



© Olesandra Naumerko - 123rf.com

Proteinstoffwechsel und Proteinqualität von tierischem oder pflanzlichem Eiweiß

Prof. Dr. Susanne Klaus

Die ausreichende Versorgung mit Protein als essenziellem Nährstoff gehört zu einer gesunden Ernährung. Heranwachsende, stillende Mütter und auch ältere Erwachsene haben einen erhöhten gewichtsspezifischen Proteinbedarf, der durch tierische aber auch pflanzliche Lebensmittel gedeckt werden kann. Ob ein stark erhöhter Proteinverzehr auch gesundheitsschädlich sein kann, wird derzeit noch kontrovers diskutiert. In Ernährungsfragen werden zusätzlich zu den gesundheitlichen Aspekten auch solche der Nachhaltigkeit immer wichtiger und damit auch Fragen nach der Bedeutung von pflanzlichen im Vergleich zu tierischen Proteinquellen.

Definition und Funktion von Proteinen

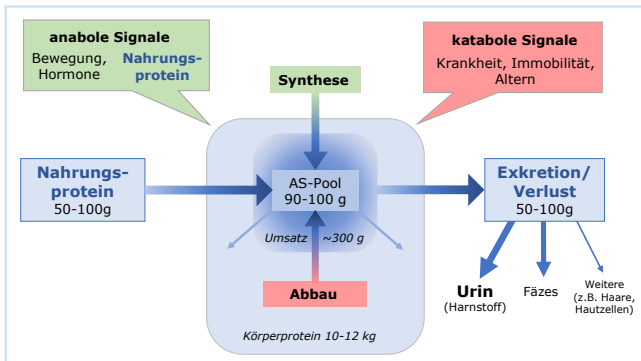
Proteine haben vielfältige Funktionen im Organismus: Sie bilden Zellstrukturen und Bewegungsapparate, sind Biokatalysatoren als Enzyme, leisten Informationsübertragung als Hormone und deren Rezeptoren, transportieren Sauerstoff und Metabolite, dienen dem Schutz und der Verteidigung zum Beispiel als Antikörper im Immunsystem. Proteine bestehen aus 20 verschiedenen Aminosäuren, die Ketten unterschiedlicher Län-

ge und Struktur mit den verschiedensten Modifikationen bilden. Die Anzahl verschiedener Proteine in unserem Körper wird auf 80.000 bis 400.000 geschätzt und ist damit weitaus größer als die Anzahl der etwa 20.000 Gene unseres Genoms. Proteine sind ein Hauptbestandteil der Zellen aller bekannten Lebewesen und daher auch in allen ursprünglichen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln enthalten.

Proteinstoffwechsel des Menschen

Die Proteine unseres Körpers unterliegen kontinuierlichem Abbau (Katabolismus) und Aufbau (Anabolismus). Von den zehn bis zwölf Kilogramm Protein eines Erwachsenen werden täglich ungefähr 300 Gramm umgesetzt. Ein Teil davon geht dem Körper verloren und muss ersetzt werden (siehe Abbildung 1). Etwa die Hälfte der proteinogenen Aminosäuren können wir nicht selber aus anderen Biomolekülen aufbauen. Diese unentbehrlichen Aminosäuren müssen wir mit der Nahrung zu uns nehmen, wodurch Protein zu den essenziellen Nährstoffen gehört. Prinzipiell müssen wir so viel Protein aufnehmen bis der Bedarf an unentbehrlichen Aminosäuren gedeckt ist. Proteine

und Aminosäuren dienen auch als Energiesubstrat, bei einer erhöhten Proteinzufuhr werden nicht benötigte Aminosäuren abgebaut und letztendlich oxidiert. Da alle Proteine in unserem Körper eine spezielle Funktion haben, wir also keine Proteinreserven anlegen, ist eine regelmäßige, tägliche Proteinaufnahme notwendig, um den Proteinverlust durch den kontinuierlichen Umsatz auszugleichen. Bei Nahrungsabstinenz werden Proteine abgebaut, um daraus Glukose zu synthetisieren. Dabei wird vor allem Muskelmasse abgebaut.



› Abbildung 1: Täglicher Proteinstoffwechsel.

