten vorbehalten sind, denen kein Standard-Antibiotikum mehr hilft. Über Gülle und Grundwasser finden so resistente Keime ihren Weg zu den Menschen. Die Folge: Bei der Aufnahme in ein Krankenhaus ist jeder zehnte Patient laut Forschern der Berliner Charité mit multiresistenten Keimen besiedelt.

Ungehindert passieren sie Klinikportale und breiten sich in OP-Sälen und Krankenzimmern aus. Nur wenige Hospitäler führen hierzulande bei der Aufnahme ein MRE-Screening durch. Hauptamtliche Hygieneärzte, die nach dem novellierten Infektionsschutzgesetz bis 2016 an jedem größeren Krankenhaus beschäftigt werden müssen, sucht man vielerorts noch vergeblich. Zwar nehmen inzwischen mehr als tausend Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen an dem Resistenzüberwachungsprogramm KISS und an der „Aktion Saubere Hände“ teil, gezwungen wird aber niemand. Keine unabhängige Stelle prüft, ob Hygienemaßnahmen wie die Handdesinfektion durchgeführt werden: Kliniken schreiben ihre Qualitätsberichte selbst. Das erklärt, warum die MRSA-Rate, eine Form der Infektionen mit multiresistenten Keimen, seit 2007 nur geringfügig gesunken ist: von 20 auf 16 Prozent.

In der Kanalisation deutscher Großstädte wartet derzeit die Wanderratte auf ihren großen Auftritt. In Berlin hat Sebastian Günther, Mikrobiologe an der Freien Universität, Rattenfäkalien untersucht: Die Nager tragen doppelt so viele multiresistente Keime in sich wie der Durchschnittseuropäer. „Die Tiere nehmen die Mikroben vor allem über Klinikabwässer in der Kanalisation auf“, vermutet Günther. Ihre Ausscheidungen kontaminieren Lebensmittel und Badegewässer oder gelangen in Form feiner Stäube zu den Menschen. Zugleich lassen sich die keimtragenden Nager immer schwerer bekämpfen: In einzelnen Gebieten Niedersachsens und Nordrhein-Westfalens vertragen bereits 80 Prozent Rattengift problemlos. Ein Rezept für einen Gesundheitsalptraum – und allerhöchste Zeit, mit intelligenten Strategien gegen Resistenzen vorzugehen. ■

Monika Holthoff-Stenger

Resistenz ist ein uraltes und natürliches Phänomen – und viel weiter verbreitet, als viele Menschen annehmen. Selbst unsere Autorin war überrascht, welche Organismen Abwehrstrategien gegen ihre Bekämpfung besitzen.

Resistent resistant

Im Kampf ums Überleben haben Bakterien ebenso wie andere Lebewesen die Fähigkeit entwickelt, der schädlichen Wirkung bestimmter Substanzen, zum Beispiel von Antibiotika, zu widerstehen. Die wichtigsten Mechanismen:

Verminderung der Antibiotikakonzentration

Das Antibiotikum kann die äußere Membran nicht durchdringen oder wird einfach wieder aus der Zelle gepumpt (Effluxpumpe).

Produktion inaktivierender Enzyme

Ein effektives Abwehrenzym spaltet oder modifiziert das Antibiogramm, so dass es seine tödliche Wirkung verliert.

Resistente Zielmoleküle

Die Zielstruktur, gegen die ein Wirkstoff gerichtet ist, verändert sich, so dass der Angriff ins Leere läuft.

Evolutiv modifizierte Stoffwechselwege

Manche Antibiotika stören Stoffwechselvorgänge wie die Herstellung von Folsäure in Bakterien. Resistente Enterobakterien haben sich angepasst und nehmen Folsäure einfach aus der Umwelt auf.

Was kann ich tun?

So selten wie möglich, so oft wie nötig:

Nehmen Sie Antibiotika nur ein, wenn sie dringend erforderlich sind. Der Arzt sollte möglichst kein Breitbandantibiotikum verordnen (fördert Multiresistenz!), sondern mittels Abstrich oder Urinprobe prüfen, welcher Erreger für die Krankheit verantwortlich ist. Sofern es sich um einen bakteriellen Infekt handelt, kann er gezielt ein Antibiotikum auswählen. Bei viralen Infekten (Erkältung, Bronchitis, etc.) wirken die Mittel nicht.

