

Prof. Dr. Markus Egert
Frank Thadeusz

Ein Keim
kommt
selten
allein



Wie Mikroben unser Leben bestimmen
und wir uns vor ihnen schützen



Ullstein extra ist ein Verlag der Ullstein Buchverlage GmbH
www.ullstein-extra.de

ISBN 978-3-86493-055-3

Copyright © Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin 2018

Alle Rechte vorbehalten

Foto S. 97: gettyimages

Gesetzt aus der Quadraat

bei Pinkuin Satz und Datentechnik, Berlin

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

Für Massimiliano Cardinale,
Dietmar Egert und Dorit Egert

Inhalt

| | |
|---|-----|
| Prolog | 9 |
| 1. Keim oder nicht Keim | 13 |
| Der Urkeim – ein Workaholic, dem wir alles verdanken | 13 |
| Zusammen sind sie stark – warum Keime echte Familienmenschen sind | 24 |
| Das humane Mikrobiom – Freunde fürs Leben | 34 |
| Sex and Keim – eine Geschichte von großer Nähe | 45 |
| Most Wanted – die meistgesuchten Schurken aus dem Reich der Mikroben (die Ihnen auch zu Hause begegnen können) | 54 |
| 2. Ein Keim kommt selten allein | 71 |
| Die Hygiene-Hypothese oder warum wir endlich abrüsten sollten | 71 |
| Der Küchenschwamm – das größte Keimhotel der Welt | 84 |
| EINWURF: Der Mettigel – das gefährlichste Tier der Welt? | 97 |
| Küchenhygiene – wo die wilden Keime wohnen | 101 |
| Die verbotene Zone – warum die Toilette für Keime nicht attraktiv ist | 114 |
| You will never talk alone? Mikroben auf Handys und Brillen | 125 |

| | |
|---|-----|
| 3. Sie sind mitten unter uns | 133 |
| <i>Holy Shit! Warum auch Mikroben Kirchgänger sind</i> | 133 |
| <i>Natürlicher Widerstand – wenn Mikroben resistent werden</i> | 144 |
| <i>Es geht ein Keim auf Reisen</i> | 154 |
| <i>Keime im Fitnessstudio oder ist Sport doch Mord?</i> | 165 |
| <i>»Papa, sind das Würmer?!« – Kinder, Haustiere und Parasiten</i> | 174 |
| 4. Dr. Bazillus und Mr. Keim | 185 |
| <i>Eine kurze Abhandlung über die wahren Geißeln der Menschheit: Schweiß, Mundgeruch und Pickel</i> | 185 |
| <i>Hand aufs Herz: Wie oft waschen Sie sich die Hände?</i> | 197 |
| <i>Alarm in der Waschmaschine – warum uns Keime an die Wäsche gehen</i> | 204 |
| <i>Keime im Paradies – über Gefahren in der Ferne</i> | 213 |
| <i>Star Bugs – sie werden die Erde mit uns verlassen</i> | 225 |
| Epilog | 235 |
| Informative Internet-Quellen zum Thema Hygiene und Mikrobiologie | 239 |
| Literaturverzeichnis | 241 |



»Dass du ein Hygieneexperte sein sollst, habe ich erst aus der Zeitung erfahren«, sagte meine Frau einmal. Sie meinte damit, dass ich in unserer Familie nicht gerade als Putzteufel gelte, obwohl ich doch Professor für Mikrobiologie und Hygiene bin.

Ich gebe zu, privat neige ich eher weniger zum Gebrauch eines Putzlappens. Das hat aber einen simplen Grund. Das Wort »Keim« löst bei mir keine Panik aus. Wenn ich von »Bakterien« höre, denke ich nicht zuerst an Probleme, sondern an eine famose Gemeinschaft von Lebewesen.

Dieses Buch handelt von unseren täglichen Begegnungen mit Mikroorganismen wie Bakterien, Pilzen und Viren – es ist die Geschichte einer der schwierigsten Beziehungen überhaupt: jener zwischen Mensch und Mikrobe.

