



Was steckt hinter der Matrix von Milch und Milchprodukten und deren Wirkung auf die Gesundheit?

Der Internationale Milchwirtschaftsverband (International Dairy Federation, IDF) hat 2023 eine Reihe von Merkblättern herausgegeben, in denen das aktuelle Wissen über die gesundheitlichen Auswirkungen der Matrix verschiedener Milchprodukte zusammengefasst ist.

Im Mittelpunkt der Ernährungsforschung stehen nicht mehr nur einzelne Nährstoffe, sondern zunehmend die Wirkungen aller Inhaltsstoffe eines Lebensmittels und deren Wechselwirkungen untereinander. Darüber hinaus weisen neue Erkenntnisse darauf hin, dass die Wirkung aller Inhaltsstoffe eines Lebensmittels zusätzlich noch von der Struktur des Lebensmittels beeinflusst wird. Alles zusammen wird als Matrixeffekt bezeichnet. Denn die Menschen konsumieren die Nährstoffe als Teil eines Lebensmittels und diese meist als Teil einer Mahlzeit und nicht isoliert. Daher wird in der aktuellen Ernährungsforschung zunehmend der Zusammenhang zwischen ganzen Lebensmitteln und Ernährungsmustern und der Gesundheit untersucht, wobei die Funktion der Matrix zunehmend an Bedeutung gewinnt. Es wurde erkannt, dass sich die Lebensmittelmatrix direkt auf die Prozesse der Verdauung und der Absorption der Inhaltstoffe im Magen-Darm-Trakt auswirkt und so die gesamten Ernährungs- und Gesundheitseffekte von Lebensmitteln beeinflusst.

Milch ist eine natürliche Emulsion aus Fetttröpfchen, die in einer wässrigen Phase suspendiert sind, sowie aus Proteinen und zahlreichen Vitaminen und Mineralstoffen.

Die physikalische Struktur von Milchprodukten variiert von der flüssigen Milch über die gelartige Struktur von Joghurt bis hin zur festen Matrix von Käse mit verschiedenen Zwischenstufen. Diese Strukturen der Milcherzeugnisse, ihre Bestandteile von Nährstoffen und nicht nährenden Stoffen (z. B. Farbstoffen, Aromastoffen, Ballaststoffen, sekundäre Pflanzenstoffe) und die Wechselwirkungen zwischen all diesen Komponenten werden als Milchmatrix bezeichnet.

Milch und Milchprodukte sind ausgezeichnete Nährstoffquellen, vor allem von Kalzium und den Vitaminen B₂ und B₁₂, sie liefern hochwertiges Eiweiß, eine Vielzahl an Fettsäuren, darunter auch zwei essentielle, und sind reich an Kalium, Magnesium und Jod. Sie sind aber auch Quellen von gesättigten Fettsäuren und Natrium, welche üblicherweise mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit in Verbindung gebracht werden. Entgegen den Erwartungen beeinflussen Milch und Milchprodukte die Gesundheit nicht negativ, was dem Matrixeffekt zugeschrieben wird, der eben über die Wirkung der einzelnen Bestandteile hinausgeht.

Matrixeffekt von Milch

Leider werden für wissenschaftliche Studien, insbesondere für epidemiologische Erhebungen, die Milchprodukte meist in Gruppen zusammengefasst, was wenig Schlüsse auf die Einzelmatrix zulässt. Einige wenige Ergebnisse können aber durchaus den Einfluss der Matrix aufzeigen, wie zum Beispiel die Studie von Engel et al., 2018, die berichtet, dass sich der Konsum von Vollmilch im Vergleich zu fettfreier Milch nicht negativ auf die Körperfette auswirkt. Dies lässt den Schluss zu, dass die in der Milchmatrix eingebetteten gesättigten Fette die Gesundheit nicht anders zu beeinflussen scheinen als fettarme Milch. Im Fall des Prädiabetesrisikos zeigt die Vollmilchvariante sogar eine schützende Wirkung, wogegen für fettarme Milchprodukte ein neutraler Zusammenhang festgestellt wurde. Obschon beim Milchkonsum hohe Mengen an Kohlenhydraten (Laktose) zugeführt werden, führt die Matrix zu einer kontrollierten Magenentleerung und Zuckerabsorption und erhöht die Insulinfreisetzung, was die glykämische Reaktion begrenzt (Shkemi & Huppertz, 2023).

Auch scheint ein umgekehrter Zusammenhang zwischen dem Gesamtmilchkonsum und der Entwicklung des Metabolischen Syndroms sowie von Bluthochdruck und Schlaganfällen zu bestehen. Auch hier führen die Autoren diese Wirkung auf die Matrix der Milch zurück. Als dafür verantwortlich postulieren sie insbesondere die Wechselwirkung zwischen Kalzium, Phosphor, Kalium, bioaktiven Peptiden und der Milchkügelchenmembran (MFGM) (Torres-Gonzalez & Rice Bradley, 2023).

