1_2016

ernährung heute

Aktuelle Information für Meinungsbildner
in Ernährungsberatung, -erziehung und -wissenschaft

istock.com/noppanit

FOKUS

Das mikrobielle „Ich“

In Summe sind 100 Billionen Bakterien in unserem Darm zu Gast. Das sind zehnmal mehr Fremdlinge, als wir an eigenen Zellen besitzen und diese kommen auf über drei Millionen Gene. Sprach man früher von der Darmflora, redet man heute vom Mikrobiom. Es ist so speziell wie ein Fingerabdruck. Je nach Nahrung ändert es sich in seiner Vielfalt und Zusammensetzung – nach dem Motto: je abwechslungsreicher, desto besser –, und auch unsere Familie, Freunde und Kollegen beeinflussen das Mikrobiom. Denn selbst über Umarmungen oder Händedruck tauschen wir uns aus. Sozial aktive Individuen weisen daher auch eine höhere Vielfalt an Darmbakterien auf. Und das ist gut so. Diversität schützt vor Störungen in diesem fein justierten Ökosystem. Diese können zu einer Reihe von Erkrankungen führen: Adipositas, Diabetes, Asthma, ein fehlreagierendes Immunsystem etc. Interaktion herrscht aber nicht nur auf dieser Ebene. Darm und Gehirn kommunizieren eng miteinander. Stress, Lernen oder Stimmung hängen mitunter ebenso von der Besiedelung im Darm ab. Die mikrobielle Wohngemeinschaft in unserem Körper ist hochkomplex und bei weitem noch nicht zur Gänze erforscht. Welche Zusammenhänge mit chronischen Krankheiten werden aktuell diskutiert? Und wie sehr haben wir die Bakterien oder sie uns im Griff? [mg]

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Diskussion rund um Extrasteuern auf einzelne Lebensmittel oder Getränke reißt nicht ab. Die Regierung in Großbritannien hat vor, eine Steuer auf zuckergesüßte Getränke einzuführen und will damit das Auftreten von Übergewicht und Adipositas eindämmen. Die Steuer soll 660 Millionen Euro einspielen und die wiederum sollen Grundschulsport zusätzlich finanzieren. Dass bei dem weitverbreiteten inaktiven Lebensstil, fehlenden Vorbildern und minimalem Schulsport mehr Geld für Bewegungsförderung in die Hand genommen werden muss, ist offensichtlich – in UK genauso wie am europäischen Festland. Das ist eine gesamtgesellschaftliche Angelegenheit. Die grundlegende Frage bei fiskalpolitischen Maßnahmen muss aber sein: Können Steuern Verhalten steuern? Sind sie ein effektives Mittel gegen Übergewicht? Im Gesundheitsministerium winkt man ab. Zum einen sind alkoholfreie Getränke wie Säfte und Limonaden ohnehin höher besteuert als Milch oder Lebensmittel – nämlich mit 20 % und nicht mit 10 %. Zum anderen ist die Preisspanne zwischen den einzelnen Produkten im Limonadensortiment relativ hoch, einen Liter gibt es um 20 Cent genauso wie um 5 Euro. Welcher Steuerungseffekt wäre also bei einer Preissteigerung zu erwarten? Konsumenten würden eher von teureren Produkten zu den günstigeren greifen, aber ihr grundsätzliches Trinkmuster nicht ändern. Gesundheitsministerin Sabine Oberhauser setzt daher auf Initiativen, Aufklärung und Information. Der Beitrag von Limonaden zur Energieaufnahme hält sich übrigens im Durchschnitt ohnehin stark in Grenzen. Den Daten des Österreichischen Ernährungsberichts 2008 zufolge machen sie gerade einmal rund 2,5 % der Tagesenergie aus. Ein wirklich großer Hebel sieht anders aus.

Frank Helmrich

Zu nachweisbar wirksamen Präventionsmaßnahmen zählt, bereits im Kindes- und Jugendalter einen aktiven Lebensstil zu etablieren. Kindern in der Schule, in der Familie, im Sportverein und generell in der Freizeit mehr Lust auf Bewegung zu machen, ist auch das Ziel von UGOTCHI. Das Gesundheitsprogramm animiert jährlich 50 000 Kinder im Alter von sechs bis zehn Jahren. Zusätzlich wird das Thema Essen und Trinken thematisiert, wofür heuer das *forum. ernährung heute* verantwortlich zeichnet. Schließlich geht es immer um die richtige Balance zwischen einem ausgewogenen Essmuster und ausreichend Aktivität. Lesen Sie mehr auf www.ugotchi.at.

In dieser Ausgabe spielen Essmuster ebenso eine Rolle: Sie prägen unser Mikrobiom. Sie fließen erstmals in die amerikanischen Empfehlungen ein. Und wir starten eine vierteilige Serie: *Nose to Tail*. Sie gibt Einblicke in die Kultur der Ganztierverwertung. Das Revival alter Selbstverständlichkeiten? Haben Sie Mut!

Marlies Gruber

Aus dem Inhalt

FOKUS
03 Die Welt der Darmbakterien
06 Ein steuerndes Nervengeflecht!
08 Gute und schlechte Futterverwerter?
10 Einfluss von Polyphenolen auf den Darm
12 Low-FODMAP-Diät: Die Lösung für den Darm?

LEBENSMITTEL
14 Weizen in der Kritik

DIÄTETIK & PRÄVENTION
17 Neue Empfehlungen für Amerika

SERIE IN VIER TEILEN: NOSE TO TAIL
20 Das ganze Tier – *Nose to Tail Eating* (1/4)

24 REZENSIONEN

IMPRESSUM
Redaktion: Mag. Marlies Gruber, mg@forum-ernaehrung.at
Autorinnen: Dr. Eva Derndorfer, Mag. Nina Grötschl, Mag. Marlies Gruber, Mag. Angela Mörixbauer, Dr. Elisabeth Rudolph, Dr.Theres Rathmanner
Lektorat: Conny Vrbicky, **Grafikdesign:** Matthias Berke, **Druck:** Donau Forum Druck Wien

OFFENLEGUNG
Medieninhaber, Herausgeber: forum. ernährung heute, Verein zur Förderung von Ernährungsinformationen, Schwarzenbergplatz 6, 1037 Wien, Austria, ISSN: 2226-3233, t +43.1.712 33-44, office@forum-ernaehrung.at, www.forum-ernaehrung.at
Geschäftsführung: DI Rudolf Fila
Grundlegende Richtung: Informationsdienst für Ernährungsberatung, -wissenschaft und -wirtschaft; Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit genauer Quellenangabe. Namentlich gekennzeichnete Artikel liegen im Verantwortungsbereich der Autorinnen und Autoren und geben nicht unbedingt die Meinung des Vorstands oder der Redaktion wieder. forum. ernährung heute übernimmt keinerlei Haftung für inhaltliche oder drucktechnische Fehler.
Gendering: Im Sinne der Lesefreundlichkeit wird auf die Anwendung der geschlechtergerechten Schreibung von Berufsbezeichnungen etc. verzichtet. Bei ausschließlicher Nennung der männlichen Form gilt diese immer gleichwertig für Frauen und Männer.

ABONNEMENT FÜR ERNÄHRUNG HEUTE
Konditionen: Inlandsabonnement € 23,50; Auslandsabonnement € 28,50; Kombinationsabonnement Print + Online Inland € 28,50; Ausland € 33,50
Bestellung/Verwaltung: Dialog Systems, Mag. Poltner GmbH, Stangaustr. 46, 2392 Sulz im Wienerwald, t +43.2238.81017, forum-shop@wdm.co.at
Kündigung/Adressänderung: Kündigungen bzw. Adresswechsel sind postalisch oder per E-Mail an die Adresse unserer Abo-Verwaltung zu richten. Die Kündigung kann jeweils drei Monate vor Ende des Bezugsjahres, nicht jedoch vor Ablauf der Mindestbezugsdauer (ein Jahr) erfolgen.
Abonnementservice:
Details unter www.forum-ernaehrung.at/abobedingungen

Die Welt der Darmbakterien

Der Mensch ist nicht er selbst. Genau genommen ist er weniger als ein Zehntel seiner selbst. Keine Angst, das wird keine philosophische Abhandlung über das Menschsein. Es geht vielmehr um unsere Mitbewohner: Darmbakterien. Der Mensch beherbergt in seinem Darmtrakt zehnmal mehr fremde Zellen, als er an eigenen Zellen besitzt. Dass dies gravierende Auswirkungen auf Stoffwechsel, Gesundheit und Krankheit hat, wird erst seit wenigen Jahren von der modernen Medizin (an-)erkannt.

VON **ANGELA MÖRIXBAUER**

Was wir als Darmflora bezeichnen, ist ein eigener Kosmos in unserem Körperinneren. Gut 100 Billionen Bakterien trägt der Mensch in sich. Das sind zehnmal mehr Zellen, als wir an eigenen Zellen besitzen. Experten schätzen, dass das Mikrobiom im Darm 3,3 Millionen verschiedene Gene zählt. Der Mensch hingegen bringt es lediglich auf etwa 25 000. In Fachkreisen spricht man nicht mehr von Darmflora, sondern von der Mikrobiota oder vom Mikrobiom. Dieses komplexe Ökosystem wiegt in Summe etwa so viel wie unsere Hirnmasse.

Erstkontakt im Mutterleib

Wie gelangt diese unvorstellbare Zahl an fremden Lebewesen in unseren Verdauungstrakt? Bis vor kurzem war man der Meinung, dass der Fetus erst während des Geburtsvorgangs mit Bakterien in Kontakt kommt und der Uterus steril ist. Mittlerweile weiß man, dass die bakterielle Besiedelung bereits vor der Geburt ihren Anfang nimmt. So fand man etwa im Nabelschnurblut und in der Plazenta bakterielle DNA. Auch im Mekonium, dem ersten Stuhl des Neugeborenen („Kindspech"), wurde diese nachgewiesen. Ja, selbst der Konsum von Probiotika durch die Mutter während der Schwangerschaft wirkt sich auf die Expression relevanter Gene beim Neugeborenen aus. Der Mensch hat also bereits vor der Geburt Kontakt mit Bakterien.
Die Besiedelungsdichte und -diversität ist bei gesunden Neugeborenen allerdings relativ gering. Im Wesentlichen scheint die bakterielle Besiedelung des Gastrointestinaltrakts daher erst nach der Geburt zu erfolgen und verläuft zudem nicht einheitlich, sondern eher zufällig. Studien deuten allerdings darauf hin, dass sich in den ersten zwei Lebenswochen hauptsächlich Vertreter der Bacilli, Clostridia und Gammaproteobacteria ansiedeln. Interessanterweise immer in einer bestimmten Reihenfolge. Faktoren wie Antibiotikagabe, die Art der Geburt – ob vaginal oder durch Kaiserschnitt – sowie die Art der Ernährung haben lediglich auf das Besiedelungstempo Einfluss.

Glücksfall „normale" Geburt

Im Falle einer vaginalen Geburt kommt der Fetus mit den Vaginal- und Darmkeimen der Mutter, in erster Linie Milchsäurebakterien, in Kontakt. Geschieht die Geburt durch Kaiserschnitt, überwiegen Hautkeime wie Staphylokokken. Dies hat durchaus Einfluss auf das spätere Leben. So zeigen Untersuchungen, dass Kaiserschnitt-Geborene häufiger an Adipositas, Asthma, Neurodermitis oder Autoimmunerkrankungen wie Zöliakie und Diabetes leiden.
Auch ob gestillt wird oder nicht, bestimmt Umfang und Zusammensetzung der Mikrobiota. Stillen fördert die Ansiedlung von günstigen Darmkeimen. Der Darm wird dadurch mit einer bunten Mischung aus Streptokokken, Staphylokokken, Bifidobakterien und Laktobazillen beimpft.
Die Darmmikrobiota ist ein Trainingsplatz und Sparringspartner für das Immunsystem. Der junge Organismus trainiert dieses an den ersten Darmbakterien. Umso besser für die Gesundheit und Abwehrkräfte, je vielfältiger und artenreicher das Mikrobiom ist. Ganz im Sinne einer Eubiose, einem gedeihlichen Zusammenspiel der in uns beheimateten Bakterienwelt und unseren körpereigenen Zellen.

Kulturelle Diversität im Darm

Kein Darmmikrobiom gleicht dem anderen. Jeder Mensch unterscheidet sich in Art und Anzahl seiner Darmbakterien vom anderen. Genau so, wie dies beim Fingerabdruck der Fall ist: auf den ersten Blick ähnlich, bei genauerem Hinsehen einzigartig und individuell.
Dennoch kann man die wichtigsten Darmbewohner und ihren Anteil an der Mikrobiota grob umreißen und Größenordnungen angeben (vgl. Tab. 1). Bei Erwachsenen machen den Hauptteil Prokaryonten aus, also Lebewesen ohne Zellkern, im Wesentlichen Bakterien. Zwar zählen bei der Hälfte der Menschen auch Methan produzierende Archaeen zu den Prokaryonten, diese machen aber weniger als 1 % aus. In ähnlich geringer Konzentration findet man im Verdauungstrakt Eukaryonten wie etwa Candida-Pilze. Die mit Abstand wichtigsten Darmbewohner zählen also zu den Bakterien. Bis zu 90 % aller Bakterienzellen im Dickdarm entfallen mit Vertretern wie Clostridien und Laktobazillen auf die Gruppen der Firmicutes und Bacteroidetes. Während auf Phylum-Ebene die Zusammensetzung relativ wenig variiert, bestehen auf Gattungs- und Spezies-Ebene große individuelle Unterschiede.
Im Gastrointestinaltrakt ist die Verteilung von Menge und Art unterschiedlich und abhängig vom Abschnitt des GI-Trakts. Im Magen findet man aufgrund des niedrigen pH-Werts nur rund 10 bis 1000 Bakterienzellen pro Milliliter. Entlang des Darms nimmt deren Dichte zu und erreicht im Kolon schließlich bis zu 10^{12} Bakterien pro Gramm Darminhalt.

