

Wissenschaftliche Einordnung

Ballaststoffe

Stand Juni 2026

Einleitung

Ballaststoffe stellen einen wesentlichen Bestandteil einer gesundheitsförderlichen Ernährung dar. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt in ihren Referenzwerten für Erwachsene eine tägliche Zufuhr von mindestens 30 g [1]. Auf Basis der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (Erhebungszeitraum November 2005 bis Januar 2007) werden diese Empfehlungen mit einer medianen Zufuhr an Ballaststoffen von 18 g/Tag bei Frauen und 19 g/Tag bei Männern nicht erreicht. Hierbei ist Brot die mit Abstand wichtigste Quelle für Ballaststoffe, gefolgt von Obst, Gemüse, Getreide und Backwaren (in absteigender Reihenfolge, konsistent für Frauen und Männer) [2, 3]. Aktuellere repräsentative Daten zur Ballaststoffzufuhr in Deutschland liegen nicht vor.

Mit steigender Ballaststoffzufuhr gehen vielfältige physiologische Wirkungen einher, die sich langfristig in einer Reduktion verschiedener Erkrankungsrisiken widerspiegeln. Obwohl das Fehlen von Ballaststoffen keine unmittelbaren Mangelsymptome auslöst, gilt eine niedrige Zufuhr als ein bedeutsamer Risikofaktor für ernährungsmitbedingte Erkrankungen [4], wie kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2, Adipositas und bestimmte Krebsarten, insbesondere Dickdarmkrebs [5-9].

Angaben zu Ballaststoffgehalten in Lebensmitteln werden üblicherweise in Nährstoffdatenbanken erfasst. Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS, <https://bldsdb.de/>) ist die nationale Nährstoffdatenbank Deutschlands und wird am Max Rubner-Institut (MRI) weiterentwickelt und gepflegt. Er stellt Nährstoffdaten, u. a. auch Ballaststoffgehalte, für aktuell über 7.000 Lebensmittel bereit. Mit der Veröffentlichung der Version 4.0 im Dezember 2025 wurde auch die Nährstoffgruppe der Ballaststoffe aktualisiert, um die Daten an die neuen wissenschaftlichen Definitionen anzugleichen. Dies war notwendig, um Ballaststoffdaten zu erhalten, die mit der Lebensmittelinformationsverordnung konform sind.

Hierfür wurden sukzessive Ballaststoffgehalte auf Basis analytischer Daten aktualisiert, die mit den von der Codex Alimentarius-Arbeitsgruppe empfohlenen Methoden der *Association of Official Analytical Collaboration* (AOAC) International gemessen wurden. Die neueren Methoden erfassen zusätzliche Ballaststofffraktionen, insbesondere die Fraktionen der niedermolekular-löslichen Ballaststoffe und resistenten Stärken. Infolgedessen werden in Nährstoffdatenbanken, einschließlich der BLS-Version 4.0, für Lebensmittel, deren Ballaststoffgehalt bereits nach der neuen Methode AOAC 2022.01 bestimmt wurde, nun in der Regel höhere Gesamtballaststoffgehalte ausgewiesen als bisher [10, 11]. Derzeit liegen im BLS 4.0 für circa 50 Lebensmittel analytisch bestimmte Ballaststoffdaten nach den neuen AOAC-Methoden vor, wobei der Schwerpunkt insbesondere auf Getreidemehlen und Pseudocerealien liegt. Auf Basis dieser analytischen Werte wurden zudem Ballaststoffgehalte für zahlreiche Lebensmittel rechnerisch abgeleitet (z. B. Rezepte von Backwaren). Insgesamt weisen aktuell über 2.000 Lebensmittel Ballaststoffgehalte gemäß der neuen Methodik auf, die auch als Standard für zukünftige Analyseprojekte im Rahmen des BLS etabliert wird. Die eingangs erwähnten Lebensmittelgruppen Brot, Getreide

und Backwaren sowie weitere ballaststoffreiche (u. a. auch getrocknete) Lebensmittel sind im BLS bereits weitgehend durch aktualisierte Werte abgedeckt. Parallel dazu wird fortlaufend nach Daten zu Ballaststoffgehalten auf Basis der neuen Methodik recherchiert, um die Datengrundlage des BLS kontinuierlich zu erweitern. Insbesondere für Obst und Gemüse besteht – ergänzend zu den bereits vorliegenden Daten zu Säften – weiterhin Bedarf zur Ergänzung durch Literaturdaten.

Aktuell befindet sich der BLS in einer Übergangsphase, bei der nach alter und neuer Methodik erhobene Daten nebeneinander vorliegen, was die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen aufgrund unterschiedlicher Datengrundlagen einschränken kann.

Zur besseren Einordnung der Änderungen der Ballaststoffgehalte im BLS 4.0 werden im Folgenden die verschiedenen Ballaststoffarten, die verwendeten Analysemethoden sowie die physiologischen Wirkungen von Ballaststoffen näher erläutert.

