

Muttermilch ist die mit Abstand beste Nahrung für Säuglinge. Wie Forscher herausgefunden haben, könnte das zu einem guten Teil an sogenannten Humanen Milch-Oligosacchariden (HMOs) liegen. Diese komplexen Mehrfachzucker ließen sich bislang aber nur in geringen Mengen industriell herstellen. Doch jetzt scheint ein Durchbruch gelungen zu sein.

Eins wusste Beate: Sie würde ihr Kind stillen. Jede Ärztin, jede Hebamme, jede andere Mutter in ihrem Umfeld riet ihr dazu. Mit gutem Grund: „Breast is best“ heißt es in Fachkreisen. Muttermilch enthält Vitamine, Proteine, Mineralien, Immunstoffe, Enzyme, Hormone – ein biologischer Wundercocktail mit unzähligen guten Zutaten, die man in keiner anderen Milch findet. Sie stärkt das Immunsystem des Babys, beugt Allergien, Asthma und Leukämie vor, fördert seine körperliche und geistige Entwicklung. Sogar für die Mutter selbst ist Stillen gesund, es senkt das Risiko für Osteoporose, Brust- und Eierstockkrebs.

Aber als Paul dann auf der Welt war, wollte die Muttermilch nicht fließen. Bald war klar: Paul wird vor allem mit Ersatzmilch aus der Flasche aufgezogen. Das passiert in Deutschland nicht selten: Zehn Prozent aller Mütter stillen überhaupt nicht, nicht einmal 50 Prozent stillen die vollen vier bis sechs Monate, die allgemein empfohlen werden. Aber das ist auch kein Drama: „Bei uns gibt es gute Ersatzprodukte“, sagt Mathilde Kersting, Leiterin des Forschungsdepartements Kinderernährung der Universitätsklinik Bochum. Zwar können sie mit Muttermilch nicht mithalten. „Aber sie werden immer besser“, so Kersting.

Mit normaler Milch – egal ob von Kuh, Ziege oder Schaf – sei es jedenfalls nicht getan. Deren Nährstoffgehalt reicht für Menschenkinder nicht aus. „Humanmilch unterscheidet sich von Tiermilch in vielen Facetten“, sagt Kersting. „Deswegen bekommen Babys eine aufwendig modifizierte Ernährung auf Kuhmilch-Basis. Das ist heutzutage ein High-Tech-Produkt.“

Die Forschung identifiziert immer neue Inhaltsstoffe der Muttermilch, findet Wege, sie außerhalb der weiblichen Brust zu produzieren und haltbar zu machen, prüft sie für die Zulassung auf ihre Sicherheit, und die Hersteller setzen sie dann der Ersatzmilch zu. Zum Beispiel bestimmte ungesättigte Fettsäuren, die der mentalen Entwicklung des Kindes und der Schärfe seiner Augen zugutekommen. Die neueste Zutat allerdings soll noch viel mehr bringen, so die Hoffnung: komplexe Milchzucker, auch Humane Milch-Oligosaccharide. „Mit ihnen stehen wir vor einer neuen Ära der Supplementierung von Säuglingsnahrung“, sagt Clemens Kunz, Ernährungswissen-

Ein biologischer Wundercocktail

Muttermilch ist für Babys unschlagbar gesund – Aber auch Flaschnahrung wird immer besser

Von Jan Berndorff

schaftler und Experte für HMOs an der Universität Gießen.

HMOs sind ein ganz besonderer Stoff. Sie kommen nur in menschlicher Muttermilch vor, und zwar in rund 200 strukturell verschiedenen Formen, die fast alle auf dem Milchzucker Lactose basieren. Zwar stecken manche Oligosaccharide auch in Tiermilch, aber nicht in dieser Komplexität und Menge. Nach Fett und Lactose sind HMOs mit fünf bis 20 Gramm pro Liter der drittgrößte Bestandteil von Muttermilch.

