

IDF-Merkblatt 43/2025

Von der Proteinwende zur Umstellung der Lebensmittelsysteme:

Die ganzheitliche Rolle der Milchwirtschaft in nachhaltigen Lebensmittelsystemen

Zusammenfassung

- Der so genannten „Proteinwende“ mangelt es bisher noch an einer einheitlichen Definition, denn sie ist geprägt von einer Vielzahl unterschiedlicher Interessen und Werte der Beteiligten. Im Allgemeinen ist damit die Verlagerung von tierischen Proteinquellen zu Proteinen alternativer Herkunft gemeint.
- Die „Proteinwende“ mit ihrer ausschließlichen Fokussierung auf Eiweiß birgt die Gefahr unbeabsichtigter Konsequenzen für die Gesundheit, einschließlich eines Mangels an Mikronährstoffen.
- Eine Erweiterung des engen Fokus auf die „Proteinwende“ hin zu ganzheitlichen Lebensmittelsystemen ist notwendig, um die ernährungswissenschaftliche, ökologische, wirtschaftliche und soziale Dimension zu integrieren und somit eine nachhaltige gesunde Ernährung zu unterstützen.
- Die Milchwirtschaft trägt zu nachhaltigen Lebensmittelsystemen bei, indem sie lebenswichtige und erschwingliche Nährstoffe liefert, die Existenzgrundlage im ländlichen Raum sichert, das kulturelle Erbe bewahrt und die Umweltauswirkungen durch innovative landwirtschaftliche Praktiken reduziert.

Ursprünge und Entwicklung des Paradigmas der „Proteinwende“

Für den Begriff „Proteinwende“ gibt es keine einheitliche Definition und er wird von verschiedenen Interessengruppen unterschiedlich verstanden (Pyett et al., 2023). Duluins und Baret (2024) führten eine systematische Bewertung von Studien durch, die zwischen 2011 und 2022 veröffentlicht wurden, um die Bedeutung des Begriffs „Proteinwende“ zu erforschen. Aus dem Artikel geht hervor, dass die meisten Menschen unter „Proteinwende“ eine Umstellung von einer Ernährung, die reich an tierischen Proteinen ist, hin zu einer Ernährung verstehen, die reich an Proteinen alternativen Ursprungs ist. Es zeigte sich jedoch, dass die Ansichten über die Definition von „Proteinwende“ voneinander abwichen. Während die einen die Verringerung der Gesamtproteinaufnahme verstanden, meinten die anderen den Ersatz von tierischen Proteinen durch alternative Quellen. Zu den alternativen Proteinen gehörten Proteinquellen aus Pflanzen, Algen, Pilzen, Insekten und einzelligen Proteinen. Das Augenmerk auf Protein ist nicht neu. Von den frühen 1950er bis zu den frühen 1970er Jahren galt die Eiweißmangelernährung bei Kindern als das drängendste globale Problem für die allgemeine Gesundheit. Im Jahr 1974 jedoch sahen viele die sogenannte „Eiweißlücke“ als übertrieben an (LeBlanc, 2023) und erkannten, dass es weltweit keinen Eiweißmangel gibt (Fletcher et al., 2024), sondern dass ein Mangel an Mikronährstoffen ein viel größeres Problem darstellt (Smith et al., 2021).

Die erneute Fokussierung auf Eiweiß ergibt sich aus der steigenden Nachfrage nach Eiweiß und der Besorgnis über ein mögliches Eiweißdefizit bei einer wachsenden Weltbevölkerung. Dies hat die Aufmerksamkeit auf die Ermittlung einer nachhaltigen Proteinversorgung erhöht. Das Konzept der „Proteinwende“ entstand als Reaktion auf die Umweltbelastungen, die mit den derzeitigen Produktions- und Konsummustern von Lebensmitteln, insbesondere von Lebensmitteln tierischen Ursprungs verbunden sind (Fouillet et al., 2023).

Dieses Dokument ist eine Übersetzung des IDF-Factsheets N° 43/2025 vom Verband der Deutschen Milchwirtschaft e.V. Nur die englische Originalversion wurde von der IDF genehmigt.