Futter für unsere Gäste

Von herausragender Bedeutung für Zusammensetzung und Gedeihen der Darmmikrobiota ist neben Erstbesiedelung und »

immunologischen Faktoren die Ernährung des Wirtes. Die menschliche Ernährung also. Nahrungsbestandteile sind die wichtigsten Wachstumssubstrate der Darmbakterien.
Grundsätzlich stellen alle Nahrungssubstrate, die in den Dickdarm gelangen, potenzielle Substrate für die Darmbakterien dar. Man schätzt, dass die Darmmikrobiota etwa 10 % der gesamten Nahrungskalorien verwertet. Mengenmäßig am bedeutendsten sind jedoch fermentierbare Kohlenhydrate. Dies sind pflanzliche Polysaccharide, die durch die menschlichen Enzyme nicht oder nur unvollständig abgebaut werden können und so der Mikrobiota in unteren Darmabschnitten als „Futter" zur Verfügung stehen. Dazu zählen Zellulose, Hemizellulose, Pektin, Inulin oder resistente Stärke, die vor allem in Vollkornprodukten, Hülsenfrüchten, Nüssen, Gemüse und Obst zu finden sind. Wenn stärkehaltige Lebensmittel erhitzt und anschließend abgekühlt werden, kann die Stärke in eine resistente Form übergeführt werden, sogenannte retrogradierte Stärke, die der Mensch zwar nicht verdauen kann, aber der Mikrobiota zur Energiegewinnung bereitsteht. Je nach physikochemischen Eigenschaften der fermentierbaren Kohlenhydrate werden diese mehr oder weniger stark durch Darmbakterien verwertet. So kann etwa Zellulose durch Darmbakterien gar nicht oder nur zu einem sehr kleinen Teil fermentiert werden, während wasserlösliche Polysaccharide wie Pektin oder Guar für viele Darmbewohner eine hervorragende Energiequelle darstellen. Als Abbauprodukte entstehen dabei vor allem kurzkettige Fettsäuren wie Acetat, Propionat und Butyrat sowie in kleinen Mengen Isobutyrat und Isovalerat. Andere Nebenprodukte sind Formiat, Kohlendioxid und Wasserstoff. Über die genannten Substanzen hinaus entstehen im Zuge des bakteriellen Abbaus weitere Zwischenprodukte wie Laktat, Succinat und Ethanol, die jedoch durch bestimmte Bakteriengruppen weiter zu kurzkettigen Fettsäuren umgesetzt werden.
Neben den genannten fermentierbaren Kohlenhydraten spielen auch endogene, im menschlichen Stoffwechsel produzierte Substrate eine wichtige Rolle. So kann etwa der Mukus, die Schleimschicht am Darmepithel, von einem großen Teil der Mikrobiota zur Energiegewinnung herangezogen werden. Die betreffenden Arten besitzen entsprechende Enzyme, welche die Glykoproteine aus dem Mukus als Energiequelle nutzen. *Akkermansia muciniphila* ist auf Mukus als Kohlenstoff- und Energiequelle sogar angewiesen. Daneben können auch menschliche Verdauungsenzyme des Dünndarms, wie Proteasen, Lipasen und Nukleasen, als Nahrungsquelle für die Mikrobiota dienen. Der Abbau dieser Proteine findet vor allem im distalen Kolon statt. Dort fand man die höchste Konzentration an charakteristischen Abbauprodukten wie Acetat, Propionat, Butyrat, Ammonium, Sulfid und organische Schwefelverbindungen. Zudem bauen manche Darmbakterien Gallensalze ab und entziehen sie damit dem menschlichen Stoffwechsel. Die Folge: Der Körper muss aus seinen Cholesterinreserven neue Gallensalze aufbauen. Das senkt nachhaltig den Blutcholesterinspiegel.

Kostveränderungen beeinflussen Darmleben

Wie komplex der Einfluss von Nahrung auf die Entwicklung der Mikrobiota ist, zeigt folgendes Beispiel: In einem Tierexperiment wurden zwei Gruppen von Mäusen isokalorischen Hochfettdiäten unterzogen. Die Diät der einen Gruppe wies einen hohen Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) auf, jene der anderen Gruppe überwiegend gesättigte Fettsäuren aus Milchfett. Die Milchfettdiät-Mäuse wiesen im Vergleich zu den PUFA-Diät-Mäusen sowohl eine höhere Colitis-Inzidenz als auch deutlich stärkere Entzündungssymptome auf. Zusätzliche Analysen zeigten, dass die gesättigten Fette zu einer Verschiebung des Gallensäurespektrums führten, insbesondere zu einem erhöhten Anteil an Taurin-Gallensäure-Konjugaten. Weil das kolitogene Darmbakterium *Bilophila wadsworthia* die Sulfonsäuregruppe des abgespaltenen Taurins nutzen kann, wurde das Wachstum dieses Organismus stimuliert. Durch dieses Experiment wurde erstmals ein Zusammenhang zwischen einem Ernährungsfaktor und chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen hergestellt. Allerdings ist noch ungewiss, inwieweit diese Feststellungen auf den Menschen übertragbar sind.
Aufgrund dieser Erkenntnisse ist es nicht überraschend, dass es durch Veränderungen in der Ernährungsweise zu Verschiebungen in der Mikrobiota kommt. Erst kürzlich wurde nachgewiesen, dass Ernährungsumstellungen beim Menschen innerhalb von zwei Tagen zu nachweisbaren Veränderungen in der Mikrobiota führen. Im Unterschied zur Probandengruppe mit pflanzenbetonter Kost stieg bei einer Diät, die hauptsächlich aus Fleisch, Eiern und Käse

Tab. 1: Wichtige Gruppen von Mikroorganismen im humanen Darm

Domäne	Phylum	Ordnung	Gattungen	Anteil
Bacteria	Firmicutes	Clostridiales	*Clostridium, Eubacterium, Ruminococcus, Roseburia, Butyrivibrio, Coprococcus, Anaerostipes, Dorea, Blautia, Faecalibacterium, Subdoligranulum, Lachnospira*	< 50 %
		Lactobacillales	*Lactobacillus, Enterococcus, Streptococcus*	
	Bacteroidetes	Bacteriodales	*Bacteroides, Parabacteroides, Prevotella, Porphyromonas, Alistipes*	< 40 %
	Proteobacteria	Enterobacteriales	*Escherichia, Enterobacter, Citrobacter*	< 2 %
		Desulfovibrionales	*Desulfovibrio, Bilophila*	
	Actinobacteria	Bifidobacteriales	*Bifidobacterium*	< 10 %
		Coriobacteriales	*Atopobium, Collinsella, Adlercreutzia, Slackia, Eggerthella*	
	Fusobacteria	Fusobacteriales	*Fusobacterium*	< 2 %
	Verrucomicrobia	Verrucomicrobiales	*Akkermansia*	< 3 %
Archaea	Euryarchaeota	Methanobacteriales	*Methanobrevibacter, Methanosphaera, Methanomassiliicoccus*	< 1 %
Eukarya	Ascomycota	Saccharomycetales	*Candida*	< 1 %

(Quelle: Blaut M: Ernährungs-Umschau 12/2015)

bestand, die Anzahl gallensäureresistenter Bakterien an, während der Anteil jener Bakterien, die pflanzliche Polysaccharide abbauen, zurückging.

Weiter Weg zu konkreten Empfehlungen

Diese Experimente zeigen, wie wichtig die menschliche Ernährung für die Zusammensetzung der Mikrobiota ist. Die Kost bestimmt nicht nur, welche Substrate für die Darmbakterien bereitstehen, sondern beeinflusst auch das intestinale Milieu, beispielswiese das Spektrum und die Konzentration von Gallensäuren und Fermentationsprodukten, den pH-Wert oder das Redoxpotenzial. Die Zusammensetzung der Mikrobiota wiederum hat Einfluss auf die Entstehung vieler Erkrankungen wie Adipositas, Diabetes, Asthma, chronisch-entzündliche Darmerkrankungen (CED), Urolithiasis und Autismus.

Kurz gefasst: Der Speiseplan des Menschen bestimmt maßgeblich das Futterangebot für die Darmbakterien, beeinflusst so die Zusammensetzung der Mikrobiota im Darm und hat in letzter Konsequenz Auswirkungen auf die Entstehung zahlreicher Erkrankungen.

Die Crux: Bisher steht die Forschung hier am Beginn. Zu komplex sind die Wechselwirkungen. Bis man das Wissen auf konkrete Ernährungsempfehlungen herunterbrechen kann, wird wohl noch einige Zeit vergehen und viele Generationen an Darmbakterien werden den Lokus hinabwandern.

Stuhltransfusion

Eine für viele ekelerregende Vorstellung: der Transfer von Darminhalt eines gesunden Menschen in Darmbereiche von Kranken. Doch Mediziner und Betroffene setzen mittlerweile große Hoffnungen in diese Methode. Der fäkale Mikrobiomtransfer zeigt u. a. bei der Therapie von CED, dem Reizdarmsyndrom und bei der Infektion mit multiresistenten Erregern vielversprechende Erfolge. Der Stuhltransfer wird in der Regel gut vertragen. Potenzielle Risiken sehen Experten in Komplikationen bei der Endoskopie oder Erregerübertragung. Denn trotz intensiven Screenings des Spenders ist eine Übertragung von unentdeckten Krankheitserregern nicht auszuschließen. Ganz abgesehen von den hohen Laborkosten und dem Finden eines geeigneten Spenders.

Darmflora und Immunsystem

Obwohl der menschliche Darm ein derartiges Spektrum an körperfremden Mitbewohnern beherbergt, reagiert das Immunsystem, anders als bei einer Infektion mit pathogenen Keimen, nicht mit einer starken Entzündung. Kommensale Bakterien, also solche, die sich von den Nahrungsrückständen des Wirtes ernähren, ohne ihn zu schädigen, werden im Normalfall vom systemischen Immunsystem ignoriert, solange sie nicht die Barriere zwischen Darmlumen und Wirtsgewebe überwinden. Sollten dennoch intestinale Bakterien die Mukusschicht im Darm überwinden und in die Submukosa gelangen, werden sie durch Makrophagen effektiv abgetötet. Überleben translozierte Bakterien dort dennoch einige Tage in dendritischen Zellen, erreichen sie maximal die Lymphknoten im Darm. Dort wird ihre weitere Ausbreitung verhindert, sodass letztlich keine systemische Immunantwort ausgelöst wird.

Vom mukosalen Immunsystem in der Darmschleimhaut werden die Darmbakterien aber sehr wohl wahrgenommen, nämlich durch sogenannte *Pattern Recognition Rezeptoren* (PRRs). Diese findet man vor allem bei Immunzellen im Darmgewebe und in Darmepithelzellen. Die PRRs sind grundlegende Elemente des angeborenen Immunsystems, die zudem eine wesentliche Rolle bei der Aktivierung der erworbenen Immunität spielen.

Für die Entwicklung des Immunsystems scheint eine frühe mikrobielle Besiedelung nach der Geburt essenziell zu sein. Kommt ein Mensch früh mit Mikroorganismen in Kontakt, geht dies mit einem verringerten Auftreten von immunrelevanten Erkrankungen wie CED oder Asthma einher.

Die wichtigste Aufgabe des Immunsystems besteht darin, auf der einen Seite dafür zu sorgen, dass Bakterien, die die Darmbarriere überwinden, bekämpft und ausgeschaltet werden. Das Immunsystem antwortet darauf mit einer Entzündung. Auf der anderen Seite muss das Immunsystem lernen, harmlose kommensale Bakterien zu erkennen und zu tolerieren, ohne dass eine Entzündung ausgelöst wird.

Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen

Bei entzündlichen Darmerkrankungen ist genau dieses Gleichgewicht zwischen effizienter Abwehr und Toleranz gestört. Der Körper reagiert auch auf harmlose Bakterien mit einer Entzündung, die wiederum zur Zerstörung von Darmgewebe führt. Zwei solcher Darmerkrankungen sind Morbus Crohn und Colitis ulcerosa. Beide sind rezidivierende chronisch-entzündliche Erkrankungen, deren Inzidenz in den vergangenen Jahrzehnten weltweit gestiegen ist. Heute geht man davon aus, dass CED auf einem aus dem Gleichgewicht geratenen Zusammenspiel von Wirts- und Umweltfaktoren beruhen.

Durch zahlreiche Studien erkannte man, dass sich das Mikrobiom von gesunden und CED-Probanden deutlich unterscheidet. CED-Patienten weisen eine reduzierte Vielfalt der Mikrobiota auf, zusätzlich sind die relativen Anteile bestimmter Mikroorganismen im Darm verschoben. So sind beispielswiese die Zellzahlen von *Faecalibacterium prausnitzii* im Darm von CED-Patienten deutlich niedriger. Erhalten die Patienten *F. prausnitzii* oral verabreicht, verbesserten sich die Symptome nachweislich. Im Tierversuch führte die orale Gabe eines bestimmten *Lactococcus-lactis*-Stammes ebenfalls zur Symptomlinderung. Allerdings ist noch nicht klar, ob die verringerten Zellzahlen Ursache oder Folge der Erkrankung sind.

Gleichzeitig sind bei CED-Patienten die Zellzahlen von *Escherichia coli* erhöht. Möglicherweise liegt dies daran, dass sich *E. coli* auf die Bedingungen im entzündeten Darm besonders gut einstellen kann. Auch Salmonella- und Campylobacter-Spezies gelten als Verdächtige. Obwohl die mit CED assoziierten Veränderungen in der intestinalen Mikrobiota individuell sehr variabel sind und kein einheitliches Muster zeigen, kann man derzeit die Mikrobiome von Gesunden, Morbus-Crohn- und Colitis-ulcerosa-Patienten mittels Hauptkomponentenanalyse deutlich unterscheiden. ▬

UNTERM STRICH

Die Darmmikrobiota ist eine hochkomplexe Lebensgemeinschaft, deren Zusammensetzung zu einem wesentlichen Teil von den Ernährungsgewohnheiten beeinflusst wird. Störungen in der Interaktion von Mensch und Darmbakterien können Ursache für zahlreiche Erkrankungen sein. Eine große Diversität der Mikrobiota schützt offenbar davor. Friedrich Bohlmann, Autor eines Tabula-Artikels, hat dies treffend formuliert: „Je größer die Vielzahl unterschiedlicher Darmbakterienarten, desto besser für den Menschen – ähnlich einer bunten, artenreichen Wiese aus vielen verschiedenen Pflanzen, bei der kaum auffällt, wenn mal eine besonders empfindliche Pflanzenart den trockenen Sommer nicht überlebt. Der edle, gleichmäßig gewachsene Rasen mit nur wenigen Grassorten wäre längst verdorrt."

LITERATUR ONLINE

Ein steuerndes Nervengeflecht!

Seit einigen Jahren ist von der Darm-Hirn-Achse die Rede und davon, wie intensiv Kopf und Bauch miteinander kommunizieren. Über welche Wege und Boten verständigen sich die beiden? Welche Folgen haben Kommunikationsstörungen? Und welchen Einfluss hat die Nahrung? *ernährung heute* im Gespräch mit Peter Holzer, Neurogastroenterologe an der Medizinischen Universität Graz.

DAS INTERVIEW FÜHRTE **MARLIES GRUBER**

ernährung heute: *Wie ist diese Funkleitung zwischen Darm und Hirn aufgebaut?*

Holzer: Ja, wie arbeiten die miteinander? Da gibt es viele Verbindungen, auch über die Ernährung. Gehirn und Darm kommunizieren eng miteinander und stimmen sich ab. Das Gehirn des Menschen ist ein riesiger Energieverbraucher und auf die Verdauung der Nahrung durch den Darm angewiesen.

Für seine Arbeit braucht der Darm als einziges Organ keine Steuerung durch das Gehirn. Er ist aus denselben Nervenzell-Typen aufgebaut, und auch die Neurotransmitter des Gehirns wie Dopamin, Serotonin und Gamma-Aminobuttersäure finden sich im Darm wieder. Welchen evolutionären Vorteil hat diese flexible und autonome Positionierung des Bauchgehirns? Und kann man beim Darm von einem zweiten Gehirn sprechen?

Holzer: Diese Autonomie ist eine gewisse Sicherungsmaßnahme, sodass in jedem Fall – also wenn mit dem Gehirn etwas passiert – das Funktionieren des Darms gewährleistet ist. Die Ernährung, die Zufuhr von Energie und Nährstoffen, ist absolut notwendig, nicht nur für das Gehirn, sondern für alle Organe. Damit die Nahrung verdaut wird, muss der Darm unabhängig funktionieren. Dafür hat sich ein Nervengeflecht rund um den Darm ausgebildet, das die Verdauung der Nahrung reguliert.

