

Proteine

Im Sport beurteilt man die Proteine noch oft falsch. Es herrscht immer noch die Meinung aus den 1880er Jahren, dass die Energie für die sportliche Leistung aus Proteinen stammt, oder dass Sportler/innen enorme Mengen an Protein benötigen.

Wenn nicht anders angegeben, stammen die Informationen aus dem wissenschaftlichen Bericht der EFSA über die Referenzwerte der Proteinzufuhr ¹.

Was sind Proteine?

Als Proteine bezeichnet man viele verschiedene Stoffe mit einem ähnlichen Aufbau. Sie bestehen aus kettenartig miteinander verknüpften Bausteinen, den Aminosäuren, und werden umgangssprachlich «Eiweisse» genannt.

Für die Proteine im Körper des Menschen sind 20 Aminosäuren von Bedeutung. Durch ihre beliebig kombinierbare Aneinanderreihung können theoretisch unendlich viele Proteine gebildet werden. Im Erbgut des Menschen gibt es aber «nur» Baupläne für die Bildung von ca. 30'000 verschiedenen Proteinen. Alleine aus dieser enormen Zahl lässt sich erahnen, dass Proteine im Körper sehr viele Funktionen ausüben. Mit 17 kJ/g (4 kcal/g) entspricht der Energiegehalt der Proteine demjenigen der Kohlenhydrate. Im Gegensatz zu den Kohlenhydraten ist aber ihre Hauptaufgabe nicht, Energie zu liefern.

Vorkommen in der Nahrung

Gute Proteinquellen tierischen Ursprungs sind Fleisch, Fisch, Milch & Milchprodukte sowie Eier. Pflanzliche Quellen sind Getreide- & Sojaprodukte, Hülsenfrüchte und Nüsse (Tabelle 1).

Tab. 1. Ausgewählte Lebensmittel sortiert nach ihrem Proteingehalt. Die Angaben stammen aus verschiedenen Quellen und dienen als Grössenordnung. Der Nährstoffgehalt eines Lebensmittels variiert immer etwas, unter anderem in Abhängigkeit der Herstellung, Zubereitung oder Marke.

Pro 100 g	KH	Fett	Protein
Proteinkonzentrat	0	0	92
Trockenfleisch	1	5	39
Emmentaler	0	30	29
Pouletbrust, roh	0	1	26
Erdnuss	19	49	26
Salami	0	35	25
Lachs geräuchert	0	8	23
Hackfleisch, Rind, roh	0	7	22
Schinken	0	4	20
Fischstäbchen	26	1	16
Haselnuss	35	60	15
Tofu	3	7	15
Pasta, roh	75	1	13
Ei	1	10	12
Magerquark, nature	4	1	11
Ruchbrot	49	1	9
Erbse, grün, roh	18	1	6
Joghurt, nature	5	3	4
Vollmilch	5	4	4
Kartoffel	17	0	2
Banane	23	<1	1
Wasser	0	0	0

Die Aminosäuren

Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine. Sobald Aminosäuren miteinander verknüpft sind, spricht man von Peptiden (z.B. 2 Aminosäuren → Dipeptid). Nahrungs- und auch Körperproteine bestehen aus vielen verknüpften Aminosäuren und

bilden so Ketten von bis zu mehreren Hunderten Aminosäuren. Die Aminosäuren werden in essenzielle, bedingt essenzielle (=in bestimmten Situationen essenziell) und nicht-essenzielle Aminosäuren unterteilt (Tabelle 2).

Essenzielle Aminosäuren

Der Körper braucht für die Bildung von Körperprotein verschiedene 20 Aminosäuren. Er kann aber nur einen Teil davon selbst herstellen, die nicht-essenziellen Aminosäuren. Diejenigen Aminosäuren, die er nicht selbst in genügender Menge herstellen kann, nennt man essenzielle Aminosäuren. Insgesamt gibt es 8 essenzielle Aminosäuren, darunter die drei verzweigtkettigen, die oft in der Vermarktung von entsprechenden Präparaten mit ihrer englischen Bezeichnung BCAA (Branched-chain amino acids) aufgeführt sind.