Der Doc bestimmt:

Antibiotika nur einnehmen, wenn sie vom Arzt verschrieben wurden.

Therapietreue:

Befolgen Sie penibel die Dosierungsanleitung. Viele Patienten wissen nicht, dass der zeitliche Abstand zwischen den Einnahmen exakt eingehalten werden muss, um den Wirkstoffspiegel des Arzneimittels gleichmäßig hoch zu halten. Die Packung eines Antibiotikums sollte stets komplett aufgebraucht werden, wenn der Arzt keine andere Einnahmeanweisung erteilt. Wer die Therapie zu früh abbricht, riskiert, dass resistente Erreger überleben.

Teilen verboten:

Niemals Antibiotika mit Familienangehörigen teilen oder Reste ohne Anweisung des Arztes einnehmen.

Ab in die Kanalisation?

Bloß nicht! Antibiotika wirken dort weiter und erzeugen neue Resistenzen.

Küchenhygiene:

Fleisch kann mit resistenten Keimen besiedelt sein. Darum sollten Verbraucher Arbeitsfläche und Küchenwerkzeuge sofort nach dem Kontakt mit rohem Fleisch heiß reinigen. Obst und Gemüse sollten nicht mit rohem Fleisch in Berührung kommen. Gut durchgegartes Fleisch enthält keine gefährlichen Keime mehr.

Bildunterschriften

- 1 Ratten entwickeln weltweit immer mehr Resistenzen gegen Gifte zu ihrer Bekämpfung. In ihrem Fell tragen sie unter anderem Rattenflöhe (oben rechts). Auch diese werden resistent gegen Insektizide. Problem: Der Floh kann die Pest übertragen.
- 2 Auf Madagaskar bricht regelmäßig die Pest aus. Einsatzteams untersuchen gefangene Ratten auf den Erreger (rechts unten). Anderen Krankheitsübertr.ern wie Moskitos, die Malaria verbreiten, können ebenfalls immer weniger Gifte etwas anhaben.
- 3 Farmer Jorgenson (rechts) dachte, dass er mit dem Einsatz von gentechnisch veränderten Sojapflanzen und dem Versprühen des Total-Herbizids Glyphosat den Kampf gegen sogenannte Unkräuter wie Amaranth (rechts oben) gewinnen könnte. Doch auch bei ihm, wie in Europa, breiten sich die resistenten Gewächse immer weiter aus. Die Karte zeigt, in welchem Land wieviele resistente Unkräuter bis jetzt registriert sind.
- 4 In der Lechuguilla-Höhle (ganz links) in den USA fanden Forscher Keime, die Millionen Jahre von der Umwelt abgeschirmt waren und trotzdem Resistenzen zeigten. Auch der Pesterreger (links) oder Krebszellen (oben) werden resistent.
- 5 Händewaschen und Desinfektion sind entscheidende Faktoren beim Kampf gegen resistente Keime in Krankenhäusern.
- 6 Bislang überwiegen noch zahlreiche andere Todesursachen die Infektionen mit resistenten Keimen. Wenn die derzeitige Entwicklung weitergeht, werden Mikroben in Zukunft zum größten Risiko. Deshalb bedarf es in Krankenhäusern strenger Hygiene. Händewaschen gehört unbedingt dazu.
- 7 Bei der Massentierhaltung werden häufig Antibiotika eingesetzt. Auch dadurch fördert der Mensch die Entstehung von Resistenzen.

Zitate

»Meist hat die Resistenzvariante schlechtere Überlebenschancen und geht verloren«

Michael Kresken, Paul-Ehrlich-Gesellschaft

»Für eine Weile lief alles super. Ich musste nicht mehr so viel Zeit zum Pflügen des Ackers aufbringen, um Unkräuter zu beseitigen« Jeff Jorgenson, Sojafarmer, USA

»Im Nordwesten Deutschlands gibt es Ratten, die gegen fünf der acht Rattengifte resistent sind« Alexandra Esther, Resistenzforscherin, Julius-Kühn-Institut