Es sind jedoch weitere Forschungsarbeiten nötig, um die gesundheitlichen Auswirkungen der verschiedenen Milchsorten, insbesondere mit unterschiedlichem Fettgehalt, zu verstehen und mehr über die dahinterstehenden Mechanismen zu erfahren.

Matrixeffekt von Joghurt

Joghurt wird durch Milchsäuregärung hergestellt, vorwiegend mit den zwei lebenden Bakterienstämmen *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. Während der Säuerung bilden Proteine ein gelartiges Netzwerk aus, das mit Fettkügelchen, Mineralstoffen, Bakterien und Fermentationsprodukten wie Peptiden durchsetzt ist. Je nach Verfahren und Zutaten bei der Herstellung entstehen unterschiedliche Typen von Joghurt (z. B. stichfest, gerührt, Trinkjoghurt), die sich in den Eigenschaften der Matrix unterscheiden (Farag et al., 2022).

Die Joghurtmatrix beeinflusst die Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit der Nährstoffe, was sich wiederum auf die physiologischen Reaktionen und die Gesundheit auswirkt. Systematische Übersichten und Meta-Analysen prospektiver Kohortenstudien zeigen entweder keine oder positive Einflüsse des Konsums von Joghurt auf die kardiovaskuläre und metabolische Gesundheit und eine Risikoreduktion für Typ-2-Diabetes (T2D).

Zudem profitieren Menschen mit regelmässigem Joghurtkonsum von einer deutlichen Risikominderung für Bluthochdruck und für die Entwicklung von Übergewicht oder Fettleibigkeit (Buendia et al., 2018, Feng et al., 2022). Verschiedene mögliche Mechanismen werden zu diesen günstigen Auswirkungen von Joghurt auf T2D, Bluthochdruck und Adipositas/Übergewicht diskutiert. Zum einen könnte die verbesserte Bioverfügbarkeit von Kalzium durch die Fermentation die Lipogenese verringern und gleichzeitig die Lipolyse erhöhen (Perna, 2019), was zu einer geringeren Fettaufnahme führt (Astrup & Lorenzen, 2011). Gleichzeitig wird die Bildung von Kalziumseifen im Darm gefördert, was die Fettausscheidung erhöht.

Zum anderen werden durch den Fermentationsprozess im Joghurt bioaktive Peptide gebildet, die eine blutdrucksenkende Wirkung entwickeln (Rubak et al., 2020), was zusätzlich durch typische Nährstoffe des Joghurts wie Kalzium und Magne-



sium verstärkt werden kann (Kim et al., 2012). Weiter bewirkt die Pufferkapazität der Joghurtmatrix, dass die bakterielle Laktase die Magen-Darm-Passage überlebt, was den Abbau der Laktose im terminalen Ileum und im Dickdarm ermöglicht und damit die Symptomatik bei Laktoseintoleranten zu verhindern vermag (Savaiano, 2014).

Matrixeffekt von Käse

Der Begriff «Käsematrix» umfasst die einzigartige Struktur von Käse, seine Nährstoffe und nicht nährenden Komponenten und die Art und Weise, wie diese Elemente zusammenwirken (Feeney et al., 2021). Die Milchproteine im Käse bilden feste Netzwerke, in und zwischen denen Fette, Mineralstoffe (z. B. Kalzium, Phosphor, Magnesium), Vitamine, Bakterien und Peptide eingebettet sind. Die Milchlipide liegen in Form von MilCHFettkügelchen vor, die von einer dreischichtigen Struktur, der MilCHFettkügelchenmembran (MFGM), umgeben sind, die viele bioaktive Komponenten enthält (Lopez et al., 2015). Faktoren wie der Käseherstellungsprozess und die Reifung beeinflussen das Zusammenspiel dieser Elemente und prägen die unterschiedlichen Strukturen und Texturen, aber auch die Nährstoffgehalte der verschiedenen Käsesorten (Fox et al., 1996). Diese Unterschiede wirken sich auf die Nährstoffverdauung, die Nährstoffaufnahme und die möglichen gesundheitlichen Effekte des Käsekonsums aus.

Obwohl Käse wegen seines hohen Fettgehaltes, der zudem mehrheitlich aus gesättigten Fettsäuren besteht, und wegen eines oft recht hohen Salzgehaltes einen schlechten Ruf hat bezüglich

kardiovaskulärer Risiken, zeigen umfangreiche aktuelle Übersichtsarbeiten und Meta-Analysen, dass Käsekonsum das Risiko von kardiovaskulären Ereignissen, Schlaganfällen und der Gesamtmortalität senkt (Zhang et al., 2023). In randomisierten kontrollierten Studien konnte gezeigt werden, dass dieser Effekt eher durch die Käsematrix als durch einzelne Nährstoffe verursacht wird (Feeney et al., 2018). Eine hohe Natriumaufnahme wird mit einer Beeinträchtigung der Gefäßfunktion, einschliesslich der endothelabhängigen Dilatation (EDD), und als Folge von Bluthochdruck in Verbindung gebracht. Sowohl epidemiologische Studien als auch eine kürzlich durchgeführte Interventionsstudie haben gezeigt, dass bei Konsumentinnen und Konsumenten von Käse trotz seines hohen Natriumgehalts die EDD erhalten und der Blutdruck gesenkt werden kann (Giosuè et al., 2022, Alba et al., 2020).

