

10. Juli 2010

Mehr Mikrobe als Mensch

Eine Billion Einzelner leben auf und in uns. Die meisten sind harmlos oder sogar überlebenswichtig.

1 / 3



Nicht alle Mikroben sind harmlos. Foto: Simone Rühl / VCT - Fotolia

1 / 3

Der Mensch ist nicht nur, was er isst. Er ist vor allem das, was in und auf ihm lebt. Massen von Mikroben leben auf seiner Haut und sind im Mund und im Darm zu Hause. Und diese Mitbewohner haben eine ganze Menge zu erzählen.

Das zeigt allein schon die Anzahl der Erbinformationen, die die Keime mitbringen: Kaum mehr als 20 000 verschiedene, rein menschliche Gene hat jeder Einzelne von uns. Nicht viel mehr als eine Maus – aber immerhin schon recht viele. Würde man aber die Gene, die unsere Untermieter zur Gesamt-DNA des Biosystems Mensch beisteuern, mit einrechnen, so potenziert sich der Informationsgehalt. Man kommt dann schnell auf über 30 Millionen Gene. Das ist eine ganze Menge, und mittlerweile untersuchen Wissenschaftler das Potenzial, das in diesem Informationsüberschuss liegt.

Rein mathematisch und mikrobiologisch betrachtet ist Homo sapiens mehr Mikrobe als Mensch. Auf eine menschliche Zelle kommen zehn bis 100 Einzeller. Insgesamt tummelt sich eine Billionen Mikrobe in und auf uns, eine Zahl mit 15 Nullen. Wo man auch hinsieht, in den Windungen des Darms, in der Speiseröhre oder auf der Haut, überall stapeln sich Bakterien und Pilze zu einem Biofilm übereinander. Ehe wir beginnen, eine Mahlzeit zu verdauen, haben sich Millionen von Mikroben, mehr als 600 Arten, im Mund daran satt gegessen. Im Darm stürzt sich dann eine weitaus größere Schar von 100 Billionen Bakterien auf den Speisebrei. Ekelig? Keineswegs, ohne unsere Untermieter ließen sich weder Salat noch Bohne richtig verwerten.

Sie sind darauf spezialisiert, pflanzliche Ballaststoffe, sogenannte Polysaccharide, aufzuschließen. Für diesen Service nähren sich die Helfer am Verzehrten. Eine Win-win-Situation sozusagen, Mikrobe und Mensch profitieren gleichermaßen voneinander. "Die meisten Mikroorganismen, die in und auf uns wohnen, sind mindestens harmlos, wenn nicht sogar nützlich", stellt die Berliner Mikrobiologin Christine Lang klar.

**Jeder Mensch hat seinen
eigenen Bakterienzoo.**

Mit ihrem Arsenal an Genen ist die Mikrobenflora ihrem Wirt erst recht haushoch überlegen. Der Mensch besitzt kaum mehr als 20 000 Gene, der Fruchtfliege ähnlich. Seine Untermieter klotzen dagegen mit geschätzten 30 Millionen. Joshua Lederberg, der 1958 gemeinsam mit zwei Kollegen den Medizin-Nobelpreis für seine Arbeiten an den Genen von Mikroorganismen erhielt, schwante

die Bedeutung dieser gigantischen artfremden Erbfracht. Den Menschen könne man nur dann genetisch begreifen, postulierte er, wenn man die Erbsubstanz der Einzeller, das Mikrobiom, wie er es nannte, mit berücksichtige.

Mehr und mehr Befunde stützen Lederbergs These: "Ohne Bakterien entwickelt der Mensch kein lebensfähiges Immunsystem", sagt Sebastian Suerbaum. Er ist Mikrobiologe an der Medizinischen Hochschule Hannover, ein geistiger Enkel Lederbergs. Wir würden permanent unter Vitaminmangel und giftigen Stoffwechselprodukten wie der Gallensäure leiden, sagt er. Die Untermieter beseitigen Schädliches und bilden Notwendiges von Vitamin B bis K.

