



**Obst, Gemüse,
Leinsamen**
Welche Nahrung
schützt am besten?

Iss gut jetzt!

Gesundheit Sie trainieren die Immunabwehr, schützen vor Infektionen, regeln die Verdauung und entgiften den Körper: Die Bakterien, die unseren Darm besiedeln, sind ein Segen. Wer sie richtig füttert, wird seltener krank und lebt länger.

Keiner isst für sich allein. Die Natur will es so: Bei der Geburt bekommt das Baby sogenannte Bifidobakterien aus der Vagina der Mutter ins Gesicht geschmiert. Diese gelangen durch den Mund in den Darm. Dort lassen sich die Bakterien nieder und warten auf Nahrung – und die kommt rasch.

Die Muttermilch enthält neben Fetten, Proteinen und Laktose auch spezielle Stoffe, die der Mensch selbst gar nicht verdauen kann; sie tragen den umständlichen Namen humane Milch-Oligosaccharide (HMO). Lange haben Forscher gerätselt, wofür sie eigentlich gut sein sollen. Inzwischen wissen sie: Die Stoffe sind für die Bifidobakterien bestimmt und werden von diesen verwertet. Im Gegenzug versorgen die Winzlinge den Körper des Säuglings mit Energie, trainieren sein Immunsystem, wehren Krankheitserreger ab.

Doch nicht jede Mutter kann stillen. Ohne HMO gehen viele Bifidobakterien zugrunde und werden von schädlichen Mikroorganismen verdrängt. Säuglinge, die keine Muttermilch trinken, haben häufiger Bauchschmerzen, Durchfall und Allergien als Stillkinder.

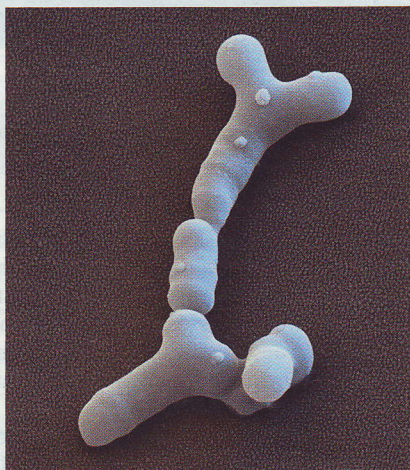
Von der ersten Mahlzeit an gilt: Unsere Nahrung beeinflusst die Bakterien im Darm – und die wiederum beeinflussen unsere Gesundheit. Haferflocken, Kleie, Nüsse, Leinsamen, Schwarzbrot, Gemüse und überhaupt Ballaststoffe aller Art enthalten bestimmte, für den Menschen unverdauliche Polysaccharide, von denen sich nützliche Bakterien ernähren. Menschen, die pflanzliche Kost und damit diese Polysaccharide verschmähen, haben häufiger verkalkte Arterien, einen gestörten Stoffwechsel und Krebs – weil sie sich falsche Freunde herangezüchtet haben?

Die Bakterien im Darm, die Mikrobiota, wurden lange Zeit unterschätzt. Erst seit einiger Zeit können Forscher sie allesamt identifizieren und erkennen. Die Darmbewohner sind ein entscheidendes Bindeglied zwischen schlechter Ernährung und dem Ausbruch von Krankheiten.

Diese überraschende Erkenntnis eröffnet der Ernährungsmedizin gerade eine völlig neue Perspektive: Müssen Menschen nur ihre Bakterien richtig füttern, um bestimmte Erkrankungen zu vermeiden und das Leben zu verlängern?

»Wir treten in eine Ära ein, in der wir die Gesundheit zunehmend mithilfe der richtigen Nahrung ändern und den Effekt anhand von unseren Mikroben oder ihren Stoffwechselprodukten messen können«, konstatierten Forscher im »British Medical Journal«. »Ballaststoffe sind ein zentraler Nährstoff für eine gesunde Mikrobiota und wurden, während die Debatten über Zucker und Fett tobten, übersehen.«

»Wenn wir mehr auf eine ballaststoffreiche Ernährung und damit besser auf unse-



Bifidobakterium (vergrößert)
Helfer gegen Bauchweh und Allergien

re Mikrobiota achten würden, dann hätten wir viele Erkrankungen vermutlich gar nicht«, ist Mahesh Desai, 37, Mikrobiologe am Luxembourg Institute of Health in Esch-sur-Alzette, überzeugt.