Die zehn bis zwölf Kilogramm Körperprotein eines Erwachsenen unterliegen einem ständigen Abbau (Katabolismus) und Aufbau (Anabolismus), wobei täglich ein Anteil von etwa 300 Gramm umgesetzt wird. Der Pool der dafür genutzten freien Aminosäuren von 90 bis 100 Gramm wird durch Nahrungsprotein, Abbau des körpereigenen Proteins und Synthese gespeist. Bei ausreichender Proteinversorgung und ausgeglichener Proteinbilanz geht dem Körper genauso viel Protein verloren wie durch die Nahrung aufgenommen wird. Der Proteinverlust erfolgt hauptsächlich durch den Urin in Form des Abbauproduktes Harnstoff. Wird mehr Protein aufgenommen, wird mehr oxidiert und ausgeschieden, während bei Nahrungsabstinenz der Proteinabbau durch Anpassungsmechanismen des Stoffwechsels auf etwa 20 Gramm pro Tag reduziert werden kann. Neben der Proteinaufnahme fördern Muskelaktivität und Hormone wie Testosteron den Muskelaufbau, während Immobilität zu einem Muskelabbau führt.

Proteinbedarf des Menschen

Ernährungsempfehlungen zur Aufnahme der Makronährstoffe werden im Allgemeinen als Prozent der Gesamtenergieaufnahme (EN%) ausgedrückt. Kohlenhydrate sollten den größten Anteil von etwa 50 bis 60 EN% ausmachen, Fett nicht mehr als 30 EN% und Protein 10–15 EN%. Dabei ist zu beachten, dass der Energiegehalt von Fetten mit etwa neun Kilokalorien pro Gramm mehr als doppelt so hoch ist wie der von Kohlenhydraten und Protein mit etwa vier Kilokalorien pro Gramm. Speziell der Proteinbedarf wird meist auch bezogen auf das Körpergewicht angegeben. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) hat die Referenzwerte für den Proteinbedarf zuletzt 2017 neu überarbeitet [1]. Danach liegt der tägliche Bedarf von Erwachsenen bis unter 65 Jahre bei 0,8 Gramm Protein pro Kilogramm Körpergewicht. Heranwachsende, das heißt Säuglinge,

Kinder und Jugendliche, aber auch Ältere ab 65 haben einen erhöhten Proteinbedarf. Für Senioren wird als Schätzwert ein Bedarf von 1,0 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht angegeben (siehe Tabelle 1). Dieser Wert wurde 2017 angepasst, um zu berücksichtigen, dass Ältere wegen der altersbedingten anabolen Resistenz einen höheren Proteinbedarf haben [2].

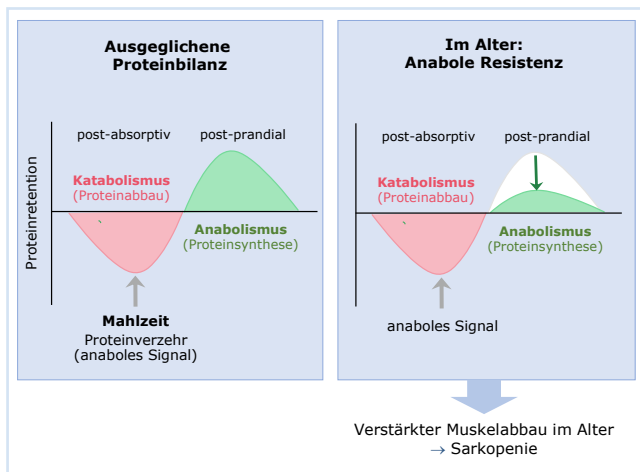
	g/kg Körpergewicht
Säuglinge (6–12 Monate)	1,3
Kleinkinder (1–4 Jahre)	1,0
Kinder (4–13 Jahre)	0,9
Jugendliche (13–18 Jahre)	0,8–0,9
Erwachsene (19–65 Jahre)	0,8
Ältere (> 65 Jahre)	1,0
Schwangerschaft (3. Trimester)	1,0 (+ 21 g)
Stillen	1,2 (+ 23 g)

› Tabelle 1: Empfohlene tägliche Proteinaufnahme (Quelle: Deutsche Gesellschaft für Ernährung – DGE [1]).