Definition und Vorkommen

Bereits 1883 beschrieb Max Rubner, auf Basis eigener Experimente, Weizenkleie als „Ballast für den Magen“ und prägte damit den Begriff „Ballaststoffe“ [12]. 1953 bezeichnete Hipsley mit dem Begriff „Nahrungsfasern“ (engl. „Dietary Fibre“) eine Gruppe von Nahrungsbestandteilen, die Teile der pflanzlichen Zellwand sind und nicht verdaut werden können [13]. Er verstand darunter pflanzliche „Fasern“ wie Zellulose und Hemizellulosen, einschließlich des Lignins. Trowell erweiterte 1976 den Begriff auf chemisch klar voneinander unterscheidbare, unverdauliche Bestandteile essbarer Pflanzen [14]. Trotz dieser Definition gab es immer wieder Diskussionen, welche Pflanzenbestandteile zur Gruppe der Ballaststoffe gehören sollen. Daher erfolgte eine Überarbeitung der Definition von Ballaststoffen, die auf internationaler Ebene durch die Codex Alimentarius-Kommission im Juni 2009 verabschiedet wurde. Die Codex-Definition [15] beschreibt Ballaststoffe als Kohlenhydratketten (Polymere), die aus 10 oder mehr Kettengliedern (Monomeren) bestehen und den menschlichen Dünndarm passieren können, ohne von endogenen Enzymen gespalten und anschließend resorbiert zu werden. Sie gehören zu einer der nachfolgenden Kategorien:

- Kohlenhydratpolymere, die in dem Lebensmittel in seiner essbaren Form natürlich vorkommen;
- Kohlenhydratpolymere, die aus Lebensmittelrohstoffen durch physikalische, enzymatische oder chemische Verfahren gewonnen wurden und einen physiologischen Gesundheitsnutzen haben, der den zuständigen Behörden gegenüber durch allgemein anerkannte wissenschaftliche Erkenntnisse belegt wurde;
- synthetische Kohlenhydratpolymere, die einen physiologischen Gesundheitsnutzen haben, der den zuständigen Behörden gegenüber durch allgemein anerkannte wissenschaftliche Erkenntnisse belegt wurde.

Die Definition des Codex Alimentarius legt darüber hinaus fest, dass zu den pflanzlichen Ballaststoffen Lignin und andere Begleitstoffe gehören können, wenn diese Stoffe in der pflanzlichen Zellwand eng mit den Polysacchariden assoziiert sind und mit den offiziellen Analysemethoden erfasst werden. Je nach regulatorischer bzw. analytischer Definition zählt Chitin, das u. a. in Pilzen und Insekten vorkommt, ebenfalls zu den Ballaststoffen. Die vorliegende wissenschaftliche Einordnung verwendet ausschließlich die Definition des Codex Alimentarius, in welcher Chitin nicht zu den Ballaststoffen gezählt wird [15].

In einer Fußnote zur Definition von Ballaststoffen der Codex Alimentarius-Kommission wurde nationalen Behörden freigestellt, auch Kohlenhydratpolymere aus nur drei bis neun Monomeren als Ballaststoffe einzustufen. Dies ermöglicht die Einbeziehung niedermolekularer, löslicher Ballaststoffe wie Frukto-Oligosacchariden (FOS).

Diese erweiterte Definition wurde in die EU-Verordnung Nr. 1169/2011 (Lebensmittelinformationsverordnung, [16]) überführt. Hier werden Ballaststoffe als Kohlenhydratpolymere

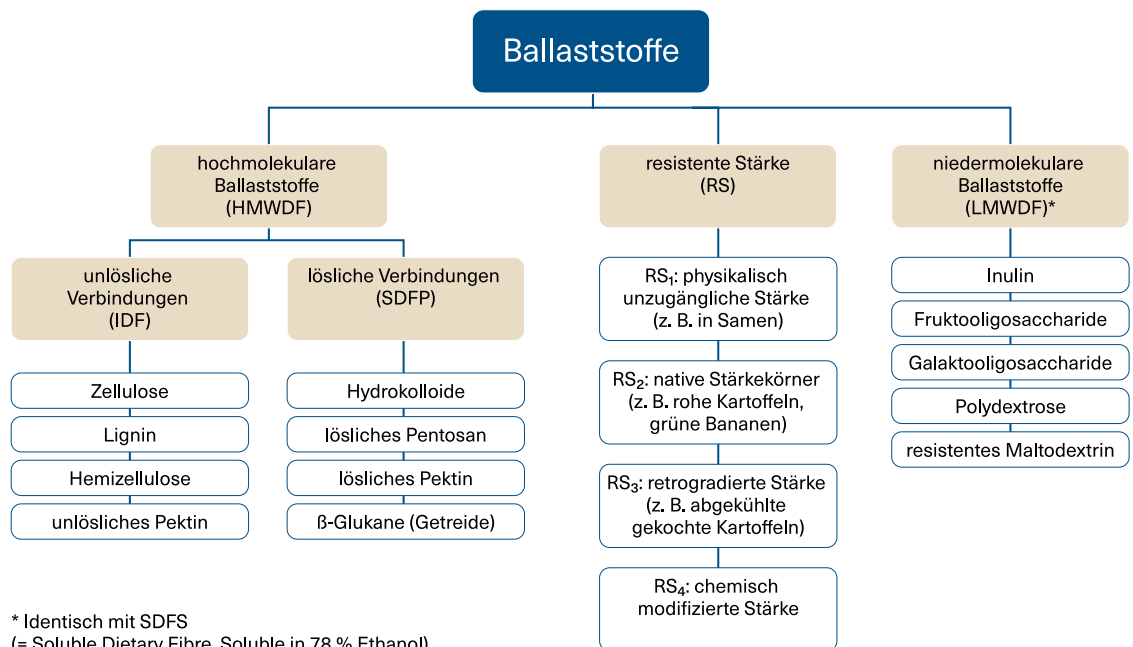
aus drei oder mehr Monomeren definiert, die im Dünndarm des Menschen weder verdaut noch absorbiert werden. Damit hat der europäische Gesetzgeber die Fußnotenregelung der Codex-Definition verbindlich auf einen Polymerisationsgrad $\geq$ drei ausgedehnt und niedermolekulare lösliche Ballaststoffe explizit in den Anwendungsbereich der Nährwertkennzeichnung einbezogen. Die DGE hat diese erweiterte Definition in ihren 2021 überarbeiteten Referenzwerten für Ballaststoffe übernommen [1].