Das durchschnittliche Verhältnis von tierischen zu pflanzlichen Proteinen (A:P) in der Ernährung liegt in Ländern mit hohem Einkommen bei etwa 60:40 (Drewnowski & Hooker, 2025). Während einige Länder eine pflanzliche Ernährung unter Einbeziehung von Lebensmitteln tierischen Ursprungs stark favorisieren, werden in vielen Ländern mit hohem Einkommen spezifische Ziele zur Verringerung des A:P-Proteinverhältnisses gefördert. So hat beispielsweise der Gesundheitsrat der Niederlande ein A:P-Proteinverhältnis von 40:60 vorgeschlagen. Das soll - ähnlich wie beim flämischen Green Deal Protein Shift (Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food, 2024) - von der niederländischen Regierung in Erwägung gezogen werden, ohne auf die potenziellen Kompromisse bei den essenziellen Nährstoffen hinzuweisen (Gesundheitsrat der Niederlande, 2023). Auch in Deutschland, Schweden, Norwegen und dem Vereinigten Königreich (Safe Food Advocacy Europe, 2020) sowie in anderen einkommensstarken Ländern wie Kanada werden Anstrengungen zur Förderung einer pflanzlichen Ernährung unternommen. Auf globaler Ebene hat die EAT-Lancet Planetary Health Diet ein A:P-Proteinverhältnis von etwa 30:70 vorgeschlagen, wobei der Großteil des Nahrungsproteins aus Getreide, Hackfrüchten, Hülsenfrüchten, Nüssen und Samen stammen soll (Willett et al. 2019). Dieses Ernährungsmodell wurde jedoch in Frage gestellt, weil es nicht in der Lage ist, eine angemessene Nährstoffzufuhr für verschiedene Bevölkerungsgruppen und Lebensphasen zu gewährleisten (Beal et al., 2023).

Welche Auswirkungen hat die „Proteinwende“?

Das Konzept der „Proteinwende“ hat bei einigen Regierungen, Forschern, Medien und der Zivilgesellschaft große Aufmerksamkeit erregt. Es wurde begonnen, die Ernährungsrichtlinien zu beeinflussen, was in einigen Ländern zu politischen Empfehlungen zur Reduktion von Lebensmitteln tierischen Ursprungs zugunsten von Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs oder pflanzlichen Proteinen führte.

Während die Absicht hinter der „Proteinwende“ hauptsächlich darin besteht, die Auswirkungen auf die Umwelt zu mindern, wird oft nicht das gesamte Spektrum der Vorteile auf Gesundheit und Ernährung, einschließlich der Aufnahme essenzieller Aminosäuren, der Bioverfügbarkeit von Mikronährstoffen und die allgemeine Angemessenheit der Ernährung in verschiedenen Bevölkerungsgruppen bewertet. Stanton (2024) zeigte auf, wie eine drastische Verringerung des Verzehrs von Lebensmitteln tierischen Ursprungs, wie sie viele pflanzliche Ernährungsformen mit sich bringen, den bereits vorherrschenden Mangel an Mikronährstoffen und Proteinen verschlimmern könnte. Dieses Problem wird häufig übersehen, insbesondere in Ländern mit hohem Einkommen, in denen die „Proteinwende“ am meisten gefördert wird. Es ist zwar wichtig, die gravierenden Ernährungsprobleme in Ländern mit niedrigem Einkommen anzugehen, doch ebenso wichtig ist es, die weit verbreiteten Nährstoffmängel in Ländern mit hohem Einkommen zu betonen. Darüber hinaus ist die „Proteinwende“ auch in anderen Regionen ungeeignet, in denen die Ernährung besonders unzureichend ist und bereits eine unzureichende Zufuhr von tierischem Eiweiß besteht (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2018a). Der Rahmen lässt auch die gefährdeten Bevölkerungsgruppen außer Acht, darunter Kinder, Schwangere und ältere Erwachsene, die einen höheren Nährstoffbedarf haben.

Einfaches Ersetzen von Milchprotein durch pflanzliches Protein kann zu einer geringeren Gesamtproteinqualität führen (Witard et al., 2025). Die Proteinqualität ist ein entscheidender Faktor für die Kalorieneffizienz. Qualitativ minderwertige Proteine, in der Regel aus pflanzlichen Quellen, bieten weniger essenzielle Aminosäuren pro Kalorie und sind weniger verdaulich (Phillips, 2017; Van Vliet et al.,

2015). Die Deckung des Aminosäurebedarfs mit diesen Proteinen erfordert oft eine größere Aufnahme von Gesamtprotein und damit mehr Nahrung, was zu Makronährstoffungleichgewichten führen kann oder eine erhöhte Nahrungsaufnahme und damit mehr Kalorien erfordert. Dies hat Auswirkungen auf die Energiebilanz, insbesondere bei Diäten, die darauf abzielen, die magere Masse zu erhalten oder das Gewicht zu kontrollieren (Moughan et al., 2024).