Anabole Signale wie Nahrungsprotein oder auch sportliche Aktivität, die den Muskelaufbau fördern, wirken bei Älteren weniger gut. Dadurch ist der tägliche Muskelabbau schwieriger auszugleichen, sodass die Gefahr eines zunehmenden Muskelverlustes, das heißt einer altersbedingten Sarkopenie, besteht (siehe Abbildung 2). International wird sogar ein noch höherer täglicher Proteinbedarf von Älteren im Bereich von 1,2 bis 1,5 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht diskutiert [3]. Obwohl der durchschnittliche Proteinverzehr in Deutschland deutlich über den Referenzwerten liegt, konsumieren 14 bis 15 Prozent der über 65- bis 80-Jährigen weniger als 0,8 Gramm Protein pro Kilogramm Körpergewicht [4], sodass davon auszugehen ist, dass der Anteil der Senioren, die den neu angepassten Referenzwert von 1,0 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht unterschreiten, noch höher ist. Zu berücksichtigen ist auch, dass diese Referenzangaben nur für Gesunde gelten, bei schweren Erkrankungen wie Tumorerkrankungen kann der Proteinbedarf deutlich erhöht sein.

Wieviel Protein ist gesund? – Das Proteinparadox

In Deutschland liegt wie in allen industrialisierten Ländern der durchschnittliche Proteinverzehr bei bis zum Doppelten der Empfehlungen [5]. Ob ein dermaßen erhöhter Proteinverzehr gesundheitsschädlich sein kann, wird derzeit kontrovers diskutiert. Das liegt vor allem daran, dass unterschiedliche methodische Ansätze zu widersprüchlichen Ergebnissen kommen (siehe Abbildung 3). Während in epidemiologischen Studien ein geringerer Proteinverzehr oft mit einem geringeren Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko assoziiert ist, führt in Interventionsstudien eine erhöhte Proteinzufuhr meist zur Verbesserung von metabolischen Risikofaktoren [6]. So konnte bei Patienten mit morbider Adipositas durch eine Reduktionsdiät mit hohem Proteinanteil (30 EN%) der Leberfettgehalt deutlich mehr verringert werden als durch eine vergleichbare Reduktionsdiät mit niedrigem Proteinanteil (10 EN%), obwohl beide Diäten das Körpergewicht ähnlich reduzierten [7]. Eine proteinrei-



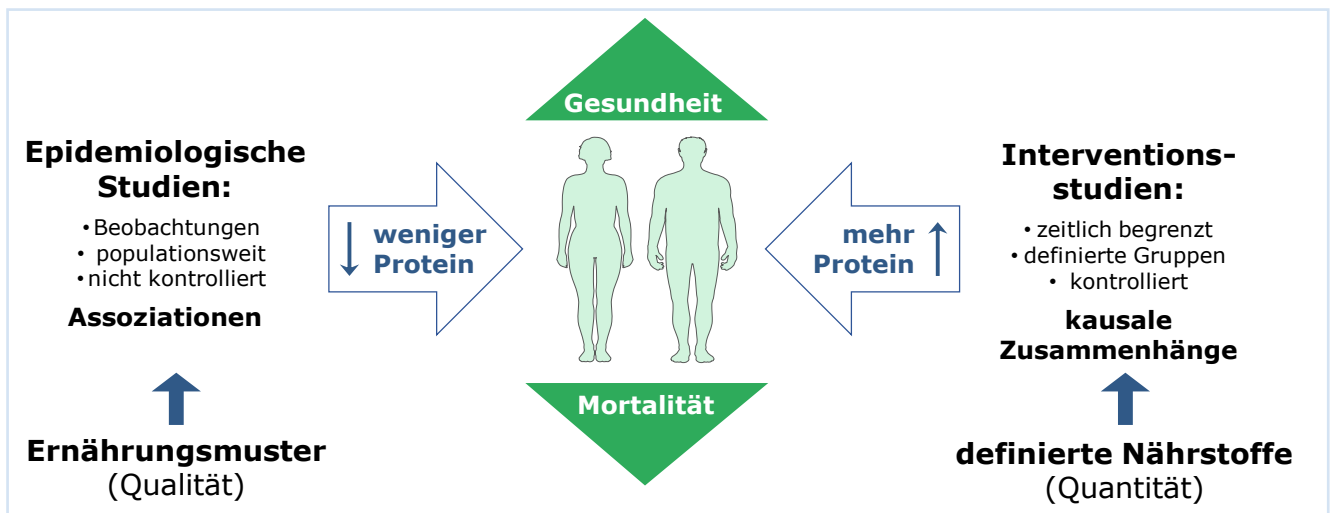
› *Abbildung 2: Protein als anaboles Signal – anabole Resistenz im Alter.*

