

Pflanzliche Proteine: Grundlegende Überlegungen

Im Zuge der Diskussionen über den Klimawandel und die Nachhaltigkeit steigt das Interesse an alternativen Proteinquellen. Aktuell liegen die Proteine pflanzlichen Ursprungs im Trend. Aus physiologischer Sicht stellt sich daher die Frage, inwiefern pflanzliche Proteine den Proteinen tierischen Ursprungs gleichgesetzt werden können.

Der Aufschwung der pflanzenbetonten Ernährungsweise ist sicherlich zu begrüßen. Seit Jahren ist das entzündungssenkende Potenzial diverser pflanzlicher Lebensmittel bekannt und pflanzenbetonte Ernährungsweisen gehen mit einem reduzierten Krankheitsrisiko einher ^{1,2}.

Pflanzenbetonte Ernährungsweisen kennzeichnen sich durch eine bewusste Reduktion der Zufuhr an Lebensmitteln tierischen Ursprungs, ohne komplett darauf zu verzichten. Im Idealfall erfolgt eine Kompensation der «verlorenen» Nährstoffe über eine gezielte Wahl an pflanzlichen Lebensmitteln. Dabei gilt in der Praxis der Ersatz der Proteinen tierischen Ursprungs oft als unproblematisch und sowohl Proteingehalt wie -qualität einiger pflanzlicher Lebensmittel werden als hoch eingestuft ^{3,4}. Solche Beurteilungen basieren aber auf Lehrbuchwissen, der wie oft nicht wirklich umfassend ist. Grundlegende Aspekte der Qualitätsbewertung von Proteinen werden dabei oft ausser Acht gelassen.

Aspekte der Proteinqualität

Beim Ersatz eines Nährstoffs in der Ernährung müssen diverse Aspekte berücksichtigt werden. Im Falle des Proteins sind diese der Gehalt und die Verdaulichkeit des Proteins sowie der Gehalt diverser einzelner Aminosäuren, insbesondere der essenziellen Aminosäuren in ihrer Gesamtheit sowie des Leuzins. Hinzu kämen Interaktionen des zu ersetzenden Nährstoffs mit anderen Nährstoffen im Lebensmittel, das zu ersetzen ist, im Vergleich mit den Interaktionen des zu ersetzenden Nährstoffs mit den anderen Nährstoffen im neu einzunehmenden Lebensmittel. Zu diesen Interaktionen gibt es aber im Falle der Proteine praktisch keine Forschungsdaten.

Deklariertes Proteingehalt entspricht nicht dem effektiven Proteingehalt

Der Proteingehalt spielt bei der Beurteilung einer alternativen Proteinquelle eine zentrale Rolle. Genau genommen ist nicht der Proteingehalt per se von besonderem Interesse, sondern der Gehalt der im Protein verknüpften Aminosäuren. Aber der Proteingehalt wird oft als Basis für die Berechnung des Aminosäuregehalts genutzt und ist daher nicht zu vernachlässigen. Ein fehlerhafter Proteingehalt führt daher oft zu fehlerhaften Gehalten an Aminosäuren.

Bei der Beurteilung des Proteingehalts von Lebensmitteln werden üblicherweise Nährstofftabellen oder der auf Lebensmittelverpackungen deklarierte Proteingehalt zu Rate gezogen. Dieser Proteingehalt stammt aber nicht von einer direkten Analyse des Proteins. In Europa und in der Schweiz schreibt das Lebensmittelgesetz in einer Muss-Verordnung die Methode der Ermittlung des Proteingehalts für die Nährwertdeklaration vor. Nährstofftabellen nutzen in der Regel aus Vergleichbarkeitsgründen mit den Nährwertdeklarationen die gleiche Methode, wie es auch bei der Schweizer Nährwertdatenbank der Fall ist. Gemäss der vorgeschriebenen Methode muss der deklarierte Proteingehalt dem Stickstoffgehalt des Lebensmittels multipliziert mit dem Stickstoff-zu-Protein-Umrechnungsfaktor von 6.25 entsprechen ($1 \text{ g Stickstoff} \times$

$6.25 = 6.25 \text{ g Protein}$) ⁵. Der Proteingehalt wird also nicht direkt analysiert, sondern immer unter der Annahme berechnet, dass 1 g Stickstoff 6.25 g Protein entsprechen. Davon abweichende Bestimmungen des Proteingehalts sind für die Deklaration des Proteingehalts nicht erlaubt.