Die wichtigste Herausforderung, die mit der „Proteinwende“ angegangen werden soll, ist die Verringerung des ökologischen Fußabdrucks von Proteinproduktion und -verbrauch (Duluins und Baret, 2024). Der derzeitige Ansatz, der sich auf die Reduktion tierischen Proteins konzentriert, scheint jedoch nicht die gewünschten Ergebnisse zu bringen. In einer europäischen Studie, in der die Substitution tierischen Proteins durch pflanzliches Protein in einem kreislaforientierten Lebensmittelsystem modelliert wurde, stellten Simon et al. (2024) beispielsweise fest, dass die deutlichsten Reduzierungen der Landnutzung und der Treibhausgasemissionen nicht durch eine Änderung des Proteinverhältnisses erreicht wurden, sondern durch die Optimierung von Ernährungsmustern, Anbaumethoden wie die verstärkte Produktion von Hülsenfrüchten und der Tierhaltung, z. B. durch die Herstellung von Milchprodukten aus dem Upcycling von ungenießbarer Biomasse wie Gras und Nebenerzeugnissen. Darüber hinaus zeigten Huppertz et al. (2025), dass die Verringerung der Milchproduktion die Umweltwirkung nicht signifikant beeinflusste, jedoch die Preise erhöhte. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Produkte, die erforderlich sind, um die in Folge einer Beendigung der Milchproduktion entstehenden Nährstofflücken zu schließen, vergleichbare Umweltauswirkungen haben, aber teurer sind.

Die ganzheitliche Darstellung: von der „Proteinwende“ zur Wende im Lebensmittelsystem

Protein ist ein lebenswichtiger Makronährstoff für die menschliche Gesundheit, aber wenn man die Ernährung auf einen einzigen Nährstoff reduziert, übersieht man die Vielfalt der Eiweißquellen und ihre komplexen Wechselwirkungen mit der Nahrung (Witard et al., 2025). Diese reduktionistische Sichtweise übersieht sowohl die Synergie zwischen den Nährstoffen – die als Lebensmittelmatrix bekannt sind und die Gesundheitsergebnisse erheblich beeinflussen (Weaver & Givens, 2025) – als auch die Tatsache, dass Proteinquellen mehr bieten als Protein allein.

Anstatt sich nur auf den Ersatz oder die Reduktion tierischen Eiweißes zu konzentrieren, würden die künftige Gesundheit und das Wohlbefinden der Weltbevölkerung von einer ganzheitlichen Umstellung der Lebensmittelsysteme, die die verschiedenen unten beschriebenen Säulen ausbalanciert und lokalen Kontexten und Bedürfnissen Rechnung trägt, profitieren.

Die FAO definiert ein nachhaltiges Lebensmittelsystem als ein Lebensmittelsystem, das Ernährungssicherheit und Ernährung für alle in einer Weise bietet, dass die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Grundlagen für die Erzeugung von Ernährungssicherheit und Ernährung für künftige Generationen nicht beeinträchtigt werden (FAO, 2018b). Unter dieser Definition ergibt sich das Konzept der nachhaltigen gesunden Ernährung (siehe Box 1).

Eine erfolgreiche Umstellung des Lebensmittelsystems muss alle vier Säulen integrieren – Ernährung und Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft und Soziales – und sich nicht nur auf Proteinquellen konzentrieren. Die Förderung einer abwechslungsreichen Ernährung, die sowohl nährstoffreiche tierische als auch pflanzliche Lebensmittel enthält, kann zu besseren Gesundheitsergebnissen führen, da sie den wesentlichen Nährstoffbedarf für ein gesundes Wachstum, eine gesunde Entwicklung und ein gesundes

Altern in den sensiblen Phasen des Lebenszyklus deckt und gleichzeitig die Ziele der Nachhaltigkeit fördert (Beal et al., 2024).

