

# DER MENSCH ALS BIOTOP

28. Dezember 2009

# DIE RADIODOKTOR-INFOMAPPE

Ein Service von:

## ORF

A-1040 Wien, Argentinierstraße 30a

Tel.: (01) 50101/18381

Fax: (01) 50101/18806

Homepage: <http://oe1.ORF.at>

## Österreichische Apothekerkammer

A-1091 Wien, Spitalgasse 31

Tel.: (01) 404 14-600

Fax: (01) 408 84 40

Homepage: [www.apotheker.or.at](http://www.apotheker.or.at)

## Gesundheitsressort der Stadt Wien

A-1082 Wien, Rathaus

Homepage: [www.wien.at](http://www.wien.at)

# RADIODOKTOR – MEDIZIN UND GESUNDHEIT

## Die Sendung

Die Sendereihe „Der Radiodoktor“ ist seit 1990 das Flaggschiff der Gesundheitsberichterstattung von Ö1. Jeden Montag von 14.20 bis 15.00 Uhr werden interessante medizinische Themen in klarer informativer Form aufgearbeitet und Ö1-Hörerinnen und -Hörer haben die Möglichkeit, telefonisch Fragen an das hochrangige Expertenteam im Studio zu stellen.

## Wir über uns

Seit September 2004 moderieren Univ.-Prof. Dr. Manfred Götz, Univ.-Prof. Dr. Karin Gutiérrez-Lobos, Univ.-Prof. Dr. Markus Hengstschläger und Dr. Christoph Leprich die Sendung.

Das Redaktionsteam besteht aus Mag. Sabrina Adlbrecht, Walter Gerischer-Landrock, Mag. Nora Kirchschrager, Uschi Mürling-Darrer, Dr. Doris Simhofer und Dr. Christoph Leprich.

## Das Service

Seit dem 3. Oktober 1994 gibt es das, die Sendereihe flankierende, Hörservice, das auf größtes Interesse gestoßen ist.

Unter der Wiener Telefonnummer 50 100 ist „Der Radiodoktor“ mit Kurzinformationen zur aktuellen Sendung die ganze Woche per Tonband abrufbar. Die zu jeder Sendung gestaltete Infomappe mit ausführlichen Hintergrundinformationen, Buchtipps und Anlaufstellen komplettiert das Service und stellt in der Fülle der behandelten Themen eigentlich bereits ein kleines Medizin-Lexikon für den Laien dar.

## Die Partner

Ermöglicht wird die Radiodoktor-Serviceleistung durch unsere Partner: das Gesundheitsressort der Stadt Wien und die Österreichische Apothekerkammer.

An dieser Stelle wollen wir uns ganz herzlich bei unseren Partnern für die Zusammenarbeit der letzten Jahre bedanken!

Wir bitten um Verständnis, dass wir aus Gründen der besseren Lesbarkeit in dieser Infomappe zumeist auf die weiblichen Endungen, wie z.B. PatientInnen, ÄrztInnen etc. verzichtet haben.

# DER MENSCH ALS BIOTOP – DIE UNSICHTBARE WELT DER MIKROORGANISMEN

Mit Univ.-Prof. Dr. Markus Hengstschläger  
28. Dezember 2009, 14.20 Uhr, Ö1

Redaktion und Infomappe: Mag. Sabrina Adlbrecht

# INHALTSVERZEICHNIS

DER MENSCH ALS BIOTOP – DIE UNSICHTBARE WELT DER MIKROORGANISMEN	7
Nützliche Mikroben	7
Gemeinsame Vergangenheit und Gegenwart	7
Sensibles Gleichgewicht	8
Mikroben der Haut	8
Von Kopf bis Fuß besiedelt	8
Untermieter der anderen Art	9
Friedliche und nützliche Mehrheit	9
Gerüche – förderlich und ärgerlich	9
Ein Keim, der Käsefüße macht	10
Deo als Kampfstoff	10
Mikroben auf den Schleimhäuten	10
Der Mund – ein Dorado für Mikroben	10
Stark belebter Zahnbelag	11
Gefährliche Säuren	11
Folgeschwere Zahnprobleme	11
Tierische und andere Untermieter	12
Dämonisierter Pilz	12
Lästige Hautpilze	12
Darmbakterien	13
Neue molekulargenetische Analysemethoden	13
Hochdurchsatz-Sequenzierungstechniken	13
Ungeheure Vielfalt	13
Individuell und doch ähnlich	14
Ein symbiotisches Verhältnis	14
Mikroben und Ernährung	14
Bakterien als Dickmacher	15
Mikroben und Immunsystem	15
Kleine Helfer und ihre Abwehrstrategien	15
Stimulation und Training	15

Von Geburt an besiedelt	16
Ein sich langsam entfaltendes Ökosystem	16
Lebenswichtige Keime	16
Bakterien als Schutz vor Allergien	17
Eine Frage der Balance	17
<b>Wenn Untermieter krank machen</b>	<b>17</b>
Kleine Zahl an möglichen Feinden	18
Ortswechsel mit Folgen	18
Vom Freund zum Feind	19
Krankmachende Viren	19
Forschung an verdächtigen Mikroben	19
<b>QUELLEN &amp; LINKS</b>	<b>21</b>
<b>BUCHTIPPS</b>	<b>23</b>
<b>ADRESSEN</b>	<b>24</b>

## DER MENSCH ALS BIOTOP – DIE UNSICHTBARE WELT DER MIKROORGANISMEN

### Nützliche Mikroben

Wenn von Mikroben die Rede ist, denken die meisten Menschen sofort an Infektionskrankheiten. Zu Unrecht - denn die Mehrzahl jener Kleinstlebewesen, mit denen wir uns tagtäglich auseinandersetzen müssen, sind keineswegs Krankmacher, sondern – im Gegenteil – oft sehr nützlich und unserer Gesundheit förderlich.