Die generelle Nutzung des Faktors von 6.25 für die Umrechnung von analysiertem Stickstoff zum berechneten Proteingehalt wurde aber bereits vor 90 Jahren kritisiert. In einer frühen Diskussion zur Bestimmung des Proteingehalts konnte gezeigt werden, dass mit einem Faktor von 6.25 für diverse Lebensmittel ein Proteingehalt resultiert, der weit entfernt von seinem effektiven Gehalt liegt ⁶.

Bereits aus der Diskussion aus dem Jahre 1931 wurde ersichtlich, wie stark der effektive Stickstoffgehalt im Protein von Lebensmittel zu Lebensmittel schwankt. Die einheitliche Nutzung eines einzigen Umrechnungsfaktors führt meist zu Proteingehalten, die nicht dem effektiven Proteingehalt entsprechen. Zudem kommt der Stickstoff in einem Lebensmittel nicht nur in den Aminosäuren und somit Protein vor, sondern auch als sogenannter Nicht-Protein-Stickstoff. Die genutzte Stickstoffanalyse unterscheidet aber nicht zwischen Stickstoff aus den Aminosäuren und dem Nicht-Protein-Stickstoff. Je höher der Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff, umso mehr wird der Proteingehalt überschätzt. In Hülsenfrüchten, die gerne als alternative Proteinquelle pflanzlichen Ursprungs genutzt werden, kursieren Extremwerte von 60 % des gesamten Stickstoffs, der als Nicht-Protein-Stickstoff vorliegt ⁷. Üblichere Gehalte an Nicht-Protein-Stickstoff in pflanzlichen Lebensmitteln bewegen sich aber im Bereiche von 10 bis 25 % ⁸.

Jedenfalls führt der Nicht-Protein-Stickstoff in pflanzlichen Lebensmitteln zu einer mitunter starken Überschätzung ihres Proteingehalts. Der gesetzeskonform deklarierte Proteingehalt ist somit bei pflanzlichen Lebensmitteln irreführend und täuscht die Konsument:innen. Eine täuschende Nährwertdeklaration ist aber per Gesetz ebenfalls verboten. Das Befolgen der Verordnung zur Proteindeklaration impliziert somit die Missachtung des Gesetzes zum Täuschungsverbot. Diese schizophrene Situation wurde bislang nicht aufgelöst.

Auf Lebensmittel abgestimmte Stickstoff-Umrechnungsfaktoren

Die korrekte Bestimmung des Proteingehalts im Lebensmittel liesse sich prinzipiell auch mit der vorgeschriebenen indirekten Methode der Stickstoffanalyse durchführen. Man müsste aber anstatt des Standardfaktors von 6.25 lebensmittelspezifische Faktoren nutzen, die nur den Stickstoffgehalt der Aminosäuren berücksichtigen. Das Gesetz schreibt aber auch die Nutzung des Faktors 6.25 vor.

Aminosäurespezifische Stickstoff-Umrechnungsfaktoren existieren und sie schwanken bei Proteinen pflanzlichen Ursprungs zwischen 4.4 und 5.8, mit beispielsweise einem Faktor von 5.3 für die aktuell trendigen Hafer-, Reis- und Erbsenproteine ⁹. Der entsprechend ermittelte Faktor von Proteinen tierischen Ursprungs ist generell höher als derjenige von Proteinen pflanzlichen Ursprungs, mit höchsten Werten bei den Milchproteinen, insbesondere dem Molkenprotein mit einem Faktor von 6.4 ¹⁰. Da im Setting des Sports die gezielte Proteinzufuhr oft über Proteinshakes erfolgt und hier das Molkenprotein als ideales Protein gilt, sollte die Qualität von pflanzlichen Proteinen im Sport jeweils mit derjenigen des Molkenproteins verglichen werden. Der deklarierte Protein-

gehalt beim Molkenprotein wird aber um 2 % unterschätzt ($6.25 \div 6.4 = 0.98$) und derjenige von beispielsweise Reis- oder Erbsenprotein um 18 % überschätzt ($6.25 \div 5.3 = 1.18$).

Unterschiedliche Verdaulichkeiten bei den Proteinen

Ein lebensmittelspezifischer Stickstoff-Umrechnungsfaktor allein reicht aber für die Beurteilung der Proteinqualität bei weitem nicht aus. Denn dieser führt nur zum effektiv im Lebensmittel vorhandenen Proteingehalt. Für den Stoffwechsel ist es aber prinzipiell irrelevant, wie hoch der Gehalt eines Nährstoffs in einem Lebensmittel ist. Von Relevanz ist die biologisch verfügbare Menge des Nährstoffs.