Gegen die Termini zweites Gehirn oder Bauchgehirn verwehre ich mich allerdings etwas. Diese Begriffe haben sich in den vergangenen 20 Jahren in der Populärliteratur verbreitet, und irgendwie ist das zwar nett, weil sie den Stellenwert des Darms widerspiegeln. Aber unser menschliches Gehirn ist so viel toller, größer und auch plastischer, sodass im Vergleich dazu die Darmnerven mit der Bezeichnung Gehirn eindeutig überbewertet werden. Anders gesagt: Wir können uns keine Kunstwerke vom Darm erwarten. Für zutreffender halte ich es, von einem Nervensystem zu sprechen, das die Verdauung steuert. Das läuft nach Reflexen ab, und es gibt Programme, die eingespeist sind. Aber dass sich der Darm so wie das Gehirn alle 20 Minuten in seinen Verschaltungen verändern würde, das kennen wir so nicht. Da muss man die Kirche schon im Dorf lassen.

Es heißt, dass in erster Linie nicht das Gehirn an den Darm sendet, sondern 90 % der Kommunikation vom Darm an das Gehirn erfolgen. Gibt es Erklärungsansätze für diese Einbahn? Steuert das Mikrobiom, was wir denken und fühlen, wie wir lernen und wie viel wir uns merken? Ob wir glücklich sind oder Schmerzen wahrnehmen?

Holzer: Was Sie hier ansprechen, ist die Rolle des Vagusnervs. Der ist eine von mehreren Verbindungen zwischen Darm und Gehirn und hat Fasern, die in beide Richtungen laufen. Allerdings überwiegen die afferenten Fasern, also jene, die vom Darm zum Gehirn kommunizieren. Das sind etwa 40 000 bis 45 000. Während nur gut 5000 bis 10 000 Fasern vom Gehirn zum Darm funken. Anders sieht es zum Beispiel bei den Nerven zwischen Darm und Rückenmark aus. Da hält es sich besser die Waage. Die Einbahnstraße ist also nicht ganz richtig, die anatomische Frage und die funktionelle Bedeutung müssen nicht zwangsläufig parallel laufen.

Wie sieht es mit dem Einfluss auf das Denken, Fühlen, Merken und Lernen aus?

Holzer: Ja, das ist eine faszinierende Frage, die viele stellen. Leider lässt sich dazu noch nichts Handfestes sagen.

Peter Holzer
Univ.-Prof. für experimentelle Neurogastroenterologie am Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie der Medizinischen Universität Graz

Co-Director, BioTechMed-Graz

Vorstandsvorsitzender, Initiative Gehirnforschung Steiermark

Dekan für Doktoratsstudien

Leiter, Forschungseinheit für Translationale Neurogastroenterologie

Eine Dysbiose des Mikrobioms wird auch immer wieder mit der Entwicklung von Depressionen und anderen neurologischen und psychiatrischen Krankheiten diskutiert. Das Mikrobiom soll außerdem auf die Tryptophan-Verfügbarkeit und Serotoninproduktion einen Einfluss haben. Welche Rolle schreiben Sie ihm hier zu?

Holzer: Die Mikrobiom-Forschung ist in den vergangenen Jahren explodiert, es gibt viele Ansätze, viele Befunde, die zeigen, dass Erkrankungen des Gehirns wie Angststörungen, Autismus, Multiple Sklerose, Parkinson oder affektive Störungen mit dem Mikrobiom zusammenhängen könnten. Meistens ist es in diesen Fällen nicht normal zusammengesetzt. Es gibt experimentelle Hinweise, dass eine Störung der Kommunikation zwischen Darm und Gehirn ein Faktor für die Erkrankung ist. Konkret hat man zum Beispiel im Tierexperiment das Mikrobiom einer ängstlichen Maus auf eine nicht ängstliche Maus übertragen. Das hatte zur Folge, dass die ursprünglich nicht ängstliche Maus ängstlich wurde. Ob die Zusammenhänge allerdings ursächlich sind – also generell, nicht nur bei diesem Experiment –, ist noch nicht geklärt. Dazu fehlen harte Daten. Da müssen wir noch viel tun. Und sollte sich ein ursächlicher Zusammenhang bestätigen, dann muss man überlegen, wie neue therapeutische Wege aussehen können.

Was die Tryptophan-Verfügbarkeit betrifft, hat man an keimfreien Mäusen gesehen, dass sich die Blutkonzentration verringern kann. Aber es gibt viele andere Stoffe, die sich mit dem Mikrobiom ändern, zum Beispiel die kurzkettigen Fettsäuren. Das sind sekundäre Stoffwechselprodukte. Ja, es gibt hunderte, wenn nicht tausende Stoffe, die sich in ihrer Konzentration ändern und Effekte auf alle möglichen Organe haben. Ob also die durch das Mikrobiom bedingten Tryptophan-Schwankungen schwerwiegend sind für Stimmung und Emotion, wage ich nicht zu beurteilen.

Wie sieht es mit Stress aus? Viele kennen die Wirkung von Stress auf die Darmmotilität, aber gibt es auch den umgekehrten Weg – macht ein verändertes Mikrobiom Stress?

Holzer: Es gibt experimentelle Hinweise, dass bei Stress die Durchlässigkeit der Darmschleimhaut zunimmt und sich so der Austausch zwischen Darmmikrobiom und Immunsystem intensiviert. Normalerweise ist das im Gleichgewicht, unter Stress sieht das Immunsystem aber viel mehr Fremdlinge und schlägt Alarm. Es werden mehr Zytokine und Immunbotenstoffe ausgeschüttet. Die Zytokine können auch direkt ins Gehirn gelangen und dort Ängstlichkeit, Krankheitsgefühle oder Depression auslösen. Das kann zu einem Teufelskreis führen: Bei anhaltendem Stress kommt der Darm noch mehr durcheinander, die Durchlässigkeit nimmt zu und mehr Botenstoffe gelangen ins Gehirn, dort wird wieder mehr Stress wahrgenommen, der Darm reagiert.

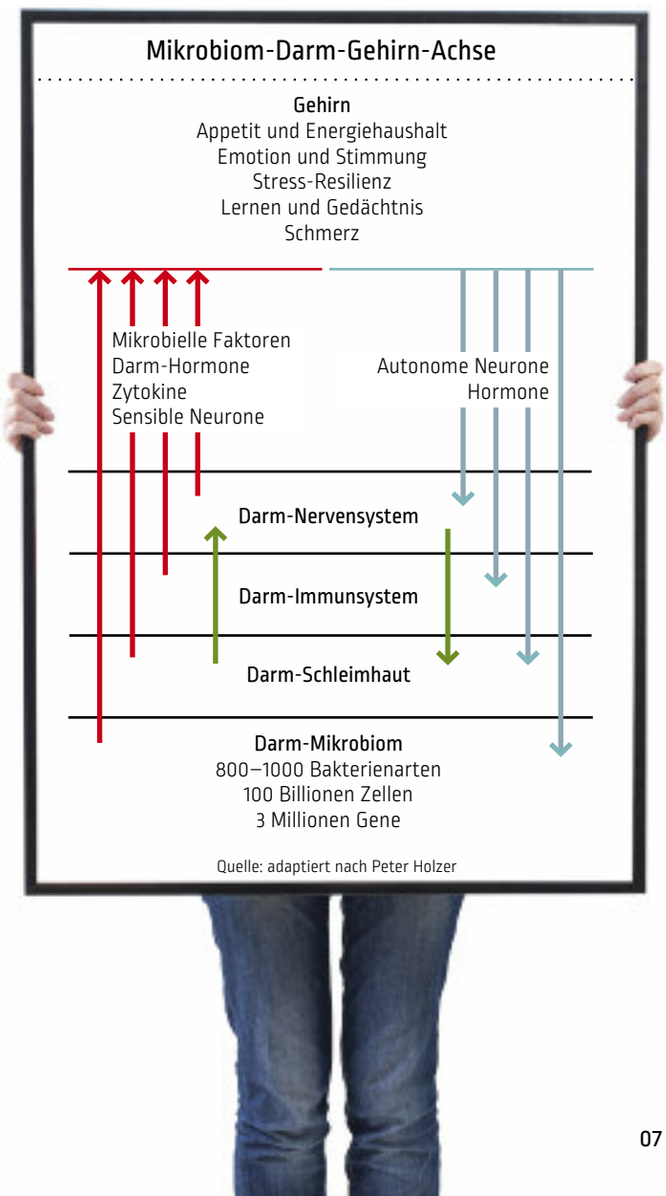
Die Forschungsergebnisse beruhen derzeit vor allem auf der Arbeit mit keimfreien Mäusen. Lassen sich die Resultate auf den Menschen übertragen?

Holzer: Das Mikrobiom der Maus ist dem des Menschen ähnlich, nur einzelne Bakterienarten hat die Maus, die der Mensch nicht hat und umgekehrt. Einige Ansätze lassen sich am Menschen schlicht nicht erforschen – etwa Keimfreiheit oder Antibiotikagaben in hohen Dosen. Es wären auch Langzeitbeobachtungen notwendig, zum Beispiel welche Auswirkungen ein in der Kindheit und Jugend gestörtes Darmmikrobiom im Erwachsenenalter hat. Am Menschen wurden bisher nur kleine Studien mit der Bakterientherapie – der Stuhltransplantation – bei Gehirnerkrankungen durchgeführt. Zum Beispiel konnte man bei Multipler Sklerose sehen, dass sich die Symptome nach der Therapie besserten.

Zum Schluss, welchen Stellenwert hat die Ernährung?

Holzer: Die Ernährung spielt eine große Rolle für die Zusammensetzung des Mikrobioms und seine Funktion. Welche Bedeutung das für bestimmte Erkrankungen hat, ist allerdings schwierig zu sagen. Es hat sich im Laufe der Evolution seit der Zeit der Jäger und Sammler bis zum heutigen modernen Industriezeitalter enorm verändert – allerdings unterschiedlich, je nach Gegebenheit. Eine Studie hat das Mikrobiom von Kindern aus Florenz mit dem Mikrobiom von Kindern aus Burkina Faso verglichen. Dabei waren unglaubliche Unterschiede in der Zusammensetzung festzustellen! Doch welches der beiden ist nun das richtige? Die Ernährung ist grundverschieden. Und wir wissen, dass sich das Mikrobiom nach einer Ernährungsumstellung innerhalb weniger Tage ändert. Eine letztgültige Antwort wird hier wohl nicht so bald möglich sein. Ich halte eine ausgewogene, natürliche und faserreiche Ernährung auch für das Mikrobiom am besten. ▬

Vielen Dank für das Gespräch!



istock.com/4maksym

Gute und schlechte Futterverwerter?

„Bei mir legt es sich mehr an“ oder „Ich bin halt ein guter Futterverwerter“ – wer hat das im eigenen Umkreis noch nicht gehört? Lange Zeit galt diese Annahme schlicht als charmante Ausrede für ein paar Kilos mehr auf der Waage. Doch nun zeigt sich tatsächlich, dass nicht jeder gleich viel Energie aus der Nahrung zieht – je nachdem, wie die Darmflora aufgestellt ist.

VON **MARLIES GRUBER**

Adipositas ist ein multikausales Geschehen und gerade deswegen ist ein Blick auf die vielen einzelnen Stellschrauben gefragt. Eine davon ist das Mikrobiom. So zeigte sich, dass adipöse Menschen eine andere Darmflora aufweisen als schlanke. Anhand der Bakterienunterschiede im Mikrobiom lassen sich Personen mit 90%iger Genauigkeit in eine der beiden Gruppen klassifizieren. Hat man die „richtige“ Darmflora, gehört man also eher zu den Normalgewichtigen, sind die Anteile der einzelnen Bakterienstämme etwas verschoben, steigen die Chancen auf Übergewicht. Mikrobiom und Körpergewicht hängen demnach zusammen. Fragt sich nur, wie? Beeinflusst ein verändertes Mikrobiom das Körpergewicht? Oder läuft es andersherum und verschiebt starkes Übergewicht die Zusammensetzung des Mikrobioms?

Dickmacherfraktion: Firmicutes

Erste Ansatzpunkte in diesem Zusammenhang hat man bei Mäusen entdeckt, und zwar beim Vergleich von normalgewichtigen und genetisch adipösen Mäusen. Letztere hatten einen Defekt am Leptin-Gen. Das ist jenes Hormon, das Sättigung signalisiert. Das Köpergewicht der adipösen Mäuse war um 80 % höher, die Fettmasse gar um 800 % als bei normalgewichtigen Mäusen. Zudem zeigte sich im Blinddarm eine unterschiedliche Mikrobiota-Zusammensetzung. So hatten die adipösen Mäuse um die Hälfte weniger Bakterien des Bacteroidetes-Stammes und deutlich mehr Firmicutes-Bakterien als die schlanken Mäuse.

Auch beim Menschen wurden diese Unterschiede in der fäkalen Mikrobiota-Zusammensetzung grundsätzlich festgestellt. Bei Übergewichtigen gewinnen die Firmicutes-Bakterien Oberhand, bei Normalgewichtigen sind die Bacteroidetes stärker vertreten. Gemeinsam machen die beiden Stämme rund 90 % der gesamten Bakterienvielfalt im Mikrobiom aus. Bacteroidetes holen aus der gleichen Nahrung weniger Energie heraus. Die Firmicutes dagegen gelten als gute Nährstoffverwerter. Sie spalten nicht verdauliche, aber fermentierbare Polysaccharide besser auf und bilden mehr kurzkettige Fettsäuren, die als Kalorienquelle dienen. Zudem aktivieren die bakteriell gebildeten kurzkettigen Fettsäuren FFAR3 (Free fatty acid receptor 3), wodurch das Peptidhormon PYY ausgeschüttet wird. PYY wiederum verlängert die Transitzeit im Darm und sorgt damit für eine bessere Nährstoffaufnahme. Steigt der Anteil an Firmicutes um 20 %, werden rund 150 kcal pro Tag mehr aus der Nahrung genutzt. Das summiert sich und macht übers Jahr gut 55 000 kcal aus. Umgerechnet: 8 kg Fettmasse. Gänzlich geklärt ist die Rolle der kurzkettigen Fettsäuren bei der Entstehung von Adipositas allerdings noch nicht. Denn epidemiologische Studien belegen einen inversen Zusammenhang: je höher die Ballaststoffzufuhr, desto geringer die Wahrscheinlichkeit für Adipositas.

Trotzdem stellt sich die Frage: Braucht man nur andere Darmbakterien einzuschleusen, um Übergewicht zu behandeln? So einfach ist es nicht.

Fett lässt Firmicutes wachsen

Im Tierversuch zeigte sich, dass die Mikrobiota den Phänotyp wesentlich bestimmt: Transferiert man die Mikrobiota von adipösen Mäusen auf keimfreie Mäuse, dann werden diese vorerst ebenfalls adipös. Doch das ist kein Schicksal, weil sich die Darmmikrobiota durch die Ernährung grundlegend beeinflussen lässt. Langfristig ist die Nahrung sogar der entscheidende Faktor. Das ist nicht verwunderlich, weil sie das wichtigste Substrat für die Darmbakterien bildet.

So verschiebt eine fettreiche Kost die Darmbesiedelung, weil mehr Gallensäuren ausgeschüttet werden, die wiederum das Wachstum bestimmter Bakterien hemmen. Die Zufuhr von Cholsäure zum Beispiel führte bei Mäusen, Ratten und Menschen zu einem erhöhten Firmicutes/Bacteroidetes-Verhältnis. Bei Mäusen steigert fettreiches Futter intestinale Bacilli und Erysipelotrichi, die zu den Firmicutes zählen. Ändert man das Futter auf fettarm, zieht die Mikrobiota in ihrer Struktur ungefähr zwei Wochen später nach und gleicht jener, die immer mit wenig Fett „gefüttert“ wurde. Eine fettreiche Kost moduliert demnach die Mikrobiota in »

Welche Erklärungen gibt es für den Einfluss der Mikrobiota auf die Entwicklung von Adipositas?