Noch übermächtiger wirkt das Treiben der Mitbewohner bei Tieren: Sterile Mäuse haben ein kleineres Herz als normal besiedelte Artgenossen und wiegen viel weniger. Die keimfreien Nager neigen zur Hyperaktivität. Beeinflussen die Bewohner am Ende sogar so fundamentale Eigenschaften von Säugetieren, etwa die Anatomie oder gar das Verhalten? Um diese Frage zu beantworten, rief das US-amerikanische National Institute of Health 2007 das Humane Microbiome Project ins Leben, um das Mikrobiom des Menschen zu entschlüsseln.

Um die Schar der Besiedler erstmals vollständig zu erfassen, sequenzieren Wissenschaftler aus Europa, Asien und den USA bakterielles Erbmateriale, die ribosomale RNA, aus Speichel-, Stuhl- und Gewebeproben des Menschen.

"Besonders intensiv studiert wird der Darm", sagt Suerbaum. 500 bis 1000 verschiedene Spezies kleben auf der Schleimhaut im Verdauungstrakt. Nahezu alle gehören zwei phylogenetischen Klassen an, den Firmicutes und den Bacteroidetes. Die Besiedelung variiert individuell stark.

Lediglich zwischen Familienmitgliedern ähnelt sich der Mikrobenezoo, wie der führende Mikrobiomforscher Jeffrey Gordon von der Washington State University in St. Louis bemerkte. Das Umfeld und die Ernährung beeinflussen demnach vorrangig, welche Bakterien sich im Darm niederlassen. Die menschlichen Gene spielen eine untergeordnete Rolle, deckte Gordon auf. Patrick Brown und Chana Palmer von der Stanford University School of Medicine in Kalifornien runden dieses Bild ab: Bei 14 Babys konnten sie beobachten, dass die ersten mikrobiellen Siedler von der Mutter stammen. Das erklärt die familiäre Verwandtschaft der Bakterien im Darm. Trotzdem hat jeder Säugling wie auch jeder Erwachsene seinen ganz eigenen Zoo. Ein mikrobieller Fingerabdruck, der zeitlebens bestehen bleibt.

Und die persönliche Darmflora bestimmt unser Leben. Sie entscheidet darüber, ob wir gesund oder krank, dick oder dünn sind, wie Jeffrey Gordon zunächst an Mäusen beobachtete. Der Mikrobenstaat von dicken Nagetieren wandelt unverdauliche Ballaststoffe besonders eifrig in Fettsäuren um, die als Fettgewebe angelegt werden. Als Gordon die Mikrobenpopulation der dicken Tiere in sterile, schlanke Mäuse transplantierte, setzten diese innerhalb von zwei Wochen Gewicht an, obwohl sie nicht mehr Futter als zuvor. Unter den Besiedlern der dicken Tiere herrschte eine bestimmte Klasse der Firmicutes-Bakterien, die Mollicutes, vor. Im Gegenzug waren die Bacteroidetes zurückgedrängt. Auch bei übergewichtigen Menschen findet man mehr Mollicutes als gewöhnlich. "Es gibt gravierende Unterschiede in der Flora von Dicken und Dünnen", fasst Suerbaum zusammen. "Es sieht so aus, als hätte der Bioreaktor, der im Darm sitzt, eine entscheidende Auswirkung darauf, wie man Nahrung verwertet und ob man übergewichtig ist oder nicht."