Ursprünglich ist mit «biologisch verfügbar» die sogenannte Verdaulichkeit gemeint, also wieviel eines Nährstoffs aus dem Lebensmittel im Darm absorbiert wird und dem Stoffwechsel zur Verfügung gestellt wird. Diverse Nährstoffe können aber die Aktivität und/oder Zusammensetzung der Darmmikrobiota beeinflussen, bevor sie absorbiert werden. Die Darmmikrobiota wirken dann ihrerseits, in Abhängigkeit des Nährstoffs aus dem Lebensmittel, direkt auf den Darm oder sie beeinflussen den Darm oder den gesamten Stoffwechsel indirekt über die von ihnen produzierten (Nähr)Stoffe, wie beispielsweise das Butyrat¹¹. Die Bedeutung der Proteine in diesem Kontext ist zurzeit ein Diskussionsthema, es fehlen aber noch ausreichende an Menschen ermittelte Daten zur sicheren Beurteilung dieses Aspekts^{12,13}. Jedenfalls sind die von den Mikrobiota im Darm ausgehenden Wirkungen nur möglich, wenn Nährstoffe für sie verfügbar sind. Die ursprüngliche Definition der «biologischen Verfügbarkeit» eines Nährstoffs ist daher nicht mehr haltbar und müsste um den Aspekt der Mikrobiota erweitert werden. Dies ist aber noch nicht geschehen.

Die Verdaulichkeit ist wie der Stickstoff-Umrechnungsfaktor von Lebensmittel zu Lebensmittel unterschiedlich. Zudem hängt sie auch stark von der Art der Verarbeitung des Lebensmittels ab. So beträgt beispielsweise die Verdaulichkeit des Proteins aus Kartoffeln in Falle von Chips 47 %, bei gedämpften Kartoffeln 58 % und bei Kartoffelproteinkonzentraten um die 85 bis 90 %¹⁴. Als weitere Beispiele: die Proteinverdaulichkeit von Protein in nativen Erbsen ist 73 %, die von Reis 90 % und von Hafer 74 %.

Bezogen auf «native» Lebensmittel, also nicht auf Proteinkonzentraten oder -isolaten, ist die Proteinverdaulichkeit von pflanzlichen Lebensmitteln in der Regel geringer als diejenige von tierischen Lebensmitteln. Aber die Variation der Verdaulichkeit von pflanzlichen Proteinen ist mit knapp 50 bis 90 % dermassen enorm, dass keine pauschale Beurteilung möglich ist und nur eine lebensmittelspezifische Betrachtung wirklich zielbringend ist. Bei jeder konkreten Empfehlung hinsichtlich eines pflanzlichen Proteins müsste daher die entsprechende Verdaulichkeit spezifisch berücksichtigt werden.

Gehalt an essenziellen Aminosäuren

Ein letzter, aber zentraler Faktor für die Beurteilung der Proteinqualität ist die Zusammensetzung der Aminosäuren¹⁵. Für die biologische Wirksamkeit eines Proteins, gemäss ursprünglicher Definition der biologischen Verdaulichkeit, also die Wirksamkeit eines Proteins im Stoffwechsel, sind sowohl der Gehalt an Leuzin als auch die Summe aller essenziellen Aminosäuren im Protein massgebend¹⁶. Wie bei der Proteinverdaulichkeit und dem Stickstoff-Umrechnungsfaktor schneiden die Proteine pflanzlichen Ursprungs auch bezüglich der Aminosäuren generell schlechter ab als Proteine tierischen Ursprungs. Im Vergleich zum Molkenprotein, bei dem eine

maximale Proteinsynthese nach dessen Einnahme wiederholt gemessen wurde, braucht es bis zur doppelten Menge an Protein pflanzlichen Ursprungs für die gleiche Menge an Leuzin oder essenziellen Aminosäuren (zum Beispiel im Falle von Hanf- oder Lupinenprotein)¹⁷. Beim Erbsenprotein, das oft in Proteinshakes Verwendung findet, ist erst in der eineinhalbfachen Menge an Protein eine äquivalente Menge an Leuzin sowie an essenziellen Aminosäuren wie im Molkenprotein enthalten¹⁷.

