

Wissenschaft

Menschlicher Einfluss auf die Umwelt ist groß

Belastungsgrenzen sind laut Studie teilweise überschritten

Durch den Einfluss des Menschen auf seine Umwelt sind nach Auffassung von Wissenschaftlern bereits mehrere natürliche Belastungsgrenzen der Erde überschritten worden. Das geht aus der Analyse eines weltweiten Experten Netzwerks hervor, an dem auch das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) beteiligt ist. Demnach wurden bereits vier von insgesamt neun „planetaren Grenzen“ verletzt, berichten die Forscher im Fachmagazin *Science*.

Das Konzept der „globalen Grenzen“ war 2009 von der Expertengruppe vorgestellt worden. Kernziel ist es, die Belastbarkeit der Erde physikalisch möglichst genau zu ergründen. Dafür wurden neun natürliche Prozesse, Systeme und Kreisläufe identifiziert, die für die Stabilität des globalen Ökosystems zentral sind. In einem zweiten Schritt ermittelten die Forscher Grenzwerte, bis zu denen diese Systeme ihrer Auffassung nach noch funktionsfähig bleiben. Werden die Grenzwerte überschritten, droht das Erdsystem aus dem derzeit bekannten Zustand zu kippen.

Als gravierende Gefahren betrachten die Forscher die hohen Konzentrationen des Treibhausgases CO₂ in der Atmosphäre, den Verlust genetischer Vielfalt durch Artensterben, Änderungen in den globalen Phosphor- und Stickstoffkreisläufen sowie den Verlust von Waldgebieten.

Das PIK steuerte außerdem neue Simulationen für den menschlichen Einfluss auf Wasserressourcen und Ökosysteme bei. Dabei stellten die Wissenschaftler fest, dass der menschliche Wasserverbrauch in Regionen wie dem Westen der USA, Teilen Südeuropas, Asien und dem Mittleren Osten die „Toleranzlimits“ bereits überstiegen habe. Die Forscher wollen ihre Erkenntnisse beim noch in diesem Monat stattfindenden Weltwirtschaftsforum in Davos präsentieren. (AFP)



DPA

Wo sie selbst geboren wurden, legen Meeresschildkröten ihre Eier ab.

Zurück zum Heimatstrand

Magnetfeld leitet Schildkröten

Viele Tiere, etwa Vögel oder Fische, haben einen Magnetsinn. Auch ausgewachsene Meeresschildkröten leitet das Magnetfeld der Erde offenbar an die Strände ihrer Geburt zurück, wo sie ihre Eier ablegen. Das berichten US-Forscher im Fachblatt *Current Biology*. Die Tiere erkennen demnach charakteristische Muster des Feldes an ihrer Heimatküste und speichern diese ab.

Bei Unechten Karettschildkröten vergehen mindestens zwölf Jahre bis zur Geschlechtsreife. Trotzdem kehren sie auf weiten Wanderungen durch die Ozeane zur Eiablage wieder zu ihrem Heimatstrand zurück.

Um herauszufinden, ob sie sich dabei am irdischen Magnetfeld orientieren, nahmen die Wissenschaftler der University of North Carolina an, dass natürlich auftretende Schwankungen des Erdmagnetfeldes den Ort der Eiablage beeinflussen müssten. Sie analysierten, wo Unechte Karettschildkröten entlang der Ostküste Floridas zwischen 1993 und 2011 ihre Eier abgelegt hatten und wie sich das Magnetfeld in diesem Zeitraum verändert hatte. Dabei fanden sie einen eindeutigen Zusammenhang zwischen den Veränderungen und der Verteilung der Gelege: Zu bestimmten Zeiten näherten sich die Signaturen einzelner Küstenabschnitte an. In diesem Fall rückten auch die Eiablageplätze auf engem Raum zusammen. (dpa)