Welche Ballaststoffuntergruppen gibt es?

In Ballaststoffen ist eine begrenzte Anzahl von Monosacchariden, wie Glukose, Galaktose, Mannose, Fruktose, Arabinose, Xylose, Rhamnose und Fukose, zu unterschiedlich komplexen Strukturen verknüpft (Primärstruktur), wodurch sich eine große Zahl möglicher Sekundär- (Wasserstoffbrückenbindungen innerhalb der Kette) und Tertiärstrukturen (im Raum angeordnete Sekundärstruktur) ergibt. Beispiele für unterschiedliche Sekundärstrukturen sind Mikrofibrillen, wie sie von Zellulose gebildet werden oder spiralförmige (helikale) Strukturen, wie im Falle von Pektin.

Wie in Abbildung 1 dargestellt, lassen sich Ballaststoffe je nach Molekulargewicht und Löslichkeit in verschiedene Kategorien unterteilen. Die hochmolekularen Ballaststoffe (*high molecular weight dietary fibre*, HMWDF) mit einem Polymerisationsgrad ≥ 10 können in wasserlösliche (*Soluble Dietary Fibre, Precipitated*, SDFP) und wasserunlösliche (*Insoluble Dietary Fibre*, IDF) hochmolekulare Ballaststoffe unterteilt werden. Resistente Stärke (RS) wird in bis zu vier verschiedenen Kategorien RS1 bis RS4 unterschieden. Die Kategorie der Ballaststoffe mit niedrigem Molekulargewicht (*low molecular weight dietary fibre*, LMWDF) enthält Kohlenhydrate mit Polymerisationsgraden von drei bis neun, die in 78 % Ethanol löslich sind und vom menschlichen Verdauungssystem nicht abgebaut werden können (*Soluble Dietary Fibre, Soluble in 78 % Ethanol*, SDFS). Aufgrund ihrer unterschiedlichen Struktur weisen Ballaststoffe unterschiedliche Eigenschaften auf, die letztlich zu verschiedenen physikalischen und physiologischen Wirkungen führen (vgl. Abschnitt zu Physiologischen Wirkungen der (unterschiedlichen) Ballaststoffe).

Abbildung 1: Differenzierung der Ballaststoffe nach Molekulargewicht und Löslichkeit Ballaststoffanalytik



Ballaststoffanalytik

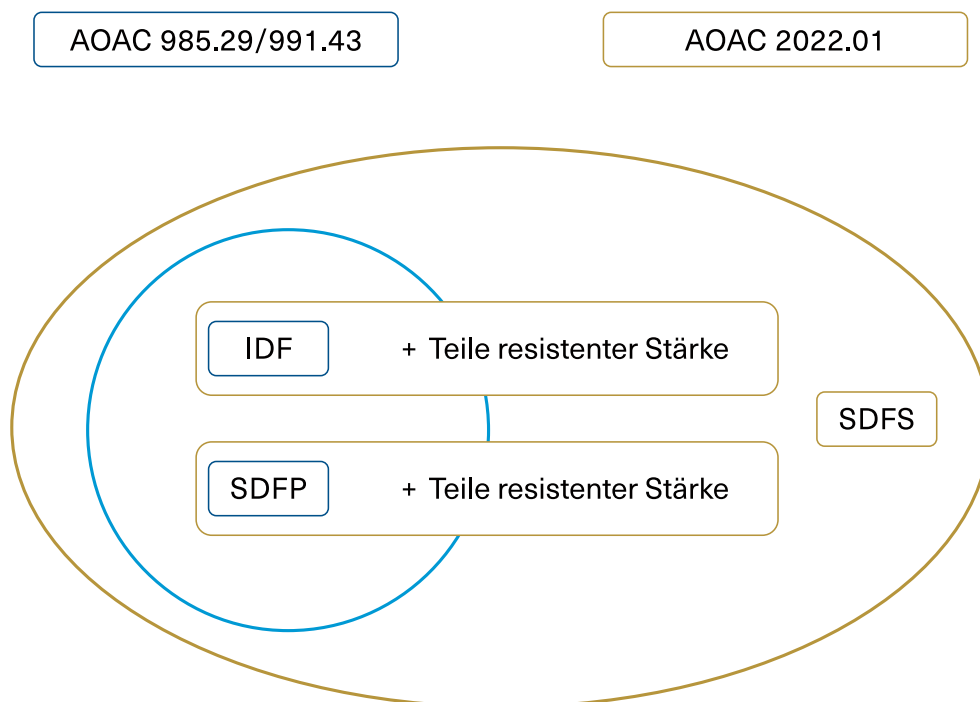
Der Gesamt-Ballaststoffgehalt ist die Summe der unlöslichen (IDF) und löslichen Ballaststoffe (SDFP und SDFS).

Die Ballaststoffdaten in der BLS-Version 3.02 wurden mit den AOAC-Methoden 985.29 und 991.43 [17, 18] bestimmt. Ab der BLS-Version 4.0 erfolgt, wie eingangs beschrieben, sukzessive die Umstellung auf Daten, die mit der AOAC-Methode 2022.01 [19] analysiert wurden. Für die Einordnung und Anwendung der im BLS enthaltenen Ballaststoffgehalte ist die Kenntnis der angewandten analytischen Methode erforderlich.