Eine neue, umfassende Analyse zur Rolle der Ballaststoffe bestätigt das. Forscher werteten die Daten von 243 Studien aus 40 Jahren aus und präsentierten das Ergebnis unlängst in der Medizinzeitschrift »Lancet«: Menschen mit dem größten Ballaststoffkonsum haben eine um bis zu 30 Prozent verringerte Sterblichkeit. Die koronare Herzkrankheit, Schlaganfall, Diabetes mellitus Typ 2 und Darmkrebs traten bei Ballaststoffkonsumenten statistisch gesehen viel seltener auf als bei Haferflockenmuffeln. Bezogen auf 1000 Menschen, entspricht das 13 Todesfällen weniger.

Die Studie ergab einen Dosiseffekt: Je mehr Ballaststoffe man seinen Darmbak-

terien zu füttern gibt, desto größer ist der Nutzen. Wer die kleinen Gesundheitsmacher für sich arbeiten lassen will, der sollte zu besonders ballaststoffhaltigen Produkten greifen (siehe Grafik Seite 99).

In Luxemburg wählt Desai an diesem Mittag einen Lunch aus Bällchen von Bohnen und Kichererbsen sowie Kartoffeln und Möhren in der Kantine, er streut sich Nüsse auf den Salat und verspeist zum Nachtsch einen Obstsalat. Danach führt er durchs House of Biohealth, einen futuristischen Bau aus Beton, Glas und grünen Fassadengittern. In Tiefkühlschränken lagern Fäkalienproben, die ein oder andere stammt von Desai selbst. In einem großen Labor sind alle Bänke noch leer, hier wird bald das neue Mikrobiota-Zentrum einziehen.

Das alles spielt im Norden von Esch-sur-Alzette. Die Bergwerke der zweitgrößten Stadt Luxemburgs sind stillgelegt, das Großherzogtum investiert jetzt unter anderem in Darmforschung. Die staatliche Förderstelle Fonds National de la Recherche unterstützt Desais Arbeit mit knapp zwei Millionen Euro.

Der Inder, der seine Doktorarbeit in Marburg ablegte und in den USA forschte, ist ein Star der Szene, seitdem er im Tierversuch entdeckte: Wer zu wenige Ballaststoffe in seiner Nahrung hat, riskiert, dass unerwünschte Bakterien Löcher in den Darmschleim fressen.

Mit dem Geld will Desai gemeinsam mit Kollegen in klinischen Studien herausfinden, welche Polysaccharide genau Kinder mit Nahrungsmittelallergien oder Erwachsene mit Darmentzündungen essen müssten, um den Darmschleim zu schützen und die Erkrankung zu überwinden. Am Ende könnten maßgeschneiderte Nahrungsergänzungsmittel stehen, sogenannte Präbiotika. Desai sagt: »Das Ziel ist es, mit Präbiotika die Darmflora von Patienten zu ihren Gunsten umzustrukturieren.«

Wer bin ich? Ziemlich viele

Die meiste Zeit lebten Mikroorganismen unerkannt im und auf dem Körper des Menschen und seiner Urahnen. Mit dem Aufkommen der Mikrobiologie wurden zunächst jene Lebewesen entdeckt, die in der

Kulturschale wachsen und Krankheiten verursachen.

Inzwischen können Forscher jede noch so versteckte Bakterie mit molekularbiologischen Methoden aufspüren, weil jeder Stamm eine unverwechselbare Erbsubstanz trägt. Eine winzige Spur reicht aus, um neue Bakterienarten zu erkennen.

Diese Bestandsaufnahme im zoologischen Garten des Menschen ist mittlerweile so gut wie abgeschlossen. Das Ergebnis regt dazu an, das Verhältnis zu den Kreaturen, die uns am nächsten stehen, gründlich zu überdenken.

Einige Hundert Arten von Mikroorganismen können einen Menschen krank machen. Die überwältigende Mehrheit der Winzlinge jedoch ist harmlos und teilweise sogar äußerst nützlich.

Jeder Mensch ist also ziemlich viele, ein sogenannter Holobiont: Im und auf dem Körper leben – von Pilzen, Urtierchen, Viren einmal abgesehen – Billionen Bakterien. Die Mitglieder der Mikrobiota besitzen zusammengenommen offenbar bis zu 20 Millionen verschiedene Gene (Mikrobiom genannt) – der Mensch dagegen hat schätzungsweise 20 000 Gene.

Bakterien lieben es feucht, warm und dunkel, deshalb haben sich besonders viele im Mund, in den Achselhöhlen, in der Vagina und eben im Darm angesiedelt. Allein: So segensreich sie auch sein mögen, die Untermieter dürfen nicht machen, was sie wollen. In bestimmten Zonen des Körpers – darunter Herz, Gehirn und Blutkreislauf – sind sie unerwünscht. Und auch im Dünndarm werden sie kurzgehalten. In dem vier bis fünf Meter langen Schlauch spaltet der Mensch einfache Zucker, Proteine und Fette in kleinere Einheiten, die von Bakterien als Energiequelle genutzt werden können.