Auch die Untermieter anderer Nischen wie Vagina, Haut und Nase werden zurzeit systematisch erschlossen. Seit 2008 kreisen Forscher weltweit das Mikrobiom im Mund ein. Hier dominieren Bakterien aus der Klasse der Firmicutes. Im Vergleich zum Darm fühlen sich Bacteroidetes im Mund offenbar weniger wohl. Die Sammlung des Mundmikrobioms umfasst bereits 600 verschiedene Arten. Wie im Darm hat jeder Mensch auch im Mund eine einzigartige mikrobielle Signatur. Die Unterschiede zwischen Individuen sind dabei weitaus größer als die zwischen Bewohnern von verschiedenen Erdteilen. Während sich die Genkataloge zu den menschlichen Untermietern füllen, blitzen auch schon erste Anwendungen am Horizont auf. Das Start-up-Unternehmen OrganoBalance, im Berliner Wedding gelegen, hat sich auf die Suche nach gesundheitsfördernden Mikroben spezialisiert. Unter den Kunden sind führende Hersteller von Kosmetik- und Pharmaprodukten. Gemeinsam mit BASF Future Business hat die Firma beispielsweise ein Mundpflegeprodukt entwickelt, das auf Bakterien beruht, die Karies vorbeugen sollen. Das Milchsäurebakterium *Lactobacillus paracasei* heftet sich an die Karieserreger und verklumpt mit ihnen. "Diese Klumpen werden heruntergeschluckt oder ausgespült", so eine BASF-Sprecherin.

Beispiel Darmforschung: Der Einzeller *Bacteroides fragilis* vermag Mäuse vor einer chronischen Darmentzündung zu schützen. Immunologen aus Kalifornien fanden heraus, dass er das alleine mit einem einzigen Stoffwechselprodukt, dem Polysaccharid A, bewerkstelligt. Diese Substanz hält den entzündungsfördernden Keim *Helicobacter hepaticus* in Schach.

"Wir haben die Bakterien viel zu lange sehr eindimensional als Schädlinge gesehen", sagt Suerbaum. Viele Nützlinge blieben dadurch bislang unentdeckt, glaubt er. Der Mikrobiologe untersucht nun selbst unter anderem die Bedeutung des Polysaccharids A

zum Schutz vor entzündlichen Erkrankungen. "Letztlich hofft man, Krankheiten besser zu verstehen und zu kurieren, indem man die Besiedelung manipuliert", sagt Suerbaum. Zum Beispiel haben Patienten mit entzündlichen Darmerkrankungen wie Colitis ulcerosa und Morbus Crohn eine abnormale Flora im Verdauungstrakt. Wenn man ihren Zoo gezielt verändert, könnte man Leid lindern, so die Hoffnung. "Denkbar wäre eine solche Manipulation zum Beispiel mit Probiotika", sagt Suerbaum. "So könnte man mit einer Therapie eingreifen, die nicht auf Antibiotika beruht."

Diese Aussicht ist verlockend, denn Antibiotika verursachen einen radikalen Kahlschlag im Mikrogenstaat. Sie treffen gute ebenso wie harmlose oder bedenkliche Bakterien und beschwören am Ende sogar unerwünschte Resistenzen gegen Medikamente herauf. Schonender wäre es zweifelsohne, gute Untermieter zu vermehren und so bedenkliche Keime zu verdrängen. Ob dieses sanfte Konzept wirksam genug ist, müssen die Mikrobiomforscher aber erst noch beweisen.

Autor: Susanne Donner

WEITERE ARTIKEL: BILDUNG & WISSEN

Moderne Wanderbekleidung ist kein Klotz am Bein mehr

Noch ein Unterhemd und noch 'ne Jacke, man weiß ja nie, wie das Wetter wird . . . Früher brauchte der Wanderer Packeselqualitäten. Das hat sich mittlerweile geändert – alles eine Frage des richtigen Stöffchens. **MEHR** [3](#)

Die universale Kinderstube

Wie kommen Sterne zur Welt? Forscher werfen erstmals einen Blick in die Kreißsäle des Weltalls. **MEHR**

Der kontrollierte Wahnsinn

Die Rinderseuche BSE ist ausgerottet, gibt die EU jetzt bekannt. Mit einer Ausnahme: eine kleine Insel in der Ostsee. **MEHR**