



Mikrobiota und Ernährung

DR. MAIKE GROENEVELD

Die Nahrung ist einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf Zusammensetzung und Aktivität der Mikrobiota im Darm. Auch wenn diese Zusammenhänge noch nicht bis ins Einzelne erforscht sind, kristallisieren sich bereits einige Nahrungselemente heraus, die sich eher günstig oder eher ungünstig auswirken. Ernährungsfachkräfte können dieses Wissen gezielt für Ernährungsberatung und -therapie nutzen.

Jeder Mensch lebt mit seinen individuellen Bakteriengemeinschaften auf den verschiedenen Körperoberflächen in einer Art Symbiose. Zu den Mikroben im Darm besteht ein besonderes Verhältnis, das in der Bezeichnung „Commensalen“ (lat.: Tischgenossen) zum Ausdruck kommt. Was bedeutet das?

Der Mensch versorgt „seine“ Mikroben mit Nahrung, denn die Mikroorganismen im Gastrointestinaltrakt nutzen Nahrungsinhaltsstoffe, die nicht resorbiert wurden, als Energiesubstrat. Im Gegenzug schützen die Mikroorganismen ihren „Wirt“ vor Angriffen durch pathogene „Eindringlinge“. Zudem ergänzt die Mikrobiota die Verdauungsleistung des Menschen, indem sie Enzyme der Verdauungsorgane sowie der Leber, die im menschlichen Repertoire

nicht vorhanden sind, ergänzt. So bauen bestimmte Bakteriengruppen etwa für den Menschen unverdauliche Polysaccharide und Polyphenole ab (Rowland *et al.* 2017).

Als Energiesubstrat dienen den Mikroorganismen im Darm in erster Linie nicht verdauliche Polysaccharide (z. B. resistente Stärke) und Ballaststoffe (z. B. Xylane, alpha- und beta-Glucane, Fructane und Pektin). Vor allem Bakterien aus dem Phylum der *Firmicutes* (*Ruminococcus*, *Butyrivibrio* und *Roseburia*-Spezies) und der Gruppe der *Bacteroidetes* (*Bacteroides*-Subspezies) bauen sie ab (Woting, Blaut 2016). Weitere Substrate sind Verdauungssekrete, abgeschilferte Schleimhautzellen und Schleim. Letzterer besteht zu 80 Prozent aus Glycanen und zu 20 Prozent aus Proteinen

(Übersicht 1). Spezielle Bakterien wie *Bifidobacterium bifidum* und *Akkermansia muciniphila* sind in der Lage, die Glykoproteine des Schleims als Energiequelle zu nutzen (Woting, Blaut 2015).

Einflussfaktoren auf Zusammensetzung und Aktivität der Mikrobiota

Tatsächlich ist die Ernährung einer der wichtigsten Einflussfaktoren auf Zusammensetzung und Aktivität der Mikrobiota. Eine niederländische Forschergruppe identifizierte 126 Einflussfaktoren auf das Mikrobiom. Mit ihnen ließen sich 18,7 Prozent der Variationen in der Mikrobiota erklären (Zhernakova *et al.* 2016). Etwa 60 Einflussfaktoren bezogen sich auf die Ernährung.

Die Autoren bestätigen die Erkenntnis aus vorangegangenen Studien, dass Polyphenol-reiche Lebensmittel wie Kaffee, Tee und Rotwein einen positiven Einfluss auf die Diversität der Mikrobiota ausüben (Übersicht 2). Eine hohe Vielfalt ist wünschenswert, weil die Mi-

krobiota dadurch widerstandsfähiger wird. Eine negative Korrelation bestand zwischen der Diversität und einer hohen Energiezufuhr sowie dem Konsum zuckerhaltiger Erfrischungsgetränke. Bei regelmäßigem Verzehr von Molkereiprodukten wie Buttermilch fanden sich in der Mikrobiota vermehrt Bakterienarten, die in der Milchindustrie als Starterkulturen Verwendung finden. Die Autoren sehen darin eine Bestätigung für Beobachtungen aus anderen Studien, dass sich probiotische Bakterienarten offenbar im Darm ansiedeln können. Die in **Übersicht 2** dargestellten Zusammenhänge beruhen auf Daten aus Food-Frequency-Erhebungen und einer einmaligen Untersuchung einer Stuhlprobe. Aus diesen Ergebnissen lassen sich (noch) keine Empfehlungen ableiten. Auch wenn die Zusammenhänge zwischen Ernährung und Mikrobiom bisher nur ansatzweise erforscht sind, kristallisieren sich einige Nahrungsfaktoren heraus, die Einfluss ausüben (**Übersicht 3**).

Umstellung der Ernährung

Unter konstanten Lebensgewohnheiten ist die Mikrobiota relativ stabil. Deutliche Veränderungen der Ernährung können aber bereits innerhalb von zwei Tagen zu nachweisbaren Veränderungen bei Zusammensetzung und metabolischer Aktivität der Mikrobiota führen, wie eine Forschergruppe der Universität in San Francisco zeigte (David 2014, **Übersicht 4**, S. 362). Zehn junge gesunde Probanden erhielten fünf Tage lang entweder eine pflanzlich orientierte Ernährung (22 En% Fett, 10 En% Protein, 44 g/d Ballaststoffe) oder eine tierisch betonte Kost (70 En% Fett, 30 En% Protein, keine Ballaststoffe). Während der tierisch betonten Ernährung kam es zu einem Zuwachs an Gallensäuren-resistenten Bakterienarten wie *Alistipes*, *Bifidobacterium* und *Bacteroides*. Der Anteil an Bakterien, die Polysaccharide pflanzlichen Ursprungs abbauen, sank (z. B. *Roseburia*, *Eubacterium rectale* und *Ruminococcus bromii*). Außerdem wiesen die Forscher unter dem Einfluss der tierischen Kost vermehrt den Bakterienstamm *Bifidobacterium wadsworthia* nach, der Schwefelwasserstoff bildet und als proinflammatorisch gilt (**Übersicht 5**, S. 363). In einer Untersuchung an einer bestimmten Mäuserasse (IL-10^{-/-}) korrelierte dieses Bakterium mit Darmentzündungen.