Die in der aktuellen Codex Alimentarius-Definition aufgeführten Ballaststoffe werden mit den beiden älteren Methoden AOAC 991.43 und 985.29 nicht korrekt erfasst. Für die resistente Stärke der Kategorien RS1 bis RS3 werden zu niedrige, für RS4 zu hohe Gehalte ermittelt. SDFS werden bei beiden älteren Methoden nicht berücksichtigt. Hinsichtlich IDF und SDFP unterscheiden sich die Ergebnisse der drei für den BLS angewandten Methoden nicht. Die aktuelle Methode AOAC 2022.01 ermöglicht die korrekte Bestimmung von IDF und SDFP einschließlich resistenter Stärken der Kategorien RS1 bis RS4 sowie von SDFS und erfasst damit sämtliche Ballaststoffe [20]. Somit ergeben sich mit der Methode AOAC 2022.01 im Vergleich zu den beiden älteren Methoden höhere Ballaststoffgehalte.

Das folgende Schaubild verdeutlicht, welche Ballaststoffe bei den beiden älteren Methoden AOAC-991.43 und 985.29 im Vergleich zu der neuesten AOAC-Methode 2022.01 berücksichtigt werden:

Abbildung 2: Darstellung der bei AOAC 985.29 /991.43 und AOAC 2022.01 bestimmten Ballaststoffe. IDF: Unlösliche Ballaststoffe; SDFP: Ausfällbare lösliche Ballaststoffe; SDFS: Lösliche Ballaststoffe, Ethanol-löslich.



Physiologische Wirkung der (unterschiedlichen) Ballaststoffe

Die gesundheitsförderlichen Effekte der Ballaststoffe beruhen nicht auf einem einzelnen Mechanismus, sondern auf dem Zusammenspiel verschiedener physiologischer Wirkungen entlang des Magen-Darm-Trakts sowie systemischer Stoffwechselprozesse. Dabei spielen insbesondere zwei Eigenschaften der Ballaststoffe eine entscheidende Rolle: die Wasserlöslichkeit und die Fermentierbarkeit, also das Maß, inwiefern Ballaststoffe durch Mikroorganismen im Darm, die sogenannte Mikrobiota, durch Fermentation abgebaut werden können. Werden unlösliche Ballaststoffe, wie z. B. Zellulose mit ausreichend Flüssigkeit verzehrt, quellen sie auf, erhöhen so das Stuhlvolumen, wirken anregend auf die Darmmotilität und erhöhen die Stuhlfrequenz [21]. Bei unzureichender Flüssigkeitszufuhr können diese Ballaststoffe allerdings auch zu gastrointestinalen Beschwerden wie Völlegefühl oder Verstopfung (Obstipation) führen. Bei sehr hohen Mengen kann zudem die Absorption einzelner Mineralstoffe geringfügig beeinträchtigt werden, was jedoch bei ausgewogener Ernährung in der Regel keine klinische Relevanz besitzt [22]. Zellulose ist durch die menschliche Darmmikrobiota kaum fermentierbar [23] und wirkt daher vor allem durch die beschriebenen physikalischen Eigenschaften.

Ein zentraler Wirkmechanismus betrifft die wasserlöslichen Ballaststoffe wie Pektine und β Glucane. Diese erhöhen bereits im Magen die Viskosität des Speisebreis (Chymus) und verzögern dadurch die Magenentleerung [24, 25]. Dieser Effekt setzt sich im Dünndarm fort und führt zu einer verlangsamten Durchmischung mit Verdauungsenzymen sowie zu einer verzögerten Absorption von Glukose und Lipiden [26]. In der Folge kommt es zu einer Abflachung postprandialer Blutzucker- und Insulinspitzen, was langfristig die Insulinsensitivität verbessert und mit einem geringeren Risiko für Diabetes mellitus Typ 2 assoziiert ist [22, 27]. Zusätzlich beeinflusst die verzögerte Magenentleerung das Sättigungsempfinden positiv. Ein früher einsetzendes und länger anhaltendes Sättigungsgefühl kann die Energieaufnahme reduzieren und somit zur Prävention von Übergewicht und Adipositas beitragen [24, 25, 28]. Parallel dazu können einige wasserlösliche Ballaststoffe, darunter die Pektine und β -Glucane, Gallensäuren im Dünndarm binden und deren Ausscheidung fördern. Die daraus resultierende gesteigerte *de-novo* Synthese von Gallensäuren in der Leber trägt zur Senkung des LDL-Cholesterols bei und reduziert somit kardiovaskuläre Risikofaktoren [29, 30].

Lösliche Ballaststoffe sind in den meisten Fällen durch die Darmmikrobiota gut fermentierbar, dienen dieser so einerseits als Nahrung und bieten in Form der durch die Fermentierung gebildeten Verbindungen eine Vielfalt physiologisch günstiger Wirkungen. Ein wesentlicher Anteil der Ballaststoffe wird zu den kurzkettigen Fettsäuren (*Short Chain Fatty Acids*, SCFA) Acetat, Propionat und Butyrat abgebaut. Diese dienen vor allem der Schleimhaut des Dickdarms als wichtige Energiequelle [31]. Ein Teil wird auch in den Blutkreislauf aufgenommen, wo die SCFA unter anderem entzündungshemmend wirken, den Lipidstoffwechsel modulieren und die Glukosehomöostase beeinflussen [32-37]. So kann die Darmmikrobiota über diese Abbauprodukte den systemischen Stoffwechsel beeinflussen.