Wir betrachten Keim & Co. hauptsächlich als Feinde, die es auszumerzen gilt. Möglichst mit allen Mitteln, die unser Arsenal an scharfen Reinigern zur Verfügung stellt. Doch die Mikrobiologen fangen gerade erst an, die Welt der Mikroben zu verstehen. Und ahnen dabei schon jetzt: Deren verborgenes und geheimnisvolles Universum ist uns freundlicher gesonnen, als wir bisher glaubten.

Ich werde im Folgenden schildern, dass ein steriles Leben ohne Mikroorganismen in unseren Häusern und Wohnungen schlicht unmöglich ist. Milliarden von Einzellern wuseln in jedem Moment unseres Lebens um uns herum. Sie hausen auf unserer Haut und sogar in unserem Körper – jeder Mensch beherbergt die unvorstellbare Zahl von zehn Billionen Mikroorganismen. Außerdem ist interessant zu wissen, dass uns übertriebene Hygiene regelrecht krank machen kann. Und dass uns immer wieder Bakterien auf die Beine helfen, wenn wir denn krank geworden sind.

Ich bin kein versponnener Wissenschaftler, der sein Forschungsobjekt esoterisch verehrt. Zu unserem Zusammenleben mit Mikroorganismen gehört es einfach, diese lieben kleinen Biester mitunter umzubringen. Denn leider gibt es unter ihnen auch Schurken, die uns an die Substanz wollen.

Antibiotika, Desinfektions- und Reinigungsmittel gehören zu den Segnungen der Zivilisation und haben unsere Lebenserwartung deutlich verlängert. Doch ihr Einsatz muss mit Bedacht geschehen. Ansonsten kann der Schuss auf die Mikroben nach hinten losgehen. Und nicht nur das: Uns Mikrobiologen wird immer klarer, dass wir einen Fehler begehen, wenn wir alle Mikroben auslöschen; denn dann töten wir auch die vielen guten, nur um ein paar böse zu erwischen.

Mikroorganismen waren die ersten Lebewesen auf diesem Planeten. Und sie werden mit Sicherheit auch die letzten sein, bevor die Erde in zwei bis drei Milliarden Jahren durch die Sonne verglüht. Es waren Einzeller, die dafür gesorgt haben, dass wir auf unserem schönen blauen Planeten überhaupt leben können. Wir haben ihnen viel zu verdanken!

Mich hat immer schon gestört, dass man über Mikroben in den Tiefen des Marianengrabs oder der sibirischen Tundra mehr weiß als über die Einzeller in unserem Alltag. Ge-

meint sind genau jene Wegbegleiter, die unbeachtet in unseren Waschmaschinen und Küchenschwämmen kauern.

Ein Leben ohne Mikroorganismen wäre ziemlich trostlos: Sie produzieren Lebensmittel wie Käse, Salami, Wein und Bier. Ihnen verdanken wir lebensnotwendige Medikamente wie Insulin und wichtige Chemikalien wie Zitronensäure und Ethanol.

Keine Kuh könnte ohne Mikroben in ihrem Magen Gras verdauen und Fleisch ansetzen. Und auch wir würden ohne sie übrigens keinen Pups von uns geben.

Viele Pflanzen holen sich mithilfe von Mikroben an ihren Wurzeln lebensnotwendigen Stickstoff aus der Luft, werden also mikrobiell gedüngt. In Kläranlagen fressen Mikroben den Dreck aus dem Abwasser. In Biogasanlagen erzeugen sie aus Abfällen Methangas zur Energiegewinnung.

Viele Mikroben teilen sogar einige liebenswerte Eigenschaften mit uns: Bakterien sind ziemliche Plaudertaschen, die sich sehr effektiv in großen Gruppen verabreden können. Sie hängen gern mit ihresgleichen ab und laden auch noch die bucklige Verwandtschaft dazu – ein Keim kommt eben selten allein!