Die Mechanismen, die die von den Erwartungen abweichende biologische Wirkung von Käse erklären können, sind vielfältig. Dazu gehören eine verminderte Fettverdauung aufgrund der physikalischen Struktur des Käses (z. B. Härte, Kohäsion des Käses), Kalzium und Fettsäuren, welche unlösliche Seifen bilden und die fäkale Fettsäureausscheidung verbessern, polare Lipide in der MFGM, die die postprandialen Blutfettwerte positiv beeinflussen können, und das Vorhandensein von Milchsäurebakterien und anderen bioaktiven Substanzen, die zusätzlich zur kardiometabolischen Schutzfunktion von Käse beitragen (Timon et al., 2020).

Für die positive Wirkung von Käse auf die Knochengesundheit werden vor allem die verbesserte Nährstoffaufnahme und neben den hohen Gehalten an Kalzium auch Vitamin K₂ genannt. Aber auch die Bakterienflora von Käse und ihr positiver Einfluss auf das Darmmikrobiom können indirekt zur Knochengesundheit beitragen, indem der Käse Darmentzündungen hemmt, den Knochenabbau bremst und gleichzeitig den Knochenaufbau stimuliert (Geiker et al., 2020). Es scheint, dass das Potential der verschiedenen Käsesorten unterschiedlich ist und Frischkäse und Quark das Risiko für Knochenschwund wirksamer vermindern können als gereifter Käse.

Als Kandidaten für die positive Wirkung auf die Zahngesundheit werden vor allem die Stimulierung des Speichelflusses, die Hemmung der Plaque-Bakterien, die puffernde Wirkung und damit die Neutralisierung der Plaque-Säuren als Mechanismen vorgeschlagen. Dazu kommt die Verringerung der Demineralisierung und Förderung der Remineralisierung des Zahnschmelzes durch die Freisetzung von hohen Mengen an Kalzium und Phosphat beim Kauen von Käse.

Schlussfolgerungen

Grosse Übersichtsarbeiten (Giosuè et al., 2022) weisen darauf hin, dass der Konsum von Milch und Milchprodukten die kardiovaskuläre Gesundheit nicht gefährdet und eher die Art des Lebensmittels (Käse, Joghurt, Milch) und nicht der Fettgehalt die Auswirkungen bestimmt. Milch wirkt sich weder positiv noch negativ aus, während fermentierte Milchprodukte wie Joghurt und Käse einen schützenden Effekt vor kardiovaskulären Ereignissen haben und das Gesamtmortalitätsrisiko senken.

Die positive Wirkung von Milch und Milchprodukten auf die Knochengesundheit ist allgemein anerkannt und wird auf deren hohen Gehalt an Kalzium zurückgeführt. Studien, die die Wirkung von Kalzium aus verschiedenen Matrices untersucht haben, zeigen, dass Kalzium, aufgenommen über Milch, den Verlust der Knochendichte bei postmenopausalen Frauen signifikant senken kann. Die Tatsache, dass ein Sojagetränk, dem dieselbe Menge Kalzium zugegeben wurde, den Verlust nicht in derselben Weise zu vermindern vermochte, zeigt, dass die Wirkung der Lebensmittelmatrix auf die Knochengesundheit über den Kalziumgehalt hinausgeht (Gui et al., 2012). Dafür können einerseits antinutritive Faktoren, die oft in pflanzlichen Lebensmitteln vorkommen, verantwortlich sein, andererseits auch die einzigartige molekulare Struktur (die Kalziumphosphat-Nanocluster der Kaseinmizellen), in der das Kalzium in der Milch vorliegt (Shkempi & Huppertz, 2023, Lenton et al., 2015). Dies wird durch die Erkenntnis erhärtet, dass ein Sojagetränk mit Kalziumzusatz nicht die gleiche Mineralisierungswirkung auf den Zahnschmelz hat wie Milch (Shen et al., 2019).

Dank dieser Erkenntnisse verlagert sich mit der Weiterentwicklung der nationalen Ernährungsrichtlinien der Schwerpunkt der Empfehlungen für die Nahrungsaufnahme von den vorhergesagten Wirkungen einzelner Nährstoffe zunehmend auf einen ganzheitlicheren Ansatz.



Autorin

Barbara Walther Ph. D.

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF)
Agroscope