Die häufigsten multiresistenten Bakterien

<p>Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus (MRSA)</p> <p>Vorkommen: Haut, Schleimhäute der oberen Atemwege</p> <p>Kann Auslöser sein von: Haut- und Wundentzündungen, Atemwegs- und Harnwegsinfekten, Entzündungen von Organen und Gewebe, Sepsis</p>	<p>Multiresistenter Pseudomonas aeruginosa</p> <p>Vorkommen: Nasskeim (feuchte Böden, Pfützen, Leitungswasser, Waschbecken, Duschen etc.), verdorbene Lebensmittel</p> <p>Kann Auslöser sein von: Lungen-, Haut-, Augen-, Ohrenentzündungen und Harnwegsinfekten</p>	<p>ESBL-bildende Klebsiella pneumoniae</p> <p>Vorkommen: Kann fast überall vorkommen, u. a. natürlicherweise im Magen-Darm-Trakt und der Mundschleimhaut</p> <p>Kann Auslöser sein von: Lungenentzündungen, Harnwegsinfekten</p>	<p>Vancomycin-resistenter Enterococcus faecium und Enterococcus faecalis (VRE)</p> <p>Vorkommen: Darmflora</p> <p>Kann Auslöser sein von: Harnwegsinfekten, Bauchfellentzündung, Sepsis</p>	<p>Clostridium difficile</p> <p>Vorkommen: Darmflora</p> <p>Kann Auslöser sein von: Darmentzündungen, Sepsis</p>	<p>ESBL-bildende Escherichia coli</p> <p>Vorkommen: Darmflora, verunreinigtes Trinkwasser, infizierte Lebensmittel</p> <p>Kann Auslöser sein von: Magen-Darm-Erkrankungen, Darm-, Bauchfell-, Harnwegsinfektionen, Wundinfektion, Sepsis</p>
--	---	---	--	---	---

BLZ/RITA BÖTTCHER

Desinfizieren mit Farbe und Licht

Ein Verfahren namens Photodynamik soll im Kampf gegen unerwünschte Bakterien helfen – vor allem gegen Krankenhauskeime

VON ECKART GRANITZA

Jedes Jahr infizieren sich hierzulande zwischen 800 000 und einer Million Menschen mit Krankenhauskeimen. Von diesen sterben 3 000 bis 4 000 Patienten allein an sogenannten multiresistenten Keimen – so die neuesten Schätzungen der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH).

Bei einer Infektion mit multiresistenten Erregern können auch große Mengen Antibiotika nur wenig oder gar nichts mehr ausrichten. Ein Team von Chemikern, Biologen und Physikern der Universität Regensburg hat jetzt ein Verfahren entwickelt, das den Keimbefall von Menschen, Lebensmitteln und Tieren erheblich reduzieren kann.

Oberflächen, die mit der Methode behandelt werden, bleiben sogar dauerhaft steril, so dass die Forscher damit auch selbst entkeimende Materialflächen, etwa auf Lichtschaltern oder medizinischen Geräten, produzieren könnten.

Herkömmliche Desinfektionsbehandlungen helfen auch gegen Keime. Der Clou der neuen Methode: Sie braucht keine hautreizenden Chemikalien, sondern nur ein paar speziell entwickelte Farbstoffe und Licht. Das Prinzip dahinter heißt Photodynamik. Es macht sich die Eigenschaft bestimmter Farbstoffe zunutze, die, wenn sie mit Licht bestrahlt werden, einen Teil der Energie auf den umliegenden Sauerstoff übertragen und ihn in sogenannten Singulett-Sauerstoff umwandeln.

Unabhängig von Resistenzen

Mit diesem aktiven Oxidans können Ärzte gezielt Keime bekämpfen und damit in einigen Fällen auch eine Alternative zu Antibiotika bieten, die vor allem gegen multiresistente Keime wesentlich wirksamer ist. Wenn zum Beispiel die Schleimhäute der Nase von Bakterien befreit werden sollen, reichen Desinfektionsmittel nicht aus. „Beim derzeitigen Verfahren muss das Antibiotikum Mupirocin eingesetzt werden, wogegen sich bereits resistente Erregertypen entwickelt haben“, erläutert der Leiter des Regensburger Forscherteams, Wolfgang Bäumler. „Mit der Photodynamik können wir Keime unabhängig von Resistenzen abtöten und damit zudem der Resistenzentwicklung vorbeugen“, ergänzt er.

Das Verfahren funktioniert denkbar einfach: Die meist von der Natur abgeschauten Farbmoleküle, zum Beispiel Vitaminfarbstoffe, wandeln den umgebenden Luftsauerstoff in seine reaktivere Variante, Singulett-Sauerstoff um, wenn sie mit Licht bestrahlt werden. Je nachdem, wie

schnell die Desinfektion erfolgen soll, lassen die Forscher entweder künstliches sichtbares Licht, beispielsweise von LEDs oder Neonröhren, oder Tageslicht auf die farbstoffbeladenen Keime einwirken. „Dieser aktive Sauerstoff oxidiert viele kleine Löcher in die Keime, bis die Zellen absterben. Das funktioniert ähnlich wie mit einem Bleichmittel, nur viel milder“, erläutert der Chemiker des Teams, Andreas Späth.