Durch den ständigen Umsatz (Katabolismus) von Körperprotein (Muskelmasse) entsteht in postabsorptiven Phasen eine negative Proteinbilanz, die normalerweise nach der Absorption von Nahrungsprotein durch Proteinsynthese wieder ausgeglichen wird. Im Alter ist der Abbau von Muskelmasse unverändert, aber die Proteinsynthese als Reaktion auf anabole Signale reduziert, sodass im Alter bei unzureichender und unregelmäßiger Proteinaufnahme – oft verbunden mit reduzierter körperlicher Aktivität – die Gefahr einer Sarkopenie, das heißt der Abnahme von Muskelmasse und -kraft, erhöht ist.

che Nahrung wirkt sättigender als eine proteinarme, und durch die anabole Wirkung von Protein kann der Verlust an Muskelmasse bei einer Restriktionsdiät vermindert werden [8]. Deshalb sind proteinreiche Diäten auch sehr beliebt zur Gewichtsreduktion.

Eine Metaanalyse von über 50 randomisierten kontrollierten Interventionsstudien kam zu dem Ergebnis, dass Hochproteindiäten günstige, wenn auch kleine Effekte auf Körpergewicht und Körperfett, Blutdruck, verschiedene Blutfettwerte sowie den Insulinspiegel haben [9]. Interventionsstudien sind jedoch immer zeitlich begrenzt und daher sind Schlussfolgerungen über mögliche Langzeiteffekte schwierig. Es gibt Hinweise, dass ein exzessiver Proteinverzehr langfristig die Insulinsensitivität verringert und so das Risiko für Typ-2-Diabetes erhöhen könnte, weshalb der Trend zu Anreicherung verschiedenster Lebensmitteln mit Protein auch durchaus kritisch gesehen wird [10]. Allerdings kam die Autorengruppe einer Studie zur Ernährung bei Diabetes zu der Schlussfolgerung, dass ein Proteinverzehr von 15 bis 20 EN% bzw. 0,8 bis 1,3 Gramm pro Kilogramm Körpergewicht für Personen mit Diabetes als sicher eingestuft werden kann und auch nicht, wie oft befürchtet, die Nierenfunktion verschlechtert [11]. Aber auch hier wurde betont, dass valide Langzeitstudien fehlen.

Die potenzielle Abbildung von Langzeiteffekten ist eine Stärke von epidemiologischen Studien, wobei die Herstellung kausaler Zusammenhänge jedoch schwierig ist. Eine viel beachtete epidemiologische Studie von Levine und Kollegen aus den USA kam 2014 zu dem Ergebnis, dass ein sehr hoher Proteinverzehr mit einer erhöhten Krebsinzidenz und Mortalität von Erwachsenen zwischen 50 bis 65 Jahren assoziiert ist. Ein Grund dafür



› *Abbildung 3: Das Proteinparadox.*

Während epidemiologische Studien einen Zusammenhang von niedrigem Proteinverzehr mit verbesserter Gesundheit und reduzierter Mortalität nahelegen, zeigen die meisten Interventionsstudien positive gesundheitliche Effekte bei erhöhter Proteinaufnahme. Ein Grund für dieses „Proteinparadox“ kann darin liegen, dass hier prinzipiell verschiedene Arten von Daten generiert werden. Bei epidemiologischen Studien wird der Proteinverzehr aus den Angaben über den Verzehr bestimmter Lebensmittel errechnet, wobei die quantitative Erhebung der Nahrungsaufnahme in populationswei-

ten Ansätzen sehr ungenau ist. Sie können besser qualitative Aspekte wie das Ernährungsmuster abbilden und deren Assoziation mit bestimmten gesundheitlichen Endpunkten. Bei Interventionsstudien dagegen wird der Verzehr eines definierten Nährstoffes (z. B. Protein) mit einer Kontrollgruppe verglichen, sodass kausale Zusammenhänge rekonstruiert werden können. Diese zeitlich stets begrenzten Studien zielen meist darauf ab, die therapeutische Wirkung der Intervention an Gruppen mit definierten Krankheitsbildern wie Adipositas oder Diabetes zu untersuchen.

könnte allerdings in dem hohen Konsum von tierischem Protein liegen (worauf später noch näher eingegangen wird). Interessanterweise war bei Senioren, das heißt bei über 65-Jährigen, das Gegenteil der Fall. Für sie war ein gesteigerter Proteinverzehr eher protektiv [12]. Daher sind die höheren Referenzwerte für den Proteinbedarf bei Älteren durchaus berechtigt.