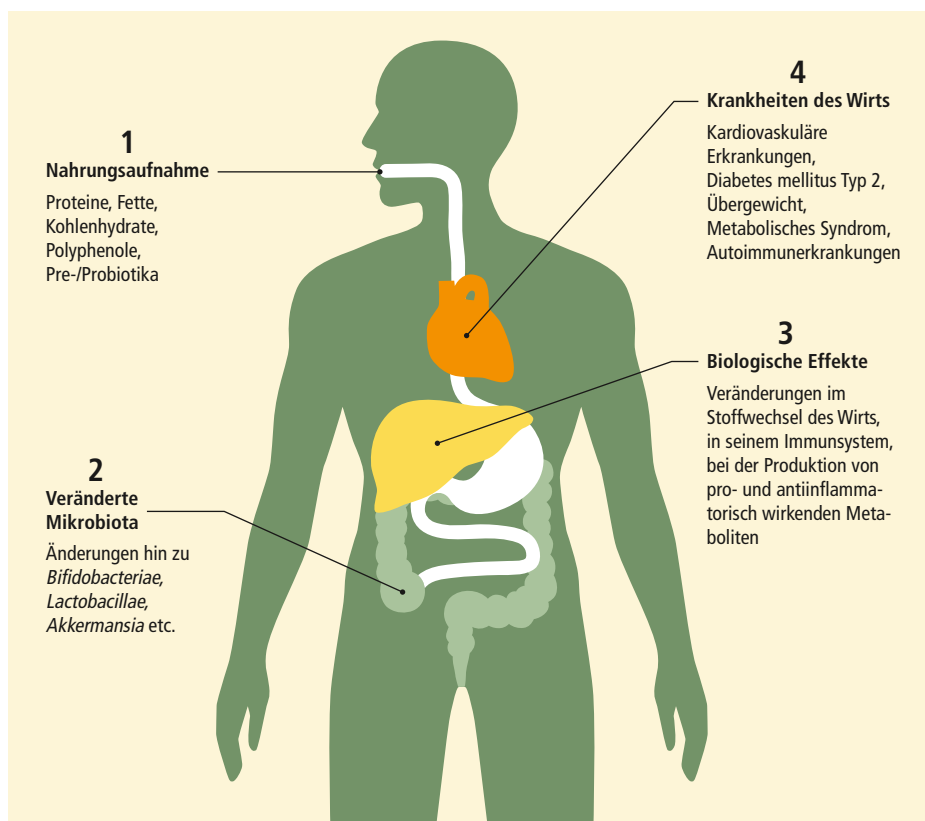
Übersicht 1: Kohlenhydrathaltige Substrate der intestinalen Mikrobiota (Blaut 2015b)

Quelle	Substrate	Menge (g/Tag)	
Nahrung	resistente Stärke	8–40	
	Nicht-Stärke-Polysaccharide	Zellulose	8–18
		Hemizellulose	
		Pektin	
Inulin			
	nicht resorbierte einfache Zucker und Zuckeralkohole	2–10	
	Chitin und Aminosucker	1–2	
Wirt	synthetische Kohlenhydrate	Lactulose	variabel
		Lactitol	
		Polydextrose	
	Mucus	2–3	

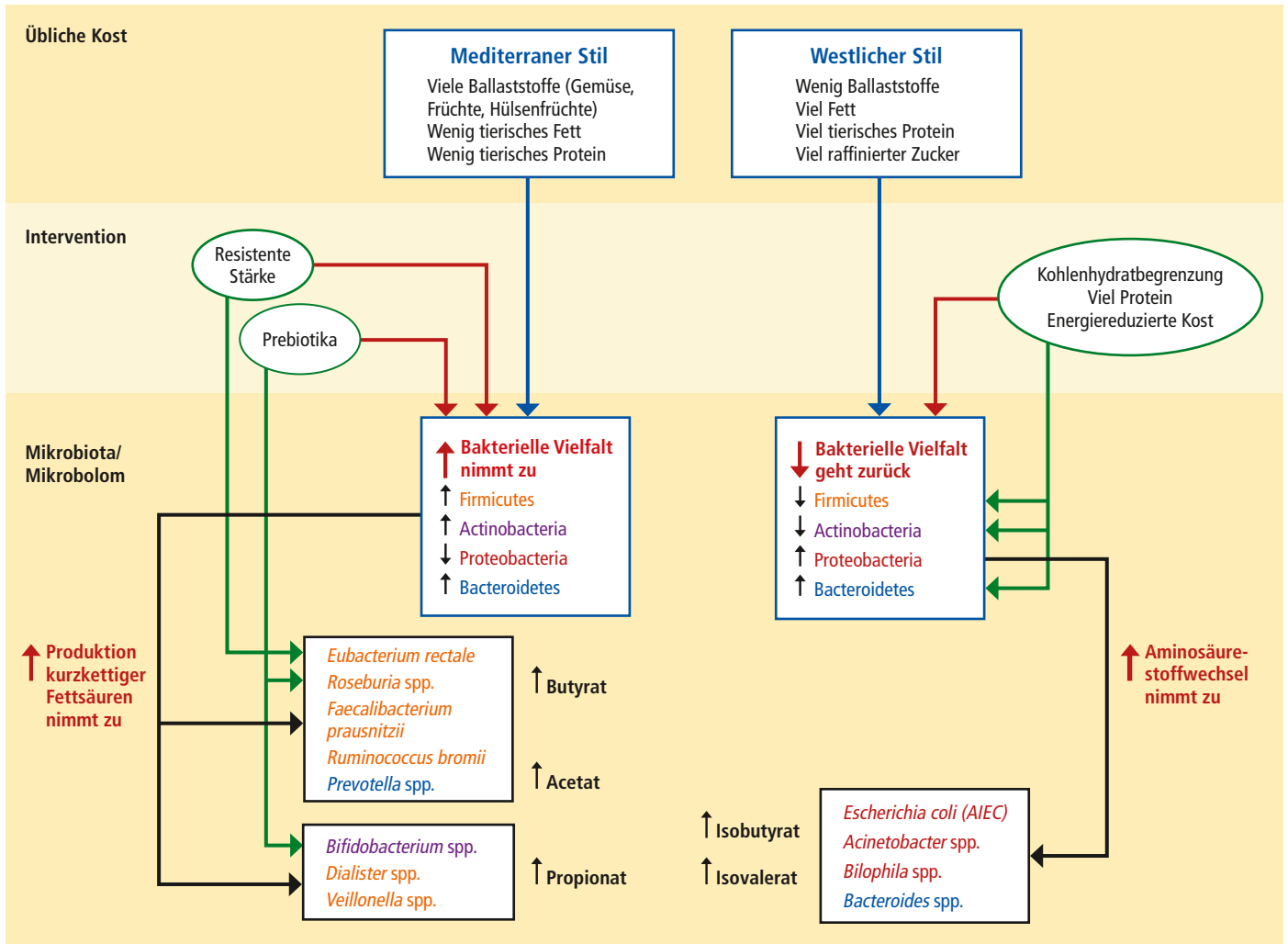
Übersicht 2: Korrelationen zwischen ausgewählten Nahrungsfaktoren und Mikrobiota (Zhernakova et al. 2016)