Entdeckt hat man die Humanen Milch-Oligosaccharide bereits Mitte des 20. Jahrhunderts. Schnell fanden Forscher heraus, dass sie großen Einfluss auf die Darmgesundheit des Kindes haben. In den Ersatzprodukten – Fachleute sprechen von „Formulanahrung“ – versuchte man, sie chemisch nachzubilden. Das gelang zwar nur bedingt, „aber immerhin können diese Mehrfachzucker, die heute noch ähnlich in Formulanahrung stecken, schon einen Teil der Funktionen der echten HMOs in der Muttermilch ersetzen“, sagt Frank Jochum, Chefarzt der Klinik für Kinder- und Jugendmedizin des Evangelischen Waldkrankenhauses Spandau. Die Zusammensetzung der

Darmflora glich sich der von gestillten Kindern an.

Warum, erkannte man erst im Laufe der Zeit durch weitere Studien: Für den Menschen selbst sind die meisten HMOs unverdaulich. Das heißt, sie erreichen unverändert den Dickdarm und können dort als Nahrung für Darmbakterien dienen. Dabei lassen sie nur die „guten“ Bakterien gedeihen, so dass die „schlechten“ Krankheiten auslösen können – klein gehalten werden. Zumal die Guten für einen niedrigen pH-Wert im Darm sorgen, den die meisten Schlechten nicht mögen. Außerdem entstehen bei der Zersetzung der HMOs kurzkettige Fettsäuren, die den Zellen der Schleimhaut als Energiequelle dienen. HMOs fördern also eine gesunde Darmflora, die über die Verdauung hinaus für viele Prozesse im Organismus wichtig ist.

Doch damit nicht genug: HMOs fangen die Erreger diverser Infektionen wahrscheinlich sogar direkt ab. Diese überfallen den Körper häufig, indem sie an zuckerähnliche Strukturen der Darmschleimhaut andocken. HMOs jedoch haben eine fast identische Struktur wie diese Oberflächenzucker. Dadurch binden sie einen Großteil der Erreger und wer-

den mit ihnen ausgeschieden – der Angriff auf den menschlichen Organismus bleibt aus. HMOs wären demnach einer der Gründe für die bessere Immunabwehr gestillter Babys.

Labor- und Tierstudien haben die positiven Effekte von HMOs auf Gesundheit und Entwicklung von Säuglingen schon vielfach angedeutet. Bei Fütterungsversuchen mit Ratten haben Forscher in den USA eine bestimmte HMO-Variante identifiziert, sogenannte Disialylacto-N-tetraose, die bei frühgeborenen Ratten die Anfälligkeit für nekrotisierende Enterokolitis (NEC) erheblich reduzierte. Diese Entzündung der Darmschleimhaut tritt auch bei menschlichen Frühchen auf und führt nicht selten zum Tod. Außerdem untersuchten die Forscher Milch, die menschliche Frühchen in ihren ersten vier Wochen tranken, und stellten fest, dass bei jenen Babys, die NEC entwickelten, genau der Milchzucker aus der Rattenstudie in geringerer Konzentration enthalten war. Ein Indiz dafür, dass die Erkenntnis aus den Rattenversuchen auf Menschen übertragbar ist. Entsprechende direkte Humanstudien gibt es bislang aber kaum. Ein Grund dafür: Vor ein-

gen Jahren erst gelang es durch chemische Synthese, einige HMOs exakt nachzubilden. Das ist allerdings so aufwendig und teuer, dass man für Großstädter nicht genügend produzieren konnte.

Inzwischen wurde aber ein Verfahren auf Basis von Fermentation entwickelt: In großen Tanks produzieren biotechnologisch optimierte Bakterienstämme tonnenweise und vergleichsweise kostengünstig bestimmte HMOs, die denen der Muttermilch vollkommen gleichen. Ganz ähnlich werden manche Arzneistoffe wie Insulin oder Lebensmittelzusätze wie Vanillin hergestellt.

„Dadurch werden jetzt große Humanstudien möglich, um die vielversprechenden Indizien für die positiven Effekte von HMOs zu bestätigen“, sagt Kinderarzt Frank Jochum. Erste seien bereits angefallen, etwa, um die Wirkung bestimmter HMOs gegen Noro- und Rotaviren nachzuweisen. Solche Viren sind insbesondere in Entwicklungsländern der Hauptgrund für die dort immer noch recht hohen Sterblichkeitsraten von Säuglingen und Kleinkindern. Zwei Humane Milch-Oligosaccharide, die 2'-Fucosyl-lactose und die Lacto-N-neotetraose, sind sogar bereits zugelassen und am Markt. Die neue Ära der Anreicherung von Babinahrung hat also bereits begonnen.

