

# Biologische Wertigkeit

## Proteinqualität berechnen statt abschätzen

### Proteinqualität

Auf der Suche nach hochwertigen Eiweissquellen ist der Konsument oft im Unklaren, was denn qualitativ hochwertiges Eiweiss ist. Entscheidend ist primär der Anteil essentieller Aminosäuren sowie die Verfügbarkeit derselben, also die Verwertungsrate durch den Körper zur Proteinsynthese bzw. für Muskelaufbau- und -Regeneration. Jedes Eiweiss besteht aus Aminosäuren, welche in langen Ketten in unterschiedlicher Folge verbunden sind. Die Aminosäuren unterscheidet man in 8 essentielle, welche vom Körper nicht selbst gebildet werden können und daher durch die Nahrung aufgenommen werden müssen, einige semi-essentielle, welche unter bestimmten Bedingungen essentiell werden (z.B. Kindheit, nach Verletzungen, hoher körperlicher Belastung), sowie nicht-essentielle, welche der Körper aus den essentiellen Aminosäuren selber bilden kann. Entscheidend ist darum v.a. ein hoher Anteil an essentiellen Aminosäuren. Hochwertige Eiweissquellen sind sowohl Ei-, als auch Molken- aber auch Weizenprotein. Sojaweiweiss und Casein (Käseprotein) haben ein weniger günstiges Aminosäurenprofil. Casein bietet aber durch seine gelbildende Eigenschaft im Verdauungstrakt eine sehr lange Verfügbarkeit, was für die Einnahme vor dem Schlafengehen vorteilhaft ist. Zudem kann durch geschickte Kombination verschiedener Proteine das Aminosäurenprofil optimiert werden.



### Biologische Wertigkeit (BW)

Zur Qualitätsbestimmung von Proteinen dienen verschiedene chemische und biologische Methoden. Die bekannteste ist die Biologische Wertigkeit. Die klassische Definition nach dem Wissenschaftler THOMAS bezieht sich auf die Menge Körpereiwiss in g, die aus 100 g resorbiertem Nahrungseiwiss gebildet werden kann. Vollei-Protein erhält nach dieser Methode den Wert 100. Solche Untersuchungen beruhen allerdings nur auf Tierstudien. Dies aus dem einfachen Grund, weil man keine Menschen für mehrere Tage bis Wochen in Labors ruhig halten und nur Eiweiss zu essen geben kann, wie man das bei Ratten durchgeführt hatte.

Aus diesem Grund gibt es die Möglichkeit die BW rechnerisch nach einer vom Wissenschaftler OSER entwickelten Methode zu ermitteln. Dies ist auch die genaueste Methode, um mit chemischen Analysen die Proteinwertigkeit zu berechnen. Man analysiert die Aminosäuren in einem Proteinpräparat und berechnet den sogenannten Essential Amino Acid Index (EAA-Index), welcher anschliessend in die Formel zur Berechnung der Biologischen Wertigkeit eingeht.

$$\text{EAA-Index} = \sqrt[n]{\frac{\text{Ile}_T}{\text{Ile}_R} \times 100 \times \frac{\text{Leu}_T}{\text{Leu}_R} \times 100 \times \frac{\text{Lys}_T}{\text{Lys}_R} \times 100 \times \dots}$$

T = Testprotein, R = Referenzprotein, n = Anzahl der berücksichtigten Aminosäuren

$$\text{BW (nach OSER)} = (\text{EAA-Index} \times 1,09) - 11,7$$

Geht man davon aus, dass das ideale Aminosäurenmuster für den Muskelaufbau demjenigen von Kindern im Wachstum entspricht<sup>1</sup>, so ergibt sich für Vollei eine BW von 155. Ein weiterer Vorteil der Berechnungsmethode nach OSER ist, dass auch der absolute Proteingehalt in die Berechnung mit eingeht. Ein Proteinpräparat mit 90% Proteingehalt erreicht also eine höhere BW als eines mit bloss 70% Eiweissgehalt. Dies erklärt auch, warum Mischungen aus freien Aminosäuren (vgl. EAC

<sup>1</sup> Human amino acid requirements: a re-evaluation. Phys Human Nutr, 17(3):191-203

# Biologische Wertigkeit

## Proteinqualität berechnen statt abschätzen

Aminotabletten), die frei kombiniert werden können und üblicherweise hoch dosiert sind, eine extrem hohe BW erreichen. Das ideale Referenzprofil erreicht dagegen „nur“ die BW von 97, weil es keine Überdosierung, aber einen theoretischen Abzug für die Verdaulichkeit berücksichtigt. Siehe dazu die folgende Tabelle:

Aminosäuren (mg/g Reinprotein)	Ideales Referenzprofil (2-5 y of age)	Vollei	Whey Colostrum (Peach-Vanilla)	EAC
Histidin	19	22	27.3	51.5
Isoleucin	28	54	69.5	77.8
Leucin	66	86	116.5	222.2
Lysin	58	70	97.5	109.8
Methionin + Cystin	25	57	47.9	135.8
Phenylalanin + Tyrosin	63	93	91.2	190.3
Threonin	34	47	55.6	75.9
Tryptophan	11	17	23.2	19
Valin	35	66	70.1	92.1
BW nach OSER	97	155	185	284

Diese Zahlen darf man natürlich nicht mit der vorher erwähnten klassischen Definition der Biologischen Wertigkeit (nach THOMAS) verwechseln. Man kann selbstverständlich nicht aus 100 g aufgenommenem Protein 180 g Körperprotein machen, sonst würde man Masse aus dem Nichts erschaffen. **Aber sie erlauben den direkten Vergleich von verschiedenen Proteinpräparaten auf dem Markt, indem man deren Aminosäurenprofil dem idealen Referenz-Aminosäurenprofil gegenüberstellt.** Nachstehende SPONSER Produkte erzielen folgende Biologischen Wertigkeiten (nach OSER):

- Whey Colostrum = 185
- Multiprotein 180 = 180
- Whey Protein 94 / Whey 94 CFM = 170
- Aminoforce Pulver = 166
- Aminoforce Kautabletten = 157
- EAC Aminotabletten = 284

Es gibt natürlich weitere Faktoren, welche beim Kauf des geeigneten Proteinpräparates berücksichtigt werden müssen. Zum Beispiel Timing der Einnahme, Verdauungszeit eines Proteins, spezifische Situationen wie Wundheilung, Infektprophylaxe, Glycogenkompensation, Intoleranzen oder Allergien. So kann unter Umständen ein Weizenproteinhydrolysat aufgrund schneller Verfügbarkeit sowie hohem Glutaminanteil – oder weil vegetarisch, lactose- und milchproteinfrei – in vielen Fällen gut geeignet sein, auch wenn seine BW relativ tief liegt.

# Biologische Wertigkeit

## Proteinqualität berechnen statt abschätzen

### Kritische Betrachtung der Biologischen Wertigkeit (BW)

Die Angabe der klassischen BW nach THOMAS für ein Eiweiss bezieht sich immer auf früher durchgeführte Tierstudien mit demselben Proteintyp. Heutzutage werden keine solchen Untersuchungen mehr durchgeführt, sondern man bezieht sich immer auf die vorhandenen Literaturwerte! Findet man also z.B. die Angabe 104-110 für Molkeprotein auf einem Proteinpräparat eines Anbieters, so bezieht sich diese BW nicht auf den Rohstoff im Produkt, sondern lediglich auf den in der Literatur zu findenden Wert eines Referenzmolkeproteins. Dies ist natürlich sehr fragwürdig, wenn man daran denkt, wie die unterschiedlichen Herstellungstechnologien die nativen Eigenschaften beeinflussen können. So wird die Verfügbarkeit eines Eiweisses durch Produktionsschritte wie Ionen-Austausch, Säurefällung, Mikro- und Ultrafiltration, Sprüh-, Walzen- oder Gefriertrocknung, etc. beeinflusst, insbesondere da Glycomakropeptide und andere Co-Faktoren bei nicht schonender Verarbeitung denaturiert werden. Seit einigen Jahren sind z.B. auch Molkeproteine auf dem Markt, die durch Mikrofiltration gewonnen werden. In diesem Protein liegen noch die ursprünglichen, in der Molke vorhandenen Proteinstrukturen vor. Es gibt deutliche Hinweise, dass diese die aufbauenden Effekte den Stoffwechsel unterstützen können, d.h. das Protein wird nicht nur als Bausubstanz verwendet, sondern besitzt seinerseits beschleunigende Eigenschaften für den Aufbau. Solche Eigenschaften können selbstverständlich nur durch Fütterungsstudien beurteilt werden. Die Angabe der klassischen BW ist somit aber kein exakter Wert für einen bestimmten Rohstoff, sondern nur eine Schätzung aufgrund früherer Untersuchungen, die lediglich erlaubt die BW in Relation zu anderen Eiweissquellen einzuordnen. Sobald verschiedene Proteine gemischt werden, gibt es zwar für einige klassische Kombinationen ebenfalls Angaben zur BW (z.B. 136 für eine Mischung von 64% Kartoffel + 36% Vollei). Wie aber sieht es bei anderem prozentualen Mischverhältnis und/oder Kombination mit weiteren Proteinquellen aus? Es lässt sich nur mutmassen, indem man versucht, die einzelnen Aminosäureprofile zu berücksichtigen und tiefe Gehalte einzelner Aminosäuren beim Kombinieren auszugleichen.