BOX 1

Nach Angaben der FAO und der Weltgesundheitsorganisation (2019) sind nachhaltige gesunde Ernährungsmuster, die alle Dimensionen der Gesundheit und des Wohlbefindens des Einzelnen fördern, die die Umwelt wenig belasten, die zugänglich, erschwinglich, sicher und gerecht sind und die kulturell akzeptabel sind. Ziel einer nachhaltigen gesunden Ernährung ist es, ein optimales Wachstum und eine optimale Entwicklung aller Menschen zu erreichen und die Funktionsfähigkeit sowie das körperliche, geistige und soziale Wohlbefinden in allen Lebensphasen für heutige und künftige Generationen zu fördern. Und zur Verhinderung aller Formen von Fehlernährung (d. h. Unterernährung, Mikronährstoffmangel, Übergewicht und Adipositas) beizutragen, das Risiko ernährungsbedingter, nicht übertragbarer Krankheiten zu verringern und die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Gesundheit des Planeten zu unterstützen. Eine nachhaltige, gesunde Ernährung muss alle Dimensionen der Nachhaltigkeit berücksichtigen, um unbeabsichtigte Folgen zu vermeiden. Darüber hinaus hat die FAO im Einklang mit dem Ziel Nummer zwei der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung einen neuen Indikator für gesunde Ernährung definiert, nämlich den Mindestfaktor für die Ernährungsvielfalt (FAO, 2025). Dieser Rahmen empfiehlt zehn wesentliche Lebensmittelgruppen, um den Hunger zu überwinden und eine ausreichende Nährstoffzufuhr zu gewährleisten. Zu diesen zählen auch Milchprodukte. Dieser ganzheitliche Ansatz erkennt die Rolle tierischer Lebensmittel als ein Teil einer vielfältigen und nahrhaften Ernährung.

Die Rolle der Milchwirtschaft in nachhaltigen Lebensmittelsystemen

→ Ernährung und Gesundheit

Milchprodukte sind ein wichtiger Bestandteil einer ausgewogenen Ernährung, da sie hochwertiges Protein und die Bioverfügbarkeit von wichtigen Nährstoffen wie Kalzium, den Vitaminen B2 und B12 sowie Jod aufweisen. Sie sind außerdem reich an Magnesium, Kalium und verschiedenen Fettsäuren (FAO, 2013). Milchprodukte bieten eine hohe Bioverfügbarkeit und Absorption von Nährstoffen und der Ersatz von Milchprodukten durch pflanzliche Lebensmittel kann die Nährstoffaufnahme beeinträchtigen, was zu einem möglichen Mangel an Kalzium und Vitamin B12 führen kann (Leonard et al., 2024). Außerdem wird der regelmäßige Verzehr von Milchprodukten mit einem geringeren Risiko für nicht übertragbare Krankheiten wie Osteoporose, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Typ-2-Diabetes und Darmkrebs (Drouin-Chartier et al., 2016; Giosuè et al., 2022; Wallace et al., 2020; Zhao et al., 2021) in Verbindung gebracht. Diese positiven Auswirkungen sind nicht nur auf das Vorhandensein isolierter Nährstoffe zurückzuführen, sondern auch auf die einzigartige Milchmatrix, die die Bioverfügbarkeit der Nährstoffe verbessert sowie synergetische Wechselwirkungen, die die allgemeine Gesundheit unterstützen (Mulet-Cabero et al., 2024).

→ Umwelt

Der ökologische Fußabdruck der Milchwirtschaft variiert von Produktionssystem zu Produktionssystem und bietet Möglichkeiten zur Verbesserung der Nachhaltigkeit durch maßgeschneiderte Effizienzsteigerungen. Innovative Praktiken - einschließlich besserer Futtermitteleffizienz, Tiergesundheit und Düngermanagement - haben Treibhausgasemissionen pro Einheit Milchprodukt reduziert (FAO und

GDP, 2018). Die Milchwirtschaft unterstützt die Kreislaufwirtschaft, indem sie Nebenprodukte als Futtermittel verwendet und die Bodengesundheit durch den Anbau von Klee gras und organischem Dünger (Hoogstra et al., 2023) unterstützt. Viele milchwirtschaftliche Systeme wandeln nicht essbare Futtermittel-Ausgangserzeugnisse in hochwertige Lebensmittel um und arbeiten auf Flächen, die für den Ackerbau ungeeignet sind (Mottet et al., 2017). Gut geführte Systeme fördern die biologische Vielfalt und die Kohlenstoffbindung durch den Anbau von Zwischenfrüchten/Bodendeckern, weitere Praktiken zur Verbesserung der Bodengesundheit und nachhaltige Landbewirtschaftungsverfahren. Diese können an verschiedene Umweltbedingungen angepasst werden, so auch in Gebieten, in denen weidebasierte Haltungssysteme nicht ganzjährig möglich sind.

