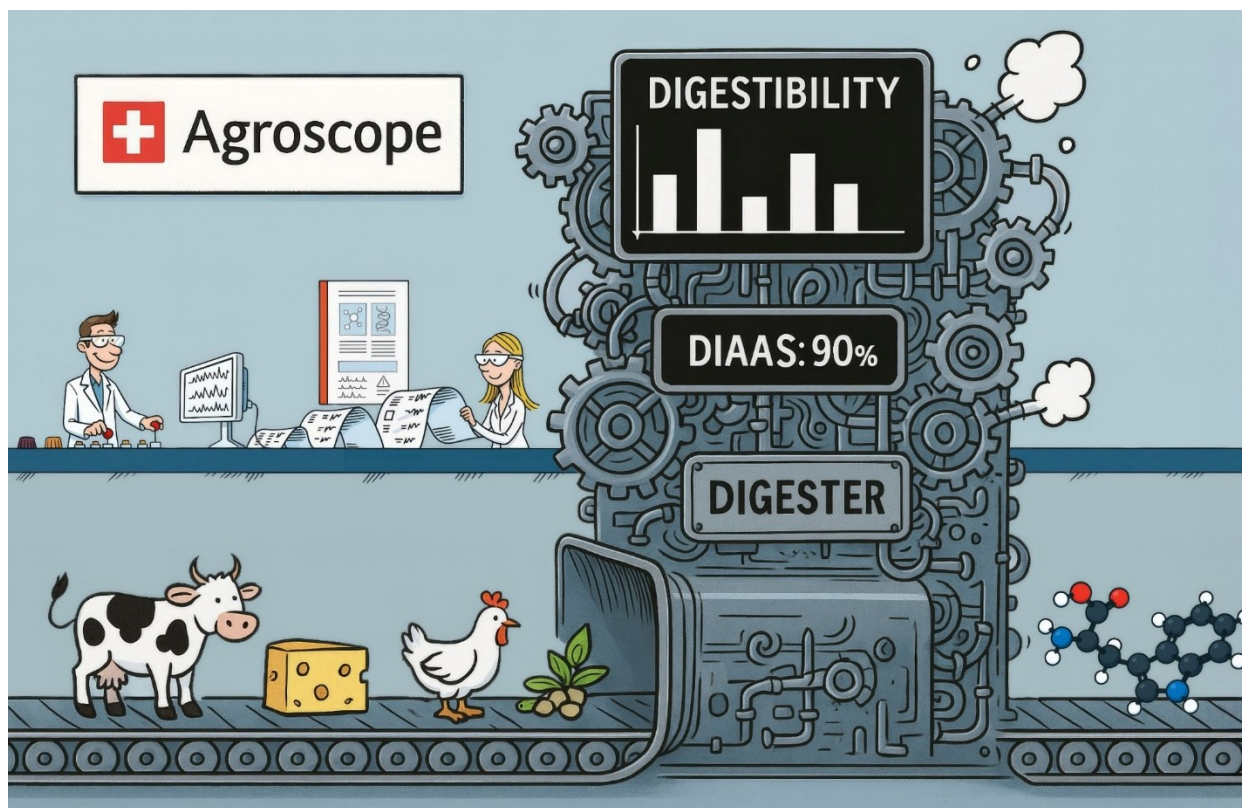




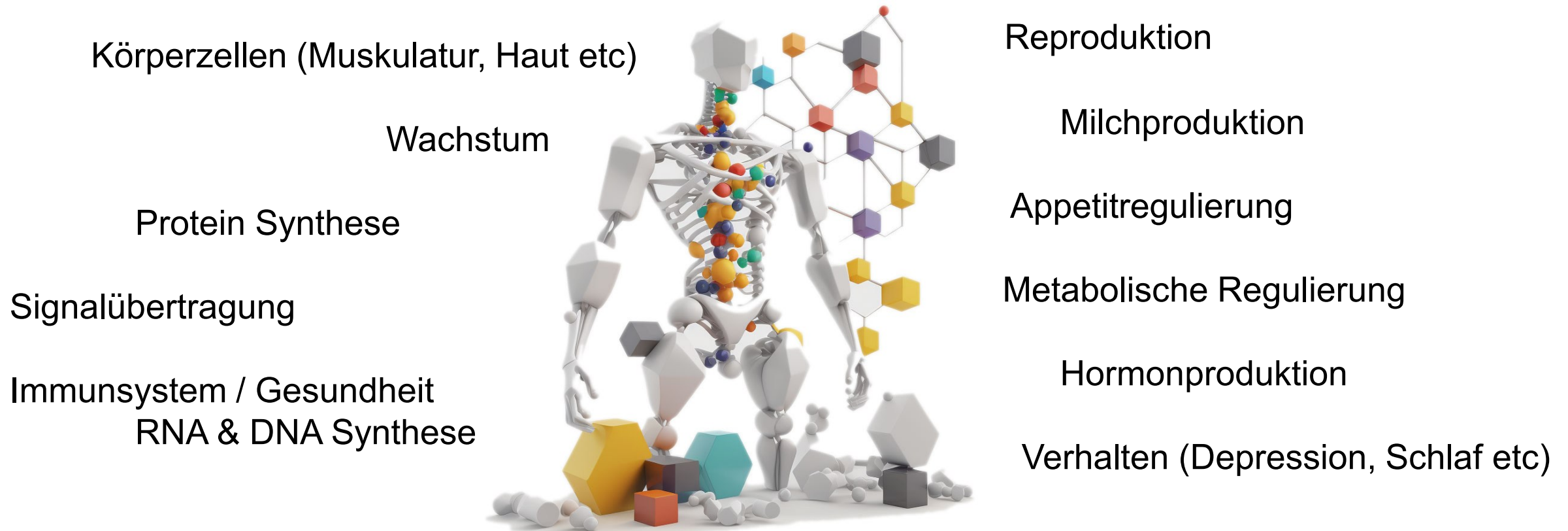
Vom Teller zum Trizeps: Mehr als Quantität – Warum die Proteinqualität wirklich zählt