Es wird somit klar, warum die rechnerische Bestimmung der BW nach OSER mithilfe des analysierten Aminosäureprofils die korrektere und auch ehrlichere Methode darstellt. Auf dem Markt erhältliche Proteinpräparate – auch gemischte, nicht bloss einzelne Rohstoffe – können so einem idealen Aminosäuren-Spektrum gegenübergestellt und direkt gegeneinander verglichen werden.

### Weitere Methoden zur Bestimmung der Proteinqualität

#### Chemical Score (CS)

Der CS wird durch Bestimmung der limitierenden Aminosäure im zu beurteilenden Protein berechnet. Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren im Testprotein wird mit dem Gehalt der entsprechenden Aminosäuren im Referenzprotein verglichen. Die Aminosäure, die dabei am schlechtesten abschneidet, wird als limitierend eingestuft. Der CS ist das Verhältnis des Gehalts dieser Aminosäure im Testprotein zum Referenzprotein.

$$\text{chemical score} = \frac{\% \text{ einer AS im Testprotein}}{\% \text{ dieser AS im Referenzprotein}}$$

AS = Aminosäure

# Biologische Wertigkeit

## Proteinqualität berechnen statt abschätzen

Nimmt man z.B. Weizenprotein als Testprotein und vergleicht es mit Vollei, dann ist die limitierende Aminosäure Lysin. Der Lysingehalt des Weizenproteins beträgt nur 40% desjenigen von Vollei. Es resultiert also ein CS = 40. Dies wird dann oft mit BW = 40 gleichgesetzt. Dies ist zwar eine brauchbare, aber eigentlich nicht korrekte Näherung. Als „Referenzprotein“ kann natürlich auch hier das empfohlene theoretische Aminosäurenprofil für Kinder von 2-5 Jahren verwendet werden. Nimmt man Gelatine, erkennt man, dass aufgrund des Fehlens von Tryptophan quasi ein CS = 0 resultiert (die gezielte Zufuhr von Gelatine in Form von Kollagenhydrolysat dient allerdings anderen Zwecken als dem Muskelaufbau). Berücksichtigt man noch, dass der Bedarf an einzelnen Aminosäuren bei Heranwachsenden und Erwachsenen verschieden ist, wird klar, dass diese Methode zwar die meistverwendete und einfachste, aber leider nicht sehr aussagekräftig ist.

### *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)*

Eine Weiterführung des CS ist die daraus folgende Berechnung des PDCAAS, also der Chemical Score unter Berücksichtigung der Verdaulichkeit. Die Formel ist denkbar einfach indem der CS mit der Verdaulichkeit (z.B. 0,95) multipliziert wird. Der Haken liegt aber wiederum darin, dass im Prinzip diese Verdaulichkeit erst über Tierstudien bestimmt werden muss – während aber in der Praxis nur Literaturwerte von Referenzproteinen benutzt werden! Es gelten also dieselben Vorbehalte wie bei der klassischen Biologischen Wertigkeit.

### Empfehlungen zum Proteinbedarf

Der tägliche Proteinbedarf ist sehr individuell und sollte auf das Körpergewicht und die sportliche Tätigkeit abgestimmt werden. Es ist dabei eine häufige Fehlmeinung, dass Ausdauersportler weniger Eiweiss benötigen als Kraftsportler. Entscheidend ist primär der Aktivitätslevel und die Intensität der muskulären Belastung. Die Zufuhrempfehlungen in untenstehender Tabelle berücksichtigen dies.

Proteinbedarf	
1.2-2.0 g per kg Körpergewicht abhängig vom Aktivitätslevel	Vom errechneten Proteinbedarf ist das durch die tägliche Nahrung aufgenommene Protein abzuziehen (ca. 1 g/kg Körpergewicht).
Quelle: Swiss Forum for Sport Nutrition, <a href="http://www.sfsn.ethz.ch">www.sfsn.ethz.ch</a>	

Bei der Proteinsupplementierung sollte man die Menge Eiweiss, welche bereits über die tägliche Nahrung oder sonstige Supplemente aufgenommen wird, von der Proteinbedarfsempfehlung abziehen. Laut 4. Schweizerischen Ernährungsbericht beträgt die durchschnittlich pro Tag aufgenommene Menge Eiweiss ca. 1 g pro kg Körpergewicht. Dies bedeutet, dass ein hochaktiver Kraft- oder Ausdauersportler von 80 kg Körpergewicht, max. 160 g Eiweiss täglich benötigt, jedoch über eine Fleisch- und Milchproduktehaltige Ernährung bereits rund 80 g einnimmt. Er benötigt also maximal 80 g zusätzliches Eiweiss aus Proteinpräparaten.