Etliche der vielen Billionen Bakterien, die uns dauerhaft besiedeln, übernehmen für uns lebenswichtige Aufgaben: sie schützen uns vor ihren krankmachenden „Verwandten“, helfen uns bei der Immunabwehr und produzieren wichtige Vitamine und andere Nährstoffe, die unser Körper allein gar nicht herstellen könnte.

## GEMEINSAME VERGANGENHEIT UND GEGENWART

Mikroorganismen sind buchstäblich „ein Teil von uns“, denn unsere Zellen entstanden im Lauf der Evolution durch die Fusion verschiedener Bakterien. Zeugen dieser frühen Symbiose sind heute noch die Mitochondrien, jene in allen vollständigen Zellen enthaltenen Organellen, die für Energie und Atmung zuständig sind. Sie waren einst eigenständige Bakterien, die in andere Zellen „eingewandert“ sind. Nun leben sie symbiotisch in allen höheren Lebewesen.

Insgesamt sind von den Zellen, die uns als Ganzes ausmachen, etwa 90 Prozent nicht menschlichen Ursprungs. Auf und in uns gibt es zehnmal mehr Bakterien als Körperzellen.

Außer Bakterien besiedeln aber auch Pilze, manche Amöben und Milben den Menschen, den man sich als eine Art „Superorganismus“ vorstellen kann, in dem eigentlich Kleinstlebewesen das Sagen haben.

## SENSIBLES GLEICHGEWICHT

Unsere Gesundheit wird wesentlich davon bestimmt, dass zwischen unserem Körper und den Mikroorganismen, die mit uns leben, ein ausgewogenes Gleichgewicht besteht. Wird dieses gestört – zum Beispiel durch den massiven Einsatz von Antiseptika und Antibiotika - kann das unser Wohlbefinden maßgeblich beeinträchtigen und uns sogar krank machen.

Eine Bedrohung für unsere Gesundheit können aber auch einige unserer dauernden Besiedler werden - zum Beispiel dann, wenn sie ihre angestammten Plätze im Körper verlassen und an Orte gelangen, wo sie eigentlich nicht hingehören. So gibt es Mikroben, die Jahre und Jahrzehnte lang als friedliche Symbionten oder zumindest harmlose „Tischgenossen“ in und auf uns leben und dann, ganz plötzlich, zu Feinden werden.

### Mikroben der Haut

Zu unserer natürlichen Hautflora zählen viele verschiedene Bakterien, darunter Staphylokokken, bestimmte Streptokokken, gelegentlich Enterokokken, Corynebakterien und Propionibakterien.

Sie leben auf der Haut, teilweise in den Poren, sowie in Schweißdrüsen und –gängen. Diese ökologisch ausgewogene Population ist ein wichtiger Schutz, um die Haut und damit auch den gesamten Organismus vor krankmachenden, menschenfremden Keimen zu schützen.

Die Zusammensetzung der Bakterienflora ist – je nach Hautregion – unterschiedlich. Trockene Zonen wie Rücken und Schulterblätter, Arme und Beine mögen nur wenige. Dort finden sich denn auch nicht mehr als tausend Bakterien pro Quadratzentimeter. Am dichtesten drängeln sich die Keime dort, wo Schweiß- oder Talgdrüsen für die von ihnen geschätzte Feuchtigkeit und viel Nahrung sorgen: So finden wir in den Bereichen Gesicht und Ohren, Kopfhaut, Achselhöhlen, Genitalien, auf Handflächen und in Zehenzwischenräumen das Tausendfache, also eine Million Mikroben auf zehn mal zehn Millimeter.

### Von Kopf bis Fuß besiedelt

Talgreiche Hautregionen, wie zum Beispiel Stirn, Nase und Nasolabialfalten, werden überwiegend von lipophilen, also fettliebenden Keimen besiedelt. Dazu zählen die schon erwähnten Coryne- und die Propionibakterien, aber auch bestimmte Staphylokokken. Die Bakterien vermehren sich in den Schweiß- und Talgdrüsen, gelangen durch diese Sekrete auf die Hautoberfläche und besiedeln uns dadurch vom Kopf bis zu den Zehenspitzen. Zu den häufigsten Hautkeimen zählt *Staphylococcus*

*epidermidis*, der friedlich auf uns lebt und als Infektionserreger so gut wie keine Bedeutung hat.

### Untermieter der anderen Art

Außer von Bakterien wird die Haut des Menschen und anderer Säugetiere auch von Milben bewohnt. Der britische Zoologe Richard Owen (der Namensgeber der Dinosaurier), nannte diese Hautmilben, die Spinnentierchen sind, „Demodex“, was so viel bedeutet wie „von der Gestalt eines Wurms“.

Beim Menschen kommen zwei Arten vor: In den Vertiefungen, in denen unsere Wimpern wurzeln, lebt *Demodex folliculorum*, die etwa 0,3 bis 0,4 Millimeter große Haarbalgmilbe, die sich aus dem Sekret der Talgdrüsen und allerhand Nahrhaftem aus der Haarwurzel ernährt.

In den Talgdrüsen des Gesichts findet man die etwas kleinere *Demodex brevis*. Beide Arten werden durch Körperkontakt übertragen. Nach draußen krabbeln diese Milben nur vorübergehend, etwa zur Paarung oder wenn es in ihren Unterkünften eng wird. Das Immunsystem verhindert normalerweise, dass sich diese Milben zu stark ausbreiten. Bei gestörter Abwehr jedoch können sie sich stark vermehren und zum Krankheitsbild der Demodikose führen.

### Friedliche und nützliche Mehrheit

Die Mehrzahl der Mikroben, die unsere Haut besiedeln, sind für uns entweder harmlos oder, aus verschiedenen Gründen, auch sehr nützlich - nicht nur, um pathogene Keime von außen abzuwehren. Milliarden von Kleinstlebewesen sorgen zum Beispiel auch für den uns eigenen Geruch, der eine wichtige Rolle im sozialen und sexuellen Miteinander spielt und individuell sehr verschieden ist.