Aus den unterschiedlichen chemischen Strukturen der Ballaststoffe ergeben sich diverse mikrobielle Abbauewege. Eine vielfältige Ernährung mit verschiedenen pflanzlichen Lebensmitteln ist in der Regel mit der Aufnahme unterschiedlicher Ballaststoffe sowie einer hohen ökologischen Vielfalt der Darmmikrobiota assoziiert [38]. Eine einseitige Ernährung mit wenig unterschiedlichen Ballaststoffen führt hingegen zu einer reduzierten Vielfalt der Mikrobiota [39]. Fehlen fermentierbare Ballaststoffe in der Ernährung, führt dies zu einer deutlich reduzierten Produktion der SCFA. Stattdessen greift die Mikrobiota vermehrt auf andere Nahrungsquellen wie Proteine zurück. Bei der Fermentation von Proteinen entstehen verzweigte kurzkettige Fettsäuren (*Branched Chain Fatty Acids*, BCFA), sowie schwefel- und stickstoffhaltige Verbindungen wie Schwefelwasserstoff und Ammoniak, die unter anderem toxisch auf das Darmgewebe wirken können [31]. Im Hinblick auf die Prävention von Krebserkrankungen wie dem Kolonkarzinom zeigen Butyrat und die anderen SCFA allgemein eine positive Wirkung, wobei noch weitere Mechanismen eine Rolle spielen. Eine nicht zu lange Transitzeit, in Verbindung mit einer

ausreichend hohen Stuhlfrequenz, reduzieren die Exposition gegenüber karzinogenen Substanzen. Zu letzteren gehört unter anderem der bei der Proteinferrmentation gebildete Schwefelwasserstoff. Auf der anderen Seite wurde für Butyrat eine protektive Wirkung gegenüber Darmkrebs und Entzündungsreaktionen nachgewiesen [8, 31, 40].

Die Fermentierbarkeit von Ballaststoffen hängt unter anderem von der Kettenlänge der Moleküle ab. Niedermolekulare Ballaststoffe wie FOS zeichnen sich durch eine besonders schnelle und intensive SCFA-Produktion aus. Die bei der Fermentation als Nebenprodukt entstehenden Gase (vor allem Wasserstoff und Kohlendioxid) können bei zu starker Produktion jedoch nicht mehr effektiv über den Blutkreislauf abgeführt oder von der Mikrobiota weiterverwendet werden. Hierin liegt die wesentliche Ursache für Völlegefühl und Blähungen, die häufig als negative Nebenwirkungen von ballaststoffreicher Ernährung wahrgenommen werden [24, 39-41]. Die Darmmikrobiota kann sich an eine erhöhte Zufuhr fermentierbarer Ballaststoffe allerdings anpassen, wodurch ein Gewöhnungseffekt eintritt und unerwünschte Effekte mit der Zeit abnehmen [40, 42].

Eine Sonderstellung nehmen resistente Stärken ein. Sie werden im Dickdarm bevorzugt zu Butyrat fermentiert, welches als wichtigste Energiequelle für die Zellen der Dickdarmschleimhaut dient und eine entscheidende Rolle für die Integrität der Darmbarriere spielt. Eine intakte Darmbarriere verhindert den Übertritt entzündungsfördernder Substanzen in den Kreislauf und mindert somit systemische Entzündungsprozesse [43, 44]. Auch resistente Stärke kann bei hoher Zufuhr zu gastrointestinalen Beschwerden führen, diese sind jedoch meist weniger ausgeprägt als bei schnell fermentierbaren Oligosacchariden.

Neben den Eigenschaften der Ballaststoffe an sich ist auch die Zusammensetzung und die Matrix von ballaststoffreichen Lebensmitteln von großer Bedeutung. So sind ballaststoffreiche Lebensmittel oftmals ebenfalls reich an sekundären Pflanzenstoffen wie beispielsweise Carotinoiden und Polyphenolen [26]. Außerdem treten gesundheitliche Effekte in der Regel als Kombination der physiologischen Einzelwirkungen von Ballaststoffen, sekundären Pflanzenstoffen und anderen Nahrungsbestandteilen auf [45].

Eine abwechslungsreiche Zufuhr unterschiedlicher pflanzlicher Lebensmittel ist somit ausdrücklich empfehlenswert, was sich so auch in den nationalen Ernährungsempfehlungen widerspiegelt [1, 5]. Der Richtwert für die Ballaststoffzufuhr von mindestens 30 g/Tag [1, 41] basiert primär auf den beobachteten positiven Effekten in der Prävention chronischer Erkrankungen. Dabei wird physiologisch nicht strikt zwischen nieder- und hochmolekularen Ballaststoffen unterschieden. Entscheidend ist vielmehr die Gesamtzufuhr sowie die daraus resultierenden Effekte im Organismus. Da auch niedermolekulare Ballaststoffe sowie resistente Stärke relevante physiologische Wirkungen entfalten, können sie grundsätzlich zur Deckung des Richtwertes beitragen. Die Evidenz der derzeitigen Zufuhrempfehlung von 30 g/Tag basiert auf einer Studienlage, in der Ballaststoffgehalte anhand der älteren AOAC-Methoden analysiert wurden.