1. Darmbakterien spalten nicht verdauliche Polysaccharide auf und fermentieren die entstandenen Kohlenhydratmonomere zu kurzkettigen Fettsäuren, die zusätzliche Energie bereitstellen. Gleichzeitig ist die Rolle der kurzkettigen Fettsäuren noch nicht restlos geklärt. Ein hoher Ballaststoffverzehr ist in epidemiologischen Studien invers mit Adipositas assoziiert.

2. Darmbakterien hemmen die Produktion von Angiopoietin-like 4 (ANGPTL4). Geringere ANGPTL4-Konzentrationen erhöhen die Lipoproteinlipase-Aktivität, es werden mehr freie Fettsäuren abgespalten, die in den Fettzellen zur Fettsynthese verwendet und als Triglyceride gespeichert werden.

3. Bei Hochfettdiäten treten mehr Lipopolysaccharide (LPS) aus dem Darmlumen ins Blut über. Es kommt zu einer subklinischen Entzündung, die mit einem gesteigerten Plasmaglukosespiegel, einer verringerten Insulinsensitivität und einem erhöhten Körperfettanteil verbunden ist.

Richtung „besserer Futterverwerter“ und kann dadurch die Ent wicklung von Adipositas zusätzlich fördern.

„Je mehr Firmicutes, desto dicker der Bauch“ – das stimmt trotzdem nicht. Eine Reihe an Studien dokumentiert zwar ein höheres Verhältnis von Firmicutes zu Bacteroidetes bei Adipösen als bei Normalgewichtigen, aber die Unterschiede sind durch die Bank nicht signifikant. Das Verhältnis der beiden Bakteriengruppen sollte daher auch nicht als allgemeines Merkmal für eine normale oder eine adipöse Mikrobiota herangezogen werden.

Diversität spiegelt sich

Ein weiterer Unterschied ist noch auszumachen. Adipöse weisen eher ein weniger vielfältiges Mikrobiom auf. Während eine normale und gesunde Mikrobiota durch rund 763 000 mikrobielle Gene gekennzeichnet ist, geht ein weniger diverses Mikrobiom (<480 000 bakterielle Gene) mit einer höheren Fettmasse, Insulinresistenz, Dyslipidämie und unterschwelligen Entzündungen einher. Doch auch hier gilt: Nicht alle Studien zeigen ein einheitliches Bild. Unter Adipösen mit vergleichbarer Fettmasse und ähnlichen Glukose- und Fettstoffwechsel ist die Spannbreite für das Auftreten einer geringen Diversität groß. Sie schwankt zwischen 8 und 40 %. Das heißt umgekehrt, dass 60–92 % der Adipösen auf Basis einer Mikrobiom-Klassifizierung als metabolisch gesund gelten können. Diskutiert wird, inwiefern die Ernährung hier die Beurteilung verzerrt: Denn festzustellen ist, dass der Speiseplan auf die Gendiversität im Darm wirkt. Je mehr Eiweiß aus anderen Quellen als Fleisch aufgenommen wird, desto größer die Diversität. Gleichzeitig wurde beobachtet, dass Menschen mit geringer Diversität weniger Obst, Gemüse und Fisch essen als jene mit hoher. Nun haben zwar Vegetarier und Flexitarier mit hoher Wahrscheinlichkeit ein diverseres Mikrobiom, können aber bekanntlich ebenso adipös sein. Es handelt es sich um ein komplexes und multikausales Geschehen. Weiters ist möglich, dass nicht Adipositas per se, aber Adipositas-assoziierte metabolische Erkrankungen mit einer verminderten Mikrobiom-Diversität verbunden sind. Trotzdem wurde beispielsweise bei Typ-2-Diabetikern bisher noch keine signifikant reduzierte Mikrobiom-Diversität im Vergleich zu Gesunden beobachtet. ▬

istock.com/Miriam2009

UNTERM STRICH

Adipöse haben ein anderes Darminnenleben, sie weisen eher ein höheres Verhältnis von Firmicutes zu Bacteroidetes auf als Normalgewichtige und eine weniger diverse Mikrobiota. Auch innerhalb der Bakterienstämme sind Veränderungen zu beobachten. Aber all die Verschiebungen hängen nicht signifikant mit dem Körpergewicht zusammen.

Die Ernährung beeinflusst sowohl den Anteil der Firmicutes als auch die Gendiversität des Mikrobioms. Weniger Fett und Fleisch sowie viel Obst, Gemüse und Fisch fördern eine hohe Diversität und das Wachstum der Bacteroidetes, also der Bakterien, die bei Normalgewichtigen stärker vertreten sind. Die Nahrung als Substrat des Mikrobioms bildet langfristig die entscheidende Einflussgröße für deren Zusammensetzung. Es ist daher anzunehmen, dass Veränderungen in der Mikrobiota eher eine weitere Ursache für ein höheres Körpergewicht sein könnten als die Konsequenz. Einmal mehr wird deutlich, dass es sich bei Adipositas um ein Zusammenspiel vieler Faktoren handelt.

LITERATUR ONLINE

Einfluss von Polyphenolen auf den Darm

Polyphenole, eine bestimmte Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe, werden in einer ersten Reaktion meist mit ihrer antioxidativen Wirkung auf den Organismus assoziiert. Erst seit wenigen Jahren tauchen vermehrt Publikationen auf, die sich mit dem Einfluss von Polyphenolen auf Darmbakterien und vice versa beschäftigen. Was Polyphenole betrifft, ist dies wohl eines der zukunftsträchtigsten Forschungsfelder.

VON **ANGELA MÖRIXBAUER**

Das Darmmikrobiom spielt eine Schlüsselrolle beim Metabolismus bestimmter Nahrungsbestandteile. Man schätzt, dass die metabolische Kapazität des Mikrobioms etwa 100-mal so hoch ist wie jene der Leber. Kein Wunder bei der unvorstellbaren Anzahl an Bakterienzellen, der damit einhergehenden Genvielfalt und daraus entstehenden enzymatischen Ausstattung. Polyphenole sind als gesundheitsfördernde Nahrungsbestandteile bekannt. Doch bislang gibt es überraschend wenige Studien, die die Wechselwirkungen zwischen Polyphenolen und der Darmflora untersuchen. Allerdings mehren sich schön langsam Hinweise, dass Nahrungspolyphenole sowohl die Zusammensetzung als auch Stoffwechselaktivität der Darmmikrobiota beeinflussen – und umgekehrt: Der Mikrokosmos im Darm wirkt sich auf die Bioverfügbarkeit und Verstoffwechslung von Polyphenolen im menschlichen Organismus aus. Der Großteil der diesbezüglichen Beobachtungen stammt derzeit noch aus In-vitro- und Tierstudien. Aber auch erste Humanstudien nehmen sich dieses Themas an. Mit vielversprechenden Ergebnissen.

Polyphenole fördern die Entwicklung von nützlichen Mikroorganismen und unterdrücken jene von pathogenen Stämmen.

Genussreiche Pflege der Darmflora

Es gilt mittlerweile als gesichert, dass Nahrungspolyphenole die Entwicklung von nützlichen Mikroorganismen im Gastrointestinaltrakt fördern, während sie gleichzeitig pathogene Stämme im Wachstum hemmen. So zeigten In-vitro-Versuche, dass Tee-Polyphenole wie etwa Epigallocatechingallate (EGCG) das Wachstum zahlreicher pathogener Keime unterdrücken können: Dazu zählen *Helicobacter pylori, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Salmonella typhimurium, Listeria monocytogene, Clostridium perfringens, C. difficile, Bacteroides spp.* und Candida-Pilze. Gleichzeitig beeinflussen sie die Anzahl kommensaler Keime wie Bifidobakterien und Laktobazillen nicht oder kaum negativ.

Vom Tee ist es nicht weit zum Kaffee. Auch der Einfluss von Polyphenolen aus Kaffee, im Konkreten Chlorogensäure (CGA), auf das Wachstum fäkaler Bakterien wurde bereits eingehend untersucht. So führte in einer der vorliegenden Studien Kaffee mit dem höchsten Chlorogensäuregehalt zu einer signifikanten Zunahme von Bifidobakterien im Darm.

Auch Kakaoflavonoide wurden unter die Lupe genommen. In einer randomisierten, doppelblinden, kontrollierten Cross-over-Studie erhielten die Probanden entweder eine Kost, die reich oder arm an Kakaoflavonoiden war. Im Vergleich zur flavonoidarmen Gruppe beobachtete man in der flavonoidreichen einen deutlichen Anstieg von Bifidobakterien und Laktobazillen im Fäzes. Parallel wurden in der flavonoidreichen Gruppe deutlich geringere Plasmatriglyceridspiegel sowie Konzentrationen von C-reaktivem Protein (CRP) gemessen. Diese reduzierten Konzentrationen des Entzündungsmarkers CRP gingen mit dem veränderten Laktobazillen-Wachstum einher.

Der tägliche (moderate) Konsum von Rotwein wirkt in Bezug auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen präventiv. Naheliegend, dass dieser Effekt mit dem Einfluss auf die Mikrobiota in Zusammenhang steht. In einer vierwöchigen Studie steigerte der Konsum von Rotwein-Polyphenolen die Anzahl von Enterokokken, Prevotella, Bacteroides, Bifidobakterien und anderen Darmkeimen signifikant. Bei Ratten, die über 16 Wochen mit einem proanthocyanidinreichen Extrakt aus Rotwein gefüttert wurden, verschob sich die fäkale Bakterienzusammensetzung von einer Vorherrschaft an Bacteroides, Clostridien und Propionibakterien hin zu Bacteroides, Laktobazillen und Bifidobakterien. In einer japanischen Humanstudie erhielten die Probanden über zwei Wochen einen proanthocyanidinreichen Traubenextrakt, der die Anzahl an Bifidobakterien signifikant erhöhte.

Die mengenmäßig bedeutendsten Polyphenolquellen in der Nahrung sind zweifelsohne Obst und Gemüse. So waren die phenolischen Verbindungen in Zitrusfrüchten auch unter den ersten, die erforscht wurden. Demnach bremsen Zitruspolyphenole wie Hesperidin, Naringenin, Poncirin und Diosmetin die Vermehrung des potenziell schädlichen Magenkeims *Helicobacter pylori*. Die übermäßige Besiedelung der

Magenschleimhaut mit diesem Keim ist ein nachgewiesener Risikofaktor für die Entwicklung von Gastritis und Magenkrebs.

Mikrobielle Krebs-Prävention

Mehrere Studien bringen den mikrobiellen Metabolismus von Nahrungspolyphenolen mit der Prävention von Krebserkrankungen in Zusammenhang. Diese Studien beobachten Unterschiede auf Phylum-Ebene zwischen der Darmmikrobiota von Personen mit und ohne kolorektalen Krebs.

Manche Nahrungspolyphenole können die mikrobielle Enzymproduktion beeinflussen und somit auch das Krebsrisiko. In einem Rattenmodell reduzierte beispielsweise die Supplementierung mit dem Rotweinpolyphenol Resveratrol die Aktivitäten bestimmter Bakterienenzyme wie ß-Glucuronidase, ß-Glucosidase, ß-Galactosidase, Mucinase und Nitroreductase verglichen mit den Kontrolltieren. Bei den mit Resveratrol gefütterten Ratten war die verminderte Enzymaktivität mit einer deutlich geringeren Kolontumor-Inzidenz verbunden. Allerdings ist derzeit nicht klar, ob diese Veränderungen auf der modifizierten enzymatischen Aktivität innerhalb einer Subpopulation von Mikroorganismen beruhen oder die Folge der Veränderungen des Anteils verschiedener Bakterienarten sind.

Experten stellen immer wieder fest, dass das Darmmikrobiom einer Bevölkerung, die sich vorwiegend vegetarisch ernährt, variantenreicher ist als bei Menschen mit hohem Fleisch- und Fettkonsum. Dies dürfte nicht zuletzt auf den Einfluss von Polyphenolen aus pflanzlichen Lebensmitteln zurückzuführen sein.

Interessante Polyphenol-Metabolite

Die biologischen Eigenschaften von Nahrungspolyphenolen hängen überwiegend von deren Bioverfügbarkeit ab, die wiederum stark vom Ausmaß der Polymerisation bestimmt wird. Darmbakterien spielen eine Schlüsselrolle bei der Produktion, Bioverfügbarkeit und biologischen Aktivität von phenolischen Stoffwechselprodukten.

Der Einfluss von Polyphenolen auf die menschliche Gesundheit hängt also wesentlich von ihrer Metabolisierung durch die Darmbakterien ab. Aufgrund der enormen Keimvielfalt im Darm und der individuellen Zusammensetzung des Darmmikrobioms sind folglich auch die bakteriellen Polyphenolab- und -umbauprodukte und damit ihr Effekt auf den Organismus sehr unterschiedlich. So kann ein Mangel einer Bakterienspezies im Darm dazu führen, dass manche Nahrungspolyphenole nicht in entsprechende Metabolite umgewandelt werden und somit ihre gesundheitlichen Wirkungen nicht ausüben können.

Wie sehr Polyphenole Bakterienwachstum und -stoffwechsel beeinflussen, bestimmen drei Faktoren: die Molekülstruktur, die aufgenommene Dosis und der konkrete Bakterienstamm. So sind gramnegative Bakterien resistenter gegen Polyphenole als grampositive, was wahrscheinlich mit den Zellwandunterschieden zusammenhängt. Es scheint verschiedene Mechanismen zu geben, über die Polyphenole auf Bakterienzellen wirken. So können Polyphenole an bakterielle Zellmembrane in einer dosisabhängigen Weise anheften, auf diese Weise die Membranfunktion stören und das Bakterienwachstum hemmen. Manche Polyphenole (z. B. Catechine) wirken auf bestimmte Bakterienspezies, indem Hydrogenperoxide produziert werden, was wiederum die Permeabilität bakterieller Zellwände verändert. Dies sind nur zwei beispielhafte von zahlreichen möglichen Einflussfaktoren.

Hauptschauplatz Dickdarm

Nur 5–10 % der Nahrungspolyphenole (vor allem jene mit monomeren und dimeren Strukturen) werden direkt im Dünndarm absorbiert. Diese weniger komplexen Polyphenole werden dann in den Darmzellen und später in den Leberzellen verschiedenen Ab- und Umbauprozessen wie Oxidation, Reduktion, Hydrolyse oder Konjugation unterzogen. Auf diese Weise entstehen wasserlösliche Metabolite, die rasch in die unterschiedlichen Körperkompartimente und zu den Zielzellen transportiert oder über den Harn ausgeschieden werden können.

Der Hauptteil der Polyphenole passiert die oberen Abschnitte des Verdauungstrakts unverändert, rund 90 % dieser Pflanzenstoffe gelangen in den Dickdarm. Dort nehmen sich Darmbakterien ihrer an und metabolisieren sie beispielsweise zu Phenolsäuren und kurzkettigen Fettsäuren. Manche der dabei produzierten Metabolite können von der Darmschleimhaut aufgenommen werden und in weiterer Folge systemische Wirkung entfalten. Die wesentlichsten Polyphenolmetabolite, die im Dickdarm gefunden wurden, sind Protocatechussäure (PCA), Gallussäure, Syringasäure, p-Courmarsäure und Vanillinsäure. PCA ist eines der wichtigsten Abbauprodukte von Polyphenolen und hat verschiedene biologische Effekte. Sie wirkt antioxidativ, entzündungshemmend, blutzuckersenkend, antiatherogen sowie neuroprotektiv und hemmt in vitro die Karzinogenese.