### Gerüche – förderlich und ärgerlich

Unsere Duftdrüsen, die so genannten apokrinen Schweißdrüsen, von denen es besonders viele in den Brustwarzen, im Gehörgang, in der Achselhöhle, im Anal- sowie im Genitalbereich gibt, scheiden neben vielen anderen Stoffen auch Pheromone, Lockstoffe der Liebe, aus. Dass solche flüchtigen Verbindungen, die wir als Gerüche wahrnehmen, überhaupt entstehen, dafür sorgt der Stoffwechsel der Kleinstlebewesen, die dort leben. Über Art und Intensität des Geruches entscheiden Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand und Ernährungsgewohnheiten des Menschen als Quartier- und Nahrungsgeber zumindest mit.

Unsere Hautbakterien sind aber ebenso dafür verantwortlich, dass wir nicht besonders gut riechen, wenn wir schwitzen. Denn Bakterien zerlegen durch ihre Enzyme Fettsäuren und andere Komponenten des an sich geruchlosen Sekretes aus den

Schweißdrüsen und produzieren dabei Ammoniak und andere streng riechende Verbindungen.

### Ein Keim, der Käsefüße macht

Als einer der Hauptstoffwechsler in Sachen Fußgeruch wurde vor einiger Zeit das Bakterium *Micrococcus sedentarius* dingfest gemacht. Dieser Keim kann, bei Überpopulation, durch seine Verdauungsenzyme sogar der Hornhaut der Fußsohle gefährlich werden. Darüber hinaus spielen – so fanden Wissenschaftler heraus – bei Schweißfüßen auch die fast allgegenwärtigen Staphylokokken und Corynebakterien eine Rolle. Entscheidend ist auch hier – wie so oft – die Quantität: Erst ein Überhandnehmen der Fuß-Mikroben (durch das Entstehen eines feuchten Milieus zum Beispiel) führt zu dem unüberriechbaren Ergebnis.

### Deo als Kampfstoff

Wenn wir ein Deodorant benutzen, richten wir unter unseren Hautbewohnern ein regelrechtes Massaker an. Innerhalb von etwa 30 Minuten müssen die meisten der Mikroben durch die desinfizierenden und säurehaltigen Chemikalien, die in einem Deo-Spray enthalten sind, ihr Leben lassen. Dabei dringen die Wirkstoffe in die Haut ein und vernichten auch jene Bakterien, die an der Geruchsbelästigung unschuldig sind. Lange hält die Wirkung allerdings nicht an: Zu den wenigen Überlebenden der Chemie-Attacke gesellen sich alsbald andere Bakterien aus dem Körperinneren oder umliegenden Regionen und machen sich schnellstens wieder breit.

### Mikroben auf den Schleimhäuten

Die meisten Mikroorganismen lieben es feucht und warm. Also finden sie auch ideale Wohnplätze auf unseren Schleimhäuten, die sie in ungeheurer Dichte besiedeln. Die meisten gehören zur Domäne der Bakterien.

Je nach Körperregion, kann die Schleimhautflora sehr unterschiedlich sein. Die Scheide einer geschlechtsreifen Frau zum Beispiel ist überwiegend von Milchsäurebakterien, den so genannten Döderlein-Stäbchen, besiedelt, die durch das von ihnen erzeugte saure Milieu, die Ansiedlung fremder Bakterien verhindern und somit vor Infektionen schützen. Bei Mädchen oder Frauen in der Menopause findet sich wiederum eine andere Scheidenflora, die - mit einer großen Anzahl an Koagulase-negativen Staphylokokken - jener der Haut ähnelt. Der Infektionsschutz bleibt auch in diesen Lebensphasen aufrecht.

### Der Mund – ein Dorado für Mikroben

Eine wiederum völlig andere Flora hat die Schleimhaut unseres Mundes. Hier - und auch im Rachen - sind es in erster Linie Streptokokken oder Kettenkokken, die in der Färbepreparat-Darstellung Perlenketten ähneln. Sie werden „vergrünende“

Streptokokken genannt, weil sie auf Nährsubstrat einen entsprechenden Farbton produzieren. Unter den mikrobischen Mundbewohnern stellen sie zwar die Mehrheit – aber nur eine *sehr* relative. Denn dort, auf Schleimhäuten, Zunge und Zähnen, wo sich vielfältige Ernährungschancen bietet, gibt es mehrere hundert Arten und Dutzende Gattungen von Kleinstlebewesen, von denen nicht weniger als neunzig Prozent, so schätzt man, noch gar nicht identifiziert sind.

### Stark belebter Zahnbelag

In Zahnbelag und Speichel leben viele Milliarden Bakterien - und das ist für alle Beteiligten profitabel: Die Bakterien in der Mundhöhle ernähren sich meist von Kohlehydraten und Eiweißen, die wir mit unserer Nahrung aufnehmen und verhindern ihrerseits den Zuzug schädlicher Keime. Zum Problem werden diese „Untermieter“ nur, wenn sie sich ohne Widerstand ausbreiten können – etwa dann, wenn die Immunabwehr geschwächt ist, wenn die Mundhygiene zu wünschen übrig lässt – und wenn, beispielsweise, gleichzeitig auch noch Süßigkeiten gegessen werden.

### Gefährliche Säuren

Die Streptokokken in unserem Mund lieben Zucker, den sie in Säure umwandeln können. Diese Säure greift die Zahnschmelz an, zersetzt den Schmelz und lässt den Zahn schließlich faulen.

Als Hauptauslöser von Karies gelten die Bakterien *Streptococcus mutans* und *Streptococcus sobrinus*. Die von ihnen gebildete Säure zerfrisst nicht nur den Zahnschmelz, sondern es entstehen auch übelriechende Gase wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Je dichter der Mikroben-Teppich im Mund wird, desto mehr Geruch entsteht.