Die mag der Körper nicht gern teilen und macht den Winzlingen das Leben schwer. Er badet sie in Flüssigkeit aus der Gallenblase, attackiert sie mit Antikörpern und schüttelt sie mit den peristaltischen Bewegungen des Darms durch. Mehr noch: In der Wand des Dünndarms sitzen bestimmte Drüsenzellen, die Paneth-Zellen, und sondern antibakterielle Stoffe ab. Das alles wirkt: Im Zwölffingerdarm (im ersten Abschnitt des Dünndarms gelegen) etwa finden sich bloß zehn bis tausend Bakterien pro Milliliter Darminhalt.

Im Dickdarm dagegen ballen sich bis zu eine Billion Lebewesen in einem Milliliter Darminhalt. Der Körper lässt die Bakterien gewähren, weil für ihn selbst nicht mehr viel zu holen ist.

Im Dickdarm landen vor allem für den Menschen unverdauliche Bestandteile der



Mikrobiologe Desai: Beunruhigende Experimente

TIM WEGNER / DER SPIEGEL

Nahrung, an denen sich die Bakterien noch versuchen dürfen, während sie zugleich zu Kot eingedickt werden. Dieser besteht zu 70 Prozent aus Wasser, zu 15 bis 20 Prozent aus Nahrungsresten und in Schuppen abgelösten Darmwandzellen – und zu 10 bis 15 Prozent aus Bakterien.

Tausende verschiedene Arten haben Forscher bisher im Dickdarm entdeckt; allerdings ist jeder einzelne Mensch nur von vielen Hundert Arten besiedelt. Etliche Bakterien leben vorzugsweise in jener Schleimschicht, die den ganzen Dickdarm auskleidet.

Das Leben im Gedärm ist essenziell für den gesamten Stoffwechsel. Die kleinen Helferlein stellen Vitamin B₁₂ her und dienen dem Immunsystem als Sparringspartner, damit es lernt, zwischen guten und bösen Mikroorganismen zu unterscheiden. Sie hemmen Entzündungen und unterstützen die Wundheilung. Giftige Stoffe fangen sie ab und schützen vor Infektionen.

Darmbakterien wirken sogar auf entfernte Organe. Sie stellen den Botenstoff Serotonin her, der ins Blut gelangen und das Verhalten und die Gefühle beeinflussen kann. Auf diese Weise sind Gekröse und Gehirn miteinander verbunden.

Darüber hinaus produzieren Darmbakterien kurzkettige Fettsäuren. Die Begriffe Fett und Säure klingen nicht sonderlich gesund; tatsächlich aber sind die kurzketti-

gen Fettsäuren neuerer Forschung zufolge ein Balsam für den menschlichen Stoffwechsel. Acetat etwa gelangt ins periphere Gewebe, wo es beim Cholesterinstoffwechsel eine Rolle spielt.

Propionat wiederum schützt im Tierexperiment das Herz, das haben Forscher der Berliner Charité im März im Fachblatt »Circulation« vermeldet. Sie hatten Mäuse, deren Blutdruck erhöht war, mit Propionat gefüttert. Die Substanz beruhigte Immunzellen. Die Tiere wurden weniger anfällig für Herzrhythmusstörungen; krankhafte Veränderungen an den Gefäßen (Arteriosklerose) bildeten sich sogar zurück.

Chloriertes Trinkwasser schadet

Die Balance zwischen den winzigen Darmbewohnern und dem Menschen ergibt jenen Zustand, den man Gesundheit nennt. Ein Gleichgewicht, das in den Industriestaaten jedoch nicht mehr gegeben sei, wie vier Mikrobiologen unlängst in »Science« warnten. Sie sehen einen Zusammenhang zwischen dem Anstieg von Fettleibigkeit, Nahrungsmittelallergien, Asthma,

chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, Autismus und Diabetes mellitus in den vergangenen 50 Jahren auf der einen Seite und dem Verlust der ursprünglichen Darmflora auf der anderen. »Wir glauben, dass Veränderungen in der menschlichen Mikrobiota, die mit der Industrialisierung einhergehen, der zugrunde liegende Faktor sein könnten.«

Unter anderem der Einsatz von Antibiotika, antiseptischen Mitteln und der hohe Anteil von Kaiserschnittgeburten – in Deutschland sind es mittlerweile mehr als 30 Prozent – hätten die Mikrobiota vergrämt. Auch chloriertes Trinkwasser, künstliche Säuglingsnahrung, industrielle Süßungsmittel und Emulgatoren schmecken vielen Darmbewohnern nicht.