Er hält die Anwendung der Farbstoffe auf technischen Oberflächen für ein attraktives Einsatzgebiet für seine Farbstoffe. In Lacken gebunden können sie eine dauerhaft antimikrobiell wirkende Oberfläche bilden. Die Regensburger kooperieren bereits mit Lack-Herstellern. Die Anwendungsbereiche sind vielfältig: Türgriffe, öffentliche Computerterminals, schnurlose Telefone in Kliniken, Lichtschalter und Medizingeräte nennt Späth als Beispiele. „Im Prinzip sind alle Oberflächen interessant, an denen man sich im öffentlichen Leben, im Haushalt oder in Krankenhäusern infizieren kann, da viele verschiedene Leute sie berühren“, sagt der Forscher.

Zudem sind die Farbstoffe, im Gegensatz zu vielen anderen Desinfektionsmitteln, umweltfreundlich, da sie sich biologisch abbauen lassen. Einer der Farbstoffe ist sogar lebensmittelecht. Deshalb denken die Forscher auch an eine Verwendung der Methode in der Lebensmittelbranche.

Zum Beispiel wäre die Methode hervorragend für die Verpackungsentkeimung geeignet: Aufsprühen, belichten, fertig! Ein derartiges Verfahren würde den Herstellungsprozess weniger riskant machen, da nur sichtbares Licht und ungiftiger Farbstoff verwendet werden und kein gefährliches UV-Licht oder ätzendes Wasserstoffperoxid mehr notwendig wäre.

Die Forscher, die das Verfahren auch in der ausgegründeten Firma Trioptotec weiterentwickeln, haben bereits mit Brot experimentiert. Versuche zeigten, dass Brot nach einer Farb-Licht-Behandlung wesentlich langsamer schimmelt als unbehandelt. „So etwas ganz ohne Chemikalien zu erreichen, sei für die Lebensmittelindustrie extrem interessant“, sagt Späth.

Das drängendste Anwendungsgebiet ist aber der Kampf gegen hartnäckige Krankheitskeime in der Medizin: „Ziel ist es, die Keimlast, beispielsweise bei den hochgefährlichen MRSA-Keimen, auf ein Niveau zu senken, das das Immunsystem des Körpers noch gut bewältigen kann“, sagt Bäumler. Absolute Keimfreiheit sei nicht erstrebenswert, da die Hautflora nicht gestört

Mit Photodynamik gegen Keime

1 Oberflächen im Krankenhaus werden mit einem speziellen durchsichtigen Farbstoff (Photosensibilisator) bestrichen oder besprüht. Dieser ist lebensmittelecht und kann auf alles gesprüht werden, auf Lichtschalter, medizinische Geräte, Telefone, ja sogar auf Lebensmittel wie Brot oder auf die Patienten selbst.

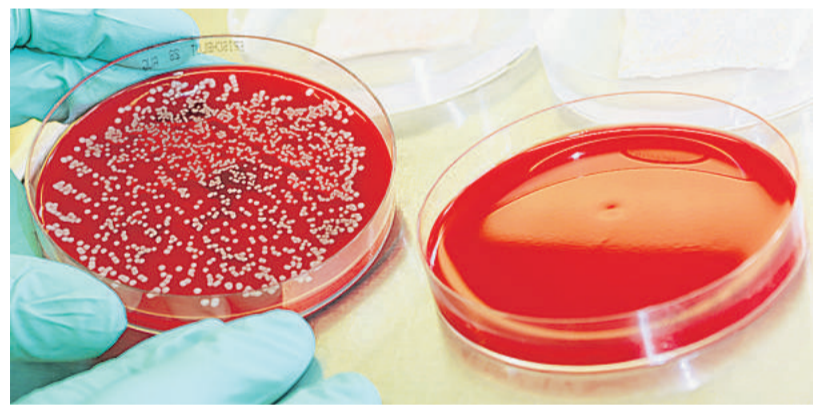
2 Die Farbstoffe werden mit Licht (LEDs, Neonröhren, Tageslicht) einer bestimmten Wellenlänge bestrahlt.