Ernährungsfaktor	Positive Korrelation	Negative Korrelation
Buttermilch	Diversität <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Lactococcus lactis</i>	
Molkereiprodukte	Bakterienarten, die als Starterkulturen der Fermentation verwendet werden	
Zuckerhaltige Erfrischungsgetränke, hohe Energiezufuhr, Snacks, Brot, Pasta, Bier		Diversität
Gemüse, Obst, Kaffee, Tee, Kartoffeln, Müsli	Diversität	
Rotwein	Diversität, <i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	Reizdarm-Syndrom

Übersicht 3: Einfluss der Ernährung auf das intestinale Mikrobiom und die Gesundheit (nach Singh et al. 2017)



Übersicht 4: Überblick über kurz- und langfristige Wirkungen von Ballaststoffen auf die intestinale Mikrobiota und das Metabolom (nach Simpson, Cambell 2015)



dungen (Devkota, Chang 2015). Die Labormäuse erhielten zwei verschiedene Diäten mit gleichem Fettanteil (37 En%), aber unterschiedlicher Zusammensetzung der Fettsäuren. Ein höherer Anteil an gesättigten Fettsäuren förderte das Vorkommen von *B. wadsworthia* und die Entstehung einer Colitis. Die Autoren vermuten, dass die gesättigten Fettsäuren zu einer Verschiebung des Gallensäurespektrums führten mit einem höheren Anteil an Taurocholsäure, deren Sulfonsäure *Bilophila wadsworthia* umsetzen kann (Blaut 2015a). Grundsätzlich können Darmbakterien längerkettenige Fettsäuren nicht als Substrat nutzen. Veränderungen der Mikrobiota aufgrund variiertes Fettanteils in der Kost sind deswegen auf Veränderungen des intestinalen Milieus, also vor allem des Gallensäurespektrums, zurückzuführen (Woting, Blaut 2016).

Ballaststoffe

Ballaststoffe stellen das größte Nahrungsreservoir für Bakterien dar (Übersicht 6). Ein hoher Ballaststoffgehalt in der Kost erhöht die Vielfalt der Mikrobiota und fördert die Aktivität von Butyrat-bildenden Bakterien aus der Gruppe der *Firmicutes* wie *Roseburia*, *Eubacterium rectale* und *F. prausnitzii* (Graf et al. 2015; Simpson, Campbell 2015, Übersicht 7). Der Abbau der Ballaststoffe geschieht größtenteils „arbeitsteilig“. Einige Bakterienarten spalten langkettigen und verzweigten Kohlenhydrate in Oligomere und Monomere, andere bauen diese weiter ab, bis schließlich als Endprodukte vor allem kurzkettigen Fettsäuren, Kohlendioxid und Wasserstoff entstehen. Etwa 50 Prozent der Bevölkerung weisen Methanproduzierende *Archaea* in ihrer Mikrobiota auf (z. B. *Methanobrevibacter*), so dass auch Methan entsteht (Blaut 2015b).

Aufgrund ihrer großen strukturellen Vielfalt wirken sich Ballaststoffe unterschiedlich auf die Darmbakterien aus. Vor allem ist zwischen löslichen und unlöslichen Ballaststoffen zu unterscheiden. Während die unlöslichen Ballaststoffe den Darm mehr oder weniger unverändert verlassen, bauen die Bakterien die löslichen Ballaststoffe weitgehend ab (Übersicht 6).

Lösliche Ballaststoffe

Aus dem Abbau der löslichen Ballaststoffe resultieren Gase und kurzkettigen Fettsäuren, in erster Linie Acetat, Propionat und Butyrat. Je nach Zusammensetzung von Nahrung und Mikrobiota kommen diese im Verhältnis 3:1:1 bis 10:2:1 vor (Rowland et al. 2017). Kurzkettigen Fettsäuren gelten als Schlüsselsubstanzen für die Gesundheit. Sie sollen nicht nur den Darm, sondern auch den Energiestoffwechsel beeinflussen. So

dienen sie zum Beispiel als Energielieferanten für den Wirt und die Schleimhautzellen. Darüber hinaus "docken" sie an bestimmten Rezeptoren stoffwechsellaktiver und enteroendokriner Zellen an, aktivieren die Synthese von Sättigungshormonen und erhöhen die Insulinsensitivität (**Übersicht 7**). Butyrat hat darüber hinaus offenbar auch antikanzerogene und antiinflammatorische Eigenschaften. Es wird vor allem von Bakterienarten aus dem Phylum *Firmicutes* (*Ruminococcus*, *Roseburia* ssp., *Eubacterium rectale*) sowie von *F. prausnitzii* gebildet (**Übersicht 4**).

Lösliche Ballaststoffe erfüllen offenbar auch eine weitere wichtige Funktion beim Schutz der Schleimhaut. Simpson und Campell (2015) umschreiben diesen Effekt mit dem Begriff „Contrabiotics“. Sie beobachteten in *in-vitro*-Studien mit menschlichen Mukosazellen, dass bestimmte lösliche Ballaststoffe aus Kochbananen das Andocken von invasiven *E. coli*-Bakterien hemmte. Diese besonders aggressiven *E. coli*-Bakterien spielen vermutlich eine Rolle bei der Entstehung chronisch entzündlicher Darmerkrankungen.