→ **Wirtschaft und Lebensumfeld(er)**

Der Milchsektor ist auch für den Lebensunterhalt von Millionen von Landwirten von grundlegender Bedeutung, insbesondere in ländlichen Gemeinschaften. In Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen unterstützt die Milchwirtschaft das Haushaltseinkommen und bietet Ernährungssicherheit (FAO, et al. 2018). Milchverarbeiter tragen ebenfalls zur Ernährungssicherheit bei und helfen, zusätzliche Arbeitsplätze im Verarbeitungssektor zu schaffen. In Regionen mit hohem Einkommen spielt die Milchviehhaltung ebenfalls eine Schlüsselrolle bei der Generierung von Einkommen in ländlichen Räumen, während Molkereigenossenschaften und milchverarbeitende Unternehmen eine zentrale Funktion zur Stabilisierung der Agrarwirtschaft sowie zur Entwicklung ländlicher Räume spielen.

Außerdem sind Milchprodukte eine weithin verfügbare, erschwingliche und nährstoffreiche Nahrungsquelle, die vor allem für Bevölkerungsgruppen mit eingeschränktem Zugang zu einer vielfältigen Ernährung und gefährdete Bevölkerungsgruppen, welche von Nährstoffmangel bedroht sind, geeignet sind (Drewnowski, 2010; Hess et al., 2019).

→ **Kultur und Soziales**

Lebensmittel sind eng mit der Kultur verwoben und eine Veränderung der Lebensmittelkonsummuster bedeutet unweigerlich eine Veränderung der kulturellen Traditionen und Identitäten. Milch hat in vielen Regionen einen bedeutenden kulturellen sowie sozialen Wert. So nimmt Milch als Grundnahrungsmittel einen zentralen Platz in traditionellen Ernährungsweisen und Konsumpraktiken ein. Ihre kulturelle Integration und die weit verbreitete Akzeptanz machen Milchprodukte zu mehr als nur einer Nährstoffquelle; Milchprodukte stellen ein gesellschaftlich bedeutendes Lebensmittel dar, sie tragen zur Vielfalt in der Ernährung und zum kulturellen Erbe bei (Eriksson, 2022; Khalil et al., 2023).

Schlussfolgerung

Die Darstellung der „Proteinumstellung“ vereinfacht nachhaltige Lebensmittelsysteme zu stark, indem sie sich ausschließlich auf die Reduzierung tierischen Proteins konzentriert und andere wichtige Nährstoffe, die für das menschliche Wohlbefinden wichtig sind, wie Vitamine und Mineralien außer Acht lässt. Erforderlich ist eine Verlagerung hin zu einem umfassenderen, systembasierten Ansatz, der gesundheitliche, ökologische, wirtschaftliche und kulturelle Überlegungen einbezieht. Nachhaltige Innovationen wie Futtermittelloptimierung, Methanreduktion und regenerative Landwirtschaft verbessern bereits die Umweltverträglichkeit tierischer Lebensmittel, einschließlich der von Milchprodukten. Eine Anerkennung dieser Fortschritte unterstützt einen ausgewogeneren, evidenzbasierten Übergang, in welchem verschiedene Nahrungsmittelquellen zur Ernährung weltweit einerseits sowie zur Erreichung von Umwelt-Nachhaltigkeitszielen andererseits, beitragen.

Danksagung

Dieses Factsheet wurde von den Mitgliedern der IDF Task Force on Place of Dairy in the Protein Transition erstellt.