3 Sie wandeln daraufhin einen Teil des sie umgebenden Sauerstoffs in Singulett-Sauerstoff um. Dieser aktive Sauerstoff oxidiert kleine Löcher in die mit Farbstoff bestrichenen Keime. Die Zellen sterben ab.

WEHRHAFTE MIKROBEN

Multiresistente Krankheitskeime bereiten zunehmend Probleme. Bakterien können diese Eigenschaft bei der Therapie mit Antibiotika entwickeln. Durch zufällige genetische Veränderungen werden einige Keime unempfindlich gegenüber dem Mittel und überleben die Behandlung. Sie können sich im Krankenhaus ausbreiten und bei der Verlegung von Patienten in andere Einrichtungen übertragen werden.

Der häufige Einsatz von Antibiotika ist ein wichtiger Grund für die zunehmenden Resistenzen. Je mehr Antibiotika eingesetzt werden, desto höher steigt die Rate der resistenten und multiresistenten Keime.



UNIKLINIKUM REGENSBURG

Kulturschalen mit Abstrichen von bakteriell besiedelter Schweinehaut: links ohne Behandlung, rechts nach Dekontamination per Photodynamik.

werden sollte. „Dabei ist es von Vorteil, dass unsere Photosensibilisatoren ungiftig, geruchsneutral und hautschonend sind“, ergänzt der Experte. Sie trocknen die Haut nicht aus, wie das derzeit meistens verwendete Isopropanol und sie brennen nicht auf der Haut – die Methode kann also auch auf Schleimhäuten angewendet werden.

Derzeit ist die Vorgehensweise bei einem äußerlich von MRSA befallenen Patienten so, dass er isoliert werden muss und die Entfernung der Keime meist über wiederholte,

Selektionsdruck ist eine Erklärung dafür: Diejenigen Keime, die sich gegen den Angriff eines Antibiotikums wehren können, sind im Vorteil und vermehren sich entsprechend. Einige Bakterienarten haben schon von Natur aus eine Resistenz gegen bestimmte Substanzen. Diese Eigenschaft wird wichtig, wenn Antibiotika eingesetzt werden.

Antibiotika in der Tiermast führen bei massivem Einsatz dazu, dass immer mehr Keime sich gegen Antibiotika behaupten müssen und in der Konsequenz Menschen immer häufiger mit resistenten Keimen in Kontakt kommen.

Das Team um Bäumler ist dabei darauf bedacht, dass die Kosten für die neue Methode im Rahmen bleiben. „Angestrebt ist, dass unser Verfahren unterm Strich nicht teurer ist als die bisherigen Verfahren. Vielleicht wird es sogar preiswerter“, sagt Bäumler. „Und wir wollen schneller sein“, ergänzt der Forscher.

Die Lichtkabine ist bereits in der Entwicklung. Der Leiter der Dermatologie des Universitätsklinikums in Regensburg, Mark Berneburg, sieht in dem neuen Verfahren eine große Chance. An Schweinehaut wurde es bereits getestet. „Die Senkung der Keimlast um den Faktor Tausend oder noch mehr zeigt, wie effizient die Therapie ist“, sagt der Dermatologe. Berneburg hofft auf eine baldige Zulassung der Farbstoffe für die Anwendung am Menschen.

Auch gegen Viren? Denn: „Eigentlich beginnt fast jede Infektion außen. Die Keime gelangen dann über Wunden oder Katheter in den Körper“, sagt der Experte. Möglicherweise eigne sich die Photodynamik sogar, um Wunden zu desinfizieren. „Entscheidend ist aber natürlich, dass man die Infektion schnell genug erkennt“, sagt Berneburg. „Wenn die Keime den Patienten bereits innerlich befallen haben, hilft weder das neue Verfahren noch eine Desinfektion, sondern man muss wieder auf Antibiotika zurückgreifen“, gibt der Dermatologe zu bedenken.

Darüber hinaus halten die Regensburger das Verfahren auch attraktiv für die Tierhaltung. Wenn Ferkel beispielsweise von einem Stall in einen anderen gebracht werden, könnten sie mit Farbstoff besprüht werden und durch einen Lichttunnel laufen. So könnte die Antibiotikagabe in der Tierhaltung zwar nicht völlig gestoppt, aber doch erheblich gesenkt werden, glauben die Forscher.