Fazit

Ballaststoffe sind ein wesentlicher Bestandteil einer gesundheitsförderlichen Ernährung, werden jedoch in Deutschland auf Basis der verfügbaren repräsentativen Verzehrdaten im Median unterhalb der empfohlenen Zufuhrmengen aufgenommen. Durch die Anwendung der AOAC Methode 2022.01 werden zusätzliche Ballaststofffraktionen erfasst, wodurch in der BLS Version 4.0 für zahlreiche Lebensmittel höhere Ballaststoffgehalte ausgewiesen werden, ohne dass sich deren tatsächliche Zusammensetzung verändert hat. Da insbesondere ballaststoffrelevante Lebensmittelgruppen wie Brot, Getreide und Backwaren bereits umfassend aktualisiert wurden, haben diese Änderungen eine erhebliche Auswirkung auf die Ballaststoffdaten im BLS.

Die vollständige analytische Erfassung der Ballaststoffe ist wichtig, da diese vielfältige Wirkungen im menschlichen Organismus entfalten, die stark von ihren strukturellen Eigenschaften wie Löslichkeit und Fermentierbarkeit abhängen. Dabei tragen sowohl hochmolekulare als auch niedermolekulare Ballaststoffe einschließlich resistenter Stärken mit unterschiedlichen Effekten zur Gesundheit bei. Somit ist nicht nur die Gesamtzufuhr an Ballaststoffen, sondern auch die Vielfalt ballaststoffreicher Lebensmittel entscheidend für den gesundheitsförderlichen Effekt. Vor diesem Hintergrund schließt sich das MRI den geltenden Empfehlungen für eine abwechslungsreiche, pflanzenbetonte Ernährung an. Aktuell fehlen Daten dazu, ob ein erleichtertes Erreichen der empfohlenen Zufuhrmenge durch mit der AOAC-Methode 2022.01 miterfasste niedermolekulare, schnell fermentierbare Ballaststoffe tatsächlich mit denselben langfristigen gesundheitlichen Vorteilen verbunden ist oder ob eine Anpassung der Empfehlungen erforderlich ist, um eine optimale physiologische Wirkung sicherzustellen.

Abkürzungsverzeichnis

AOAC	Association of Official Analytical Collaboration
BCFA	Verzweigt-kettige Fettsäuren (Branched Chain Fatty Acids)
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
FOS	Frukto-Oligosaccharide
HMWDF	Hochmolekulare Ballaststoffe (High Molecular Weight Dietary Fibre)
IDF	Unlösliche Ballaststoffe (Insoluble Dietary Fibre)
LMWDF	Niedermolekulare Ballaststoffe (Low Molecular Weight Dietary Fibre)
MRI	Max Rubner-Institut
RS	Resistente Stärke
SCFA	Kurzkettige Fettsäuren (Short Chain Fatty Acids)
SDFP	Ausfällbare lösliche Ballaststoffe (Soluble Dietary Fibre, Precipitated)
SDFS	Lösliche Ballaststoffe, Ethanol-löslich (Soluble Dietary Fibre, Soluble in 78 % Ethanol)

Literaturverzeichnis

1. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr.* 3. Auflage, Bonn, 2025
2. *Max Rubner-Institut: Nationale Verzehrsstudie II - Ergebnisbericht Teil 2, 2008, Internet:* https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVSII_Abschlussbericht_Teil_2.pdf (accessed 12.06.2026)
3. *Krems C, Walter C, Heuer T, Hoffmann I: Lebensmittelverzehr und Nährstoffzufuhr – Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie II. In: 12. Ernährungsbericht 2012. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V., Bonn, 2012, Internet:* https://www.dge.de/fileadmin/dok/wissenschaft/ernaehrungsberichte/12eb/12.Ern%C3%A4hrungsbericht_2012_20121125.pdf (accessed 12.06.2026)
4. *GBD 2021 Risk Factors Collaborators: Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet* 403 (10440), 2162-2203, 2024, doi: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4
5. *Reynolds A, Mann J, Cummings J, Winter N, Mete E, Te Morenga L: Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. The Lancet* 393 (10170), 434-445, 2019, doi: 10.1016/S0140-6736(18)31809-9
6. *Riccardi G, Costabile G: Carbohydrate quality is key for a healthy and sustainable diet. Nature Reviews Endocrinology* 15 (5), 257-258, 2019, doi: 10.1038/s41574-019-0190-x
7. *Veronese N, Solmi M, Caruso MG, Giannelli G, Osella AR, Evangelou E, Maggi S, Fontana L, Stubbs B, Tzoulaki I: Dietary fiber and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. The American Journal of Clinical Nutrition* 107 (3), 436-444, 2018, doi: 10.1093/ajcn/nqx082
8. *World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research: Diet, Nutrition, Physical. Activity and Cancer: a Global Perspective. A summary of the Third Expert Report, 2018, Internet:* <https://www.wcrf.org/wp-content/uploads/2024/11/Summary-of-Third-Expert-Report-2018.pdf> (accessed 12.06.2026)
9. *Aune D, Chan DSM, Lau R, Vieira R, Greenwood DC, Kampman E, Norat T: Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. British Medical Journal* 343, d6617, 2011, doi: 10.1136/bmj.d6617
10. *Tobaruela EC, Santos AO, Almeida-Muradian LB, Araujo EDS, Lajolo FM, Menezes EW: Application of dietary fiber method AOAC 2011.25 in fruit and comparison with AOAC 991.43 method. Food Chemistry* 238, 87-93, 2018, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.12.068
11. *Pferdmenges LE, Lohmayer R, Frommherz L, Brühl L, Hüsken A, Mayer-Miebach E, Meinhardt AK, Ostermeyer U, Sciurba E, Zentgraf H, Schröter A, Begemann J, Schmidt M: Overview of the nutrient composition of selected milling products from rye, spelt and wheat in Germany. Journal of Food Composition and Analysis* 140, 2025, doi: 10.1016/j.jfca.2025.107275
12. *Rubner M: Die Verdaulichkeit von Weizenbrot. Archiv für Anatomie und Physiologie / Physiologische Abteilung, 61-92, 1916*
13. *Hipsley EH: Dietary "Fibre" and Pregnancy Toxaemia. British Medical Journal* 2 (4833), 420-422, 1953, doi: 10.1136/bmj.2.4833.420
14. *Trowell H, Southgate DAT, Wolever TMS, Leeds AR, Gassull MA, Jenkins DJA: Dietary Fibre Redefined. The Lancet* 307 (7966), 967, 1976, doi: 10.1016/S0140-6736(76)92750-1
15. *Food and Agriculture Organization of the United Nations: Guidelines on Nutrition Labelling CXG 2-1985; Adopted in 1985. Revised in 1993 and 2011. Amended in 2003, 2006, 2009, 2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2017, 2021 and 2024. 2024, Internet:* https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B2-1985%252FCXG_002e.pdf