Der wichtigste negative Faktor aber scheint zu sein: Die westliche Ernährungsweise enthält von bestimmten Polysacchariden zu wenig.

Die Mikrobiologin Erica Sonnenburg von der Stanford University hat mit Kollegen Darmbakterien einer gesunden Testperson auf junge Mäuse verpflanzt. Deren Mikrobiota war damit »humanisiert«. Die Mäuse wurden zwei Gruppen zugeordnet. Die Mitglieder der einen Hälfte bekamen mehrere Wochen lang Futter, das für den Menschen unverdauliche Polysaccharide enthält. Die anderen Mäuse dagegen erhielten zunächst eine Kost mit ganz wenigen Ballaststoffen. Danach gab es auch

für sie das mit Polysacchariden angereicherte Futter.

Während des Experiments untersuchten die Forscher kontinuierlich, ob und wie sich die Mikrobiota der Mäuse änderte. Bei den Tieren, die dauerhaft Polysaccharide bekommen hatten, blieb sie vielfältig und normal. Ganz anders ging es in den Mäusen zu, die wochenlang kaum Ballaststoffe fressen konnten: Die Zahl der Bakterienarten im Darm sank um 60 Prozent. Als die Wissenschaftler dann auf das Futter mit den Polysacchariden umstellten, wurde die Mikrobiota wieder vielfältiger, auch wenn der ursprüngliche Zustand nicht ganz erreicht wurde.

Bei Menschen dürfte der Ballaststoffmangel die gleichen Folgen haben, vermutet Erica Sonnenburg. »Das bedeutet, dass wir unser mikrobielles Ich im Wesentlichen hungern lassen.«

Doch warum sind es ausgerechnet die nützlichsten Bakterien, die am stärksten unter der falschen Ernährung leiden? Weil sie ihr gutes Werk nur dann vollbringen können, wenn es im Darm keinen Sauerstoff gibt und sie ihre Energie aus den Polysacchariden ziehen können. Nur wenn die Fermentation unter Ausschluss von Sauerstoff abläuft, entstehen die so wichtigen kurzkettigen Fettsäuren. Die häufigste von ihnen ist die Buttersäure (sie wurde vor 200 Jahren zuerst in Butter entdeckt), deren Salz Butyrat heißt.

Aus Freunden werden Feinde

Butyrat wird von den Zellen der Dickdarmwand begierig aufgenommen und als Energiequelle genutzt. Der Clou dabei: Indem die Zellen das Butyrat verbrennen, sinkt der Sauerstoffgehalt innerhalb der Zellen nahezu auf null. Aus diesem Grund kann auch kein Sauerstoff in das Darmlumen entweichen. Der Ausschluss von Sauerstoff wiederum hilft den nützlichen Bakterien, sich zu vermehren und noch mehr Polysaccharide zu fermentieren. Die dabei in immer größeren Mengen entstehenden kurzkettigen Fettsäuren sind gut für den Stoffwechsel und verhindern, dass in Darmzellen Sauerstoff entsteht. Und so weiter.

»Dieser natürliche Kreislauf sorgt für Stabilität und könnte zur Wehrhaftigkeit der Mikrobiota beitragen«, sagt Mikrobiologe Andreas Bäuml von der University of California in Davis. Er entdeckte den Kreislauf in Mäusen, indem er die Butyrat produzierenden Bakterienstämme mit einem Antibiotikum abtötete.

Der Stoffwechsel der Darmzellen änderte sich; sie gaben plötzlich Sauerstoff ab, der auf die nützlichen Bakterien wie Gift wirkt. Zugleich wucherten andere Keime heran, die Sauerstoff vertragen. Und diese Keime konkurrieren mit dem Menschen um kurzkettigen Fettsäuren. Die Freunde



im Darm waren geschwächt, die Feinde in der Übermacht.

Beunruhigendes hat auch Mahesh Desai in seinen Experimenten gefunden. Allerdings setzte er keine Antibiotika ein, sondern gab Mäusen konsequent ein Futter ohne Polysaccharide. Er wollte nicht nur erfahren, welche Bakterien verschwinden, sondern stellte auch eine neue Frage: Hat eine falsche Ernährung einen Einfluss auf jene Schleimschicht, die den Dickdarm von innen auskleidet?

Dieser Glibber wird von bestimmten Drüsenzellen in der Darmwand abgesondert und enthält Schleimstoffe (Muzine), die sich mit Wasser in eine Art Gel umwandeln. Ohne diesen Schleim wäre jeder Stuhlgang ein anstrengendes Unterfangen.