Aus Speichelbestandteilen, mikrobischen Ausscheidungen, Nahrungsresten und Bakterien bildet sich ein hartnäckiger Belag, die Plaque, welche zu Zahnstein führt. Beides zusammen fördert nicht nur zu Zahnfäule und Entzündungen des Zahnfleisches, sondern auch zu Parodontitis, also Entzündungen des gesamten Zahn-Halteapparates.

### Folgeschwere Zahnprobleme

Parodontitis kann, so weiß man heute, nicht nur zu Zahnverlust führen: Gelangen Bakterien über eine Entzündung im Mund in den Blutkreislauf, kann es zu Blutgerinnseln kommen, die wiederum, im Extremfall, sogar Schlaganfall oder Herzinfarkt auslösen können. Schwangere Frauen, die an Parodontitis leiden, haben häufiger Frühgeburten als Frauen, die eine gesunde Mundflora und damit auch gesunde Zähne und gesundes Zahnfleisch haben.

## Tierische und andere Untermieter

Es bevölkern aber nicht nur Bakterien unseren Mund: Vereinzelt findet man dort auch eukaryontische, also vollständig ausgestattete Einzeller: Geißeltierchen zum Beispiel, die durch unseren Speichel rudern und sich gelegentlich an den Zahnbelag heften. Oder die Amöbe *Entamoeba gingivalis*, die auf Zähnen und Zahnfleisch anzutreffen ist und manchmal bis zu den Rachenmandeln vordringt. Sie ist ein typisches Beispiel für ökologische Ambivalenz: *Entamoeba* ist, in Maßen, auch durchaus nützlich, indem sie sich ja von Bakterien ernährt und so zu einem Gleichgewicht unserer Mundflora beiträgt.

Zu dieser Flora gehören auch Pilze, genauer gesagt, bestimmte Hefepilze, wie *Candida albicans*. Diese Pilzart kommt auf der Mundschleimhaut und Zunge vor, findet sich aber genauso auf den Schleimhäuten im Rachen, sowie in Hautfalten, im Verdauungstrakt und im Genitalbereich – im Normalfall in kleinsten Mengen. Wenn jedoch die natürliche Flora durcheinander gerät, zum Beispiel durch den Einsatz von Antibiotika und Antiseptika – dann können sich auch diese Pilze ausbreiten und zu Beschwerden führen.

## Dämonisierter Pilz

Allerdings wurden die Folgen einer *Candida*-Infektion oft übertrieben dargestellt. Vor nicht allzu langer Zeit noch wurde gerade *Candida albicans* nahezu dämonisiert und für Kopfweg, Stimmungsschwankungen, Übergewicht und vieles mehr verantwortlich gemacht. Eigene *Candida*-Diäten, die im Wesentlichen auf zuckerfreier Kost beruhten, sollten den Übeltäter „aushungern“, und die Anzahl der Patienten wurde immer größer.

Zu einem echten Problem wird der Pilz *Candida albicans*, den übrigens 85 Prozent der Mitteleuropäer an oder in sich tragen, ohne krank zu werden, bei immunsupprimierten Patienten – zum Beispiel nach Transplantationen – oder bei Schwerstkranken auf Intensivstationen. In diesen Fällen kann er schwere Infektionen auslösen, die auch entsprechend bekämpft werden müssen.

## Lästige Hautpilze

Die verschiedenen *Candida*-Arten sind die bekanntesten Pilze auf dem Menschen. Allerdings kommen wir tagtäglich mit vielen verschiedenen Pilzarten in Kontakt, zum Beispiel beim Händeschütteln, wenn man Geldscheine berührt oder Blumen umtopft. Einige Hautpilze, die so genannten Dermatophyten, können recht unangenehm werden, Hautflechten an verschiedenen Körperstellen hervorrufen und unter anderem auch Fußpilz verursachen. Verbreitet werden sie über Hautschuppen und Haare.

Zu den willkommenen Mitbewohnern des Menschen zählen Dermatophyten gewiss nicht, und jeder ist froh, sie möglichst schnell – durch entsprechende Behandlung - wieder loszuwerden.

## DARMBAKTERIEN

Die weitaus meisten Mikroorganismen, die unser gesamter Körper beherbergt, kommen im Darm, und da wiederum vor allem im Dickdarm, vor.

Genauere Analysen der menschlichen Darmflora sind erst durch neue Untersuchungsmethoden möglich geworden, die in Zukunft immer mehr und vermutlich sehr viele ganz neue Erkenntnisse über unsere ständigen Mitbewohner – man könnte auch sagen „Lebenspartner“ – in diesem Bereich liefern werden können.

### Neue molekulargenetische Analysemethoden

Die Mikrobeforschung hat sich lange Zeit – und auch sehr erfolgreich - auf die Identifikation lebensbedrohlicher Krankheitserreger konzentriert. Die überwiegende Mehrzahl der Mikroorganismen, mit denen wir es zu tun haben, ist aber noch gar nicht genauer bekannt – und zwar vorwiegend deshalb, weil die meisten von ihnen nicht kultivierbar sind, also nicht auf Nährsubstraten gezüchtet werden können. Dieses Problem besteht heute, dank neuer, molekulargenetischer Methoden, mit denen das mikrobielle Erbgut aus den Schlüssel-Nukleinsäuren DNA und RNA genau bestimmt werden kann, nicht mehr.

### Hochdurchsatz-Sequenzierungstechniken

Zum Beispiel kann man mit so genannten Hochdurchsatz- Sequenzierungstechniken eine Vielzahl von Genen oder ein gesamtes Genom von Mikroorganismen aufschlüsseln.

Mithilfe von so genannten ribosomalen RNA-Genen - das sind Markergene für Organismen allgemein - können auch Bakterien identifiziert und damit letztlich auch die Zusammensetzung ganzer Lebensgemeinschaften im Darm bestimmt werden. Mit dieser Technik ist es möglich, in einem Durchgang der Sequenzierungsmaschine über eine Million an Nukleinsäuresequenzen zu bestimmen.