Einen ähnlichen Sachverhalt beschreiben Desai et al. (2016) aus einer Untersuchung an Labortieren (**Übersicht 8**, S. 364). Zunächst besiedelten sie keimfreie Mäuse mit humaner Mikrobiota. Danach erhielten die Tiere Futter, entweder mit oder ohne Ballaststoffen, und wurden mit einem pathogenen Keim infiziert. Es erkrankten nur die Mäuse, die keine Ballaststoffe aufgenommen hatten. Das Fehlen der Ballaststoffe führte offenbar zu einer Schwächung der Darmbarriere, in deren Folge die pathogenen Keime die Epithelzellen angreifen konnten.

Unlösliche Ballaststoffe

Getreideprodukte aus Vollkorn sind eine bedeutende Quelle für Ballaststoffe. Ihr Konsum beeinflusst die Mikrobiota positiv (Graf et al 2015). In einer klinischen Studie förderte der tägliche Verzehr von Vollkornprodukten in einem Zeitraum von acht Wochen das Wachstum von Bakterien der Gattung *Lachnospira*, die ebenfalls kurzkettige Fettsäuren bilden (Vanegas et al. 2017). Gleichzeitig waren proinflammatorisch wirkende *Enterobacteriaceae* vermindert. Im Vergleich zu den Probanden, die Weißmehlproduk-

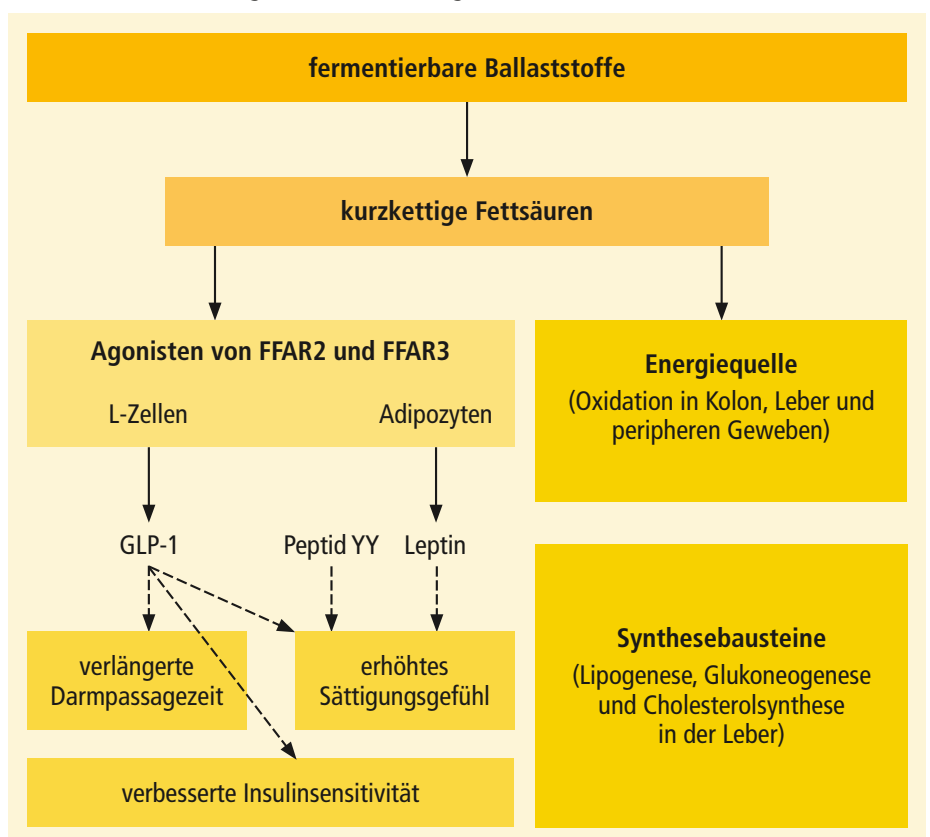
Übersicht 5: Bakterien – Eigenschaften und Wirkungen

Bezeichnung	Eigenschaften	Wirkungen
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	gilt als Probiotikum der Zukunft, umfasst etwa drei bis fünf Prozent der Mikrobiota bei Gesunden, erhöht regulatorische T-Zellen und antiinflammatorische Cytokine, bildet Butyrat, wirkt antiinflammatorisch	ist vermindert bei chronisch entzündlichen Darmerkrankungen; deshalb gelangen aggressive Bakterien nahe an die Schleimhaut und lösen entzündliche Reaktionen der Immunzellen aus
<i>Akkermansia muciniphila</i>	etwa drei Prozent der Mikrobiota bei Gesunden, lebt in und von der Schleimschicht, regt Schleimhautzellen zur Schleimbildung an, stärkt die Darmbarriere	ist vermindert bei Diabetes und Adipositas, dies fördert chronische Entzündungen und die Entstehung von Insulinresistenz
<i>Bifidobacterium wadsworthia</i>	ist Gallensäure-resistent, vermehrt sich bei hoher Aufnahme gesättigter Fettsäuren	wirkt proinflammatorisch

Übersicht 6: Vorkommen und Wirkungen von Ballaststoffen (nach Eswaran 2013)