Darüber hinaus ist die einige Hundert Mikrometer dicke Schleimschicht dazu da, die Bakterien nicht an die Darmzellen und damit an den Körper heranzulassen. Bei aller Freundschaft muss immer eine letzte Distanz gewahrt bleiben, weil es sonst zu Attacken und Gegenattacken durch das Immunsystem käme.

Nach außen hin wird die Schleimschicht durchlässiger, viele Bakterien sind hier unterwegs. In diesem Mischbereich findet der Austausch zwischen dem Menschen und seinen Mikroben statt. Die Bakterien haben Kontakt mit Immunzellen und überbringen Signal- und Brennstoffe (wie die kurzkettigen Fettsäuren), die von den Darmzellen aufgenommen und, je nach Verwendung, in die Blutbahn weitertransportiert werden.

Was passiert mit dem Schleim, wenn den dortigen Bakterien die Verpflegung fehlt? Um das herauszufinden, übertrug die Gruppe um Desai einen Mix aus 14 Bakterien aus dem menschlichen Verdauungstrakt auf Mäuse. Diese bekamen 40 Tage lang Futter, das keine Polysaccharide enthielt. Dann untersuchten die Forscher den Darminhalt der Tiere. Das erste Ergebnis bestätigte die Experimente Sonnenburgs: Einige Bakterienarten waren verschwunden – sie hatten offenbar keine Nahrung mehr gefunden.

Aber es gab auch eine Überraschung: Manche Bakterien wussten sich zu helfen. Als der Ballaststoffproviant ausblieb, passeten sie ihren Stoffwechsel der neuen Lage an – und begannen damit, den Darmschleim zu zersetzen. »Diese eigentlich freundlichen Darmbakterien sind gleichsam zornig geworden«, sagt Desai. Der durch die Wüteriche entstandene Schaden war immens – sie fraßen Löcher in den Schleim. Damit hatten sie diese wichtige Barriere durchbrochen.

Um die Folgen abzuschätzen, machte Desai gemeinsam mit seinen Kollegen ein weiteres Experiment. Er steckte die Mäuse, die unter einer durchlöcherichten Schleimschicht litten, mit dem potenziell gefährlichen Stäbchenbakterium Citro-



NORBERT MILLAUER / DDP IMAGES

Besucher eines Darmmodells in Dresden: »Kleine Stuhlmengen, große Krankenhäuser«

bacter rodentium an. Die Tiere bekamen bald eine tödlich verlaufende Darmentzündung. Offenbar war der Keim durch die Schleimlöcher bis in die Darmwand vorgedrungen und hatte diese infiziert.

Zur Kontrolle erhielten andere Mäuse ein Futter mit einem Anteil von 15 Prozent Polysacchariden und wurden ebenfalls mit Citrobacter in Kontakt gebracht. Sie blieben gesund, offenbar hatte der Darmschleim gehalten.

Beim Menschen könnte sich ein ähnliches Szenario abspielen. Desai sagt: »Die Löcher, die unsere Bakterien machen, dienen als Eintrittspforten für pathogene Mikroorganismen.« Nicht nur eine Infektion, sondern auch eine überschießende Immunantwort könnte die Folge sein.

Mikroben mobil machen

»Die mikrobielle Vielfalt erhalten« – das steht über dem Aufsatz der vier Forscher in »Science«. Aber das ist gar nicht so einfach. Denn Antibiotika lassen sich nicht immer vermeiden: Sie wirken gegen bakterielle Infektionen und können Leben retten, auch wenn sie neben dem eigentlichen Krankheitserreger viele nützliche Bakterien töten. Ebenso sind viele Kaiserschnittgeburten medizinisch geboten. Damit das Baby dennoch die mütterlichen Bakterien erhält, erwägen Mediziner inzwischen das

»vaginal seeding«. Dabei tupfen sie dem Baby mütterliches Scheidensekret unmittelbar nach der Schnittentbindung auf Mund, Nase und Haut.

Eine Mikrobengabe erhalten Menschen, die nach einer Antibiotikabehandlung an hartnäckigen Infektionen mit Clostridium difficile leiden. Dieser Keim sondert Proteine ab, die den Darm entzünden und Durchfall verursachen. Die Patienten rennen jeden Tag viele Male zum Klo und können sterben, weil sie zu viel Wasser und Elektrolyte verlieren. Ärzte pflanzen ihnen Darmbakterien aus dem Stuhl gesunder Spender ein, um die Mikrobiota wieder zu normalisieren.