Proteinqualität – Bewertungsgrundlage

Die Referenzwerte für die Proteinzufuhr gelten generell für die Aufnahme von qualitativ hochwertigem Protein. Die Proteinqualität wiederum ergibt sich aus der Zusammensetzung der Aminosäuren beziehungsweise dem Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren, ihrer Bioverfügbarkeit und dem individuellen Bedarf [13]. Als beste und genaueste Methode zur Bewertung der Proteinqualität gilt heute der DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), der 2013 von einer Fachgruppe der Vereinten Nationen (FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations) vorgeschlagen wurde. Der DIAAS soll künftig den über lange Zeit gebräuchlichen und immer noch verwendeten PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score) als Index der verdaulichen, unentbehrlichen Aminosäuren ablösen [14]. Der DIAAS berücksichtigt nicht nur den Gehalt dieser Aminosäuren, sondern auch ihre Verdaulichkeit, das heißt ihre Bioverfügbarkeit.

Der DIAAS eines bestimmten Nahrungsproteins berechnet sich aus dem Anteil seiner einzelnen unentbehrlichen Aminosäuren,

jeweils multipliziert mit ihrer spezifischen wahren ilealen Verdaulichkeit (d. h. der Verdaulichkeit im gesamten Dünndarm), im Verhältnis zum Anteil der entsprechenden Aminosäure eines Referenzproteins. Der DIAAS ergibt sich dann aus dem niedrigsten Wert, das heißt dem für die jeweils limitierende unentbehrliche Aminosäure. Durch Multiplikation mit dem Faktor 100 wird ein Prozentwert im Vergleich zu einem Referenzprotein angegeben. Üblicherweise wird als Referenzprotein ein optimales Protein für Kleinkinder von sechs Monaten bis drei Jahren angenommen, für ältere Kinder und Erwachsene oft auch der Bedarf an unentbehrlichen Aminosäuren von 3- bis 10-jährigen Kindern. Je nach Zusammensetzung, Verarbeitung und Zubereitung ist die ileale Verdaulichkeit verschiedener Lebensmittel sehr unterschiedlich, und die verschiedenen Lebensmittelgruppen zeigen eine große Bandbreite der Proteinqualität beziehungsweise von DIAAS-Werten. Hochwertige Proteinquellen mit einem hohen Anteil an unentbehrlichen Aminosäuren können dabei DIAAS-Werte von über 100 Prozent, das heißt eine höhere Proteinqualität als das Referenzprotein erreichen (siehe Tabelle 2).

Proteingehalt und -qualität tierischer und pflanzlicher Proteinquellen

Zur Beurteilung verschiedener Proteinquellen ist neben der Proteinqualität auch der jeweilige Proteingehalt ein wichtiger Aspekt. Der Proteingehalt von Fleisch bezogen auf das Frischge-

Hätten auch Sie gerne Muster für Ihre PatientInnen?



Flyer und Muster Ihrer Wahl

Sind alle Flohsamenschalen gleich?

Eine normale Verdauung ist eine Voraussetzung für das körperliche Wohlbefinden. Für viele gelten Flohsamenschalen für diesen Zweck als kleines Wunder – weitgehend unbekannt ist aber, dass sich Flohsamenschalen unterscheiden. Das Geheimnis steckt in der Reinheit: Unreinheiten in Form von Resten der Flohsamen verringern nämlich das Quellvermögen und erschweren wegen ihres Geschmacks und Geruchs die Einnahme.

Mucura® – besser geht es einfach nicht

Mit ihrem hohen Reinheitsgrad von mind. 99 % sind Mucura® Flohsamenschalen so gut wie frei von Resten der Samen. Damit bieten sie den effektivsten und angenehmsten Weg zu einer ausgeglichenen Verdauung – neutral im Geschmack und Geruch. Die hohe Reinheit lässt sich nicht nur am Geruch, sondern auch an der hellen Farbe von Mucura® Flohsamenschalen sofort erkennen.