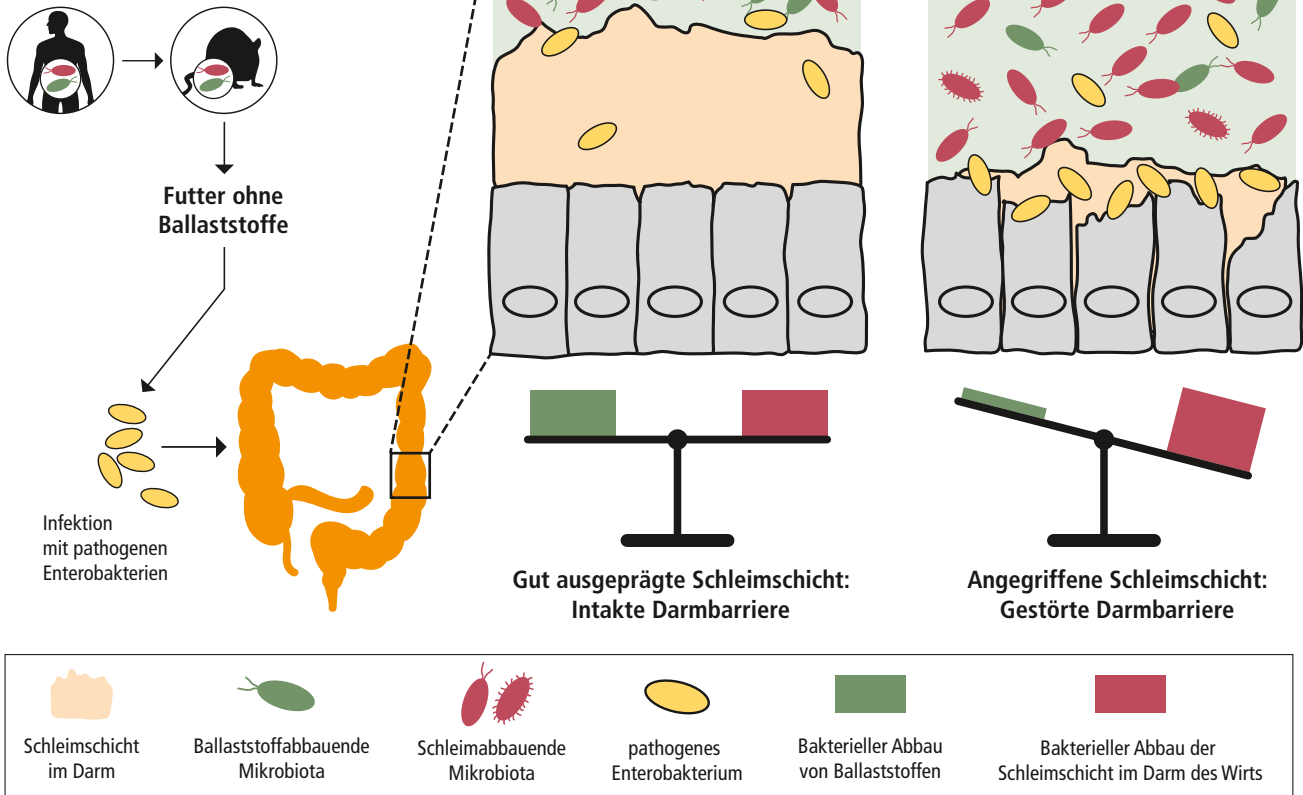
	Art der Ballaststoffe	Vorkommen	Wirkungen
Lösliche Ballaststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Pektine • Beta-Glukane • Samenschleime • Guar • einige Hemizellulosen • resistente Stärke 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemüse • Obst • Hafer • Flohsamenschalen • Guarkernmehl • gekochte Nudeln, Kartoffeln, Brot 	<ul style="list-style-type: none"> • hohe Wasserbindung im Dünndarm • Gelbbildung • Abbau durch Mikrobiota
Unlösliche Ballaststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Lignin • Zellulose • einige Hemizellulosen 	<ul style="list-style-type: none"> • Getreide • Nüsse • Samen • Hülsenfrüchte • Blatt- und Wurzelgemüse 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung des Stuhlvolumens • Anregung der Peristaltik • Verkürzung der Kolontranzitzeit

Übersicht 7: Rolle kurzkettiger Fettsäuren im Energiestoffwechsel des Wirtes (Blaut 2015b)



Übersicht 8: Schutzfunktion von Ballaststoffen im Darm (nach Desai et al. 2016)

Gentechnisch veränderte Mäuse mit definierter menschlicher Mikrobiota



te zu sich nehmen, hatten die Vollkornkonsumenten einen um 100 Kilokalorien höheren Grundumsatz pro Tag (Karl et al. 2017).

Leicht vergärbare Kohlenhydrate (FODMAPs)

Die Low-FODMAP-Diät wird häufig zur Linderung von Beschwerden beim Reizdarm-Syndrom empfohlen. Die „Erfinder“ dieser Diät testeten kürzlich deren Einfluss auf die Mikrobiota und stellten fest, dass Probanden nach drei Wochen Low-FODMAP-Diät im Vergleich zur typischen australischen Ernährungsweise eine geringere Gesamtzahl an Darmbakterien aufwiesen und der pH-Wert im Darm anstieg (Halmos et al. 2015). Beide Faktoren begünstigen die Ansiedlung pathogener Bakterienspezies im Darm. *Akkermansia muciniphila* war neben anderen Bakterienarten, die als gesundheitsförderlich gelten, nach der Low-FODMAP-Diät reduziert. Die Autoren zogen daraus den Schluss, dass ei-

ne Einschränkung der FODMAPs nur – wenn überhaupt – kurzfristig und unter Anleitung einer Ernährungsfachkraft erfolgen sollte.

Polyphenole

Ein weiterer Bestandteil pflanzlicher Lebensmittel mit Einfluss auf die Mikrobiota sind Polyphenole. Innerhalb der sekundären Pflanzenstoffe stellen Polyphenole die größte Gruppe dar (Übersicht 9). Vor allem die Untergruppen der Phenolsäuren und Flavonoide sind sehr heterogen und kommen in vielen Lebensmitteln vor. Flavonoide sind natürliche Farbstoffe, die Gemüse, Obst, Kräutern, Gewürzen, Nüssen, Samen und einigen Getränken wie Kaffee, Tee, Kakao und Wein die Farbe geben. Den Flavonoiden werden aufgrund ihrer antioxidativen, antikanzerogenen und antimikrobiellen Eigenschaften präventive Wirkungen auf den gesamten Organismus zugeschrieben, zum Beispiel im Hinblick auf Herz-Kreis-

lauf-Erkrankungen, Adipositas und Diabetes. Erstaunlich ist jedoch, dass ihre Bioverfügbarkeit lediglich fünf bis zehn Prozent beträgt. Das bedeutet aber umgekehrt, dass 90 bis 95 Prozent im Darm