Komplexe Milchzucker ...

... fördern intakte Darmflora

Ist doch logisch!

Holger Dambeck stellt die schönsten Mathe-Rätsel vor

Von Ingeborg Salomon

In die Welt mathematisch-logischer Knocheien entführt Wissenschaftsredakteur Holger Dambeck den Leser mit seinem Buch „Kommen drei Logiker in eine Bar...“. Nur keine Panik, möchte man Nicht-Mathematikern zurufen. Denn dieses Buch kann Spaß machen, auch wenn die Mathematik-Note des längst abgelegten Abiturs das nicht erwarten lässt. Dambeck ist Jahrgang 1969, hat Physik studiert und leitet seit 2015 das Ressort Wissenschaft und Gesundheit bei Spiegel-Online; seine Kolumne „Rätsel der Woche“ hat eine große Fangemeinde. Gegliedert in neun Kategorien wie Logik oder Kombinatorik laden 100 Rätsel ein, sich das Hirn zu zermartern und kreativ zu werden – oder beides. Meine Lieblingskategorie ist „Futter für Querdenker“, denn die Aufgaben hier haben so gar nichts mit Zahlen zu tun, setzen aber die Phantasie frei. Etwa: Auf einer Wiese liegen eine vertrocknete Karotte, Kieselsteine und eine alte Mütze. Warum? (Kleiner Tipp: Es ist ein Winterrästel.)

Dambeck fordert seine Leser auf, beim Knobeln beharrlich zu bleiben und nicht gleich aufzugeben und im hinteren Teil des Buches die Lösung nachzuschlagen. Pffiffige Illustrationen tragen zur Klarheit bei, ausprobieren ist erlaubt. Zudem sind die Rätsel unterhaltsame Desserts für fröhliche Essensrunden im Freundeskreis.

Info: Holger Dambeck: Kommen drei Logiker in eine Bar, KiWi-Verlag, Köln, 2017, 9,99 Euro.



Mehr als ein Wortspiel: ein Krebs für die Krebsforschung

Der Marmorkrebs pflanzt sich allein im Aquarium fort – Forscher sehen ihn als Modell für Tumoren

rol. Ein Flusskrebs, der sich von alleine im Aquarium fortpflanzte, verblüffte vor einigen Jahren Tierhalter und Wissenschaftler. Erklären ließ sich dies nur durch das Phänomen der Jungfernzeugung, der Parthenogenese. Nun zeigten eine Genomsequenzierung und Vergleiche zwischen einzelnen Tieren, dass tatsächlich alle Exemplare von einer einzigen Mutter abstammen. Der Marmorkrebs-Klon bildet eine eigene Art (Procambarus virginalis) und spaltete sich vor rund 30 Jahren von den Everglades-Sumpfkrebsen ab, wie der Blick in die Gene zeigt.

In einer aktuellen Veröffentlichung belegt Frank Lyko und sein Team vom Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) Heidelberg, dass die ausschließlich weiblichen Nachkommen des Marmorkrebses genetisch identisch sind. Lyko führt aus: „Wir haben nur wenige Hundert Varianten in einem Genom nachweisen können, das größer ist als das menschliche Erbgut, das ist eine unglaublich kleine Zahl.“ Die winzigen Abweichungen lassen sich auf natürliche Mutationen zurückführen. Die DKFZ-Wissenschaftler zählten 3,5 Milliarden Basenpaare im Genom des Krebses, das sind etwa sieben Prozent mehr als beim Menschen.

Zudem überprüfte im Rahmen der Studie eine Wissenschaftlerin auf Madagaskar, wie gut sich der Krebs mittels der Jungfernzeugung im Freiland aus-

breiten kann. Der Fortpflanzungserfolg überraschte die Wissenschaftler. „Es war bekannt, dass sich der Krebs infolge von Freisetzungen aus dem Aquarium im Freiland etablieren kann. Dass er sich aber so rasant und massiv ausbreiten kann, ist neu“, erklärt Lyko.