- ✓ 25 % quellfähiger als die meisten Flohsamenschalen am Markt
- ✓ geschmacks- und geruchsneutral für angenehmere Einnahme
- ✓ Kapselvariante für erleichterte Einnahme und müheloses Mitnehmen



95 % Reinheit



mind. 99 % Reinheit

Mucura® Flohsamenschalen (lose sowie Kapseln) sind in Apotheken sowie Online-Apotheken erhältlich.



wicht liegt im Bereich von 25 bis 30 Prozent, während er in pflanzlichen Lebensmitteln, insbesondere solchen mit hohem Wassergehalt, generell geringer ist. Unter pflanzlichen Lebensmitteln haben Hülsenfrüchte (Erbsen, Kichererbsen, Linsen, Bohnen, Erdnüsse) den höchsten Proteingehalt von bis zu 25 Prozent, er ist damit fast doppelt so hoch wie der von Getreide [15]. Da die Zusammensetzung tierischer Proteine menschlichen Proteinen ähnlicher ist als die Zusammensetzung pflanzlicher Proteine, haben pflanzliche Lebensmittel in der Regel eine niedrigere Proteinqualität als tierische. Tierische Proteinquellen mit der höchsten Proteinqualität sind Milchprodukte und Eier, deren DIAAS noch höher ist als der von Fleisch.

Lebensmittelgruppe	Ileale Verdaulichkeit (%)	DIAAS (%)
Schwein	93–97	117–142
Milchprodukte	94–101	97–144
Rind	95–99	80–130
Ei	75	122
Kartoffeln	k. A.	95–110
Hülsenfrüchte	75–101	43–105
Nüsse	77–87	83–86
Getreide	13–96	< 1–77

› *Tabelle 2: Bandbreite der Angaben zur Bioverfügbarkeit (ileale Verdaulichkeit) und Qualität (DIAAS) für Protein der verschiedenen Lebensmittelgruppen (Daten aus [13] und [17]). DIAAS: Digestible Indispensable Amino Acid Score. k. A.: keine Angaben.*

Interessanterweise hat Protein aus Kartoffeln eine sehr hohe Qualität (DIAAS ≈ 100 %), wobei ihr Proteingehalt mit zwei bis drei Prozent sehr gering ist. Unter den pflanzlichen Lebensmitteln gelten vor allem Hülsenfrüchte, insbesondere Soja und Kichererbsen, als besonders gute Proteinquellen. Zusätzlich sind Hülsenfrüchte auch ausgezeichnete Quellen von komplexen Kohlenhydraten, Ballaststoffen, Vitaminen und Mineralien [15]. Verglichen damit ist die Proteinqualität von Getreide geringer [13]. Am niedrigsten ist der DIAAS von Cornflakes und Frühstückszerealien auf Maisbasis. Bei Getreide ist Lysin die limitierende unentbehrliche Aminosäure und insbesondere Mais hat einen niedrigen Gehalt an Lysin mit geringer Bioverfügbarkeit.



© 052162-123rf.com

Cornflakes allein sind also eine minderwertige Proteinquelle, allerdings wird durch die übliche Kombination mit Milch die Proteinqualität deutlich verbessert, da Milch einen hohen Lysingehalt hat [16]. Da bei Hülsenfrüchten nicht Lysin, sondern schwefelhaltige Aminosäuren (Methionin und Cystein) limitierend sind, ist die Kombination von Hülsenfrüchten und Getreide gut geeignet, um die Proteinqualität zu verbessern. Beispiele wären hier Pitabrot mit Hummus, Reis mit Tofu oder Pasta mit Bohnen. Auch Mais mit Kartoffeln ergänzen sich gut [17]. Bei einer veganen Ernährungsweise stellt die Proteinversorgung also kein prinzipielles Problem dar. Durch einen höheren Proteinverzehr oder auch durch die Kombination verschiedener Proteinquellen kann der Proteinbedarf, das heißt die Versorgung mit unentbehrlichen Aminosäuren, problemlos gedeckt werden.

Was ist gesünder, pflanzliches oder tierisches Protein?