### Ungeheure Vielfalt

Dadurch wird – im Vergleich zu früher - eine wesentlich genauere Inventarisierung von Mikroorganismen möglich. Die bisherigen Untersuchungen lassen jedenfalls – nicht

ganz überraschend - darauf schließen, dass die Artenvielfalt, die Diversität in unserem Darm, wesentlich höher sein dürfte, als bisher angenommen. So könnte es dort, nach derzeitigem Wissensstand, etwa 40.000 verschiedene Bakterienarten geben. Es sind allerdings nur relativ wenige systematische Großgruppen, „Stämme“ oder „Phyla“, in die sich diese enorme Vielfalt einordnen lässt. Von besonderer Bedeutung sind zwei Gruppen von anaeroben, also sauerstofffeindlichen Bakterien aus den Phyla Firmicutes und Bacteroidetes.

Außerdem gibt es noch Actinobakterien und Proteobakterien, sowie – in wesentlich geringerer Zahl – Archaeen, sehr ursprüngliche Kleinstlebewesen, die im System - neben den Bakterien und Eukaryonten - eine eigene Domäne darstellen.

### Individuell und doch ähnlich

Die mikrobiellen Lebensgemeinschaften im Darm entsprechen offenbar einem Grundschema, sind aber bei jedem Menschen individuell ausgeprägt. Das bedeutet: Jeder Mensch hat eine für ihn typische Darmflora, gebildet aus verschiedensten Mikroorganismen. Die Funktionen, die diese im Darm erfüllen, sind aber in ihren Grundzügen bei jedem Menschen ähnlich.

### Ein symbiotisches Verhältnis

Wir leben mit unserer Darmflora in Symbiose: Die Mikroben liefern uns wichtige StoffwechsellLeistungen, produzieren eine Vielzahl von Enzymen zur Aufspaltung chemischer Verbindungen und zur gesamten Verdauung. Sie stellen Vitamine und andere Nährstoffe her, die unser Körper allein gar nicht erzeugen könnte. Außerdem sind sie an der Regulation und Modulation des Immunsystems beteiligt. Dennoch weiß man über die Funktionen der verschiedenen Mikroorganismen im Darm längst noch nicht im Detail Bescheid.

### Mikroben und Ernährung

Eine der Fragen, die die Wissenschaft beschäftigen, ist zum Beispiel, wie sich die Ernährung auf die Zusammensetzung unserer Darmflora, auf die Microbiota, genau auswirkt. Also: Ob und in welchem Ausmaß sich zum Beispiel die Mikroben im Darm eines Vegetariers von jenen eines „Alles-Essers“ unterscheiden. Darauf gibt es noch keine konkreten Antworten - aber es gibt deutliche Hinweise anderer Art: Etwa, dass Darmbakterien bei Fettleibigkeit eine Rolle spielen können. So fanden Forscher in den Därmen von dicken Menschen deutlich mehr Firmicutes-Bakterien als bei dünnen. Umgekehrt hatten Dicke deutlich weniger Mikroben der Phyla Bacteroidetes aufzuweisen als Schlanke.

## Bakterien als Dickmacher

Jene Mikroorganismen, die gehäuft bei fettleibigen Leuten vorkommen, sind – so weiß man bereits - sehr effizient im Aufschluss für uns unverdaulicher Polysaccharide, aus denen sich viel Energie gewinnen lässt. Produziert werden so genannte kurzkettige Fettsäuren, und das sind jene Nährstoffe, die von den menschlichen Darmepithelien aufgenommen werden. Die gezielte Beeinflussung der mikrobiellen Zusammensetzung im Darm - indem man etwa durch bestimmte Diäten oder auch Probiotika dafür sorgt, dass sich dort eher Bakterien tummeln, die weniger effizient sind im Aufschluss der Nahrung - könnte ein wichtiger neuer Ansatz in der Behandlung von Fettleibigkeit sein. Derzeit wird diesbezüglich aber noch reine Grundlagenforschung betrieben.

## Mikroben und Immunsystem

Der Darm bildet eine Art Nahtstelle zwischen unserer Umwelt und dem Immunsystem. Dort, in der Darmschleimhaut, findet sich die größte Ansammlung von Immunzellen im Körper. Diese bekämpfen rund um die Uhr unerwünschte Eindringlinge, die über das Essen in den Körper gelangt sind, ganz gleich, ob es sich dabei um Bakterien, Parasiten oder unverträgliche Bestandteile der Nahrung handelt. In engem Kontakt mit den Abwehrzellen im Darm stehen bestimmte Mikroben, die sowohl auf die Entwicklung, als auch auf die Aktivität des Immunsystems auf vielfältige Weise einwirken dürften. Gemeinsam mit den Mikroben unserer Haut bilden sie einen effektiven Schutz vor krankmachenden Keimen.

## Kleine Helfer und ihre Abwehrstrategien

Um sich gegen Eindringlinge, die ihren Lebensraum bedrohen, zu wehren, haben die den Menschen bewohnenden Bakterien verschiedenste Strategien entwickelt. Die Milchsäurebakterien in der Vagina zum Beispiel sorgen für ein derart saures Milieu, dass es fremden Keimen unmöglich wird, sich anzusiedeln. *Helicobacter pylori*, ein häufig auftretender Magenkeim, verteidigt sich offenbar ähnlich gegen Konkurrenz von außen: Nämlich indem er leichte Gastritis und dadurch mehr Säure im Magen erzeugt, die wiederum Krankheitserreger abtöten kann. Chemische Waffen zur Verteidigung setzt unter anderem *Escherichia coli* ein, das wohl bekannteste Darmbakterium. Dieses sondert in unseren Därmen eine Substanz namens Colicin ab, die ähnlich wie ein Antibiotikum wirkt und konkurrierende Keime abtötet.