Am liebsten würden sie aber die ganze Zeit nur essen. Von Haus aus sind sie eher Sexmuffel, die sich aber ab und an doch mal zum Äußersten aufraffen.

Vor ein paar Jahren fragte mich mein Vater, was ein Mikrobiologe eigentlich den ganzen Tag so macht. Meine flapsige Antwort ärgert mich bis heute: »Farblose Flüssigkeiten von einem kleinen Behälter in einen anderen umfüllen.«

Ich hätte ihm besser von dem spannenden Leben der Mikroorganismen erzählen sollen. Das will ich nun mit diesem Buch nachholen. Wenn Sie, liebe Leser, unsere winzigen Mitbewohner nach der Lektüre mit anderen Augen sehen, habe ich mein Ziel erreicht.



1. Keim oder nicht Keim



Der Urkeim – ein Workaholic, dem wir alles verdanken

Vorträge zur Haushaltshygiene beginne ich gern mit: »Hallo, mein Name ist Markus Egert und ich untersuche Sachen, von denen die meisten Leute sagen: Das will ich eigentlich alles gar nicht so genau wissen!« Viele Menschen empfinden zunächst Widerwillen, wenn es um Keime und Bakterien geht. Zu unappetitlich erscheint dieses Thema, vielleicht auch zu unheimlich. Denn hier geht es um Dinge, die sich im Verborgenen abspielen.

Doch diese Scheu verfliegt in der Regel schon nach wenigen Minuten. Denn Haushaltshygiene betrifft wirklich jeden von uns – und lässt letztlich keinen kalt. Nach meiner Erfahrung halten sich die meisten für sehr reinlich und vernünftig im Umgang mit Putzlappen und Allesreiniger. Gespottet wird eher über andere. Wer hat nicht einen Bekannten, dem man immer schon mal gern zum Geburtstag eine Packung Wischtücher geschenkt hätte? Und sicher gibt's irgendwo auch eine Freundin,

die man nicht mehr ganz so oft besucht, weil sie einem mit ihrem Putzfimmel auf den Geist geht.

Dass ich mich als Mikrobiologe diesem Thema gewidmet habe, war sicher kein Selbstläufer. Es ist nicht gerade so, dass ich mich zu Hause darum reiße, wenn's ums Saubermachen geht. Promoviert habe ich über Mikrobengemeinschaften im Darm von afrikanischen Rosenkäferlarven, Maikäfer-Engerlingen und Regenwürmern. Wer jetzt den Eindruck bekommt, die Mikrobiologie sei eigentlich ein überflüssiges Orchideenfach, den kann ich beruhigen. Ich behaupte, dass gerade Mikrobiologen heute über eine Jobgarantie verfügen.

Denn sie werden wirklich an fast allen Ecken und Enden gebraucht, damit unser modernes Leben funktioniert. Mikrobiologen müssen überprüfen, dass weder in unsere Lebensmittel noch in unser Trinkwasser gefährliche Keime geraten. Viele Pharmazeutika müssen sogar steril, also absolut keimfrei sein. Selbst in den Tauchbädern der Automobilindustrie, in welche die Karossen zur Lackierung versenkt werden, dürfen sich Keime nur in geringer Zahl befinden. Sonst bestünde die Gefahr, dass sich die Einzeller auf dem Metall niederlassen und der Lack später nicht richtig haftet.

Abenteuerspielplatz für Mikrobiologen

Dass ich Haushalts-Hygieniker wurde, war ein Zufall. Im Jahr 2006 ging ich zum Düsseldorfer Konsumgüterhersteller Henkel. Für einen arglosen Wissenschaftler von der Universität ist so ein Karriereschritt erst mal ein Wechsel auf die dunkle Seite der Macht. Denn dort wird Forschung nicht mehr nur um der Forschung willen betrieben, sondern um mehr Waschmittel, Spüli oder Deos zu verkaufen.