Doch ein derartiger Einsatz ist noch Zukunftsmusik. Zunächst muss das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte die Farbstoffe toxikologisch testen. Erst dann können die Regensburger Wissenschaftler sie bei Menschen, Tieren und Lebensmitteln anwenden.

Doch damit ist der Traum nicht ausgeräumt. Weil die Methode unabhängig von der Zielstruktur funktioniert, kann sich Bäumler durchaus vorstellen, dass man sie auch zum Abtöten von Viren verwenden kann. Bei Seuchen, wie der derzeit in Westafrika grassierenden Ebola-Epidemie, wäre das eine ganz neue und erfolgversprechende Abwehrstrategie. Zunächst aber sind die Bakterien dran.

Stress verhindert Mitgefühl mit Fremden

Schon ein kurzes gemeinsames Computerspiel steigert jedoch die Empathie zwischen Menschen, die sich noch nicht kennen

Stehen Menschen unter Stress, haben sie weniger Mitgefühl mit Fremden. Nimmt man ihnen jedoch diese Anspannung, können sie sich recht leicht in unbekannte Menschen einfühlen. Der Abbau von Stress führt zu mehr Empathie. Das gilt sowohl bei Tieren als auch bei Menschen, berichten kanadische Forscher von der McGill Universität in Montreal in der Fachzeitschrift *Current Biology*. Der Stress lässt sich außerdem mit sehr einfachen Mitteln abbauen – zum Beispiel mit einem gemeinsamen Computerspiel.

Jeffrey Mogil und seine Mitarbeiter hatten beobachtet, dass Mäuse stark auf Schmerzen reagieren, die

einer anderen bekannten Maus zugefügt werden. Das Schicksal fremder Mäuse schert die Tiere dagegen weniger. Eine kleine Dosis des Stress-abbauenden Hormonblockers Metyrapon ließ sie allerdings in Gegenwart eines fremden Artgenossen ähnlich reagieren, wie wenn dieser ein lange bekannter Käfigkumpel wäre. Stress scheint also dem Einfühlungsvermögen im Wege zu stehen.

In Experimenten untersuchten die Forscher, ob das auch für Menschen gilt. Sie baten Studenten, ihre Hand in ein Gefäß mit Eiswasser zu tauchen. Schauten ihnen dabei Freunde zu, zeigten diese stärkere

Reaktionen auf den Eis-Schock der Probanden als danebensitzende Fremde. Bekamen die Fremden jedoch ein Stress-lösendes Mittel, so stieg auch ihre Empathie deutlich. Dies ging soweit, dass die Zuschauer unwillkürlich ihre eigene Hand berührten, wenn ihr Gegenüber die seine ins Eiswasser tauchte.

Zum Stress-Abbau braucht es beim Menschen aber noch nicht einmal eine chemische Nachhilfe – es genügten 15 Minuten eines gemeinsamen Videospieles, berichten die Forscher. Eine Runde mit dem Videospiel „Rock Band“ vor den Tests führte bei einander fremden Studenten zum gleichen Ergebnis

wie das Stress-abbauende Mittel. Bei „Rock Band“ machen die Teilnehmer zusammen Musik.

Ein einfaches gemeinsames Spiel reiche offenbar aus, um einen Menschen von der „Fremdgruppe“ in die „Freundesgruppe“ einzuordnen und diesem Empathie entgegen zu bringen, sagte Mogil. Versuchspersonen, die das Videogame „Rock Band“ alleine spielten, zeigten hingegen keine größere Empathie.

„Es ist faszinierend, dass dieses Phänomen bei Mäusen und Menschen identisch zu sein scheint“, berichtet der Biologe Jeffrey Mogil. Die Studie zeige, warum Empathie nicht öfter unter Fremden vor-

komme. „Das Geheimnis ist ganz einfach Stress, und zwar besonders der soziale Stress, nahe bei einem Fremden zu sein.“

Die Studie beweise zudem, dass Mäuse zu einem komplexeren sozialen Verhalten fähig seien als bislang angenommen. „Auf der anderen Seite zeigt sie, dass soziale Phänomene bei Menschen einfacher sein könnten als bisher geglaubt.“ Das Verhalten habe sich über die Evolution hinweg konserviert, vermuten die Forscher. Auch bei Ratten habe eine frühere Studie gezeigt, dass Tiere mit einem relativ geringen Level des Stresshormons Corticosteron hilfsbereiter seien. (dpa)