Obwohl die Erfolgsquote bei mehr als 80 Prozent liegt, ist diese Fäkalientransplantation zu eklig für eine breite Anwendung. Forscher versuchen gerade, das heikle Heilmittel in Pillen zu verpacken. Auf Englisch heißen die Dinger »crapsules«, Scheiße (»crap«) in Kapseln (»capsules«).

Andere Wissenschaftler versuchen sich daran, die Mikrobiota im Darm per Gentechnik aufzumöbeln. Dazu nehmen sie einzelne Bakterienarten und verleihen ihnen im Labor neue Fähigkeiten. In Singapur ist bereits ein Stamm Escherichia coli entstanden, der sich an Krebszellen im Darm bindet und diese unschädlich machen soll. In Jena wiederum werden Darmbakterien entwickelt, die den Pilz Candida albicans abtöten können.

Noch geschieht dies alles im Tierversuch, viele Menschen dürften sich weigern, in ihrem Darm gentechnisch manipulierte Organismen freizusetzen.

Wahre Wunder erhoffen sich immer mehr Leute von probiotischen Produkten. Diese enthalten Bakterien, die besonders gesund sein sollen. Dazu zählen Milchsäurebakterien in Joghurtgetränken und in Kapseln. Auf der ganzen Welt werden mittlerweile jedes Jahr 37 Milliarden Dollar für probiotische Produkte aller Art ausgegeben – deren Nutzen indes ist fraglich.

In einer Studie des Weizmann-Instituts in Israel schluckten gesunde Testpersonen vier Wochen lang jeden Tag zwei kommerziell erhältliche Kapseln, die jeweils mindestens 25 Milliarden Bakterien enthielten. Anschließend sammelten die Forscher Proben aus dem Darm und schauten nach, inwiefern sich die geschluckten Bakterien angesiedelt hatten. In vielen Fällen waren sie gar nicht zu finden. Das könnte bedeuten: Gesunde Menschen, die probiotische Produkte eher aus Lifestylegründen nehmen, scheiden sie zügig wieder aus – und spülen ihr Geld gleichsam die Toilette runter.

Selbst nach einer Antibiotikabehandlung helfen probiotische Präparate kaum, die angeschlagene Darmflora wieder zu normalisieren. Zwar siedelten sich die eingenommenen Bakterien im Darm an, aber sie zeigten sich extrem dominant, so sehr, dass die vorherige natürliche Flora keine Chance auf baldige Rückkehr hatte.

Besser, als solche Präparate zu schlucken, die bei Weitem nicht halten, was sie versprechen, wäre es, die Ernährung dauerhaft umzustellen – und damit nützlichen Mikroben aus der Umwelt eine Grundlage zu bieten. Ein Kommentar des Fachblatts »Lancet Gastroenterology & Hepatology« vom Februar urteilt: »Während es sicherlich eine verlockende Aussicht ist, ein Präparat für eine verbesserte Gesundheit zu nehmen, könnte jenen, die ihrer Mikrobiota im Darm helfen wollen, besser damit gedient sein, eine gesunde und ausgewogene Diät zu sich zu nehmen.«

Ballaststoffe sind mehr als Ballast

Und wie genau sieht diese Diät aus? Hauptbestandteil von Ballaststoffen sind die für den Menschen unverdaulichen Polysaccharide; diese großen Moleküle bilden in Pflanzen und Pilzen Zellwände und andere feste Strukturen. Lange stand in Lehrbüchern, das Material diene dazu, dem Menschen eine geregelte Verdauung zu beschern. Es bindet Wasser und ergibt einen weichen Stuhl.

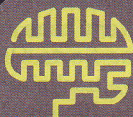
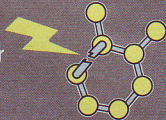
Das ist aber nicht alles, haben Forscher erkannt. Viele dieser Polysaccharide sind weit mehr als Ballast zum Erleichtern. Ein Großteil von ihnen ist Futter für die nützlichen Bakterien: Es sind die fermentier-

Gesundheitserreger

Billionen Bakterien leben im Dickdarm und erfüllen dort unterschiedliche Aufgaben.

Vorkoster

Darmbakterien spalten Ballaststoffe aus der Nahrung (unverdauliche Polysaccharide).



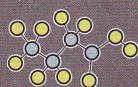
Stimmungsaufheller

Mikroben produzieren Botenstoffe, die in die Blutbahn gelangen und auf das Gehirn wirken.



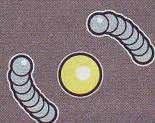
Entzündungshemmer

Die Darmbewohner stimulieren die Bildung entzündungshemmender Substanzen.



Beschützer

Bakterien produzieren kurzkettige Fettsäuren, die sich schützend auf Herz und Gefäße auswirken.