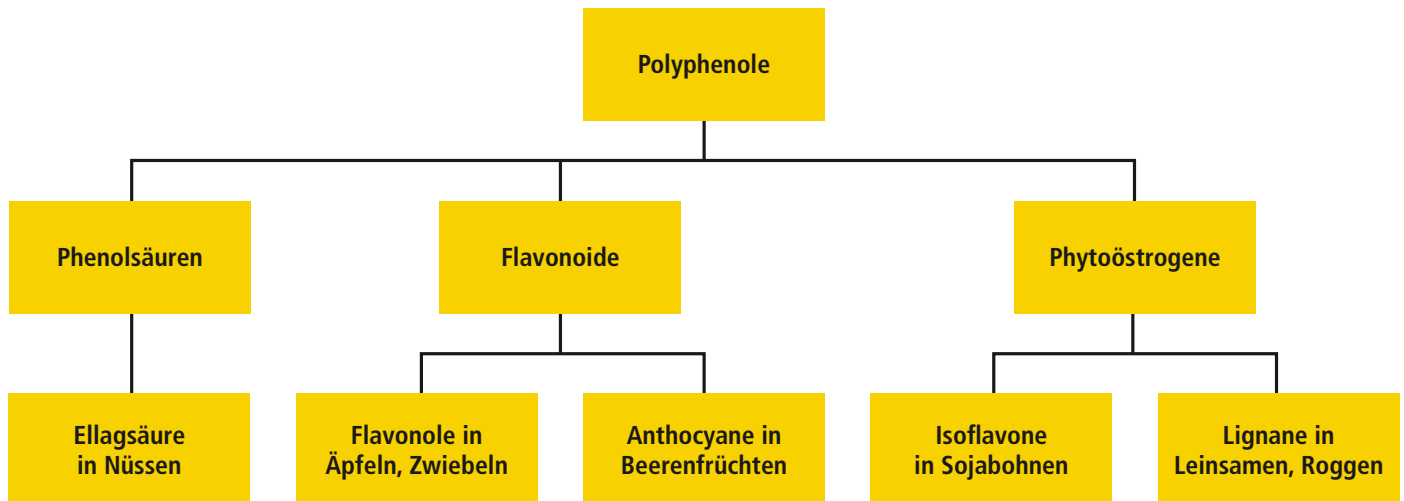
Definition

Prebiotika sind eine spezielle Untergruppe unverdaulicher Stoffe. Laut Definition handelt es sich um Substrate, die selektiv von solchen Mikroorganismen abgebaut werden, die einen gesundheitlichen Vorteil bringen (Gibson et al. 2017).

Während der Begriff früher nur unverdauliche Kohlenhydrate (v. a. Frukto- und Galaktooligosaccharide) einschloss, zählen heute auch phenolische Verbindungen und bestimmte Fettsäuren dazu.

Der Begriff „prebiotisch“ darf nur verwendet werden, wenn der gesundheitliche Nutzen nachgewiesen ist. Obwohl es international viele Belege für die Wirksamkeit von Prebiotika gibt, sind in der EU zurzeit keine Health Claims für Prebiotika zugelassen.

Übersicht 9: Einordnung von Polyphenolen (eigene Darstellung)



verbleiben (Ozidal et al. 2016). Klinische Studien geben erste Hinweise darauf, dass polyphenolreiche Früchte und Nüsse das Vorkommen vorteilhafter Bakterienarten in der Mikrobiota fördern (Graf et al. 2015; Duenas et al. 2015). In einer Placebo-kontrollierten Cross-over-Studie mit Probanden kam es nach dem Konsum von Blaubeersaft zu einem Anstieg von *Bifidobacterium longum* ssp. *infantis* im Stuhl (Guglielmetti et al. 2013).

Rotwein ist für seinen hohen Flavonoidgehalt und seine präventiven Wirkungen bekannt. Zhernakova et al. (2016) beobachteten eine positive Korrelation zwischen dem Konsum von Rotwein und dem Anteil an *Faecalibacterium prausnitzii*. Das Bakterium zählt zu den Butyrat-Produzenten und wirkt antiinflammatorisch.

In einem Experiment mit Labormäusen führte die Zugabe von Polyphenolen aus Weintrauben zu einer Hochfett-Diät zu einem dramatischen Anstieg von *Akkermansia muciniphila*, der die Darmbarriere stärkt und den Übertritt der proinflammatorischen Lipopolysaccharide in den Blutkreislauf hemmt. In der Folge sanken verschiedene Entzündungsmarker im Blut (z. B. TNF-Alpha und Interleukin 6). Die Glucosetoleranz verbesserte sich (Roopchand et al. 2015).

In der Fachwelt wird zunehmend diskutiert, ob der nachgewiesene präventive Effekt einer mediterranen Kost möglicherweise auch auf ihrem Einfluss auf die Mikrobiota beruht. Schließlich zeichnen sich einige typische mediterrane Lebensmittel wie Olivenöl, Gemüse und Kräuter durch ihren Reichtum an Polyphenolen aus. De Filippis et al. (2015) beobachteten eine po-

sitive Korrelation zwischen der regelmäßigen Aufnahme mediterraner Kost und dem Gehalt an kurzkettigen Fettsäuren im Stuhl.

Sauermilchprodukte

Die Fermentation ist eine der ältesten Verfahren zum Haltbarmachen von Lebensmitteln. Studien zeigen, dass Bakterienkulturen, die dafür verwendet werden, in der Mikrobiota vorkommen (Zhernakova et al. 2016). Von allen fermentierten Lebensmitteln besitzt Joghurt mit rund 10^6 bis 10^7 koloniebildenden Einheiten (KBE) je Gramm die höchste Bakteriendichte. Bereits 1907 propagierte der Mediziner und Nobelpreisträger Metchnikoff, dass regelmäßiger Joghurtkonsum die Gesundheit fördert. Über 100 Jahre später gibt es einige epidemiologische Studien, die diese Aussagen bestätigen.

In der italienischen Kohorte der EPIC-Studie war ein höherer Joghurtkonsum mit einem niedrigeren Risiko für die Entstehung von Dickdarmkrebs assoziiert (Pala et al. 2011). In einer länderübergreifenden Auswertung der Daten der EPIC-Studie korrelierte der Konsum fermentierter Molkeerzeugnisse (Käse, Joghurt, Dickmilch) invers mit dem Diabetesrisiko (Sluijs et al. 2012). Wurden Joghurt und Dickmilch separat betrachtet, ergab sich ein nicht signifikanter, aber ebenfalls inverser Trend.