Biologische Wertigkeit: Kein sinnvolles Qualitätskriterium

Die Proteine werden im deutschsprachigen Raum auch mittels der «biologischen Wertigkeit» beurteilt. Hierzu kursieren im Internet Werte aller Art, die selbst für das gleiche Protein stark unterschiedlich sind. Mitunter sieht man auch hohe Werte für Proteine pflanzlichen Ursprungs, wie zum Beispiel beim deutschen Ernährungsberatungs- & -informationsnetz DEBNet, das das Kartoffelprotein mit einer biologischen Wertigkeit von 96 listet, direkt nach dem Vollei mit einer Wertigkeit von 100¹⁸.

Das Konzept der biologischen Wertigkeit stammt aus den 1950er- und 1960er-Jahren und wurde von Kofrányi entwickelt^{19,20}. Die biologische Wertigkeit basiert auf der Analyse der Stickstoffbilanz. Sie sucht die minimale Menge an einzunehmenden Stickstoff, bei der es im Körper zu keinem Nettoverlust an Stickstoff kommt (und die sogenannte Stickstoff-Nullbilanz erreicht ist)²¹. Es geht also um die Suche nach einer minimalen Menge an Stickstoff (und somit an Protein), bei der kein Nettoabbau an Körperprotein erfolgt. Dieses Proteinminimum entspricht vom Prinzip her der Proteinmenge, die nötig für das Überleben ist. Sie hat aber wenig mit der Menge an Protein zu tun, die für einen optimalen Erhalt oder gar Wachstum des Körperproteins erforderlich ist.

In der heutigen Zeit und insbesondere bei Gesunden oder im Setting des Sports steht nicht mehr die Mindestmenge an Protein fürs Überleben im Vordergrund. Es geht um die ideale Proteinmenge für einen optimalen Erhalt oder Aufbau an Körperprotein. Die biologische Wertigkeit wurde aber nicht für dieses Ziel entwickelt und darf entsprechend nicht zur Beurteilung von Proteinen hinsichtlich des Erhalts oder Aufbaus von Körperprotein genutzt werden. Darauf verwies bereits Kofrányi selbst, der das heutige Konzept der biologischen Wertigkeit entwickelte: «Die Eiweissmenge [an der Stickstoff-Nullbilanz] genügt zwar zur Erhaltung des Lebens, ist aber keineswegs optimal für geistige oder körperliche Arbeit»²². Für den Sport ist die biologische Wertigkeit als Kriterium somit nutzlos und irreführend.

Fazit

In der Praxis erfolgt die Beurteilung eines Proteins häufig allein aufgrund der ausgewiesenen Menge an Protein. Diese deklarierte Menge auf einer Verpackung oder in Nährstofftabellen hat aber oft wenig damit zu tun, was der Körper dann erhält und wie es wirkt. Das Motto lautet daher: «What you see is NOT what you get». Dies betrifft in erster Linie die Proteine pflanzlichen Ursprungs, da hier die Diskrepanz zwischen «gesehenem» und «wirkendem» Gehalt am grössten ist.

Diese Diskrepanz ist von Lebensmittel zu Lebensmittel unterschiedlich und es braucht einiges an Know-how, sie zu ermitteln. Aber generell kann man sicherlich die Aussage treffen, dass Proteine pflanzlichen Ursprungs bezogen auf die einzunehmende Menge denjenigen tierischen Ursprungs bei wei-

tem nicht gleichwertig sind. Die häufigen Hinweise, dass man verschiedene pflanzliche Proteine kombinieren kann, um eine hohe Qualität zu erreichen, basieren oft auf der biologischen Wertigkeit von Kofrányi und sind daher im Setting des Sports nicht zielbringend.

Die seriöse und belastbare Beurteilung der Proteinqualität ist zeitaufwändig und komplex. Pflanzliche Proteine werden aber praktisch nie entsprechend beurteilt und die Statements zu den pflanzlichen Proteinen sind somit nur mit grosser Vorsicht zu geniessen. Pauschal lässt sich einzig aussagen, dass eine biologische Äquivalenz zum Molkenprotein oft ein Vielfaches der Menge an pflanzlichem Protein erfordert, in extremen

Fällen bis zum Vierfachen²³. Dies wird auch nie erwähnt, wenn pflanzliche Proteine aus Gründen der Nachhaltigkeit oder des Klimaschutzes den tierischen Proteinen bevorzugt werden.