Essenzielle Aminosäuren		
Isoleucin*	Methionin	Tryptophan
Leucin*	Phenylalanin	Valin*
Lysin	Threonin	
Bedingt essenzielle Aminosäuren		
Histidin (nur für den Säugling essenziell)		
Cystein (zur Synthese wird Methionin benötigt)		
Tyrosin (zur Synthese wird Phenylalanin benötigt)		
Nicht essenzielle Aminosäuren		
Alanin	Asparaginsäure	Glycin
Arginin	Glutamin	Prolin
Asparagin	Glutaminsäure	Serin

Tab. 2. Die 20 in Körper- und Nahrungsprotein vorkommenden Aminosäuren. * Verzweigtkettige Aminosäuren.

Empfohlene Zufuhr

Der Proteinbedarf ist vom Alter und Körpergewicht abhängig. Für gesunde Erwachsene mit normaler körperlichen Aktivität beträgt die Empfehlung für die tägliche Zufuhr **0.8 g Protein pro kg Körpermasse**. Dies entspricht rund 9-11 % der täglichen Energiezufuhr (E%).

Eine ausgewogene westliche Ernährungsweise enthält im Durchschnitt etwa 15 E% Protein, was in einer Proteinaufnahme von rund 1.2 bis 1.5 g pro kg Körpermasse für die wenig aktive Bevölkerung resultiert. Diese höhere Aufnahme als die empfohlene Zufuhr ist aber kein Problem. Kinder und Jugendliche im Wachstum haben einen leicht erhöhten Bedarf. Die Zufuhr an Proteinen sollte auch bei Schwangeren und Stillenden erhöht sein (pro Tag etwa zusätzlich 10 g).

Makronährstoff	Empfohlene Zufuhr in Energieprozenten			
	DACH	EFSA	DRI	Alternative
Kohlenhydrate	> 50 %	45-60 %	45-65 %	ca. 40 %?
Fette	≤ 30 %	20-35 %	20-35 %	ca. 40 %?
Proteine	9-11 %	9-12 %	10-35 %	ca. 20 %?

Tab. 3. Aktuelle Empfehlung zur Verteilung der Makronährstoffe für gesunde Erwachsene mit geringer körperlicher Aktivität.

DACH: Referenzwerte der deutschsprachigen Länder ²

EFSA: Referenzwerte der European Food Safety Authority ³

DRI: Amerikanische Referenzwerte ⁴

Die Empfehlungen für Sportler/innen liegen bei 1.2 bis 2.0 g pro kg und zwar sowohl im Kraft- wie auch im Ausdauersportbereich⁵. Eine ausführlichere Diskussion zum Proteinbedarf im Sport gibt es im *Hot Topic Protein – Wie viel braucht man?*

Verdauung und Aufnahme

Die Verdauung der Proteine beginnt in der sauren Umgebung des Magens durch von der Magenwand gebildete Enzyme (=körpereigene Katalysatoren, die biochemische Reaktionen steuern). Diese Enzyme helfen mit, die Aminosäureketten in kürzere Ketten zu spalten. Im Dünndarm zerlegen Enzyme der Bauchspeicheldrüse die schon gekürzten Aminosäureketten fast vollständig bis in die einzelnen Aminosäurebausteine. Ein paar Prozent der Proteine werden nur bis zu ganz kurzen Peptiden (Di- und evtl. auch Tripeptide) abgebaut.

Der letzte Schritt der Verdauung beinhaltet die Aufnahme der Aminosäuren (und Dipeptide) in die Darmzellen mit Hilfe von Transportern in der Darmwand. Danach gehen sie ins Blut über und gelangen in die Leber, zur Muskulatur und in die anderen Organe, wo sie zu Körperprotein aufgebaut werden können.

Vorkommen im Körper

Proteine sind in jeder Zelle des Körpers als Wirk-, Transport- oder Regelstoffe vorhanden. In grösster Menge finden sie sich in der Skelettmuskulatur als Strukturproteine. Dies bedeutet aber nicht, dass der Aufbau der Muskeln ihre einzig Funktion ist. Die Bausteine der Proteine, die freien Aminosäuren, liegen nur in kleinsten Menge im Blut und innerhalb der Zellen vor.

Funktion im Körper

Im menschlichen Körper werden etwa 30'000 Proteine gebildet. Dementsprechend vielfältig sind ihre Funktionen. Viele Hormone, Enzyme und Substanzen des Immunstoffwechsels sind Proteine. Weiter kommen Proteine als Strukturelemente vor wie z.B. Kollagen in Sehnen und Knochen oder Aktin und Myosin in Muskeln. Zudem übernehmen diverse Proteine eine Transportfunktion für andere Substanzen im Blut, innerhalb der Zellen oder schleusen Substanzen in die Zellen hinein.