Aus verschiedenen Gründen wie Nachhaltigkeit, Klimaschutz, Tierwohl und auch aus gesundheitlichen Aspekten werden vegetarische und vegane Ernährungsweisen immer populärer. Tatsächlich legen epidemiologische Studien nahe, dass vegetarische und vegane Ernährungsweisen mit einer geringeren Inzidenz an metabolischen Erkrankungen, wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, und bestimmten Krebserkrankungen einhergehen, wenn auch nicht unbedingt mit einer verringerten Mortalitätsrate. Das kann unterschiedliche Gründe haben, zum Beispiel eine allgemein gesündere Lebensweise von Vegetariern/Veganern und die Vermeidung von schädlichen Inhaltsstoffen durch Fleischverzicht oder auch ein positiver gesundheitlicher Effekt von pflanzlichen Inhaltsstoffen wie Ballaststoffen und Polyphenolen, beziehungsweise deren Mangel bei einer fleischlastigen Ernährung [18]. Prospektive epidemiologische Studien, die spezifisch den Proteinverzehr untersuchen, ergeben durchschnittlich eine geringfügige Erhöhung des Mortalitätsrisikos bei erhöhtem Verzehr von tierischem Protein und eine Verringerung des Risikos bei präferenzuellem Verzehr von pflanzlichem Protein [19]. Ähnliches trifft auch für das Diabetes-Risiko zu [20]. Interessanterweise zeigte sich auch in der bereits erwähnten Studie von Levine und Kollegen, dass die Assoziation eines hohen Proteinverzehrs mit einer erhöhten Mortalität bei Erwachsenen bis 65 verschwand, wenn der Verzehr von rotem Fleisch korrigiert wurde [12]. Daraus lässt sich schließen, dass ein hoher Fleischverzehr und nicht der absolute Proteinanteil der Nahrung für das erhöhte gesundheitliche Risiko bei hohem Proteinkonsum verantwortlich ist.

Proteinversorgung der Weltbevölkerung unter Nachhaltigkeitsaspekten

Im Jahr 2050 wird die Weltbevölkerung voraussichtlich auf rund 10 Milliarden Menschen anwachsen, was natürlich mit einem gesteigerten Nahrungs- und damit auch Proteinbedarf verbunden ist. Die Sicherstellung einer ausreichenden Proteinversorgung der wachsenden Weltbevölkerung, bei gleichzeitigem Schutz der Umwelt und Ressourcen, erfordert eine Anpassung der globalen Agrarsysteme, einschließlich der Etablierung neuartiger Proteinquellen zum Beispiel aus Insekten, Algen und Einzellern. In industrialisierten Ländern wie Deutschland wird



© vasvas - 123rf.com

derzeit über die Hälfte des Proteinbedarfs durch tierische Quellen gedeckt, während dieser Anteil in Afrika nur ungefähr 25 Prozent beträgt. Etwa 60 Prozent des global erzeugten Proteins wird als Tierfutter genutzt, sodass nur ein Bruchteil davon letztendlich dem Menschen als Proteinquelle zur Verfügung steht [5, 21].

Ein internationales Gremium von Experten (die EAT-Lancet-Kommission) ist zu dem Schluss gekommen, dass die künftige Versorgung der Weltbevölkerung mit einer gesunden und nachhaltigen Ernährung – neben einer Reduzierung der Lebensmittelverschwendung und Verbesserung von Prozessen der Lebensmittelproduktion – auch Änderungen hin zu gesünderen Ernährungsmustern erfordert. Als gesunde Ernährung wird dabei eine vorwiegend pflanzliche Ernährung unter Vermeidung von hochprozessierten Lebensmitteln angesehen, wobei der Proteinbedarf hauptsächlich durch Hülsenfrüchte, Nüsse und Samen sowie Milchprodukte gedeckt werden sollte. Der Konsum von tierischen Produkten, vor allem von Fleisch und Wurst, sollte limitiert werden, wobei Geflügel, Eier und Fisch Vorrang vor Schwein, Rind und Lammfleisch haben sollten [22]. Da der ökologische Fußabdruck (Wasser- und Landverbrauch, Treibhausgasemission) von intensiver Rinderhaltung besonders groß ist, ist dies auch für die „planetare Gesundheit“ unerlässlich.