## Stimulation und Training

Die Darmflora als Partner des Immunsystems hat vermutlich eine modulierende Funktion im Körper: Diese Mikroben verhindern, dass sich Krankheitserreger in der Darmschleimhaut einnisten. Außerdem versorgen sie die Immunzellen, die im Darm angesiedelt sind, mit wichtigen Informationen, wodurch pathogene Keime gezielt bekämpft werden können. Da sie unseren Darm und über diesen auch das Immunsystem

ständig beschäftigen, sorgen die Darm-Bakterien auch dafür, dass sich unsere körpereigene Abwehr optimal entfalten kann.

### Von Geburt an besiedelt

Unser Immunschutz baut sich mit dem Zeitpunkt unserer Geburt auf und ist ein äußerst langwieriger Prozess, der wahrscheinlich erst mit der Pubertät abgeschlossen ist. Bei einer normalen Geburt wird das Baby schon im Geburtskanal mit den Bakterien der Mutter besiedelt - es erfolgt eine erste natürliche Immunisierung. Bei Kaiserschnitt-Kindern fehlt der Kontakt mit diesen speziellen Keimen.

Ob die per Kaiserschnitt entbundenen Kinder dadurch gesundheitliche Nachteile haben, ist umstritten. Es gibt zumindest Studien, die darauf hindeuten, dass Babies, die durch Kaiserschnitt zur Welt kamen, ein deutlich höheres Risiko für Durchfall-Erkrankungen und Lebensmittelallergien haben, als Kinder nach einer normalen vaginalen Geburt.

Da die Muttermilch viele Abwehrzellen und Antikörper enthält, die das Immunsystem des Säuglings stärken und vor Infektionen schützen, wird von Medizinern das Stillen dringend empfohlen.

### Ein sich langsam entfaltendes Ökosystem

Die Bakterienflora im Darm verändert sich – vor allem zu Beginn des Lebens - maßgeblich: So finden sich bei einem Baby, das gestillt wird, im Dickdarm praktisch nur Lactobazillen, also Milchsäurebakterien: Sobald das Kind beginnt, feste Nahrung aufzunehmen, entsteht eine Flora mit Escherichia coli-Bakterien, die zu unseren häufigsten Darmbewohnern zählen. Innerhalb der ersten Lebensjahre etabliert sich dann das komplexe und dynamische bakterielle Ökosystem Darm.

### Lebenswichtige Keime

Bakterien im Verdauungstrakt tragen offensichtlich auch dazu bei, dass sich Organe normal entwickeln. In Versuchen an Tieren, die man möglichst keimfrei aufzuziehen versuchte, beobachtete man, dass sich zum Beispiel der Blinddarm krankhaft vergrößerte. In ihm sammelt sich Schleim, den normalerweise Mikroben abbauen. Ebenso gestört war bei diesen Tieren die Entwicklung des Dünndarms. Und es zeigte sich auch, dass solche steril gehaltene Tiere später insgesamt anfälliger gegenüber Eindringlingen von außen wurden und auch deutlich öfter Allergien entwickelten. Dass mangelnder Keimkontakt auch beim Menschen die Allergieanfälligkeit erhöht, ist ebenfalls schon seit längerem bekannt.

## Bakterien als Schutz vor Allergien

Dabei dürften normale Umweltkeime eine besondere Rolle spielen. Was bis jetzt nicht nachgewiesen werden konnte, ist, dass der Kontakt mit Krankheitserregern notwendig ist, um besser vor Allergien geschützt zu sein.

Die Frage ist nun, wie sehr man sein Immunsystem belasten soll oder darf. Müssen Kinder möglichst „schmutzig“ aufwachsen, um später zum Beispiel vor Allergien gefeit zu sein?

Untersuchungen haben gezeigt, dass es da weniger um die Menge, als um die Art des Schmutzes gehen dürfte. So hat sich herausgestellt, dass Bauernkinder deutlich seltener an Allergien und Asthma leiden. In direktem Zusammenhang damit stehen dürften zwei Keime, mit denen diese Kinder ständig in Kontakt kommen: der Milchsäurekeim *Lactococcus lactis* und der im Kuhstall häufige *Acinetobacter Iwoffii*. Diese Bakterien bewirkten im Tierversuch eine offenbare Resistenz gegen Allergene.

Das könnte ein erster Ansatz für die Entwicklung eines Impfstoffes gegen Allergien und Asthma sein – aber das ist alles noch sehr vage.

## Eine Frage der Balance

Damit das Zusammenspiel zwischen Mikroben und Immunsystem gut funktioniert, ist es auch wichtig, dass der Lebensraum stabil bleibt.

Daher sollten übertriebene Hygiene und aggressive Waschmittel vermieden werden, ebenso wie ein hemmungsloser Einsatz von Antibiotika, die vor allem das empfindliche Ökosystem Darm oft nicht nur punktuell, sondern umfassend und nachhaltig schädigen. Studien haben ergeben, dass auch als „mild“ geltende Antibiotika die Darmflora schnell durcheinanderbringen: Die mikrobielle Artenvielfalt reduzierte sich nachweislich und konnte sich erst nach einer gewissen Zeit wieder etablieren. Bestimmte Typen von Bakterien waren nach der Antibiotika-Gabe sogar ein für alle Mal aus dem Darm verschwunden.

## WENN UNTERMIETER KRANK MACHEN

Von den Mikroorganismen, die den Lebensraum Mensch besiedeln, sind nur die wenigsten Parasiten - die überwiegende Mehrzahl sind Symbionten. Das bedeutet: Wir nützen ihnen, sie nützen uns. Andere wiederum sind harmlose Tischgenossen, Kommensalen genannt, die uns zwar nichts bringen, uns aber auch nicht schaden. Eindeutig in „gut“ und „böse“ lassen sich unsere Mitbewohner eben nicht einteilen. Und es kann auch durchaus vorkommen, dass lange Zeit friedliche Mikroben plötzlich zu

Feinden werden, dem Körper schaden und mitunter sogar schwere Erkrankungen auslösen können.