Verfasser: Dr. Paolo Colombani

Datum: Dezember 2024, Version 1.1

Gültigkeit: bis Dezember 2027

Literatur

1. Watzl B. Anti-inflammatory effects of plant-based foods and of their constituents. *Int.J.Vitam.Nutr.Res.* 2008; 78:293–8.
2. Jafari S, Hezaveh E, Jalilpiran Y, Jayedi A, Wong A, Safaiyan A et al. Plant-based diets and risk of disease mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.* 2021;In Druck.
3. Vogt C. Die Erbse – Nährwerte, Proteine und Kalorien. 2021. <https://www.migros-impuls.ch/de/ernaehrung/nahrungsmittel/gemuese/erbse>. Zugriff: 1.6.2021.
4. Bozkurt L. Pflanzliches Eiweiss – das sind die besten veganen Proteinquellen. <https://www.foodspring.ch/magazine/pflanzliches-eiweiss-das-sind-die-besten-veganen-proteinquellen>. Zugriff: 1.6.2021.
5. Schweizerische Eidgenossenschaft, Eidgenössisches Departement des Innern (EDI). Verordnung des EDI betreffend die Information über Lebensmittel (LIV) vom 16.12.2016 (Stand am 1. Juli 2020), 2020.
6. Jones DB. Factors for converting nitrogen in foods and feeds into percentages of protein No. USDA Circular No. 183, 1931. Washington.
7. Periago MJ, Ros G, Martínez C, Rincón F. Variations of non-protein nitrogen in six Spanish legumes according to the extraction method used. *Food Res.Int.* 1996; 29:489–94.
8. Imafidon GI, Sosulski FW. Nonprotein nitrogen contents of animal and plant foods. *J.Agric.Food Chem.* 1990; 38:114–8.
9. Mariotti F, Tome D, Mirand PP. Converting nitrogen into protein - beyond 6.25 and Jones' factors. *Crit.Rev.Food Sci.Nutr.* 2008; 48:177–84.
10. Maubois J-L, Lorient D. Dairy proteins and soy proteins in infant foods nitrogen-to-protein conversion factors. *Dairy Sci.Technol.* 2016; 96:15–25.
11. Campos-Perez W, Martinez-Lopez E. Effects of short chain fatty acids on metabolic and inflammatory processes in human health. *Biochim.Biophys.Acta Mol.Cell Biol.Lipids.* 2021; 1866:158900.
12. Beaumont M, Blachier F. Amino acids in intestinal physiology and health. *Adv.Exp.Med.Biol.* 2020; 1265:1–20.
13. Marco Castro E de, Murphy CH, Roche HM. Targeting the gut microbiota to improve dietary protein efficacy to mitigate sarcopenia. *Front.Nutr.* 2021; 8:656730.
14. FAO. Report of a Sub-Committee of the 2011 FAO Consultation on "Protein Quality Evaluation in Human Nutrition" on: The assessment of amino acid digestibility in foods for humans and including a collation of published ileal amino acid digestibility data for human foods, 2012. FAO. Rome.
15. Food and Agriculture Organisation. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: *Report of an FAO expert consultation, 31 March-2 April, 2011, Auckland, New Zealand*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
16. Witard O, Wardle S, Macnaughton L, Hodgson A, Tipton K. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. *Nutrients.* 2016; 8:181.
17. Gorissen SHM, Crombag JJR, Senden JMG, Waterval WAH, Bierau J, Verdijk LB et al. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. *Amino Acids.* 2018; 50:1685–95.
18. DEBInet. Biologische Wertigkeit (BW). <https://www.ernaehrung.de/lexikon/ernaehrung/b/Biologische-Wertigkeit.php>. Zugriff: 1.10.2021.
19. Kofrányi E. Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen. *Hoppe-Seyler's Z.Physiol.Chem.* 1956; 305:61–9.
20. Kofrányi E. Die Überprüfung traditioneller Hypothesen über die Eiweisswertigkeit. *Ernährungs-Umschau.* 1970; 17:402–4.
21. Waterlow JC. The mysteries of nitrogen balance. *Nutr.Res.Rev.* 1999; 12:25–54.
22. Kofrányi E. Die biologische Wertigkeit gemischter Proteine. *Nahrung.* 1967; 11:863–73.
23. Pinckaers PJM, Trommelen J, Snijders T, van Loon LJC. The anabolic response to plant-based protein ingestion. *Sports Med.* 2021; in Druck.