In Summe unterstützen die bisherigen Forschungsergebnisse die Hypothese, dass weniger Nahrungspolyphenole per se, sondern insbesondere deren mikrobielle Metabolite in Betracht gezogen werden müssen, wenn die gesundheitlichen Wirkungen von Polyphenolen untersucht werden. ▬

UNTERM STRICH

Um es mit den Worten eines ehemaligen österreichischen Bundeskanzlers zu formulieren: „Es ist alles sehr kompliziert." Dies betrifft den menschlichen Stoffwechsel im Allgemeinen sowie die Wechselwirkungen zwischen Mikrobiom und Nahrungspolyphenolen im Besonderen. Dass Polyphenole das Bakteriengleichgewicht im Darm positiv beeinflussen, indem sie das Wachstum nützlicher Bakterien anregen und jenes pathogener Keime hemmen, darf mittlerweile als ebenso gesichert betrachtet werden wie der Umstand, dass die durch Darmbakterien produzierten Polyphenolmetabolite die Entstehung zahlreicher Erkrankungen (z. B. Krebs) maßgeblich beeinflussen. Die genauen Mechanismen, die all dem zugrunde liegen, sind jedoch noch lange nicht im Detail erforscht und das Wissen ist (noch) mager.

LITERATUR ONLINE

Low-FODMAP-Diät: Die Lösung für den Darm?

Sie kommen in Nahrungsmitteln vor, haben eine spezifische Struktur und werden von manchen Menschen schlecht vertragen. Die Rede ist von bestimmten Kohlenhydraten, die in Verdacht stehen, Darmbeschwerden auszulösen: FODMAPs. Lässt man sie weg, verbessern sich die Symptome. So die Theorie. Was steckt dahinter und sind die Zusammenhänge wissenschaftlich belegt?

VON **ELISABETH RUDOLPH**

Diffuse Bauchschmerzen, Blähungen, Durchfall und Verdauungsbeschwerden. Treten sie häufig auf und werden sie chronisch, sind diese Beschwerden lebenseinschränkend. Es gibt keine organischen Ursachen, auch eine Milchzucker- oder Fruchtzuckerunverträglichkeit kann ausgeschlossen werden. Alles nur Einbildung oder etwa stressbedingt? Mitnichten, denn häufig wird ein Reizdarmsyndrom diagnostiziert. Dabei handelt es sich um kleine lokale Entzündungen der Darmschleimhaut. Das Reizdarmsyndrom dient als Ausschlussdiagnose, wenn langanhaltende Darmbeschwerden auftreten, aber keine genaue Ursache bekannt ist. Als mögliche Auslöser werden Stress, Ernährung oder Darminfekte diskutiert. Die Herkunft der Beschwerden ist unklar, die Therapie demnach schwierig. Einen Ansatz liefert die Low-FODMAP-Ernährung, die darauf basiert, wenige **f**ermentierbare **O**ligo-, **D**i- und **M**onosaccharide sowie **P**olyole zu sich zu nehmen.

Was steckt hinter FODMAPs?

Fruktane, Laktose, Fruktose und Zuckeralkohole zählen zu den FODMAPs. Das sind kurzkettige Kohlenhydrate, in diesem Fall Mehrfach-, Zweifach- und Einfachzucker sowie mehrwertige Alkohole. In gewissen Mengen kommen sie von Natur aus in Nahrungsmitteln vor. Obwohl es sich um unterschiedlich lange Molekülketten handelt, haben sie alle etwas gemeinsam: Sie werden vom Darm schlecht aufgenommen. Warum? Weil entweder die Transporter nur eingeschränkt funktionieren oder die Enzyme für den Abbau fehlen. FODMAPs werden außerdem leicht durch Bakterien fermentiert, hier gilt: je kleiner das Molekül, desto schneller. Was hat das für Auswirkungen? Die Theorie hinter dem FODMAP-Konzept besagt, dass schlecht aufgenommene und leicht fermentierbare Kohlenhydrate zu einer Dehnung des Dünn- und/oder Dickdarms führen. Wasser strömt in den Darm – dieser Vorgang wird als Osmose bezeichnet –, und Bakterien zersetzen die FODMAPs zu kurzkettigen Fettsäuren, Methan, Kohlendioxid und Wasserstoff. Der perfekte Cocktail für Bauchschmerzen ist gemixt. Denn wo Bakterien am Werk sind, entstehen Gase, die zu Blähungen und der Dehnung der Darmwand führen.

Weniger Beschwerden?

Das FODMAP-Prinzip ist relativ neu. Da Untersuchungen dazu erst seit 2008 existieren, ist die Studienlage entsprechend dünn. Die einzelnen Arbeiten beschäftigen sich ausschließlich damit, wie sich Darmbeschwerden verändern, wenn fermentierbare Kohlenhydrate stark eingeschränkt werden. Umfassende Daten zu Lebensstil, Stress, sportlicher Aktivität, Portionsgrößen oder Alkoholkonsum wurden bisher nicht einbezogen.

Die Diät hat ihren Ursprung in Australien und von dort stammt auch eine der bisher durchgeführten Studien. Peter R. Gibson und Susan J. Sheperd, die Begründer der FODMAP-Diät, eruierten bei Patienten mit Reizdarmsyndrom die Auswirkung einer Low-FODMAP-Ernährung und einer typisch australischen Kost. Die Studienteilnehmer, von denen acht keine bekannten Darmbeschwerden hatten und 30 am Reizdarmsyndrom litten, bekamen zuerst die kohlenhydratarme, dann eine für australische Verhältnisse typische Ernährung – oder umgekehrt, und zwar jeweils für 21 Tage. Dazwischen lag eine dreiwöchige „Wash-out-Phase" mit der gewohnten Ernährung. Mithilfe dieses Cross-over-Designs sollen mögliche Effekte besser beschrieben werden. Die acht gesunden Probanden wurden in die Studie als Kontrollgruppe einbezogen, um sicherzugehen, dass die typische australische Kostform keine Beschwerden auslöst. Wie bei der Low-FODMAP-Ernährung war auch bei der typisch australischen Kost der FODMAPs-Gehalt genau festgelegt. Bei der Low-FODMAP-Ernährung wurden zusätzlich lösliche Ballaststoffe verabreicht.

Die Teilnehmer mussten während der gesamten Studiendauer das persönliche Darm-Wohlbefin-

KURZ NOTIERT

Das FODMAP-Konzept besteht aus drei wichtigen Phasen: Eliminations-, Toleranzfindungs- und Wiedereinführungsphase. In der ersten Phase werden alle FODMAP-reichen Nahrungsmittel über einen Zeitraum von vier bis sechs Wochen weggelassen. In der zweiten werden je nach Beschwerden einzelne FODMAP-reiche Nahrungsmittel wieder eingeführt. Das Ziel des Konzepts soll in der dritten Phase erreicht werden: eine möglichst ausgewogene, FODMAP-reduzierte Ernährung.

Präbiotika sind unverdauliche Nahrungsbestandteile, die ausschließlich von bestimmten Bakterien fermentiert werden. Sie fördern das Wachstum günstiger Bakterienstämme und sorgen für eine positive Veränderung der Darmflora. Reichlich enthalten sind sie in Artischocken, Spargel, Topinambur, Pastinaken oder Bananen.

den auf einer Skala eintragen. Die Low-FODMAP-Diät verbesserte den Ergebnissen zufolge die Darmbeschwerden deutlich. Die typische australische Kost löste hingegen vermehrt Darmprobleme aus.

Isoliert betrachtet ist das ein interessantes Ergebnis, sieht man sich das Studiendesign aber genauer an, kommen Zweifel auf. Die zwei Diäten unterschieden sich sehr stark von der Normalkost der Studienteilnehmer, die täglich 16 g FODMAPs enthielt. Mit der typisch australischen Kost wurden dagegen 23 g aufgenommen, mit der Low-FODMAP-Diät nur 3 g. Auch die Kohlenhydratmuster unterschieden sich stark voneinander. Während die Low-FODMAP-Diät äußerst geringe Gehalte an Oligosacchariden und Polyolen aufwies, waren diese bei der australischen Ernährung deutlich höher als in der Normalkost. Bei der australischen Kost fehlten zudem konkrete Mengenangaben zur Fruktoseaufnahme, die für den Symptomverlauf aber entscheidend ist. Bei diesen unterschiedlichen Kohlenhydratmengen und -mustern ist fraglich, ob sich die Darmbeschwerden nur aufgrund der geringeren FODMAPs-Gehalte verbesserten. Getestet wurde zudem nicht, wie sich die Veränderung einzelner Kohlenhydrate oder Kohlenhydratmuster auswirkt. Die löslichen Ballaststoffe könnten ebenso einen Einfluss gehabt haben, da bekannt ist, dass Patienten mit Reizdarmsyndrom davon profitieren. Dass die Vergleichsdiät, also die australische Kost, mehr Probleme auslöst, ist wegen der höheren FODMAPs-Gehalte nachvollziehbar.

Aus dem Lot

Ein gesunder Darm in einem gesunden Körper. So einfach das klingt, so komplex sind die Zusammenhänge. Der Darm wird von einer Vielzahl kleiner Lebewesen, den Bakterien, besiedelt. Diese haben die Aufgabe, Nährstoffe, die der Körper braucht, aus der Nahrung zu isolieren. Erst dann können sie vom Körper aufgenommen werden. Damit die Bakterien wachsen und gedeihen können, benötigen sie Energie. Schnell fermentierbare Kohlenhydrate bilden eine sehr gute Energiequelle. Fruktane oder Oligosaccharide wirken zum Beispiel präbiotisch und sorgen dafür, dass nützliche Bifidobakterien und andere Stämme wachsen können. Wenn aber – wie bei der Low-FODMAP-Ernährung – genau diese kurzkettigen Kohlenhydrate weggelassen werden, fehlt diese wichtige Energiequelle und die bakterielle Darmbesiedelung gerät aus dem Lot. Inwiefern sich die Zusammensetzung der Darmbakterien bei kohlenhydratarmer Ernährung ändert, untersuchte eine Studie aus dem Jahr 2012. Das Ergebnis: Die FODMAP-arme Ernährung reduzierte die Zahl der Bifidobakterien im Stuhl signifikant. Schuld daran sind hauptsächlich die fehlenden Fruktane. Trotz ungünstiger Bakterienbesiedelung verbesserten sich jedoch die Darmbeschwerden der Studienteilnehmer zumindest kurzfristig. Langfristige Auswirkungen wurden nicht untersucht, und es ist auch unklar, ob sich die Bakterienflora nach Wiedereinführung der FODMAPs vollständig erholt.

Die Dosis macht's

Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass eine FODMAP-arme Ernährung die Darmbeschwerden lindert. Was auf den ersten Blick vielversprechend klingt, erfordert einen zweiten kritischen Blick auf die bisher durchgeführten Studien. In diesen wurden die FODMAPs allesamt sehr stark eingeschränkt, eine FODMAP-freie Ernährung wurde simuliert. Doch können nur so Erfolge erzielt werden? Liegt es etwa an der Kombination der Nahrungsmittel? Pauschal ist das nicht zu beantworten, da bei der Bewertung der Untersuchungen fast ausschließlich das subjektive Empfinden im Vordergrund steht und nun einmal sehr individuell ist. Besteht keine Milchzuckerunverträglichkeit, ist es auch nicht notwendig, Milchzucker einzuschränken. Darüber hinaus werden geringe FODMAPs-Mengen meist gut vertragen, weswegen es unnötig zu sein scheint, sie komplett zu eliminieren. Denn Hauptkritikpunkt am FODMAP-Konzept ist, dass es in der Praxis schwer umzusetzen ist. Zu komplex sind die Listen mit Nahrungsmitteln reich und arm an FODMAPs. Zudem sind die Listen nicht immer einheitlich und es fehlen konkrete Mengenangaben. Kritiker wie Befürworter betonen deshalb, dass die Low-FODMAP-Diät nur unter Aufsicht von Fachpersonal durchgeführt werden soll. Weiters soll es sich bei der Low-FODMAP-Diät um keine langfristige Ernährungsform, sondern um eine kurzfristige Maßnahme bei diffusen Darmbeschwerden handeln (Dauer: vier bis sechs Wochen). Danach sollten FODMAPs wieder langsam in den Essalltag eingeführt werden, um eine einseitige Ernährung zu vermeiden. Neben dem individuellen Darm-Wohlbefinden steht auch das Gespräch mit dem Patienten im Vordergrund – das ist oft schon Teil der Therapie. ▬

FODMAPS: Was zählt dazu?

Fruktose ist Bestandteil von Obst- und Gemüsesorten. Der Fruktosegehalt schwankt je nach Fruchtsorte, deshalb ist auch die Verträglichkeit unterschiedlich. Früchte mit einem hohen Fruktosegehalt sind z. B. Äpfel, Trauben und Birnen.

Laktose ist das Hauptkohlenhydrat im Milchzucker und kommt demnach in Milch- und Milchprodukten vor. Die Gehalte sind sehr unterschiedlich. In Milchpulver oder Kondensmilch ist der Laktosegehalt sehr hoch, in Käse oder Joghurt hingegen niedrig.

Fruktane sind eine gute Quelle für fermentierbare Kohlenhydrate. Ein bekannter Vertreter ist Inulin, das in Topinambur, Artischocken oder Hülsenfrüchten vorkommt. In Pflanzen erfüllen Fruktane wichtige Speicherfunktionen. Beim Menschen sorgen sie für Gasbildung und Unwohlsein. Grund dafür sind fehlende Verdauungsenzyme zur Aufspaltung im Darm.

Polyole ist der Überbegriff für Zuckeralkohole. Sie kommen in Äpfeln, Birnen, Steinfrüchten sowie Wassermelonen vor und als Zuckeraustauschstoff insbesondere in zahnfreundlichen Kaugummis zum Einsatz. Bekannte Vertreter sind Sorbit und Xylit. In großen Mengen konsumiert, wirken sie abführend.

UNTERM STRICH

Eine FODMAP-arme Diät scheint den Symptomverlauf beim Reizdarmsyndrom zu verbessern. Das Ausmaß ist jedoch unklar. Faktoren wie Lebensstil, Bewegung und das sonstige Essverhalten spielen eine ebenso große Rolle und müssen bei der Behandlung berücksichtigt werden. Die Forschung steht hier erst am Anfang. Viele Fragen sind noch offen, darunter die Langzeitfolgen einer FODMAP-armen Ernährung auf die langfristige Bakterienbesiedelung im Darm. Eine Low-FODMAP-Diät ist sicher kein Allheilmittel, wenngleich in einzelnen Fällen und mit fachlicher Unterstützung durchaus Erfolge erzielt werden können.

LITERATUR ONLINE

Weizen in der Kritik

Brot, Pasta, Couscous, Grieß. Wenn Weizen dick machen würde, wäre ich ein Ballon. Das bin ich nicht. Freilich ist n=1 nicht wissenschaftlich, aber das sind auch einige Behauptungen nicht, die in aktuellen Büchern über und gegen den Weizen geschrieben wurden. Auch in diesen werden neben Studienergebnissen zahlreiche Einzelschicksale (auch immer n=1) beschrieben. Dennoch: Ein differenzierter Blick auf das Getreide lohnt sich.