Außer in Madagaskar lässt sich der Krebs etwa in Schweden, Japan, Freiburg, Hannover oder Heidelberg finden.



Dies weist auf eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit hin – gänzlich ohne sexuelle Fortpflanzung.

Doch obwohl alle Marmorkrebse mit den gleichen Genen geboren werden, können sie sich an ganz unterschiedlichen Lebensräumen anpassen. Dies ermöglichen epigenetische Mechanismen. Diese werden gesteuert durch kleine chemische Anhängsel an der DNA, der eigentlichen Erbsubstanz. Epigenetische Mechanismen regulieren im Grunde die Interpretation der genetischen Information. Sie wirken wie Schalter, die Gene an- und abschalten. „Epigenetische Varianten werden oft von genetischen Varianten beeinflusst. Im Marmorkrebs ist

die epigenetische Variation allerdings eigenständig, da es praktisch keine genetische Variation gibt“, erklärt Lyko.

Diese epigenetische Regulation macht den Marmorkrebs für Tumorforscher hochinteressant. Was wie ein Wortspiel klingt – ein Krebs für die Krebsforschung – ist tatsächlich Realität. Lyko erläutert: „Beim Marmorkrebs handelt es sich um ein Tier, das sich klonal vermehrt und somit einen zentralen Aspekt der Tumorentstehung modellhaft abbildet.“ Auch ein Tumor kann sich seiner Umgebung anpassen und zum Beispiel Resistenzen gegenüber Krebsmedikamenten entwickeln. Auch hier spielen epigenetische Mechanismen eine Rolle, wie man durch Forschungsarbeiten am DKFZ weiß. Sie vermögen das Krebsrisiko und den Verlauf einer Krebserkrankung zu beeinflussen.

Sowohl bei Marmorkrebsen als auch bei Tumoren findet sich die sogenannte klonale Genom-Evolution. Dabei spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, etwa zufällige Mutation in den Genen, Gen-Drift, Selektionsdruck und epigenetische Anpassung an die Umwelt. Ihre Rolle will das Team mit Hilfe der Marmorkrebse erforschen. Wie Julian Gutekunst beschreibt, geht es vor allem um die Frage, „welchen Einfluss Umweltfaktoren auf Epigenetik und Genregulation haben“. Diese Erkenntnisse könnten das Wissen um die Vorgänge in Tumoren erweitern und neue Ansätze in der Tumorbehandlung eröffnen. F.: DKFZ

WISSEN KOMPAKT

HITS-Forscher ist nun Physik-Professor

Der Astrophysiker Rüdiger Pakmor aus der Gruppe „Theoretical Astrophysics“ (TAP) am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS) wurde erfolgreich an der Universität Heidelberg habilitiert. Pakmor befasst sich mit der Entwicklung neuer numerischer Methoden und wendet diese unter anderem auf die Entstehung von Galaxien oder Supernova-Explosionen an. Seit einigen Jahren bietet er Vorlesungen und Kurse an der Universität Heidelberg an. Rüdiger Pakmor ist der zweite HITS-Wissenschaftler, der sich am Institut habilitiert hat.



Rüdiger Pakmor. Foto: HITS

Biologische Vielfalt sinkt dramatisch

Das weltweite Phänomen der Abnahme von biologischer Vielfalt gefährdet das Fortbestehen der Menschheit. Dies geht aus einer Studie hervor, die jetzt bei der sechsten Plenarsitzung des Weltbiodiversitätsrates veröffentlicht wurde. Drei Jahre lang erarbeiteten mehr als 550 Experten aus über 100 Ländern den Report. Demnach seien unter anderem die Überbevölkerung, die Verschmutzung von Wasser, Luft und Boden sowie der Klimawandel verantwortlich für den stetigen Verlust an Biodiversität. Aufgrund des Klimawandels könnte bis 2100 mehr als die Hälfte der afrikanischen Vögel- und Säugetierarten verschwinden, fürchten die Forscher. In der Asien-Pazifik-Region werden laut Vorhersage bis zum Jahr 2050 rund 90 Prozent der Korallenbestände stark zersetzt sein.