Es gibt bisher wenige Studien, die die Wirkung herkömmlicher Milcherzeugnisse auf die Mikrobiota untersuchten. In einer klinischen Studie mit fünf (!) Probanden zeigten sich bei täglichem Verzehr von 250 Gramm Joghurt in einem Zeitraum von sechs Wochen leichte Veränderungen in der Mikro-

Definitionen

Laut Milcherzeugnisverordnung darf ein Produkt in Deutschland nur dann als **Joghurt** bezeichnet werden, wenn als Reifungskulturen überwiegend *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus bulgaricus* dienen. Bei **Joghurt mild** können andere Lactobacillen *Lactobacillus bulgaricus* ersetzen. Diese Starterkulturen wurden vornehmlich mit dem Ziel gezüchtet, die organoleptischen und sensorischen Eigenschaften des Produktes an den Verbrauchergeschmack anzupassen.

Bei **probiotischen Erzeugnissen** steht ein anderes Ziel im Fokus, nämlich die gesundheitlichen Effekte. Das setzt voraus, dass sich die Bakterien zumindest vorübergehend in der Mikrobiota ansiedeln können. Außerdem muss die Anzahl der Bakterien im Produkt hoch genug sein. Laut einer Analyse von Ouwehand (2017) ist der Effekt dosisabhängig. Vermutlich ist eine Mindestaufnahme von 10^9 Bakterien pro Tag notwendig; bei der therapeutischen Anwendung möglicherweise 10^{11} bis 10^{12} Bakterien pro Tag.

Probiotika sind laut Definition „lebende Mikroorganismen, die einen positiven Effekt auf die Gesundheit ausüben, wenn sie in ausreichender Menge aufgenommen werden“ (Hill 2014). In probiotischen Lebensmitteln kommen vor allem Lactobacillae und Bifidobacteriae vor. Der Begriff „probiotisch“ darf laut Definition nur verwendet werden, wenn der gesundheitliche Nutzen nachgewiesen ist.

Die hauptsächlichen Wirkungen probiotischer Bakterien sind (Hill et al. 2014):

- Verbesserung des Darmmilieus (Absenkung des pH-Werts)
- Kompetitive Hemmung pathogener Mikroorganismen
- Stärkung der Darmbarriere
- Verbesserung des Immunsystems

Obwohl es international viele Belege für die Wirksamkeit von Probiotika gibt, sind in der EU zurzeit keine Health-Claims für Probiotika zugelassen. Der Begriff „probiotisch“ darf ebenfalls nicht verwendet werden.

Übersicht 10: Leitlinien-basierte Empfehlungen für Probiotika

Leitlinie	Empfehlung	Empfohlene Stämme*	Quelle
Obstipation	Statement 9-1: „Probiotika können bei funktioneller chronischer Obstipation versucht werden. Sie können auch in der Schwangerschaft eingesetzt werden.“	<i>Bifidobacterium animalis ssp. lactis</i> DN-173 010 <i>Lactobacillus casei Shirota</i> <i>Escherichia coli</i> -Stamm Nissle 1917	Andresen et al. 2013
Reizdarm-Syndrom (RDS)	Statement 5-1-7: „Ausgewählte Probiotika können in der Behandlung des RDS eingesetzt werden, wobei die Wahl des Stammes nach der Symptomatik erfolgt.“	<i>B. infantis</i> 35624 <i>B. animalis ssp. lactis</i> DN-173010 <i>L. casei Shirota</i> <i>L. plantarum</i> <i>L. rhamnosus</i> GG <i>E. coli</i> Nissle 1917	Layer et al. 2011
ESPEN-Leitlinie Chronisch entzündliche Darmerkrankungen (CED)	Recommendation 14 A: Probiotic therapy using <i>E. coli</i> Nissle 1917 or VSL#3, but not necessarily other probiotics, can be considered for use in patients with mild to moderate ulcerative colitis for the induction of remission Recommendation 32 A: Probiotic therapy should be considered for the maintenance of remission in ulcerative colitis.	<i>E. coli</i> Nissle 1917 VSL#3	Forbes et al. 2017

*rot = in probiotischen Lebensmitteln enthaltene Stämme

biota (Lisko et al. 2017). Der Anteil an gram-negativen, oft pathogen wirkenden Proteobakterien sank; der Anteil an gram-positiven *Firmicutes* und *Actinobacteries* stieg.

Probiotische Erzeugnisse

Im Gegensatz zu herkömmlichen Molkeerzeugnissen sind probiotische Milcherzeugnisse besser untersucht. Zahlreiche Studien belegen die Wirksamkeit von Probiotika, etwa in der Prävention von Antibiotika-assoziierten Diarrhöen (Goldenberg et al. 2013, 2015) und Infektionen der oberen Atemwege (Hao et al. 2015) sowie in der Therapie der Obstipation und des Reizdarm-Syndroms (Didari et al. 2015). Diese Studienlage spiegelt sich als Empfehlung in einigen medizinischen Leitlinien wider, zum Beispiel in den deutschen Leitlinien Obstipation und Reizdarm-Syndrom und in der ESPEN-Leitlinie zu chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen (Übersicht 10, Ebner et al. 2014).

Beim Reizdarm-Syndrom können Probiotika Symptome wie Schmerzen oder Blähungen lindern (Enck et al. 2016). Ungeklärt ist noch, ob sie über eine Modulation der Mikrobiota oder des Immunsystems oder auf einem anderen Weg wirken. Da sich die Studienergebnisse zum Teil widersprechen, fordern die

Autoren der Leitlinien weitere randomisierte, Placebo-kontrollierte Studien. Im Rahmen der Ernährungstherapie sind Probiotika bei Patienten mit Obstipation und Reizdarm-Syndrom empfehlenswert. Die Reizdarm-Leitlinie rät, die Bakterienstämme entsprechend des dominanten Symptoms auszuwählen (Übersicht 10, 11). Der Patient sollte ein wenig Geduld mitbringen. In vielen Studien setzte der Effekt erst nach einer konsequenten Einnahme von zwei bis vier Wochen ein. Eine optimale Wirkung ist allerdings nur im Rahmen einer insgesamt darmgesunden Ernährung zu erwarten.