16. *Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union: Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2011 betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1924/2006 und (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Richtlinie 87/250/EWG der Kommission, der Richtlinie 90/496/EWG des Rates, der Richtlinie 1999/10/EG der Kommission, der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2002/67/EG und 2008/5/EG der Kommission und der Verordnung (EG) Nr. 608/2004 der Kommission. 2011, Internet: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169> (accessed 12.06.2026)*
17. *AOAC International: Official Methods of Analysis. 2020*
18. *Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz BfJ: Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. September 2021 (BGBl. I S. 4253), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist., 2005, Internet: <https://www.gesetze-im-internet.de/lfgb/> (accessed 18.05.2026)*
19. *Latimer GW: Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. AOAC Publications, New York, 22nd Edition, 2023, doi: 10.1093/9780197610145.001.0001*
20. *McCleary BV: Measurement of Dietary Fiber: Which AOAC Official Method of Analysis to Use. Journal of AOAC INTERNATIONAL 106 (4), 917-930, 2023, doi: 10.1093/jaoacint/qsad051*
21. *Dahl WJ, Stewart ML: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health Implications of Dietary Fiber. Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics 115 (11), 1861-1870, 2015, doi: 10.1016/j.jand.2015.09.003*
22. *Weickert MO, Pfeiffer AFH: Impact of Dietary Fiber Consumption on Insulin Resistance and the Prevention of Type 2 Diabetes. The Journal of Nutrition 148 (1), 7-12, 2018, doi: 10.1093/jn/nxx008*
23. *Hamaker BR, Tuncil YE: A perspective on the complexity of dietary fiber structures and their potential effect on the gut microbiota. Journal of Molecular Biology 426 (23), 3838-3850, 2014, doi: 10.1016/j.jmb.2014.07.028*
24. *Clark MJ, Slavin JL: The Effect of Fiber on Satiety and Food Intake: A Systematic Review. Journal of the American College of Nutrition 32 (3), 200-211, 2013, doi: 10.1080/07315724.2013.791194*
25. *Wanders AJ, van den Borne JJGC, de Graaf C, Hulshof T, Jonathan MC, Kristensen M, Mars M, Schols HA, Feskens EJM: Effects of dietary fibre on subjective appetite, energy intake and body weight: a systematic review of randomized controlled trials. Obesity Reviews 12 (9), 724-739, 2011, doi: 10.1111/j.1467-789X.2011.00895.x*
26. *Williams BA, Grant LJ, Gidley MJ, Mikkelsen D: Gut Fermentation of Dietary Fibres: Physico-Chemistry of Plant Cell Walls and Implications for Health. International Journal of Molecular Sciences 18 (10), 2017, doi: 10.3390/ijms18102203*
27. *Lu K, Yu T, Cao X, Xia H, Wang S, Sun G, Chen L, Liao W: Effect of viscous soluble dietary fiber on glucose and lipid metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis on randomized clinical trials. Frontiers in Nutrition 10, 1253312, 2023, doi: 10.3389/fnut.2023.1253312*
28. *Jovanovski E, Mazhar N, Komishon A, Khayyat R, Li D, Blanco Mejia S, Khan T, L Jenkins A, Smircic-Duvnjak L, Sievenpiper JL, Vuksan V: Can dietary viscous fiber affect body weight independently of an energy-restrictive diet? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. The American Journal of Clinical Nutrition 111 (2), 471-485, 2020, doi: 10.1093/ajcn/nqz292*