Fazit

Der durchschnittliche Proteinverzehr in Deutschland liegt zwar deutlich über den Empfehlungen, jedoch sollte vor allem bei Senioren auf eine ausreichende und regelmäßige Proteinzufuhr geachtet werden, da sie einen höheren Proteinbedarf zur Erhaltung der Muskelmasse haben. Obwohl tierisches Protein im Allgemeinen eine höhere Wertigkeit hat als pflanzliches, ist eine qualitativ hochwertige, pflanzenbasierte Proteinversorgung problemlos möglich, insbesondere durch den Verzehr von Hülsenfrüchten und die Kombination unterschiedlicher pflanzlicher Proteinquellen. Nicht nur aus gesundheitlichen Gründen, sondern auch unter Aspekten des Tierwohls und der Nachhal-

tigkeit, ist eine Deckung des Proteinbedarfs vorwiegend durch pflanzliche Lebensmittel empfehlenswert und langfristig auch notwendig, um eine ausreichende und gesunde Ernährung der wachsenden Weltbevölkerung sicherzustellen.

Literatur

1. Richter M et al. Revised Reference Values for the Intake of Protein. *Ann Nutr Metab* 2019; 74(3): 242–250
2. Breen L, Phillips SM. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. *Nutr Metab (Lond)* 2011; 8: 68
3. Phillips SM. Current Concepts and Unresolved Questions in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults. *Front Nutr* 2017; 4: 13
4. Max Rubner-Institut (Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel), Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. Karlsruhe; 2008
5. Salter AM, Lopez-Viso C. Role of novel protein sources in sustainably meeting future global requirements. *Proc Nutr Soc* 2021; 80(2): 186–194
6. Klaus S et al. The protein paradox – how much dietary protein is good for health? *Ernährungs Umschau* 2018; 2(65): 42–47
7. Xu C et al. High-protein diet more effectively reduces hepatic fat than low-protein diet despite lower autophagy and FGF21 levels. *Liver Int* 2020; 40(12): 2982–2997
8. Westerterp-Plantenga MS, Lemmens SG, Westerterp KR. Dietary protein – its role in satiety, energetics, weight loss and health. *Br J Nutr* 2012; 108 (Suppl 2): S105–112
9. Vogtschmidt YD et al. Is protein the forgotten ingredient: Effects of higher compared to lower protein diets on cardiometabolic risk factors. A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Atherosclerosis* 2021; 328: 124–135
10. Mittendorfer B, Klein S, Fontana L. A word of caution against excessive protein intake. *Nat Rev Endocrinol* 2020; 16(1): 59–66
11. Pfeiffer AFH et al. The Effects of Different Quantities and Qualities of Protein Intake in People with Diabetes Mellitus. *Nutrients* 2020; 12(2): 365
12. Levine ME et al. Low protein intake is associated with a major reduction in IGF-1, cancer, and overall mortality in the 65 and younger but not older population. *Cell Metab* 2014; 19(3): 407–417
13. Adhikari S et al. Protein Quality in Perspective: A Review of Protein Quality Metrics and Their Applications. *Nutrients* 2022; 14(5): 947
14. FAO. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. *FAO Food Nutr Pap* 2013; 92: 1–66
15. Singh N. Pulses: an overview. *J Food Sci Technol* 2017; 54(4): 853–857
16. Rutherford SM et al. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. *J Nutr* 2015; 145(2): 372–379
17. Herreman L et al. Comprehensive overview of the quality of plant- and animal-sourced proteins based on the digestible indispensable amino acid score. *Food Sci Nutr* 2020; 8(10): 5379–5391
18. Norman K, Klaus S. Veganism, aging and longevity: new insight into old concepts. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2020; 23(2): 145–150
19. Song M et al. Association of Animal and Plant Protein Intake With All-Cause and Cause-Specific Mortality. *JAMA Intern Med* 2016; 176(10): 1453–1463
20. Tian S et al. Dietary Protein Consumption and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. *Nutrients* 2017; 9(9): 982
21. Weindl I et al. Sustainable food protein supply reconciling human and ecosystem health: A Leibniz Position. *Global Food Security* 2020; 25: 100367
22. Willett W et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 2019; 393(10170): 447–492

Professorin Dr. Susanne Klaus

Leiterin der Abteilung Physiologie des Energiestoffwechsels
Deutsches Institut für Ernährungsforschung (DIfE),
Potsdam Rehbrücke
E-Mail: klaus@dife.de