Sparringspartner

Mikroben trainieren die Immunzellen.



Vitaminlieferanten

Die Darmflora produziert Vitamin B₁₂.

Bodyguards

Nützliche Bakterien besetzen den Lebensraum Darm und halten Keime fern.

Entwicklungshelfer

Bakterien helfen dabei, dass sich Darmzellen gesund entwickeln und bürgen für eine intakte Schleimschicht.

baren Oligo- und Polysaccharide. Unterschiedliche Bakteriengruppen arbeiten zusammen, um diese zu zerlegen. Forscher suchen nun nach jenen Stoffen, die den Bakterien besonders gut schmecken. Sie werden Präbiotika genannt.

Einer, der Präbiotika schon heute verkauft, ist der Biochemiker Stefan Jennewein. Er hatte bereits vor 15 Jahren nach einem Weg gesucht, die HMO, wie sie in der Muttermilch vorkommen, im Hundert-Tonnen-Maßstab herzustellen. »Ich wollte HMO produzieren und sie in jede Babynahrung bringen können«, sagt Jennewein.

Damals mussten Oligosaccharide noch chemisch synthetisiert werden, das war teuer und ergab eine viel zu kleine Ausbeute. Jennewein gelang es, Bakterien so umzumodeln, dass sie bestimmte HMO massenhaft herstellen. Sie lieferten das Produkt in ausreichender Menge. Jennewein meldete Patente an und gründete 2005 die Jennewein Biotechnologie.

In der Firma wird in vier Schichten gearbeitet, sie hat hundert Angestellte und braucht noch mehr – gerade werden unter anderen ein Anlagenführer, ein Mikrobiologe und eine Hebamme gesucht.

Die HMO produzierenden Bakterien vermehren sich in Fermentern. Jeden Tag werden 180 000 Liter von der Brühe abgepumpt und in der Firmenzentrale in Rheinbreitbach in Rheinland-Pfalz weiterverarbeitet. Hier, nicht weit vom Drachenfels, wird der Überstand unter sterilen Bedingungen filtriert und getrocknet. Am Ende bleibt ein weißes Pulver.

Sieben Sorten mit jeweils unterschiedlichen HMO hat Jennewein inzwischen im Angebot. Hersteller von Babynahrung kaufen die Pulver und fügen sie Muttermilchersatzprodukten zu, damit diese dem Original ähnlicher werden.

In Luxemburg hat Mahesh Desai ebenfalls »vielversprechende Präbiotika« im Blick, die er nun erforschen will. Derzeit rekrutiert er Patienten, deren Darm chronisch entzündet ist. Den Betroffenen schmerzt häufig der Bauch, und sie haben meist Durchfall. Ihre Mikrobiota ist mitunter so derangiert, dass sie eine normale Zufuhr von Ballaststoffen gar nicht mehr vertragen. Ihr Risiko für Darmkrebs ist deutlich erhöht.

In den Fäkalien dieser Patienten sucht Mahesh Desai zunächst nach schleimfressenden Bakterien und dann nach geeigneten Präbiotika, mit denen sich die Lebensgemeinschaft im Darm verbessern lässt.

Die Heilkraft der Faser

Ausgerechnet der Begründer der modernen Ernährungskunde, Max Rubner (1854 bis 1932), hielt Ballaststoffe für wertlos. Das früher übliche Verfahren, das Getrei-

dekorn samt Schale, Keimling und Randschichten zu vermahlen, wollte er aufgehoben sehen. »Diese Auffassung war nur konsequent, galten die Randschichten des Getreidekorns doch als überflüssiger, weil unverdaulicher Ballast«, schreibt der Experte Andreas Hahn mit Kollegen in der Zeitschrift »Aktuelle Ernährungsmedizin«. Die Arbeiten des Arztes Denis Burkitt (1911 bis 1993) und eines Kollegen hätten »dann zu einer ernährungsphysiologischen Neubewertung der bis dato unbeachteten Lebensmittelbestandteile« geführt.

In Uganda war es Burkitt aufgefallen, dass die Einwohner wesentlich mehr Ballaststoffe zu sich nahmen als Menschen aus Industriestaaten. Sie produzierten auch viel mehr Kot und konnten selbigen leichter ausscheiden.