VON **EVA DERNDORFER**

Geht es nach William Davies, Autor des Buches „Weizen-Wampe", dann zählen Brot und weizenhaltige Produkte „zu den schädlichsten Nahrungsmitteln überhaupt". Weizen, das weltweit am stärksten verbreitete Getreide, lande als „trojanisches Pferd" unscheinbar am Tisch und schade uns. Davies zufolge ist das Problem jedoch nicht der Weizen per se, sondern moderne Weizen-Züchtungen, die in den 1960er- und 1970er-Jahren entstanden sind, mit dem Ziel, den Ertrag zu steigern und damit – auch – den Welthunger zu stillen. Was ist dran an dieser Theorie?

Während sich die Gene des Weichweizens in früheren Jahrhunderten nur geringfügig geändert haben, wurde das Getreide in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zur Ertragssteigerung massiv optimiert. Die Weizenernte Chinas konnte infolgedessen binnen 40 Jahren verachtfacht werden. Davies' Kritik an der Sache: dass die Menschheit darauf vertraute, dass durch Züchtungen sichere Lebensmittel entstehen würden, ohne diese Sicherheit überprüfen zu können. Diese Kritik müsste er jedoch auf sämtliche Lebensmittel übertragen, denn neue Züchtungen betreffen bekanntlich nicht nur den Weizen.
Dass Kreuzungen gesundheitliche Auswirkungen haben, ist denkbar, aber nicht zwingend der Fall. Julien Venesson, Autor des Buches „Wie der Weizen uns vergiftet", der sich im Gegensatz zu Davies nicht an alle Menschen, sondern an Glutensensitive richtet, interviewt in seinem Werk den französischen Toxikologen Jean-François Narbonne. Letzterer stellt die Situation wie folgt dar: „Wie der Gentransfer kann auch die Artenkreuzung Auswirkungen auf die Bekömmlichkeit haben oder auf die vorhandenen oder demaskierenden Antigene, die als Proteinsequenzen für allergische Reaktionen und Unverträglichkeiten verantwortlich sind." Kann, nicht muss. Auch bei Äpfeln gibt es Hinweise darauf, dass alte Sorten mitunter weniger Allergien auslösen als neuere. Deshalb braucht man Äpfel nicht kollektiv zu verdammen.
Weizengegner kaprizieren sich aber nicht ausschließlich auf das immunologische Potenzial, sondern verüben einen Rundumschlag. Die Argumente der Gegner: Weizen macht dick, süchtig, schädigt das Gehirn, fördert Entzündungen, übersäuert, führt zur Immunreaktionen, fördert die Alterung, verschlechtert den Cholesterinspiegel, kann zu Migräne und Depression, Akne oder Haarausfall führen, und er verschlimmert Symptome bei Schizophrenie und Autismus.

Endorphine oder Exorphine – tüchtig oder süchtig?

Davies schreibt: „Es besteht kein Zweifel, dass manche Menschen süchtig nach Weizen sind." Aber die Kriterien für Sucht sind mehr als nur das Verlangen nach etwas. Wie viel wir essen oder trinken, hängt nicht von einzelnen Inhaltsstoffen, sondern von zahlreichen Faktoren ab, darunter vom Grad der Sättigung, von psychologischen, emotionalen, sozialen und sensorischen Einflüssen.

Sucht ist die körperliche, psychische und soziale Abhängigkeit von einer Substanz oder Verhaltensweise.

Nach Davies liegt der Grund für das „Suchtpotenzial" bei der Verdauung des Weizenproteins Gluten. Weizenprotein wird im Magen in Peptide gespalten. Diese erreichen den Dünndarm und werden dort von manchen Menschen resorbiert, ohne zuvor weiter aufgespalten worden zu sein. Der Darm hat zwei Funktionen: Nährstoffe müssen durch die Darmwand transportiert werden, schädliche Substanzen zurückgehalten werden. Ist der Darm geschädigt, können die genannten Peptide, aber auch Bakterien und Stoffwechselprodukte in den Blutkreislauf kommen. Die Durchlässigkeit des Darms wird vom Signalprotein Zonulin beeinflusst. Gluten scheint die Ausschüttung von Zonulin zu erhöhen.
Nun kommt die Darm-Hirn-Achse ins Spiel. Die via Darm ins Blut gelangten Peptide sind in der Lage, durch die Blut-Hirn-Schranke zu treten und dort an Opioidrezeptoren zu binden. Das ist auch der Grund, weshalb sie als Exorphine bezeichnet werden – im Gegensatz zu den vom Körper bei Sport selbst gebildeten Endorphinen. Venesson relativiert jedoch den Einfluss der Exorphine: „Die Exorphine des Weizens sind vermutlich nicht bei denen wirksam, die eine solide Darmschranke bewahrt haben."

Gehirnwäsche

Laut Davies führen Exorphine zu Euphorie und signalisieren dem Gehirn, mehr Weizen zu essen. Exorphine stammen ihm zufolge ausschließlich aus Weizen. Das stimmt allerdings nicht. Auch andere eiweißhaltige Lebensmittel werden in Peptide gespalten, die – theoretisch – an Opioidrezeptoren binden können. Dazu zählen

istock.com/QUAYSIDE

Milch, Reis und Spinat. Der postulierte Effekt der Exorphine wurde zudem nur in In-vitro-Studien oder bei Konsum von Proteinhydrolysaten, nicht aber beim Konsum von Weizen beobachtet.

Exorphine werden auch in Zusammenhang mit Schizophrenie diskutiert. Bei manchen Patienten kann eine glutenfreie Kost die Symptome deutlich reduzieren. Das heißt aber nicht, dass Gluten der Auslöser ist. Auch Davies hält fest: „Es ist zwar unwahrscheinlich, dass der Weizenkontakt eine Schizophrenie auslöst, doch die Beobachtungen [...] deuten darauf hin, dass Weizenkonsum mit einer messbaren Verschlimmerung der Symptome einhergeht."

Wenn weizenfreies Essen die Symptome bei manchen Schizophreniepatienten tatsächlich lindern kann, spricht alles dafür, dass Betroffene weizenfrei leben. Aber daraus den Umkehrschluss zu ziehen, dass die ganze Menschheit auf Weizen verzichten soll, wäre vergleichbar mit einer Empfehlung, dass man wegen weniger Fischallergiker keinen Fisch essen soll.

Zündende Lösung gegen Entzündungen

Weizen wird von seinen Gegnern mit Entzündungen in Verbindung gebracht, etwa über die parallele Zunahme von Zöliakie und Autismus. Im einen Fall ist der Darm betroffen, im anderen das Gehirn.

Ein **Epitop** ist jener Bereich eines Antigens, an den ein Antikörper oder T-Zell-Rezeptor bindet. Bei Zöliakiepatienten erkennen Immun-T-Zellen die Epitope der Glutenproteine und lösen eine Immunreaktion aus.

In der Tat sind bislang zu wenige Daten in Bezug auf Gluten und Autismus vorhanden. Bei Zöliakie ist Weizenfreiheit hingegen unbedingtes und lebenslanges Gebot. Zöliakie ist eine Immunreaktion auf bestimmte Teile des Glutens: Epitope. Sie betrifft ca. 1 % der Bevölkerung und tritt heute häufiger auf als vor 50 Jahren. »

Vermutlich wird sie auch häufiger diagnostiziert. Das häufigere Auftreten mag aber tatsächlich an Züchtungen liegen. In einer niederländischen Studie wurden 36 moderne Weizensorten und 50 alte Weizensorten hinsichtlich Glia-α9, dem bei Zöliakie dominanten Epitop, untersucht. Tatsächlich ist Glia-α9 bei modernen Weizenarten durchschnittlich stärker vertreten – doch Ausnahmen bestätigen die Regel.

Glutensensitivität

Glutensensitivität ist – im Gegensatz zur Zöliakie – erst seit einigen Jahren im Gespräch. Zuvor wurden ihre Symptome unter den Schirm des Reizdarmsyndroms gepackt.

Unter Glutensensitivität werden diverse Reaktionen auf Gluten zusammengefasst, wenn Zöliakie und Weizenallergie ausgeschlossen werden können. Glutensensitivität ist weder im Blut noch im Darm nachweisbar, doch Betroffene fühlen sich besser, wenn sie auf Weizen verzichten. Allerdings ist keine strikte glutenfreie Ernährung notwendig, vielmehr genügt es, auf größere Glutenmengen zu verzichten. Ob der Auslöser das Gluten ist oder Amylase-Trypsin-Inhibitoren verantwortlich sind, ist unklar. Schätzungen zufolge sind 5 % der Bevölkerung von Glutensensitivität betroffen. Anders ausgedrückt: Etwa 95 % der Menschen vertragen Gluten.

Amylase-Trypsin-Inhibitoren (ATI) kommen in verschiedenen Pflanzen vor, im Weizen machen sie etwa 2–4 % der Proteine aus (im Vergleich zu 80–90 % Gluten). Sie dienen der Getreideähre als Schutz vor Schädlingen, Parasiten und Pilzen. ATI werden nicht verdaut, können das Immunsystem aktivieren und im Verdauungstrakt ähnliche Symptome wie Zöliakie hervorrufen. Gut fermentierte Sauerteigbrote enthalten angeblich weniger ATI.

Glyx macht schlank

Dass Übergewicht und Adipositas heute häufiger vorkommen als früher, ist nicht von der Hand zu weisen. Dies – wie Davies – aber allein auf den Weizenanstieg im Essen zu reduzieren, ist absurd, haben sich doch Lebensstil und das Lebensmittelangebot in den vergangenen 50 Jahren verändert. Patienten, die bei allerlei Krankheitsgeschichten auf Weizen verzichteten, nahmen Davies zufolge ab. Das ist nicht überraschend, denn wer Weizen komplett aus dem Speiseplan streicht, muss sich intensiv mit dem Essen beschäftigen – und isst mit großer Wahrscheinlichkeit weniger. Es gibt aber keine Evidenz, dass glutenfreie Kost das Gewicht per se reduziert.

Davies kritisiert, dass Weizen vor allem zur Zunahme des Bauchfetts führt, und greift vor allem Vollkornprodukte an. Daten der Framingham Heart Study zeigten jedoch, dass Personen, die zweimal täglich raffinierte Getreideprodukte und dreimal täglich Vollkorngetreide aßen, am wenigsten viszerales Fett hatten. Fünf Portionen Getreide am Tag entsprechen den aktuellen Ernährungsempfehlungen.

Weizengegner betrachten den Glykämischen Index als wichtiges Maß. Relevanter ist jedoch die glykämische Last, also die Menge Kohlenhydrate, die mit dem jeweiligen Lebensmittel zugeführt wird. Ein Beispiel: Der glykämische Index von Vollkornbrot liegt zwar über jenem von Saccharose, doch besteht Saccharose ausschließlich aus Kohlenhydraten, während Vollkornbrot nur einen Anteil von 40 % verwertbaren Kohlenhydraten hat. Die glykämische Last von 100 g Vollkornbrot ist daher nur halb so groß wie jene von 100 g Saccharose.

Der hohe Glykämische Index des Weizens basiert Davies zufolge auf der Struktur von Amylopektin A. Dazu ein Exkurs in die Chemie der Stärke: Diese besteht aus zwei Arten von Molekülen, Amylose und Amylopektin. Amylopektin kommt nicht nur in Weizen, sondern auch in anderen stärkehaltigen Lebensmitteln vor, allerdings in anderer Molekülstruktur. Amylopektin A kann enzymatisch im Zuge der Verdauung leicht in Glukoseeinheiten gespalten werden. Laut Davis schnellt der Blutzucker daher beim Typ A am stärksten in die Höhe. Das stimmt zwar, doch ist Amylopektin-A-Stärke nicht auf Weizen reduziert, sondern kommt in den meisten Getreiden vor. Typ B ist in der Tat weniger leicht spaltbar, allerdings essen wir Menschen kaum unreife Bananen und rohe Kartoffeln, sodass diese Erkenntnis wenig Nutzen bringt. Typ C kommt in Hülsenfrüchten vor und wird am langsamsten gespalten.

Davies zitiert in seinem Buch die Bloggerin Denise Minger, die aus den Daten der China Study einige Korrelationen berechnet hat. Minger fand u. a. eine positive Korrelation zwischen Weizenkonsum (0 bis 800 g täglich) und Körpergewicht. Wer täglich 800 g Weizen isst – und es ist wohl anzunehmen, dass niemand ausschließlich Weizenkörner kaut –, isst insgesamt zu viel. Selbstverständlich korreliert so etwas mit dem Körpergewicht. Abgesehen davon ist eine statistische Korrelation aber kein Ursache-Wirkungs-Beweis. ▬

UNTERM STRICH

Wer liest, dass ein LEBENS-Mittel, also ein Mittel zum Leben und nicht zum Sterben, plötzlich uns und unser Gehirn zerstört, der muss wohl panisch werden. Wäre der „moderne" Weizen so schädlich wie von manchen Autoren propagiert, müssten in den vergangenen 50 Jahren besonders häufig Erkrankungen bei Bäckern oder Konditoren aufgefallen sein. Die einzige bekannte Berufskrankheit, das Bäckerasthma, wurde jedoch bereits vor einigen Hundert Jahren beschrieben und steht daher nicht in Zusammenhang mit modernen Züchtungen. Dennoch gibt es Menschen, die auf Weizen in irgendeiner Form reagieren. Vor 50 Jahren kannte zwar jeder Zöliakie, aber von Glutensensitivität ist erst seit wenigen Jahren die Rede.

Die Anti-Weizen-Bücher enthalten viele persönliche Patientengeschichten. Basis für Ernährungsempfehlungen sind aber keine Einzelschicksale, auch keine Einzelstudien, sondern evidenzbasierte Ernährungsmedizin. Das heißt umgekehrt aber nicht, dass weizenfreies Essen nicht einzelnen Menschen guttun kann. Selbiges gilt übrigens für andere Lebensmittel.

Wie die Getreidegegner die Welt ernähren würden, bleiben sie uns schuldig. Eine Kost, die aus tierischem Protein und Gemüse besteht, aber auf Getreide verzichtet, kann die Menschheit kaum ernähren.

Was die Buchautoren aber zu Recht anprangern: dass in vielen Lebensmitteln versteckter Weizen enthalten ist. Ob das immer notwendig ist – darüber sollte man nachdenken.

LITERATUR ONLINE

istock.com/gordana jovanovic

Neue Empfehlungen für Amerika

Nach einer langen öffentlichen Debatte, Hearings im Kongress und knapp 30 000 Kommentaren von Medizinern, Ernährungswissenschaftern und anderen Health Professionals wurden Anfang des Jahres die neuen U.S. Dietary Guidelines (2015–2020) veröffentlicht. Was hat sich getan?

VON **MARLIES GRUBER** UND **ELISABETH RUDOLPH**

Die fünf Hauptpunkte der U.S. Dietary Guidelines:

1. Gesunde Ernährungsmuster beinhalten alle Lebensmittel und Getränke, orientieren sich an einer angemessenen Kalorienzufuhr und sollen eine Entscheidung fürs Leben sein. So unterstützen sie ein gesundes Körpergewicht und eine ausreichende Nährstoffzufuhr. Gleichzeitig reduzieren sie das Risiko für Typ-2-Diabetes oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen..

2. Lebensmittel sollen aufgrund der Vielfalt, Nährstoffdichte und Menge ausgewählt werden. Nahrungsmittel aus allen Gruppen sollen kombiniert werden..