Ich wurde Laborleiter in der Abteilung für Mikrobiologie. Mein Hauptgebiet war zunächst die Körpergeruchs- und Deoforschung. Es war, als wäre ich in einen großen Abenteuerspielplatz für Mikrobiologen geraten! Einer der alten Chefs sprach gern von Herrn Egerts Sandkasten, wenn ich Projektideen mit meinen neuen Uni-Methoden präsentierte.

Wir erforschten zum Beispiel die Auswirkungen von Kosmetik auf die Hautflora. Dazu haben wir Keime aus der Achselhöhle von Kollegen isoliert und untersucht, welche von ihnen Stinkstoffe produzieren. Später beschäftigten wir uns noch mit Stinker-Bakterien von Auto-Klimaanlagen, der Waschmaschinen-Flora und der Wirkung von Reinigungsmitteln auf die Mikroben in einem Haushalt.

Außerdem untersuchten wir Enzyme aus gentechnisch veränderten Bakterien, die in der Lage waren, beim maschinellen Waschvorgang die Flecken auf der Wäsche zu verdauen. Das ist ein bisschen wie im Labor von Dr. Frankenstein. Doch die moderne Mikrobiologie macht's möglich: Kein Problem, am Reißbrett einen Mikroorganismus nach Maß zu erschaffen, der genau das tut, was man will. Na ja, fast.

Andererseits: Mit lebenden Mikroorganismen arbeiten Mikrobiologen noch ziemlich genauso, wie es der Entdecker des Tuberkulose-Erregers, Robert Koch, schon vor knapp 150 Jahren getan hat: mit festen oder flüssigen Nährmedien. Denn nur bei lebenden Mikroben kann man tatsächlich testen, wie sie auf bestimmte Umweltreize, zum Beispiel Reinigungsmittel oder Deowirkstoffe, reagieren.

Man vergisst leicht, dass Mikroorganismen Lebewesen sind, die einen eigenen Stoffwechsel besitzen. Sie sind nur tausendstel Millimeter groß, und um sie zu sehen, braucht man ein Mikroskop. Diese kleinsten Bewohner der Erde sichtbar werden zu lassen, war vor fast 350 Jahren ein Riesenschritt. Der erste

Mensch, der Bakterien erstmals verlässlich gesehen und beschrieben hat, war Antoni van Leeuwenhoek, ein holländischer Hobby-Linsenschleifer und Optiker. Dieser Mann wusste allerdings noch nicht wirklich, mit wem er es zu tun hatte. In Unkenntnis ihrer Existenz glaubten selbst im 19. Jahrhundert noch Mediziner, dass Krankheiten durch üble Gerüche verursacht werden, bis der bereits erwähnte Robert Koch über ihre wahre Natur aufklärte.

Mikroben im Mixer

Alle Mikroben sind Einzeller. Dass sie in dieser Form existieren können, ist durchaus bemerkenswert. Wenn Mikrobiologen den wahren Unterschied zwischen Mikroorganismen, also Einzellern, und höheren, mehrzelligen Lebewesen erklären wollen, haben sie ein ganz einfaches Unterscheidungskriterium zur Hand: Alles, was man in einen Mixer stecken kann, ohne es zu töten, sind Mikroorganismen. Der Hintergrund: In Mehrzellern haben sich die einzelnen Zellen so spezialisiert, dass sie alleine unter natürlichen Bedingungen nicht mehr lebensfähig sind. Werden sie auseinandergerissen, können sie danach keinen vollständigen Organismus mehr aufbauen.

Mikroorganismen sind dagegen potenziell unsterblich. Sie vermehren sich stur durch Zweiteilung oder – wissenschaftlich ausgedrückt – exponentielles Wachstum: aus einer Zelle werden zwei neue, daraus vier, daraus acht ... Wohin so was führt? Aus einer einzigen Zelle, die sich über 48 Stunden alle 20 Minuten teilt, entsteht eine Biomasse, die etwa 3000-mal schwerer ist als die Erde.