Andere unserer Besiedler wiederum können dann gefährlich werden, wenn sie ihre angestammten Plätze im Körper verlassen.

### Kleine Zahl an möglichen Feinden

Unter den schier zahllosen Bakterien, die ständige Begleiter des Menschen sind, lassen sich die klinisch relevanten an den Fingern abzählen: Sie werden in grampositive und gramnegative Bakterien eingeteilt.

Die Bezeichnung „grampositiv“ und „gramnegativ“ bezieht sich auf eine Methode zur differenzierenden Färbung von Bakterien. Entwickelt wurde sie von dem dänischen Arzt und Bakteriologen Hans Christian Gram Ende des 19. Jahrhunderts. Bedeutend ist dieses Färbeverfahren bei der Diagnose von Infektionskrankheiten insofern, als „grampositive“ und „gramnegative“ Bakterien unterschiedlich auf Antibiotika reagieren.

Die grampositiven Bakterien besiedeln in erster Linie die Haut, Naseneingangsöffnungen und dergleichen, während die gramnegativen Bakterien vorwiegend im Dickdarm zu finden sind.

### Ortswechsel mit Folgen

Das häufigste Darmbakterium ist *Escherichia coli*, normalerweise ein nützlicher Keim, der – wie bereits erwähnt - mit chemischen Waffen Eindringlinge abwehrt, darüber hinaus Vitamin K erzeugt und die Produktion von Immunglobulin A fördert, eines Antikörpers im Dienste des Immunsystems. Gelangt *Escherichia coli* allerdings in die Harnwege, sind dort mitunter schwere Infekte die Folge. Wandert *E. coli* vom Urogenitaltrakt weiter ins Blut, kann das sogar zu einer schweren Sepsis, einer Blutvergiftung, führen.

Für die in Österreich jährlich auftretenden etwa dreitausend Fälle von Sepsis ist – neben *Escherichia coli* - noch ein zweiter Keim hauptverantwortlich: *Staphylococcus aureus*, ein Hautbakterium, das bei ungefähr einem Drittel der Menschen – zumindest vorübergehend – vorkommt, und zwar in der Nase. Gelangen diese Keime zum Beispiel über ein infiziertes Furunkel oder eine Schnittverletzung ins Blut, macht auch dieses Bakterium Probleme.

Außer einer Sepsis kann *Staphylococcus aureus* noch andere gesundheitliche Beschwerden verursachen, und zwar dann, wenn der Keim auf Umwegen in die Nahrung gelangt. Das kann zum Beispiel passieren, wenn ein Koch in der Nase bohrt, sich anschließend am Kopf kratzt und dann einige Hautschuppen ins Essen rieseln.

Steht dieses Essen dann längere Zeit bei wärmerer Umgebungstemperatur herum und wird auch nicht mehr ausreichend erhitzt, können Staphylococcus aureus-Keime Toxine bilden, die nach der Nahrungsaufnahme zu schweren Brechdurchfällen führen.

Wenn Mikroben, die an sich friedlich in und auf uns leben, ihre angestammten Plätze im Körper verlassen, können sie also mitunter zu Krankheitserregern werden. Andere bleiben, wo sie sind, womöglich schon seit Jahrzehnten waren – und werden dennoch mit einem Mal pathogen. Zum Beispiel dann, wenn das Immunsystem altersbedingt oder durch Einflüsse von außen geschwächt wird.

### Vom Freund zum Feind

Einer dieser Mikroorganismen, der lange Zeit unbemerkt in uns lebt, aber plötzlich unangenehm werden kann, ist Helicobacter pylori. Dieser Keim kommt bei annähernd jedem zweiten älteren Menschen im Magen vor. Wie bereits erwähnt, kann dieses Bakterium eindringende Fremdkeime effizient vernichten. Allerdings greift der Keim in manchen Fällen auch die Magenschleimhaut seines Wirts an. Es kommt zu Entzündungen, die in weiterer Folge zu Geschwüren und manchmal auch zu Magenkrebs führen können. Warum der Keim bei dem einen Menschen friedlich lebt und beim anderen schwere Erkrankungen verursacht, ist aber im Detail noch unklar.

### Krankmachende Viren

Auch bestimmte Viren, die aus Mangel eines eigenen Stoffwechsels, meist nicht zu den Mikroorganismen gezählt werden, spielen bei verschiedenen Krebserkrankungen eine Rolle: So weiß man, dass zum Beispiel Papillomaviren Gebärmutterhalskrebs erzeugen. Das Hepatitis-C-Virus gilt als eine Ursache des Leberzellkarzinoms. Mit bösartigen Tumoren des Lymphsystems wird wiederum das Epstein-Barr-Virus in Verbindung gebracht. Das Herpesvirus ist besonders verbreitet - fast alle Menschen über vierzig tragen es in sich. Etwa 40 Prozent der Bevölkerung erkranken mindestens einmal in ihrem Leben an Fieberblasen.

### Forschung an verdächtigen Mikroben

Ob und in welcher Weise Viren und verschiedenste Mikroben auch noch an der Entstehung von anderen Krankheiten, außer Krebs, beteiligt sind, ist Gegenstand intensiver Forschungen. Etliche Theorien mussten inzwischen auch schon wieder verworfen werden - etwa die über die Pathogenität der Chlamydien. Chlamydien sind Erreger sexuell übertragener Entzündungen im Urogenitaltrakt und entzündlicher Augenerkrankungen, die in Entwicklungsländern immer noch die Hauptursache für Erblindung sind. Solche Chlamydien hat man eine Zeit lang auch für Mitverursacher von Herzinfarkt und Schlaganfall gehalten - zu Unrecht, wie sich mittlerweile herausgestellt hat.

Ebenso nicht bestätigt haben sich Vermutungen, dass Bornaviren, Erreger, die vor allem bei Pferden und Schafen Entzündungen des Gehirns auslösen können, beim Menschen zu Depressionen oder ähnlichen psychischen Erkrankungen führten.