Alle fünf Jahre bringen die U.S. Departments *Health and Human Services* und *Agriculture* neue Ernährungsempfehlungen heraus. Diese sollen die aktuellen Erkenntnisse der Wissenschaft spiegeln. Nun sehen die neuen Empfehlungen jedoch nahezu gleich aus wie jene aus dem Jahr 2010 – und ähnlich wie alle anderen Versionen seit der Erstveröffentlichung 1980. Mit ein paar kleinen Ausnahmen: Das Limit für die Cholesterinzufuhr wurde gestrichen, die Empfehlung für Vollkorngetreide wurde präzisiert (die Hälfte der gesamten Getreideaufnahme, mehr als 86 g/Tag), zugesetzter Zucker soll auf 10 E% beschränkt werden und erstmals werden gesunde Essmuster empfohlen. „Die unsinnige Empfehlung, Milch und Milchprodukte nur als fettarme oder fettfreie Varianten zu konsumieren, bleibt. Die Evidenz dafür ist zwar grottenschlecht, aber wie viele vernünftige Änderungen auf einen Schlag kann man denn erwarten? Gleiches gilt für die pauschale Empfehlung, die Zufuhr von Natrium auf weniger als 2,3 g und den Konsum von gesättigten Fettsäuren auf weniger als 10 E% zu beschränken. Und dass pauschal alle trans-Fettsäuren bedenklich sind und gemieden werden sollen, ist wohl auch eher eine politische als eine wissenschaftlich begründete Empfehlung“, kommentiert der deutsche Ernährungswissenschafter Nicolai Worm die neuen Guidelines.

Fleisch: Fest verankert

Bemerkenswert sind die Empfehlungen deswegen nicht. Sie sind es aus einem anderen Grund, nämlich wegen der NICHT enthaltenen Botschaften. Während in den Entwürfen noch von ökologischen und nachhaltigen Essgewohnheiten die Rede war, und damit von einer Empfehlung, weniger Fleisch zu konsumieren, ist in der finalen Fassung kein Wort mehr darüber zu finden – zumindest nicht dezidiert. Dabei ist mittlerweile unbestritten, dass sowohl aus gesundheitlichen als auch ökologischen Gründen gilt: Klasse statt Masse. Zur großen Überraschung wird zwar darauf hingewiesen, dass Burschen und Männer weit zu viel Eiweiß aufnehmen und sie weniger Fleisch, Geflügel und Eier essen sollten. Generell wird in den aktuellen Dietary Guidelines jedoch eine Fleischaufnahme von bis zu 740 g pro Woche empfohlen! Das ist ungefähr die eineinhalbfache bis doppelte Menge der in Österreich oder Deutschland empfohlenen 300–450 g. Und selbstredend übersteigt der tatsächliche Konsum diese Menge noch. Auch wenn Empfehlungen kaum eingehalten werden, hätte jene für einen geringeren Konsum ein Beitrag zur Bewusstseinsbildung sein können. Doch die beiden Departments haben beschlossen, dass Ernährungsempfehlungen nicht das richtige Vehikel für eine derartige politische Weichenstellung in Richtung Nachhaltigkeit sind. Sie konnten sich nur zu einer vagen Aussage durchringen und betonen die Vielfalt eiweißhaltiger Lebensmittel wie Meeresfrüchte, mageres Fleisch und Geflügel, Eier, Hülsenfrüchte, Nüsse, Samen und Sojaprodukte.

Essmuster oder einzelne Nährstoffe?

Begrüßenswert ist der Fokus auf Essmuster statt auf einzelne Nährstoffe – auch wenn das Konzept nicht stringent verfolgt wird. Ältere Versionen der Guidelines betrachteten Nahrungsmittelgruppen und Nährstoffe isoliert. Ihr Ziel war es in erster Linie, Mangelerscheinungen und Infektionskrankheiten weitgehend zu reduzieren. Das ist auch gelungen. Nicht übertragbare chronische Krankheiten wie Adipositas, Typ-2-Diabetes

__Status quo__ des aktuellen Essmusters: zu wenig Obst, Gemüse, Milchprodukte sowie Öle und gleichzeitig viel Zucker, gesättigte Fettsäuren und Natrium. Das trifft auf drei von vier US-Amerikanern zu. Besonders Kinder und Jugendliche essen meist weit zu wenig Obst und Gemüse. Und beim Eiweiß? Durch die Bank wird weit zu viel Fleisch gegessen, dafür zu wenig Fisch und Hülsenfrüchte.

Die __Nährstoffdichte__ beschreibt das Verhältnis der enthaltenen Nährstoffe in Bezug auf den Energiegehalt des Lebensmittels. Je höher der Nährstoffgehalt in Relation zur Kalorienmenge, desto hochwertiger wird ein Lebensmittel eingestuft. Die Nährstoffdichte dient dazu, die Qualität der Lebensmittel und die Auswirkung auf die Gesundheit zu beurteilen. Eine hohe Nährstoffdichte haben Obst und Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, mageres Fleisch und Fisch.

4.
Die gesündere, nährstoffdichtere Alternative von einzelnen Lebensmitteln und Getränken soll vorrangig konsumiert werden. Um dieses Ziel leichter zu erreichen, sollen vor allem persönliche Präferenzen und kulturelle Aspekte einbezogen werden.

3.
Die Energieaufnahme aus zugesetztem Zucker und gesättigten Fettsäuren soll eingeschränkt, die Natriumaufnahme verringert werden.

5.
Gesunde Ernährungsmuster sollen für alle ein Thema sein. Die Rolle jedes Einzelnen wird betont, in den eigenen vier Wänden genauso wie in Bildungseinrichtungen oder am Arbeitsplatz.

oder Bluthochdruck sind dagegen in den vergangenen Jahrzehnten stark gestiegen. Zu wenig Bewegung und mangelhafte Ernährung zeichnen unter anderem dafür verantwortlich. Wissenschaftliche Erkenntnisse belegen, dass gesunde Essmuster und regelmäßige körperliche Aktivität das Risiko dieser Zivilisationskrankheiten reduzieren. Die neuen Dietary Guidelines raten daher erstmals dazu, breiter zu denken und gesunde Essgewohnheiten wie eine vegetarische oder mediterrane Ernährungsweise zu etablieren. Anhand dieser Muster soll mehr und besser auf persönliche Vorlieben eingegangen werden. Gleichzeitig sind in den Guidelines strikte Limitierungen für Salz, Zucker und Fett veröffentlicht. Das ist ein Widerspruch. Denn Einschränkungen einzelner Nahrungsbestandteile konterkarieren den Grundgedanken von Essmustern.

Noch dazu sind die Restriktionen der einzelnen Nährstoffe wissenschaftlich durchaus umstritten. Bei keinem der drei – Salz, Zucker, Fett – gibt es wissenschaftlichen Konsens. Marion Nestle, Professorin für Ernährung und Public Health an der New York University, war begeistert, als sie hörte, dass sich die Guidelines auf Essmuster statt auf einzelne Nährstoffe konzentrieren, sieht jedoch keinen roten Faden: „Sie haben das so sehr betont, dass es nun um Essmuster geht, aber sie ziehen es nicht durch. Entweder haben sie klein beigegeben oder sie verstehen nicht, worum es geht. In vielerlei Hinsicht untergraben sie selbst die Botschaft der Essmuster!“

Warum sind Empfehlungen wichtig?

Die Dietary Guidelines richten sich in erster Linie an Fachleute. Sie dienen als gesundheitspolitische Basis, um staatliche Ernährungsprogramme zu entwickeln. Gefordert sind auch Bildungseinrichtungen, die ihrer Rolle in der Prävention von Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen zunehmend gerecht werden müssen. Zusätzlich soll jeder Einzelne Etiketten auf Produktverpackungen lesen und dadurch eine gesündere Auswahl treffen. Ziel der Empfehlungen ist es, den Gesundheitszustand der US-Amerikaner aufrechtzuerhalten oder zu verbessern. Auf die *Physical Activity Guidelines for Americans* wird ebenfalls verwiesen. ▬

Ein ***Ernährungsmuster*** ist mehr als die Summe der Einzelteile. Es gibt einen Überblick über alle Lebensmittel und Getränke, die regelmäßig gegessen und getrunken werden. Weil es sich um langfristige Gewohnheiten handelt, sind Essmuster auch für den Gesundheitszustand und das Risiko, chronische Krankheiten zu entwickeln, ausschlaggebend. Über Essmuster und deren Bewertung lesen Sie in Schwingshackl L, Missbach B: Ernährungsmuster zur Prävention chronischer Erkrankungen; ernährung heute 2: 20–21 (2015).

UNTERM STRICH

Drei Viertel der US-Amerikaner essen weniger Obst und Gemüse als empfohlen, und die meisten nehmen zu viel Salz, Zucker und Fett auf, viele auch schlicht zu viele Kalorien. Der Großteil der amerikanischen Bevölkerung ist damit momentan weit von günstigen Essmustern entfernt. Fachleute, Bildungseinrichtungen und staatliche Interventionsprogramme sollen anhand der Guidelines helfen, gesündere Gewohnheiten zu entwickeln. Ob das mit den mehr oder weniger gleichen Ratschlägen wie in den vergangenen 35 Jahren gelingen mag, ist fraglich. Schließlich sind Adipositas und Diabetes gerade in diesem Zeitraum stark gestiegen. Und warum sollten nun ähnliche Empfehlungen zu anderen Ergebnissen führen? Das Um und Auf von Empfehlungen bleibt ihr Praxistest. Und hier gibt es in den USA, aber auch in Europa, noch einiges zu tun.

LITERATUR ONLINE

Das ganze Tier – *Nose to Tail Eating*

Es gibt sie noch, die Menschen, denen Kutteln, Sulz und Blunz'n schmecken. Und es gibt sie wieder! Unter *Nose to Tail* firmiert das Bewusstsein, wieder alles zu essen, was an einem Tier dran ist. Wir schauen uns diesen Trend eine vierteilige Serie lang genauer an.

VON **THERES RATHMANNER**

Sie mögen keine Innereien, machen einen Bogen um Presswurst, und bei Ochsenmaulsalat krampft sich Ihr Magen zusammen? Damit sind Sie nicht allein!

Während für unsere Großeltern und teilweise auch Eltern das Schlachten, Verarbeiten und Essen ganzer Nutztiere oft noch selbstverständlich war, sind wir es heute gewohnt, hauptsächlich die edlen Fleischteile zu konsumieren und den Rest zu verschmähen (siehe Tab. 1). Das ist aus mehreren Gründen kritikwürdig.

Warum wir *Nose to Tail* essen sollten

Erstens aus Überlegungen der Ethik und Nachhaltigkeit. Ein Nutztier besteht aus wesentlich mehr als Filet, Schnitzel oder Brust. Wir essen aber, je nach Tierart, nur 40–55 %. Der Rest – Borsten, Fette, Knochen, Magen, Darminhalte etc., aber auch Innereien – geht als „tierische Nebenprodukte" in den Export, ins Tierfutter, in die Chemie- und Düngemittelindustrie oder wird zu Biokraftstoff. Innereien kommen immer seltener auf den Tisch. Daten für Deutschland weisen für 1984 noch einen Konsum von 1,5 kg pro Kopf und Jahr aus, 2002 noch 650 g und 2013 nur noch 150 g (Heinrich-Böll-Stiftung, 2014).

Zweitens haben viele Nebenprodukte ernährungsphysiologische Werte, die wir nutzen können. Innereien genießen nicht den besten gesundheitlichen Ruf. Dennoch gehört etwa Leber zu den nährstoffreichsten Lebensmitteln überhaupt – und das um wenig Geld.

Der dritte Grund für die tierische Ganzkörperverwertung ist der kulinarische. Es ist ganz einfach schade, auf den Geschmacksreichtum von Innereien und Co zu verzichten. Mit diesem Aspekt fangen wir an, und er wird uns die ganze Serie lang begleiten.

Wir steigen vorsichtig ein in die Suche nach allem, was man essen kann, und steigern von Mal zu Mal. Und da kaum jemand heutzutage noch Innereien und andere Nebenprodukte zubereiten kann, garnieren wir mit zahlreichen Experten-Tipps und Rezepthinweisen. Ich kann aus eigener Erfahrung berichten: Es lohnt sich. Ist die erste Hürde einmal genommen und hat man Blut geleckt, will man mehr!

Nose to Tail-Protagonisten

Ein paar unbeugsame Carnivore haben nie aufgehört, alles zu essen, was ein Tier hergibt. Und immer mehr fangen (wieder) damit an.

Der Brite Fergus Henderson prägte *Nose to Tail Eating* wie kaum ein anderer. Ursprünglich Architekt, eröffnete er 1994 in London das Restaurant *St. John*, in dem er nicht nur alles – wirklich alles! – kredenzt, was an Nutztieren dran ist, sondern sogar Eichhörnchen und Krähen auf den Tisch bringt. Es gilt als eines der 50 besten Restaurants weltweit. Und das 1999 erstmals publizierte Kochbuch *Nose to Tail Eating* ist längst ein Kultwerk (und seit 2014 auch auf Deutsch erhältlich).
Von Fergus Henderson stammt auch die vielleicht schönste Definition: „Nose to Tail Eating will sagen, dass es dem Tier gegenüber unanständig wäre, es nicht von Kopf bis Fuß zu verwerten."
Hierzulande machen sich große Köche wie Manfred Buchinger und Christian Petz ums ganzheitliche Kochen verdient. Und Quereinsteiger wie die drei Herren von *Ochs im Glas* (siehe Interview ab Seite 22).

Keine Angst!

Fergus Henderson schreibt in der Einleitung seines Kochbuchs: „Haben Sie keine Angst vor dem Kochen – die Zutaten würden das merken und sich entsprechend daneben benehmen. Genießen Sie das Kochen, dann wird das Essen brav sein, und mehr noch, es wird Ihre Freude weitergeben an diejenigen, die es verspeisen."

In diesem Sinne wollen wir uns furchtlos den Tierteilen und Gerichten nähern, denen wir bis jetzt viel zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt haben! Wir starten mit:
Backerl vom Kalb oder Ochsen, aber auch vom Schwein sind extrem zart und feinfasrig. Geschmort in Rotwein-Wurzelsaft sind sie eine Köstlichkeit, die kaum jemand ablehnen wird, der nicht Vegetarier ist.

Rahmherz vom Kalb oder Rind, ein Klassiker der österreichischen Küche, ist ebenfalls in Geschmack und Konsistenz für Innereien-Neulinge bestens geeignet. Das Herz wird, weil ausschließlich eher trockene Muskelmasse, mit Speck gespickt, scharf angebraten, mit Wurzelgemüse gedünstet und in Wurzel-Rahmsoße serviert.

Bruckfleisch ist laut Ingo Pertramer auch für Innereien-Skeptiker geeignet (siehe Interview), in der Zubereitung jedoch etwas anspruchsvoller. Das Schwierigste dürfte allerdings das Besorgen der Zutaten sein. Herz, Leber, Milz, Liechteln (Herzröhren), Bries und Kronfleisch (Zwerchfell) vom Rind werden mit in Schmalz angerösteten Zwiebeln und Wurzelgemüse unter Zugabe von Rotwein sowie Lorbeer, Thymian und Majoran gedünstet und – in der klassischen Variante – zum Schluss mit Blut gebunden. Dazu passen Semmel- oder Serviettenknödel.