29. *Ho HVT, Sievenpiper JL, Zurbau A, Mejia SB, Jovanovski E, Au-Yeung F, Jenkins AL, Vuksan V:* A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials of the effect of barley β -glucan on LDL-C, non-HDL-C and apoB for cardiovascular disease risk reduction. *European Journal of Clinical Nutrition* 70 (11), 1239-1245, 2016, doi: 10.1038/ejcn.2016.89
30. *Whitehead A, Beck EJ, Tosh S, Wolever TMS:* Cholesterol-lowering effects of oat β -glucan: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition* 100 (6), 1413-1421, 2014, doi: 10.3945/ajcn.114.086108
31. *Macfarlane GT, Macfarlane S:* Bacteria, Colonic Fermentation, and Gastrointestinal Health. *Journal of AOAC INTERNATIONAL* 95 (1), 50-60, 2012, doi: 10.5740/jaoacint.SGE_Macfarlane
32. *Koh A, De Vadder F, Kovatcheva-Datchary P, Bäckhed F:* From Dietary Fiber to Host Physiology: Short-Chain Fatty Acids as Key Bacterial Metabolites. *Cell* 165 (6), 1332-1345, 2016, doi: 10.1016/j.cell.2016.05.041
33. *Fan Y, Pedersen O:* Gut microbiota in human metabolic health and disease. *Nature Reviews Microbiology* 19 (1), 55-71, 2021, doi: 10.1038/s41579-020-0433-9
34. *den Besten G, van Eunen K, Groen AK, Venema K, Reijngoud D-J, Bakker BM:* The role of short-chain fatty acids in the interplay between diet, gut microbiota, and host energy metabolism. *Journal of Lipid Research* 54 (9), 2325-2340, 2013, doi: 10.1194/jlr.R036012
35. *Chambers ES, Viardot A, Psichas A, Morrison DJ, Murphy KG, Zac-Varghese SEK, MacDougall K, Preston T, Tedford C, Finlayson GS, Blundell JE, Bell JD, Thomas EL, Mt-Isa S, Ashby D, Gibson GR, Kolida S, Dhillon WS, Bloom SR, Morley W, Clegg S, Frost G:* Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut* 64 (11), 1744-1754, 2015, doi: 10.1136/gutjnl-2014-307913
36. *Chambers ES, Byrne CS, Morrison DJ, Murphy KG, Preston T, Tedford C, Garcia-Perez I, Fountana S, Serrano-Contreras JJ, Holmes E, Reynolds CJ, Roberts JF, Boyton RJ, Altmann DM, McDonald JAK, Marchesi JR, Akbar AN, Riddell NE, Wallis GA, Frost GS:* Dietary supplementation with inulin-propionate ester or inulin improves insulin sensitivity in adults with overweight and obesity with distinct effects on the gut microbiota, plasma metabolome and systemic inflammatory responses: a randomised cross-over trial. *Gut* 68 (8), 1430, 2019, doi: 10.1136/gutjnl-2019-318424
37. *Canfora EE, Jocken JW, Blaak EE:* Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity. *Nature Reviews Endocrinology* 11 (10), 577-591, 2015, doi: 10.1038/nrendo.2015.128
38. *McDonald D, Hyde E, Debelius JW, Morton JT, Gonzalez A, Ackermann G, Aksenov AA, Behsaz B, Brennan C, Chen Y, DeRight Goldasich L, Dorrestein PC, Dunn RR, Fahimipour AK, Gaffney J, Gilbert JA, Gogul G, Green JL, Hugenholtz P, Humphrey G, Huttenhower C, Jackson MA, Janssen S, Jeste DV, Jiang L, Kelley ST, Knights D, Kosciulek T, Ladau J, Leach J, Marotz C, Meleshko D, Melnik AV, Metcalf JL, Mohimani H, Montassier E, Navas-Molina J, Nguyen TT, Peddada S, Pevzner P, Pollard KS, Rahnavard G, Robbins-Pianka A, Sangwan N, Shorenstein J, Smarr L, Song SJ, Spector T, Swafford AD, Thackray VG, Thompson LR, Tripathi A, Vazquez-Baeza Y, Vrbanc A, Wischmeyer P, Wolfe E, Zhu Q, American Gut C, Knight R:* American Gut: an Open Platform for Citizen Science Microbiome Research. *mSystems* 3 (3), 2018, doi: 10.1128/mSystems.00031-18
39. *Vinelli V, Biscotti P, Martini D, Del Bo C, Marino M, Merono T, Nikoloudaki O, Calabrese FM, Turrone S, Taverniti V, Union Caballero A, Andres-Lacueva C, Porrini M, Gobbetti M, De Angelis M, Brigidi P, Pinart M, Nimptsch K, Guglielmetti S, Riso P:* Effects of Dietary Fibers on Short-Chain Fatty Acids and Gut Microbiota Composition in Healthy Adults: A Systematic Review. *Nutrients* 14 (13), 2022, doi: 10.3390/nu14132559
40. *Mutuyemungu E, Singh M, Liu S, Rose DJ:* Intestinal gas production by the gut microbiota: A review. *Journal of Functional Foods* 100, 2023, doi: 10.1016/j.jff.2022.105367

41. *EFSA Panel on Dietetic Products N, and Allergies (NDA): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre.* EFSA Journal 8 (3), 2010, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1462
42. *Scott KP, Gratz SW, Sheridan PO, Flint HJ, Duncan SH: The influence of diet on the gut microbiota.* Pharmacological Research 69 (1), 52-60, 2013, doi: 10.1016/j.phrs.2012.10.020
43. *Louis P, Flint HJ: Formation of propionate and butyrate by the human colonic microbiota.* Environmental Microbiology 19 (1), 29-41, 2017, doi: 10.1111/1462-2920.13589
44. *Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F: The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease.* Cell Host & Microbe 23 (6), 705-715, 2018, doi: 10.1016/j.chom.2018.05.012
45. *Tuohy KM, Conterno L, Gasperotti M, Viola R: Up-regulating the human intestinal microbiome using whole plant foods, polyphenols, and/or fiber.* Journal of Agricultural and Food Chemistry 60 (36), 8776-8782, 2012, doi: 10.1021/jf2053959

Max Rubner-Institut

Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Haid-und-Neu-Straße 9 · 76131 Karlsruhe

mri.bund.de

DOI: 10.25826/20260615-135325-0