Die westliche Ernährung habe so wenig Nahrungsfasern und sei so kaloriendicht, vermutete Burkitt, dass der Dickdarm einfach zu wenig zu tun habe, um gesund zu bleiben. Amerika sei eine verstopfte Nation, spottete er und fügte hinzu: »Wenn du kleine Stuhlmengen hervorbringst, dann musst du große Krankenhäuser haben.«

Den Segen der Ballaststoffe erklärten sich Forscher so: Die Nahrungsfasern würden schädliche Stoffe im Darm binden und hinausbefördern. Erst in den vergangenen Jahren haben Forscher einen womöglich noch wichtigeren Grund herausgefunden: Bakterien filtern sich aus dem ganzen Ballast jene für den Menschen unverdauliche Polysaccharide heraus, die sie für sich nutzen können. Als Gegenleistung dienen sie dem menschlichen Organismus und versorgen ihn mit kurzkettigen Fettsäuren.



WINNI WINTERMEYER / DER SPIEGEL

Forscherin Sonnenburg: Unsere Bakterien hungern

Erwachsene in Deutschland nehmen im Durchschnitt täglich knapp 20 Gramm davon zu sich. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung hat einen Richtwert von mindestens 30 Gramm pro Tag festgelegt. Der natürliche Bedarf könnte viel höher liegen.

Die bisher vielfältigste Mikrobiota haben Forscher im Darm von Yanomami-Indigenen gefunden, die in Südamerika leben und wenig Kontakt zur Außenwelt haben. Traditionell lebende Menschen in Uganda und Südafrika kommen auf mehr als 50 Gramm Ballaststoffe pro Tag.

Was können Einwohner der Industriestaaten ihren Mikroben Gutes tun? Schon heute kann jeder seine individuelle Mikrobiota untersuchen lassen. Das Unternehmen Biomes im brandenburgischen Wil-

dau bietet für 129 Euro eine »vollständige Darmflora-Analyse mit individuellen Empfehlungen«. Dazu füllt man eine kleine Stuhlprobe in ein Probengefäß und schickt es an das Labor. Ein paar Wochen später kann man auf einer Onlineplattform nachschauen, welche Geschöpfe einen so besiedeln.

Allerdings ist noch nicht bewiesen, dass solche Analysen einen zusätzlichen Nutzen haben. Für jeden Menschen ist es ratsam, auf industriell verarbeitete Nahrungsmittel zu verzichten und Ballaststoffe aus möglichst vielen verschiedenen Quellen zu verzehren.

Man solle nicht nur so viel Obst und Gemüse wie möglich zu sich nehmen, sondern eine Vielfalt davon, sagt Desai. »Wenn man nur Kartoffeln oder eine Sorte Obst isst, dann ist das wahrscheinlich nicht das Allerbeste für die Mikrobiota. Man sollte eine breite Auswahl haben, mit Bohnen und verschiedenen Nüssen.« Vollkorn-

brot, Haferflocken und insbesondere Kleie, das vermeintliche Abfallprodukt aus der Getreidemühle, stecken ebenfalls voller Nahrungsfasern.

35 bis 50 Gramm Ballaststoffe versucht Mikrobiologe Desai jeden Tag zu verzehren. Zu viel wird ihm das Gekau nie, denn der Schleimforscher weiß, warum es sich lohnt: »Pflege deine Bakterien, sonst fressen sie dich.« Jörg Blech

Mail: joerg.blech@spiegel.de

Video
Wie Ballaststoffe im Körper wirken

spiegel.de/sp272019darm
oder in der App DER SPIEGEL



Suche nach dem perfekten Proviand

Wissenschaftler erforschen, welche Diät am besten für die nützlichen Darmbakterien ist.

Ketogene Diät
reich an Fetten, arm an Kohlenhydraten
in Studien (mit allerdings geringen Teilnehmerzahlen) eher negativer Effekt auf die Mikrobiota

Paläo-Diät
nur Lebensmittel, die es mutmaßlich schon in der Altsteinzeit gab – also vor dem Aufkommen von Ackerbau und Viehzucht; reich an Proteinen, arm an Kohlenhydraten
Tatsächlich ist bei Indigenen wie den Hadza, die ähnlich wie Jäger und Sammler leben, die Vielfalt der Mikrobiota im Darm besonders groß.

Vegetarische oder vegane Ernährung
kein Fleisch und Fisch. vegan: generell keine Tierprodukte
Im Vergleich zu einer ausgewogenen Ernährung mit Fleisch scheint in manchen Studien die Artenvielfalt der Mikrobiota leicht erhöht.

Mediterrane Ernährung (Mittelmeerdiet)
beinhaltet Gemüse, Obst, Nüsse, Fisch, Olivenöl
Daten verschiedener Studien zeigen, dass die Diät günstig auf die Mikrobiota wirkt.

Modediäten für die Mikrobiota
spezielle Kohlenhydratdiät, Low-Fodmap-Diät
Nutzen wissenschaftlich noch nicht bewiesen.

Quelle: »Science«

DER SPIEGEL