Tab. 1: Beliebtheit, Verfügbarkeit und Preise ausgewählter Fleischteile und Innereien

Teilstück	Anteil am Verkauf in % (mengenmäßig)*	Anteil am Tier/Schlachtkörper in % (Durchschnittswerte)#	Kilopreis in Euro*
Rind			
Gulaschfleisch	19,6	17,0	8,48
Suppenfleisch	11,9	7,0	8,98
Beinfleisch	8,5	8,0	6,05
Bratenfleisch	6,5	17,0	9,92
Beiried	5,2	3,0	18,87
Rostbraten	4,7	2,2	16,39
Lungenbraten	3,4	1,5	36,66
Tafelspitz	3,0	1,4	13,88
Innereien	3,0	5,0	3,39
Schwein			
Schnitzel vom Schlögel	22,4 (Schnitzel allgemein)	20,0	6,54
Karree	21,2	8,0	7,09
Schopf	15,1	6,0	6,22
Bauchfleisch	11,1	10,0	5,02
Lungenbraten	10,1	3,6	10,65
Schulter	6,9	10,0	5,45
Innereien	2,8	7,0	3,76

Farbleitsystem:
Orange: Es wird mehr vom jeweiligen Fleischteil verkauft
(Rot: mehr als doppelt so viel), als anteilig am Schlachttier dran ist.
Grün: Das Tier liefert mehr vom jeweiligen Fleischteil,
als davon gekauft wird.

Datenquelle: AMA-Marketing
* © RollAMA/AMA-Marketing, n=2800 Haushalte in A, 2015, Basis: HH Total
# vom Schlachtgewicht grillfertig (ohne Innereien)
Anmerkung: Die Anteile ergeben zusammen nicht 100 %, weil es Überschneidungen gibt (Gulaschfleisch kann auch in der Kategorie Suppenfleisch oder Beinfleisch vorkommen etc.).

Das ganze Projekt ein einziges Aha-Erlebnis

Ochs im Glas ist ein *Nose to Tail*-Projekt, bei dem der Fotograf Ingo Pertramer, der Künstler Thomas Nowak und der Gastro-Kritiker Florian Holzer in zwei Wochen einen Ochsen schlachten, zerlegen und ihn von der Nase bis zum Schwanz in 700 Gläsern einkochen. Ingo Pertramer (3. v. li.) ist das Mastermind hinter Ochs im Glas: Es war seine Idee und Produzent ist er auch. Wir haben mit ihm gesprochen.

DAS INTERVIEW FÜHRTE **THERES RATHMANNER**

ernährung heute: *Würden Sie uns kurz erläutern, warum Sie dieses Projekt gemacht haben?*

Ingo Pertramer: Da muss ich ein bissl ausholen: Wir haben ein Ferienhaus im Südburgenland, das haben wir vom Opa meiner Frau übernommen. Dort war eine Riesen-Obstplantage, und mir ist das auf die Nerven gegangen, dass das Obst immer runterfällt und hin wird. Das war wirklich viel, ich konnte es nicht verarbeiten. So habe ich angefangen einzurexen.
Irgendwann war mir das zu wenig mit dem Obst, ich bin immer weitergegangen mit Dingen, die ich einrexen konnte, und irgendwann bin ich zum Fleisch gekommen. Beim Fleisch ist mir Nachhaltigkeit extrem wichtig, ich will die Produzenten kennen und die Viecher, und wenn möglich will ich beim Zerlegen und sogar beim Schlachten dabei sein. Aber wenn ich dann so eine 100-Kilo-Sau habe, was tu' ich denn mit der? Ich kann das ja nicht alles auf einmal essen, ich muss das irgendwie haltbar machen. Und nur Speck und Würstel sind mir zu wenig. Dann bin draufgekommen, dass es keine Literatur übers Haltbarmachen von Fleisch gibt. Und bin auf dieses Rex-Buch beim Antiquitätenhändler um vier Euro gestoßen. Ich blättere das durch, und da werden die Viecher immer größer! Da hab' ich gesagt: Des is' es! Das ist genial! Das ist DIE Fernseh-Idee!

In der Tötungsszene, in der Ochs Carson geschossen wird, zusammenbricht und danach gestochen wird und ausblutet, erlebt man Sie, die drei Protagonisten, sehr emotional.

Das war auch nicht gespielt! Ich hab' schon ein Schwein geschlachtet und Hendln. Aber wenn so ein 800-Kilo-Tier umfällt, da zieht's dir den ganzen Magen durch. Das war wirklich heftig! Auch die Methode, wie wir geschlachtet haben *(Anmerkung: durch einen Betäubungsschuss und danach einen Halsstich zum Ausbluten, auf der offenen Weide)*, die ist ja illegal, aber wir wollten zeigen, dass das eigentlich der richtige Weg ist. Aber diese Anspannung, die war wirklich brutal.

Sie zerlegen den Ochsen dann unter fachkundiger Anleitung und verkochen ihn zur Gänze, konkret: Sie kochen ihn ein. Da fallen viele Zubereitungsmöglichkeiten weg. Ist das nicht eintönig?

Nein, gar nicht! Man darf eines nicht vergessen: Ich mache die Gläser ja nicht, um jeden Tag Fleisch zu essen. Und wenn ich zwei Mal pro Woche ein Glas aufmache und jedes Mal unterschiedliche Beilagen dazugebe, kann ich mit den 700 Gläsern, die wir gemacht haben, sogar eine siebenköpfige Familie über ein Jahr lang mit Fleisch versorgen!

Was war Ihr kulinarisches Highlight? Und gab's auch einen Tiefpunkt – ich vermute, das waren die Kutteln, oder?

Nein, das kann man so nicht sagen! Wir haben sie einfach nicht hingekriegt, weil normalerweise solche Kutteln nicht verkocht werden. Üblicherweise werden Kutteln ja nur von jungen Tieren verkocht. Ein Tiefpunkt ist uns bei den Leberknödeln passiert, da war das Filmteam aber leider nicht mehr dabei. Thomas und ich haben gegen zehn, halb elf in der Nacht die Gläser mit den Leberknödeln ins Wasserbad gestellt, und auf einmal drehen sich die alle um. Das war ein Denkfehler von uns, wir haben die falschen Gläser verwendet. Ja, und dann haben wir bis um drei Uhr früh die Leberknödel gerettet.

Und das Highlight?

Kulinarisch war das für mich das Bruckfleisch. Das schmeckt fantastisch! Da schmeckt nichts nach Innereien. Ich bin deswegen kein Innereien-Fan, weil mir die zu geschmacksintensiv sind. Aber beim Bruckfleisch ist dieser Geschmack weg. Außerdem ist es zum Einkochen perfekt.

Ihr größtes Aha-Erlebnis in den zwei Wochen Schlachten, Zerlegen und Einkochen?

Da kann man keines herauspicken. Wenn du 14 Tage lang – im Endeffekt eigentlich drei Wochen – so ein Projekt machst und so etwas noch nie gemacht hast, dann ist das ganze Projekt ein einziges Aha-Erlebnis. Und ich glaube, das macht auch die Sendung so speziell, dass wir eben drei Amateure sind, und man endlich auch einmal im Fernsehen Leuten beim Scheitern zuschauen kann.

Was ist nach diesen zwei Wochen für Sie anders?

Ich habe mich vorher schon sehr, sehr, sehr, sehr bewusst mit Nachhaltigkeit beim Essen auseinandergesetzt, vor allem beim Fleisch. Recht viel bewusster geht eigentlich nimmer. Trotzdem hat sich das noch einmal verschärft durch Ochs im Glas. Als Beispiel: Wenn man zu viel getrunken hat am Vortag, rettet einen am nächsten Tag oft nur die Leberkäsesemmel. Trotzdem verzichte ich teilweise sogar auf die Leberkäsesemmel. Ich bin kein Vegetarier, ich werde nie einer werden. Es geht ums Hinterfragen: Ist es heute wirklich notwendig, dass ich Fleisch esse?

Was haben Sie mit all dem Eingekochten gemacht?

Das ist alles schon aufgegessen. Wir haben die 700 Gläser aufs ganze Team aufgeteilt, also Regisseur, Kameramänner, Lichttechniker, Fotografin, wir drei. Das war quasi ein Teil der Gage. *(lacht)* Ich hab' mir von zehn Gerichten Glasln behalten, die möchte ich, wenn sie fünf Jahre alt sind, in einem Labor testen lassen und herausfinden, was da an Keimbildung passiert. Ob ich sterben würde, wenn ich sie nach fünf Jahren esse.

Und was ist letztlich von Carson übrig geblieben?

Was übrig geblieben ist, habe ich jetzt in der Wohnung: Ich hab' das Fell gerben lassen, das werden wir irgendwann einmal aufteilen. Und die Ohrmarke ist in einem kleinen Rex-Glasl drin – als Erinnerung ans Projekt.

Jenseide/Hanna Gassner

MEHR INFORMATION

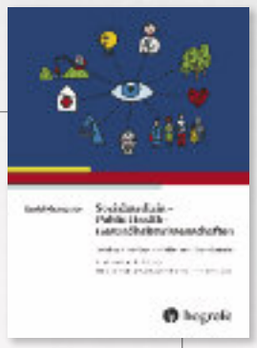
Der ORF hat die achtteilige Serie Ende 2015 ausgestrahlt, seit kurzem ist sie auf DVD erhältlich. Näheres dazu auf www.ochsimglas.at.

Basiswissen kompakt vermittelt

Welche Nährstoffe gibt es, wie werden sie verstoffwechselt und welche Krankheitsbilder stehen mit der täglichen Ernährung in Zusammenhang? Von Ernährungsphysiologie, angewandter Humanernährung bis hin zu Ernährungsmedizin: „Ernährung" von Andreas Hahn, Alexander Ströhle und Maike Wolters ist eines der Standardwerke, wenn es darum geht, sich Grundlagenkenntnisse der Ernährungswissenschaften anzueignen. Die mittlerweile dritte Auflage des Lehrbuchs und Nachschlagewerks präsentiert sich aufs Neue gut strukturiert, ausführlich und verständlich. Der profunde didaktische Leitfaden führt Schritt für Schritt durch das breite Spektrum der Wissenschaft. Zahlen wurden überarbeitet und aktualisiert, Kapitel erweitert. Vor allem der Abschnitt „Prävention und Therapie ernährungsbedingter Krankheiten" fällt umfassender aus als in den vorherigen Ausgaben. Als hilfreich erweist sich die enge Verknüpfung von Pathophysiologie und Ernährungstherapie anhand von Fallbeispielen (z. B. Diabetes, Gicht und Adipositas). Das macht theoretische Inhalte greifbar. Darüber hinaus liefert das Buch wesentliche Kenntnisse über Nährstoffunverträglichkeiten, alternative Ernährungskonzepte wie Vegetarismus oder Veganismus sowie Functional Food und Ernährung zum Beispiel von Sportlern, Schwangeren, Stillenden und Senioren. Zusätzliche Kapitel wie „Ernährung und Immunsystem" und „Nierenerkrankungen" erweitern den Themenreigen. Zielgruppe: Studierende und Absolventen der Lebenswissenschaften. [ng]

Hahn A, Ströhle A, Wolters M:
Ernährung.

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
Stuttgart (2015),
1182 Seiten, gebunden.
ISBN 978-3-8047-2879-0,
Preis: € 88,90

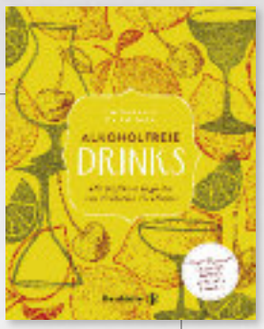


Sozialmedizin verstehen

David Klemperers Fachbuch ist 2010 erstmalig erschienen und hat sich seitdem als Standardwerk etabliert. Nun liegt das Lehrbuch bereits in der dritten Auflage vor. Zahlen und Fakten wurden abermals aktualisiert, Inhalte auf den neuesten wissenschaftlichen Stand gebracht.
Neben Basiswissen über Epidemiologie und evidenzbasierte Praxis steht weiterhin Public Health im Fokus. Klemperer, Facharzt für öffentliches Gesundheitswesen und Professor an der Hochschule Regensburg, beleuchtet diesen Themenkomplex umfassend und erklärt die maßgeblichen Faktoren aus ganzheitlicher Sicht. Nämlich sozial, ökonomisch, ökologisch sowie politisch. Der Autor skizziert u. a. die verschiedenen Formen des deutschen Gesundheitssystems, widmet sich der Gesundheitspolitik und geht auf die Ursachen sozialer Ungleichheit in Gesundheitsfragen ein.
Einmal mehr greift das bewährte Prinzip „weniger ist mehr": Relevante Aspekte jedes Kapitels werden kurz und prägnant präsentiert. Kernaussagen stechen optisch hervor, Grafiken und Diagramme lockern jedes Kapitel auf. Für jene, die mehr erfahren möchten, bieten Unterkapitel Details und Links zum Nachlesen. Zudem sind unter www.sozmad.de – der Website zum Buch – Korrekturen und Stimmen zu den bisherigen Ausgaben zu finden.
Das Lehrbuch richtet sich an alle, die professionell mit Gesundheit und Krankheit zu tun haben, an Studierende ebenso wie an Berufstätige. Auch Journalisten und jene, die sich für Gesundheitspolitik interessieren, erhalten einen fundierten Überblick. [ng]

Klemperer D:
Sozialmedizin – Public Health – Gesundheitswissenschaften.
Lehrbuch für Gesundheits- und Sozialberufe.

Hogrefe Verlag (2015),
379 Seiten, broschiert.
ISBN 978-3-456-85550-9,
Preis: € 29,95.



Purer Genuss – alkoholfrei

Ein guter Wein adelt jedes gelungene Mahl und wer auf Alkohol verzichtet, hat meist nur den halben Genuss. Denn mit Mineralwasser, Fruchtsäften oder Limonaden ist das herkömmliche promillefreie Repertoire eng gesteckt. Dass es mehr als nur eine Handvoll Alternativen zu Hochprozentigem, Bier und Wein gibt, zeigen die Ernährungswissenschafterin und Sensorikexpertin Eva Derndorfer und die Kochbuchautorin Elisabeth Fischer. 100 alkoholfreie Rezepte haben sie entwickelt – süße, saure und bittere. Früchte, Kräuter, Blumen und Gewürze sorgen für eine gewaltige Aromenvielfalt. Das promillefreie Rezeptpotpourri reicht von schnell gemixten Durstlöschern über Aperitifs und Longdrinks bis hin zu festlichen Speisenbegleitern. Kir Tropical passt gut zu süßem Gebäck, Birnen-Rosmarin-Sekt harmoniert mit Canapés und Fingerfood, Zwetschken-Cappuccino und alkoholfreier Quittenlikör runden ein Festmahl ab.
Eine Sensorik-Tabelle informiert über die Vielfalt der Aromen und Geschmäcker der jeweiligen Getränke und bietet Orientierung bei der Auswahl. So wird Wacholder-Fizz als prickelnd und harzig beschrieben, glühender Süßmost weist u. a. eine fruchtig-feurige Note auf. Das Buch macht Gusto aufs Experimentieren und punktet obendrein mit tollen Bildern und hochwertiger Haptik. Und klarerweise „trinkt" auch das Auge mit! Piktogramme demonstrieren, welche Glasformen sich für welche Drinks eignen.
Fazit: ein Standardwerk für alle, die weniger oder keinen Alkohol trinken möchten oder müssen und jene, die schlicht mehr Abwechslung suchen! [ng]

Derndorfer E, Fischer E:
Alkoholfreie Drinks. Die perfekten Begleiter von Frühstück bis Dinner.

Brandstätter Verlag, Wien (2016),
175 Seiten, gebunden.
ISBN 978-3-85033-964-3,
Preis: € 25,00.

P. b. b., Verlagspostamt 1030 Wien, Zul.-Nr. GZ02Z030130M