Referenzen

Beal, T., Ortenzi, F., & Fanzo, J. (2023). Estimated micronutrient shortfalls of the EAT–Lancet planetary health diet. *The Lancet Planetary Health*, 7(3), e233–e237. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(23\)00006-2](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(23)00006-2)

Beal, T., Manohar, S., Miachon, L., & Fanzo, J. (2024). Nutrient-dense foods and diverse diets are important for ensuring adequate nutrition across the life course. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(50). <https://doi.org/10.1073/pnas.2319007121>

Drewnowski, A. (2010). The Nutrient Rich Foods Index helps to identify healthy, affordable foods. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(4), 1095S–1101S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2010.28450d>

Drewnowski, A., & Hooker, K. (2025). The protein transition: what determines the animal-to-plant (A:P) protein ratios in global diets. *Frontiers in Nutrition*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1518793>

Drouin-Chartier, J., Brassard, D., Tessier-Grenier, M., Côté, J. A., Labonté, M., Desroches, S., Couture, P., & Lamarche, B. (2016). Systematic review of the association between dairy product consumption and risk of cardiovascular-related clinical outcomes. *Advances in Nutrition*, 7(6), 1026–1040. <https://doi.org/10.3945/an.115.011403>

Duluins, O., & Baret, P. V. (2024). A systematic review of the definitions, narratives and paths forwards for a protein transition in high-income countries. *Nature Food*, 5(1), 28–36. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00906-7>

Eriksson, O. (2022). Coproduction of food, cultural heritage and biodiversity by livestock grazing in Swedish semi-natural grasslands. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.801327>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). Milk and dairy products in human nutrition. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/bf75d4cd-54ed-45a8-bf1b-71606320f596/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018a). The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. Summary version. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2c6bd7b4-181e-4117-a90d-32a1bda8b27c/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018b). Sustainable food systems – Concept and framework. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/b620989c-407b-4caf-a152-f790f55fec71/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations and Global Dairy Platform. (2018). Climate change and the global dairy cattle sector – The role of the dairy sector in a low-carbon future. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/8749a956-0725-414f-8c35-58a5db0c2b5c/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations, Global Dairy Platform and IFCN Dairy Research Network. (2018). Dairy Development's Impact on Poverty Reduction. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d6ccc94e-54de-4ba9-9573-1e2d1b948cb9/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. (2019). Sustainable healthy diets – Guiding principles. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/03bf9cde-6189-4d84-8371-eb939311283f/content>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). New SDG indicator on Minimum Dietary Diversity adopted by UN Statistical Commission. <https://www.fao.org/newsroom/detail/new-sdg-indicator-on-minimum-dietary-diversity-adopted-by-un-statistical-commission/en>

Fouillet, H., Dussiot, A., Perraud, E., Wang, J., Huneau, J., Kesse-Guyot, E., & Mariotti, F. (2023). Plant to animal protein ratio in the diet: nutrient adequacy, long-term health and environmental pressure. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1178121>

Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food. Green deal protein shift aims for sustainable dietary patterns. (2024). <https://ilvo.vlaanderen.be/en/news/green-deal-protein-shift-aims-for-sustainable-dietary-patterns>

Fletcher, A. J., Lozano, R., & McNabb, W. C. (2024). Analysis of global nutrient gaps and their potential to be closed through redistribution and increased supply. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1396549>

Giosuè, A., Calabrese, I., Vitale, M., Riccardi, G., & Vaccaro, O. (2022). Consumption of dairy foods and cardiovascular disease: A Systematic review. *Nutrients*, 14(4), 831. <https://doi.org/10.3390/nu14040831>

Health Council of the Netherlands. A healthy protein transition. (2023). <https://www.healthcouncil.nl/documents/advisory-reports/2023/12/13/a-healthy-protein-transition>

Hess, J. M., Cifelli, C. J., Agarwal, S., & Fulgoni, V. L. (2019). Comparing the cost of essential nutrients from different food sources in the American diet using NHANES 2011–2014. *Nutrition Journal*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-019-0496-5>

Hoogstra, A., Silvijs, J., De Olde, E., Candel, J., Termeer, C., Van Ittersum, M., & De Boer, I. (2023). The transformative potential of circular agriculture initiatives in the North of the Netherlands. *Agricultural Systems*, 214, 103833. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103833>

Huppertz, T., Blom, L., Van Est, L., & Peters, S. (2025). Exploring nutrient-adequate sustainable diet scenarios that are plant-based but animal-optimized. *Nutrients*, 17(2), 343. <https://doi.org/10.3390/nu17020343>

Khalil, R. A., Yvon, S., Couderc, C., Jard, G., Rammouz, R. E., Nakhoul, P. A., Eutamène, H., Ayoub, M., & Tormo, H. (2023). Traditional fermented milk products of Eastern Mediterranean countries: A cultural heritage to preserve. *International Dairy Journal*, 147, 105768. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105768>