Natürlich wäre es schön, wenn sich irgendwann herausstellen würde, dass auch altbekannte Krankheiten wie eben Krebs, Herzerkrankungen, Depressionen, aber auch Rheuma, Nierensteine oder Asthma, von Mikroben verursacht oder zumindest entscheidend mitbestimmt werden, und wenn sich daraus neue Behandlungsmöglichkeiten ergäben.

Bislang ist die Wissenschaft aber noch nicht so weit. Dass aber das Leben der Mikroben, im Besonderen das der Bakterien in und auf uns, ein hoffnungsvolles Forschungsfeld darstellt, das steht außer Frage.

## QUELLEN & LINKS

### **The Microbiology Information Portal**

<http://www.microbes.info/>

### **Mikrobiologischer Garten**

<http://www.pmbio.icbm.de/mikrobiologischer-garten/de/index.php3>

### **Microbial Genomics at the U.S. Department of Energy**

<http://microbialgenomics.energy.gov/>

### **Allgemeines über Bakterien**

<http://www.onmeda.de/lexika/krankheitserreger/uebersicht/index.html>

### **Was sind Bakterien?**

<http://www.medizininfo.de/infektionen/bakterien/bakterien.shtml>

### **Darm und Immunsystem**

<http://www.gesundheit.de/krankheiten/magen-darm/darm-immunsystem/index.html>

### **Jörg Blech: Enttarnung der Untermieter/Bakterienforschung (Artikel)**

<http://wissen.spiegel.de/wissen/dokument/dokument.html?id=51644733&top=SPIEGEL>

### **Mikroben und Immunsystem**

[http://www.ehgartners.info/ausgabe\\_artikel.php?nr=7](http://www.ehgartners.info/ausgabe_artikel.php?nr=7)

### **Impfung aus dem Kuhstall**

[http://www.focus.de/gesundheit/ratgeber/allergie/news/allergie-impfung-aus-dem-kuhstall\\_aid\\_372106.html](http://www.focus.de/gesundheit/ratgeber/allergie/news/allergie-impfung-aus-dem-kuhstall_aid_372106.html)

<http://www.netdokter.de/Magazin/Krabbelgruppe-im-Kuhmist-waere-3599.html>

### **Bedeutung der normalen Darmflora für Gesundheit und Krankheitsentstehung**

<http://www.kup.at/kup/pdf/7811.pdf>

**Probiotika**

<http://www.welt.de/wissenschaft/ernaehrung/article2867403/Probiotika-Joghurt-essen-statt-Pillen-schlucken.html>

**Bedeutung der Muttermilch**

[http://www.qualimed.de/brust\\_stillen.html](http://www.qualimed.de/brust_stillen.html)

**Der Mensch und seine Bakterien**

[http://www.nzz.ch/nachrichten/wissenschaft/der\\_mensch\\_und\\_seine\\_bakterien\\_\\_ein\\_zellulaerer\\_superorganismus\\_1.2302358.html](http://www.nzz.ch/nachrichten/wissenschaft/der_mensch_und_seine_bakterien__ein_zellulaerer_superorganismus_1.2302358.html)

**Der bewohnte Mensch**

[http://www.scinexx.de/inc/artikel\\_drucken\\_komplett.php?f\\_id=109&a\\_flag=2](http://www.scinexx.de/inc/artikel_drucken_komplett.php?f_id=109&a_flag=2)

**Sind Bakterien schuld an der grassierenden Fettleibigkeit?**

<http://www.zeit.de/online/2006/51/fettleibigkeit-bakterien>

**Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit**

<http://www.ages.at/>

## BUCHTIPPS

Jörg Blech

**Leben auf dem Menschen. Die Geschichte unserer Besiedler**

Rowohlt-Taschenbuchverlag 2000

ISBN 3 499 60880 4

Peter Brooke

**Kleine Ungeheuer. Die geheime Welt der winzigen Lebewesen**

Gondrom-Verlag 1999

ISBN-13: 978-3811217355

Gerhard Gottschalk

**Welt der Bakterien: Die unsichtbaren Beherrscher unseres Planeten**

Wiley-VCH-Verlag 2009

ISBN 978 3 527 32520 7

Moselio Schaechter, John Ingraham, Frederick C. Neidhardt

**Microbe: Das Original mit Übersetzungshilfen**

Spektrum Akademischer Verlag 2006

ISBN 3-8274-1798-8.

Michael T. Madigan, John M. Martinko

**Brock – Biology of Microorganisms**

Prentice Hall 2008

ISBN 0-13-196893-9

Georg Fuchs

**Allgemeine Mikrobiologie**

Verlag Thieme 2006

ISBN 978-3-13-444608-1

## ADRESSEN

In der Sendung Radiodoktor – Medizin und Gesundheit vom 28. Dezember 2009 sprachen:

**Univ.-Prof. Dr. Elisabeth Presterl**

Klinische Abteilung für Infektionen und Tropenmedizin, AKH Wien

Währinger Gürtel 18-20

A-1090 Wien

Tel.: +43/1/40400/4440

E-Mail: elisabeth.presterl@meduniwien.ac.at

**Univ.-Prof. Dr. med. Franz Allerberger**

Fachbereichsleiter für Humanmedizin der AGES

Spargelfeldstraße 191

A-1220 Wien

Tel.: +43/505 55-35500

E-Mail: franz.allerberger@ages.at

**Dr. Alexander Loy**

Abteilung Mikrobielle Ökologie, Wiener Ökologiezentrum, Universität Wien

Althanstr. 14

A-1090 Wien

Tel.: +43/1/4277 54207

E-Mail: loy@microbial-ecology.net

**Univ.-Prof. Dr. Thomas Decker**

Leiter des Instituts für Mikrobiologie und Immunbiologie der Universität Wien, Vienna

Biocenter

Dr. Bohrgasse 9/4

A-1030 Wien

Tel.: +43/1/4277 54605

E-Mail: thomas.decker@univie.ac.at