Zu den Mikroorganismen oder Mikroben gehören die Bakterien und auch die Archaeen, eine weniger bekannte Schwes-

terngruppe der Bakterien, die zum Beispiel in Biogasanlagen Methan zum Heizen erzeugen. Daneben sind Pilze, Algen, einzellige Tiere (Protozoen) und auch Viren Mikroorganismen. Letztere sind Sonderlinge, die keine Lebewesen, sondern »nur« komplizierte Moleküle ohne eigenen Stoffwechsel sind.

Bakterien stellen sicher die am besten untersuchten Mikroben dar. Sie sind in der Lage, chemische Reize wahrzunehmen, und viele von ihnen besitzen sogar eine Art Motor, mit dem sie sich fortbewegen können. Der Begriff »Keime« wird oft synonym für Krankheitserreger verwendet. Das ist ungerechtfertigt! Die meisten Mikroben sind für Menschen völlig harmlos.

Bakterien haben im Gegensatz zu den Zellen von Pilzen, Algen, Protozoen und allen höheren Lebewesen keinen Zellkern. Sie werden Prokaryoten genannt. Und dennoch sind unsere Zellen mit den Bakterien direkt verwandt. Genauer gesagt, sind wir sogar aus ihnen hervorgegangen. Vor langer Zeit verkuppelten sich Bakterien und Archaeen zu sogenannten Eukaryoten: Zellen mit einem Zellkern, aus denen letztlich auch Menschen gemacht sind.

Wir verdanken den Mikroorganismen also nicht weniger als unsere Existenz! Alles Leben auf unserer Erde ist aus ihnen hervorgegangen. Es ist schon tragisch: In der Schöpfungsgeschichte werden diese winzigen Lebewesen, die wir mit bloßem Auge nicht erkennen können, mit keiner Silbe erwähnt. Dabei verdienen Bakterien und Mikroorganismen eigentlich ein dickes Extrakapitel in jedem Buch, das vom Werden des Menschen handelt.

Mikroben waren die ersten Bewohner auf unserem Planeten, als dieser noch einem lebensfeindlichen Inferno glich – und nicht jener lieblichen Welt mit Rosenduft und Vogelgezwitscher, die wir heute unser Zuhause nennen. Würden Mikroben diese beinahe verstörende Widerstandsfähigkeit nicht besitzen,



Zur Welt der Mikroorganismen (Mikroben, Keime) gehören Lebewesen, die als Einzeller lebensfähig sind und deren Zellen man nicht mit bloßem Auge sehen kann: Die Zellen der Bakterien und Archaeen haben keinen Zellkern (Prokaryoten), die der Pilze, Algen und Protozoen (Eukaryoten) schon. Viren sind keine Lebewesen, sondern nur komplizierte Moleküle. Die Abbildung ist nicht maßstabsgerecht. Prokaryoten sind ungefähr einen Millionstel Meter groß, Viren ca. zehnmal kleiner, Eukaryoten ca. zehnmal größer.

wäre unsere Erde eine unbewohnbare Wüstenei geblieben. Kein Mensch und kein Tier hätten hier je überlebt, und Bäume und Blumen würden nicht existieren.

In unserem Zuhause betrachten wir Mikroorganismen gerne als Eindringlinge. Machen wir uns nichts vor: Wir wohnen bei ihnen, nicht sie bei uns!

Der Urahn allen Lebens: ein Keim

Zugegeben, es ist eine Herausforderung, Wertschätzung für einen Organismus zu empfinden, der etwa 40-mal kleiner ist als ein menschliches Haar und zudem einen ziemlich miesen Ruf besitzt. Und doch führt kein Weg an dieser fundamentalen Erkenntnis vorbei: Alles Leben auf der Erde geht auf einen Superkeim zurück, der vielleicht schon vor 4,3 Milliarden Jahren die Bühne betrat.