LeBlanc, H. F. (2023). The Protein Gap: the rise and fall of a charismatic nutrient in international public health. *Bulletin of the History of Medicine*, 97(4), 585–613. <https://doi.org/10.1353/bhm.2023.a922708>

Leonard, U. M., Leydon, C. L., Arranz, E., & Kiely, M. E. (2024). Impact of consuming an environmentally protective diet on micronutrients: a systematic literature review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 119(4), 927–948. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2024.01.014>

Mottet, A., De Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>

Moughan, P. J., Fulgoni, V. L., & Wolfe, R. R. (2024). The importance of dietary protein quality in Mid- to High-Income countries. *Journal of Nutrition*, 154(3), 804–814. <https://doi.org/10.1016/j.tjn.2024.01.020>

Mulet-Cabero, A., Torres-Gonzalez, M., Geurts, J., Rosales, A., Farhang, B., Marmonier, C., Ulleberg, E. K., Hocking, E., Neiderer, I., Gandolfi, I., Anderson, L., Brader, L., Vermaak, M., Cameron, M., Christensen, M. M., Haryono, R., & Peters, S. (2024). The Dairy Matrix: Its importance, definition, and current application in the context of nutrition and health. *Nutrients*, 16(17), 2908. <https://doi.org/10.3390/nu16172908>

Phillips, S. M. (2017). Current concepts and unresolved questions in dietary protein requirements and supplements in adults. *Frontiers in Nutrition*, 4. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00013>

Pyett, S., Jenkins, W., & Van Mierlo, B. (2023). *Our future proteins: A diversity of perspectives*. <https://vuuniversitypress.com/product/ourfutureproteins/?lang=en>

Safe Food Advocacy Europe. Actions and policies related to reduction in the consumption of meat in four countries: UK, France, Germany and Switzerland. (2020). https://www.safefoodadvocacy.eu/wp-content/uploads/2023/03/SAFE_LessBetterMeat_WorkDoc_June2020_final.pdf

Simon, W. J., Hijbeek, R., Frehner, A., Cardinaals, R., Talsma, E. F., & Van Zanten, H. H. E. (2024). Circular food system approaches can support current European protein intake levels while reducing land use and greenhouse gas emissions. *Nature Food*, 5(5), 402–412. <https://doi.org/10.1038/s43016-024-00975-2>

Smith, N. W., Fletcher, A. J., Dave, L. A., Hill, J. P., & McNabb, W. C. (2021). Use of the DELTA model to understand the food system and global nutrition. *Journal of Nutrition*, 151(10), 3253–3261. <https://doi.org/10.1093/jn/nxab199>

Stanton, A. V. (2024). Plant-based diets–impacts of consumption of little or no animal-source foods on human health. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1423925>

Van Vliet, S., Burd, N. A., & Van Loon, L. J. (2015). The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. *Journal of Nutrition*, 145(9), 1981–1991. <https://doi.org/10.3945/jn.114.204305>

Wallace, T. C., Bailey, R. L., Lappe, J., O'Brien, K. O., Wang, D. D., Sahni, S., & Weaver, C. M. (2020). Dairy intake and bone health across the lifespan: a systematic review and expert narrative. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(21), 3661–3707. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1810624>

Weaver, C. M., & Givens, D. I. (2025). Overview: the food matrix and its role in the diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2453074>

Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A., Jonell, M., Clark, M., Gordon, L. J., Fanzo, J., Hawkes, C., Zurayk, R., Rivera, J. A., De Vries, W., Sibanda, L. M., . . . Murray, C. J. L. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393(10170), 447–492. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31788-4)

Witard, O. C., Devrim-Lanpir, A., McKinley, M. C., & Givens, D. I. (2025). Navigating the protein transition: Why dairy and its matrix matter amid rising plant protein trends. *Nutrition Research Reviews*, 1–42. <https://doi.org/10.1017/s0954422425000101>

Zhao, Y., Ji, X., Guo, P., Onwuka, J. U., Zhang, Y., He, H., Luo, C., Wang, L., Tang, N., Zhao, J., & Feng, R. (2021). Dose-response relationships between dairy intake and non-communicable chronic diseases: an NHANES-based cross-sectional study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 73(4), 552–563. <https://doi.org/10.1080/09637486.2021.2021154>