Mahlzeitenrhythmus

Offenbar beeinflusst nicht nur die Aufnahme bestimmter Nahrungsinhaltsstoffe die Mikrobiota, sondern auch der Mahlzeitenrhythmus. In einer Studie an Labortieren führten Störungen des natürlichen Tagesablaufs und der Mahlzeitenstruktur zu Veränderungen der Mikrobiota (Voigt et al. 2015). Die Autoren sehen einen Zusammenhang zu Gesundheitsstörungen, die mit Schichtarbeit und Reisen in verschiedenen Zeitzeonen einhergehen.

Übersicht 11: Evidenzgrade unterschiedlicher Probiotika-Stämme in Abhängigkeit des prädominanten RDS-Symptoms (Layer et al. 2011)

Probiotika-Stamm	RDS Schmerz-Bläh-Typ	RDS Schmerz-typ	RDS Obstipationstyp
<i>Bifidobacterium infantis</i> 35624	B		
<i>Bifidobacterium animalis ssp. lactis</i> DN-173010	B		C
<i>Lactobacillus casei Shirota</i>	B		B
<i>Lactobacillus plantarum</i>	C		
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG		B ¹	
<i>E. coli</i> Nissle 1917			C
Kombinationspräparate		C	

¹ Nur an Kindern gezeigt

Lebensmittelinfektionen

Lebensmittelinfektionen können über die akute Erkrankung hinaus längerfristige Folgen haben, die sich in der Mikrobiota manifestieren.

So besteht nach einer akuten Gastroenteritis ein etwa siebenfach erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines Reizdarm-Syndroms (Enck *et al.* 2016). In einer prospektiven, populationsbasierten Kohortenstudie entwickelte etwa jeder fünfte Patient nach einer *Campylobacter*-Infektion innerhalb von sechs Monaten ein Reizdarm-Syndrom (Nielsen *et al.* 2014). In einer weiteren prospektiven, populationsbasierten Kohortenstudie trat in einem Zeitraum von 15 Jahren nach einer Infektion mit *Salmonella* oder *Campylobacter* doppelt so häufig eine chronisch entzündliche Darmerkrankung auf wie bei Gesunden (Gradel *et al.* 2009).



Die Polyphenole aus farbigem Gemüse und Obst sind neben Ballaststoffen Nahrung für günstige Bakterien im Darm.

Mikrobiota in der Risikobewertung von Zusatzstoffen und generell allen Stoffen, die Menschen oral zu sich nehmen, berücksichtigt werden.

Ausblick

Die wissenschaftliche Datenlage zu den Einflüssen der Ernährung auf das Mikrobiom ist noch sehr lückenhaft. Sowohl die Mikrobiota als auch die Ernährung stellen äußerst komplexe Systeme dar. Vor allem die Komplexität der Ernährung wurde bisher nicht adäquat berücksichtigt. Interventionsstudien können nur dann aussagekräftige Ergebnisse liefern, wenn die Lebensbedingungen der Probanden und insbesondere die Ernährung während der Studienphase standardisiert sind. Deshalb ist ernährungswissenschaftliches Know-how für die weitere Erforschung der Zusammenhänge zwischen Ernährung und Mikrobiota unabdingbar. ■

>> Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnisse“ als kostenfreie pdf-Datei. <<

Übersicht 12: Ernährungsempfehlungen für eine gesunde Mikrobiota

Empfehlung	Praktische Umsetzung
Protektive Bakterien zuführen	täglich fermentierte Lebensmittel essen wie Joghurt, Probiotika, Ayran oder Kefir
Reichlich Ballaststoffe aufnehmen (= Nahrung für die günstigen Bakterien)	jede Mahlzeit mit Gemüse, Obst oder Vollkornprodukten planen
Bifidogene Polyphenole aufnehmen	reichlich buntes Gemüse, Obst, Kräuter und Gewürze wählen
Aggressive Bakterien meiden	auf gute Lebensmittelhygiene achten, vor allem bei rohem Geflügel, Fleisch, Fisch, Rohkost und Salat

Lebensmittelzusatzstoffe

Es gibt Hinweise, dass auch Zusatzstoffe mit der Mikrobiota interagieren, vor allem solche, die nicht resorbiert werden und im Darm verbleiben. Erste Untersuchungen zeigen, dass sich Zuckeralkohole möglicherweise positiv auswirken (Lenhart, Chey 2017), Süßstoffe dagegen negativ (Suez *et al.* 2014). Studien an Labortieren lassen vermuten, dass sich Emulgatoren, Verdickungsmittel und Nanopartikel auf die Mikrobiota auswirken und/oder die Darmbarriere schwächen (Mercier-Bonin *et al.* 2016; Chassaing *et al.* 2017). Da die bisherigen Untersuchungen an Mäusen und teilweise mit unrealistisch hohen Dosierungen durchgeführt wurden, lassen sich daraus keine klaren Aussagen oder Empfehlungen ableiten. Gleichwohl ist zu fordern, dass Interaktionen mit der

Ernährungsempfehlungen zur Förderung einer „gesunden“ Mikrobiota

Es ist davon auszugehen, dass (fast) alles, was Menschen essen und trinken, die Mikrobiota beeinflusst. Deswegen ist die Mikrobiota ein wichtiger Mitspieler auf dem Spielfeld von Ernährung und Gesundheit und ist mit zu bedenken. In der Ernährungstherapie lässt sich die Ernährung im Hinblick auf die Mikrobiota optimieren. Das ist nicht nur bei Patienten mit Darmerkrankungen sinnvoll, sondern auch bei Adipösen und Typ-2-Diabetikern (Brahe *et al.* 2016). So ist es empfehlenswert, täglich Sauermilchprodukte, täglich Ballaststoffe aus Vollkorn, Gemüse und Obst sowie buntes Gemüse, Obst, Kräuter und Gewürze zu sich zu nehmen (Übersicht 12).



DIE AUTORIN

Dr. Maïke Groeneveld ist Diplom-Oecotrophologin, Ernährungsberaterin VDOE mit eigener Praxis für Ernährungsberatung, außerdem Autorin und Dozentin.

Dr. Maïke Groeneveld
Kaiserstraße 99
53113 Bonn
mail@maïke-groeneveld.de
www.maïke-groeneveld.de