Wissenschaftler gaben diesem ersten zellulären Lebewesen auf der Erde den Namen LUCA – eine Abkürzung für »Last Universal Common Ancestor« (»Letzter universeller, gemeinsamer Vorfahr«). Als er auftauchte, war die Erde vermutlich gerade erst wenige hundert Millionen Jahre alt.

Keime hinterlassen keine Zeugnisse ihres Daseins, die auch nur annähernd so eindrucksvoll sind wie das Skelett eines Tyrannosaurus rex. Dass es überhaupt Belege für ihre frühe Existenz gibt, verdanken wir paradoxerweise dem Klimawandel. Durch die Erderwärmung werden zunehmend uralte Gesteinsformationen freigelegt, an die zuvor kein Mensch herangekommen ist.

Im Nuvvuagittuq-Grünsteingürtel in der kanadischen Provinz Québec etwa entdeckte kürzlich ein britisch-australisches Forscherteam 4,3 Milliarden Jahre alte Gesteine mit röhren-

artigen Strukturen. Solche Gebilde sind auch heute noch ein typisches Stoffwechselprodukt von Mikroorganismen, die in der Nähe von heißen vulkanischen Quellen am Tiefseeboden leben. Denn das Wasser dieser sogenannten Black Smokers ist überaus nährstoffreich.

Sauerstoff – ein Zufallsprodukt

Die junge Erde, auf der LUCA auftauchte, war ein lebensfeindlicher Ort. Die Erdatmosphäre, die uns vor der tödlichen UV- und Röntgen-Strahlung der Sonne schützt, gab es in ihrer jetzigen Form längst noch nicht. Deshalb war natürlich auch kein Sauerstoff vorhanden. Außerdem war es sehr heiß. LUCA kam im Wasser auf die Welt.

Sauerstoff ist der Schlüssel allen höheren Lebens auf unserer Erde. Die Entstehung unserer Atemluft ist ein Wunder, das wir den sogenannten Cyanobakterien (Blaualgen) verdanken. Sie schufen sich aus Sonnenlicht, dem Kohlenstoffdioxid der Luft und Wasser ihre eigene Nahrung: Kohlenhydrate. Der freie, gasförmige Sauerstoff entstand dabei als Abfallprodukt dieser Photosynthese.

Es dauerte rund anderthalb Milliarden Jahre, ehe die Sauerstoffkonzentration in der Atmosphäre bei knapp 21 Prozent lag. Das ist exakt jener Wert, mit dem wir heute prächtig existieren. Dieser Zustand war erstmals vor rund einer Milliarde Jahren erreicht. Mit so viel Sauerstoff als Energiequelle zum Atmen konnte die Vielfalt des Lebens explodieren, und der blaue Planet wurde grün. Außerdem entstanden die höheren, also mehrzelligen Lebensformen.

Doch keines der zahlreichen Lebewesen, die bis heute entstanden sind, kann seine Herkunft verleugnen. Wir alle stam-

men von LUCA ab und sind deshalb auch miteinander verwandt; vom Bakterium über die Seegurke, von der Kartoffel und der Fruchtfliege bis hin zum Schimpanse und Menschen teilen wir gemeinsame Merkmale, wie zum Beispiel eine DNA als Erbgut oder die Art und Weise, Proteine (Eiweiße) herzustellen.

Das bedeutet auch, dass die Mikroorganismen mit uns aufs Intimste verwoben sind. Denn jede unserer Zellen enthält »eingewanderte« Bakterien-Zellen, die als sogenannte Mitochondrien rund 90 Prozent unserer Energie erzeugen.