Abbau der Proteine

Körpereigene Proteine unterliegen einem ständigen Auf- und Abbau. So werden zum Beispiel die Muskelproteine alle 120 Tage komplett erneuert. Bei zu hoher Proteinzufuhr können nicht alle freigesetzten Aminosäuren verwendet werden und müssen somit komplett abgebaut werden. Beim Abbau der überschüssigen Aminosäuren entsteht Ammoniak, der für den Körper giftig ist und somit entfernt werden muss. Der anfallende Ammoniak wird unter hohem Energieaufwand in Harnstoff überführt und verlässt den Körper via Niere mit dem Harn. Den verschwenderischen Harnstoffzyklus leistet sich der Organismus darum, weil Harnstoff im Vergleich zu Ammoniak relativ ungiftig und sehr gut wasserlöslich ist.

Literatur

1. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for protein. EFSA J. 2012; 10:2557.
2. DGE, ÖGE, SGE. D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2th edition. Neustadt an der Weinstraße: Neuer Umschau Buchverl. 2015.
3. EFSA. Dietary Reference Values for nutrients Summary report. EFSA Supporting Publications 2017; 14:1133.

Bei hoher Proteinzufuhr wird somit mehr Harnstoff gebildet und wegen dessen erhöhten Ausscheidung mit dem Harn verliert man dann mehr Flüssigkeit über die Niere. Proteinreiche Ernährungsweisen bei gleichzeitiger geringer Flüssigkeitszufuhr belasten die Nieren. Deshalb sollten Nierenpatienten nicht zu viel Protein essen. Für gesunde Nieren dürften hingegen auch Proteinmengen im oberen Bereich der Empfehlungen kein Problem darstellen.

Der Harnstoffgehalt im Harn wird manchmal als Indikator für intensives Training verwendet. Dies macht aber keinen Sinn, denn der Proteingehalt in der Ernährung schwankt in der Regel und verursacht daher unabhängig vom Training schwankende Harnstoffgehalte.

Biologische Wertigkeit

Die biologische Wertigkeit ist ein Mass für die Qualität eines im Nahrungsmittel enthaltenen Proteins. Unglücklicherweise gibt es viele verschiedene Arten von biologischen Wertigkeiten und keine ist über alle Zweifel erhaben. Dies ist aber nicht besonders relevant, denn die biologische Wertigkeit ist nur bei einer geringen Proteinzufuhr von Bedeutung. Die Konzepte der biologischen Wertigkeiten wurden dementsprechend im Zusammenhang mit Mangelernährung entwickelt.

Die Berechnung von biologischen Wertigkeiten wird schwierig, sobald mehrere Proteinquellen vermischt werden und genau das ist im normalen Alltag häufig der Fall. Biologische Wertigkeiten einzelner Nahrungsmittel sind daher häufig weitgehend theoretische Angelegenheiten.

Die meisten Arten von biologischen Wertigkeiten berücksichtigen den Gehalt an essenziellen Aminosäuren im Protein. Ein Protein wird dabei umso hochwertiger eingestuft, je mehr essenzielle Aminosäuren es enthält. Oft wird dabei der Gehalt an essenziellen Aminosäuren im Ei als optimal betrachtet und dem Ei exemplarisch der Wert 100 zugeteilt. Die anderen Proteinquellen werden dann damit verglichen.

Tierische Proteine sind in der Regel hochwertiger als pflanzliche, da ihr Aminosäureprofil dem Bedarf des Menschen etwas eher entspricht und ihre Verdaulichkeit generell etwas besser ist. Ausnahmen bestätigen aber auch hier die Regel und sobald die Proteine aus verschiedenen Quellen stammen, sind die Unterschiede nicht mehr so relevant.

Prinzipiell müsste anstelle der biologischen Wertigkeit ein Bedarf der einzelnen Aminosäuren definiert werden. Auch wenn solche Bedarfswerte teils bekannt sind, wird deren Umsetzung in allgemeine Empfehlungen sehr schwierig. Die genaue Aminosäurezusammensetzung ist noch nicht von allen Nahrungsmitteln bekannt und der effektive Bedarf bei unterschiedlichen Situationen ist ebenfalls noch nicht überall ermittelt.

Verfasser: Dr. Paolo Colombani
Datum: Dezember 2018, Version 2.2
Gültigkeit: bis Dezember 2021

4. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press. 2002.
5. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. J.Acad.Nutr.Diet. 2016; 116:501–28.