Die meisten Wissenschaftler gehen davon aus, dass das Leben auf der Erde entstanden ist. Aber eine Sache könnte stutzig machen: die Fähigkeiten mancher Mikroorganismen, selbst feindlichste Lebensbedingungen zu überstehen. Woher kommt diese Zähigkeit? Wir wissen ja inzwischen, dass die Evolution nicht gerade zur Hektik neigt und in sehr kleinen Schritten vorangeht. Aber diese Mikroben haben sich offenbar in vergleichbar kurzer Zeit eine verblüffende Widerstandskraft antrainiert.

Dazu gibt es eine Theorie, die allerdings in der seriösen Wissenschaft nicht allzu viele Anhänger hat. Aber gönnen wir uns kurz den wohligen Schauer des Grauens, der den Charme dieser These ausmacht: Es sei zumindest theoretisch möglich, dass die Erde aus dem Weltraum »angeimpft« worden ist, behaupten die Vertreter der Panspermie. Demnach wären also bereits entwickelte Sporen außerirdischen Lebens auf unseren verwaisten Planeten herabgerieselt und hätten diesen kolonisiert. Demnach wären wir alle Aliens.

Die ältesten Individuen, die jemals lebten

Amerikanische Mikrobiologen haben in Salzkristallen, die mehr als 250 Millionen Jahre alt waren, eingeschlossene Sporen

von Bakterien entdeckt. Die Forscher päppelten die scheinbar erloschenen Winzlinge mit einer Nährlösung aus Zucker, Vitaminen und Spurenelementen. Die Mixtur erwies sich als wahrer Zaubersaft. Die Sporen erwachten wieder zum Leben, als wäre nichts gewesen.

Diese Bakterien sind mit einem beachtlichen Alter von 250 Millionen Jahren die ältesten Individuen, die jemals auf der Erde gelebt haben. Zum Vergleich: Der nachweislich älteste Mensch wurde gerade mal 122 Jahre alt. Umso einleuchtender erscheint, dass Mikroorganismen mit solchen Fähigkeiten auch eine Reise durch den Weltraum überleben könnten – etwa als Passagiere auf einem Meteoriten.

Selbst der Aufprall auf die Erde würde ihnen vermutlich nicht den Garaus machen. Die Resistenz von Bakterien-Sporen beruht auf einer mehrschichtigen, extrem dichten Hülle und einem nahezu auf null herunterregulierten Stoffwechsel. Diese Lebensformen trotzen großer Hitze, Trockenheit, Nährstoffmangel und selbst Antibiotika.

Mikroben haben in den 4,3 Milliarden Jahren ihrer Evolution nahezu jeden Winkel der Erde besiedelt. Man findet sie noch etliche Kilometer tief in der Geosphäre; aber auch bis hinauf in die höchsten Höhen der Stratosphäre. Es gibt fast keinen natürlichen Ort auf der Erde, der steril, also keimfrei wäre (von glühender Magma vielleicht mal abgesehen). Jede Mikrobe kann schon aufgrund ihrer geringen Größe an jeden Ort der Welt gelangen. Ob sie sich dort allerdings auch wohlfühlt, überlebt und vermehrt, hängt von den jeweiligen Umweltbedingungen ab.

Das bedeutet: Wir haben durchaus Einfluss darauf, ob Mikroorganismen Kühlschrank, Bett oder Toilette in unserer Wohnung als idealen Wohnort für sich entdecken. Sich vor Mikro-

ben schützen oder gar verstecken zu wollen ist jedoch zwecklos. Wir werden sie schlicht nie los.

LUCA und seine Nachfolger halten es hier auf der Erde schon gut vier Milliarden Jahre aus. Die Dinosaurier kamen gerade mal für 170 Millionen Jahre vorbei – eine vergleichsweise kurze Episode. *Homo sapiens* bringt es erst auf eine läppische Verweildauer von 200 000 Jahren auf der Erde.

Mikroben wie Bakterien waren also die Ersten auf der Erde. Und nicht nur das. Wenn in etwa zwei bis drei Milliarden Jahren die Sonne unseren Erdball unausweichlich verglüht, dann werden sie sicher auch die Letzten sein.