Lotti Egger, Ana Blanco, Cédric Brügger, Reto Portmann, Agroscope

Vortrag, Eidgenössische Ernährungskommission, 26. März 2026

Proteine: Baustoffe des Körpers



...und für viele andere biologische Prozesse

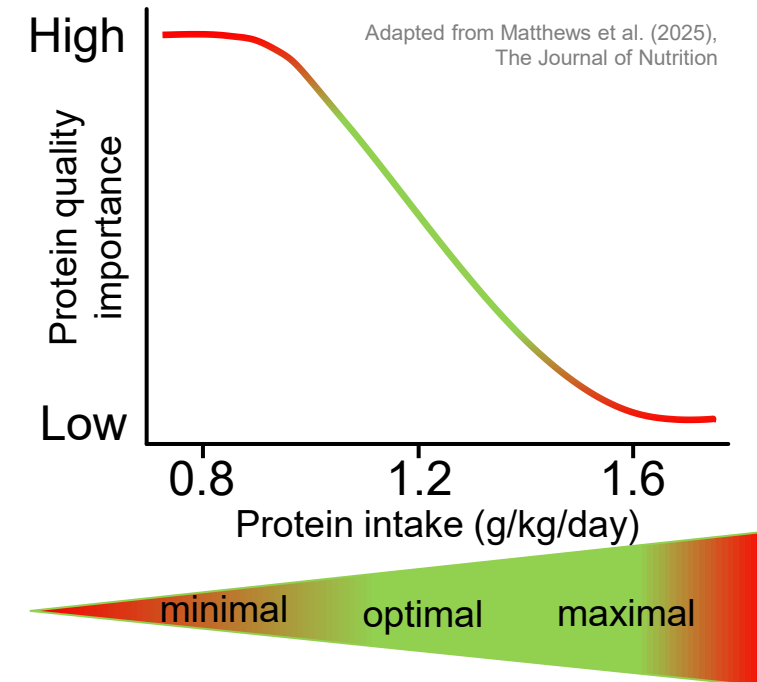
Qualität vor Quantität: Protein, Bedarf, Bioverfügbarkeit und Messung der Verdaulichkeit
Lotti Egger, Ana Blanco, Cédric Brügger, Reto Portmann

Vortrag, EEV, 26. März, 2026

Proteinbedarf: minimal – optimal - maximal

Die FAO definiert die Qualität von Nahrungsproteinen als die Fähigkeit einer Nahrungsquelle, den Stoffwechselbedarf des Menschen an essentiellen Aminosäuren (EAAs) und Stickstoff zu decken. Dies wird durch drei Hauptfaktoren bestimmt:

- den EAA-Bedarf des Menschen
- die EAA-Zusammensetzung der Nahrungsquelle
- die Bioverfügbarkeit der aufgenommenen EAAs



→ Je tiefer die Proteinmenge, desto wichtiger ist eine hohe **Proteinqualität**
→ deshalb: je tiefer die Qualität, desto wichtiger ist eine genaue Empfehlung

Barnes, et al. (2023). Protein quality and the food matrix: defining optimal versus maximal meal-based protein intakes for stimulating muscle protein synthesis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 48 (4), 340-344.

Matthews, et al. (2025). Understanding Dietary Protein Quality: Digestible Indispensable Amino Acid Scores and Beyond. *The Journal of Nutrition*, 155 (10), 3152-3167.

Aktuelle Regulierung EU/ Schweiz: Auslobung als “Proteinquelle” und “High Protein”

PROTEINQUELLE

Eine Angabe, dass ein Lebensmittel eine Proteinquelle ist, und jede Angabe, die für den Verbraucher voraussichtlich dieselbe Bedeutung hat, darf nur gemacht werden, wenn mindestens 12 % des Energiewerts des Lebensmittels durch Protein bereitgestellt werden.

HOHES PROTEIN

Eine Angabe, dass ein Lebensmittel einen hohen Proteingehalt hat, und jede Angabe, die für den Verbraucher wahrscheinlich dieselbe Bedeutung hat, darf nur gemacht werden, wenn mindestens 20 % des Energiewerts des Lebensmittels durch Protein bereitgestellt werden.

→ Keine Aussage über die Proteinqualität

Beispiel: "High Protein"

High Protein



Bio Chia Samen

100 % Bio-Chiasamen als natürliche Protein- und Ballaststoffquelle

<https://www.myprotein.com/>

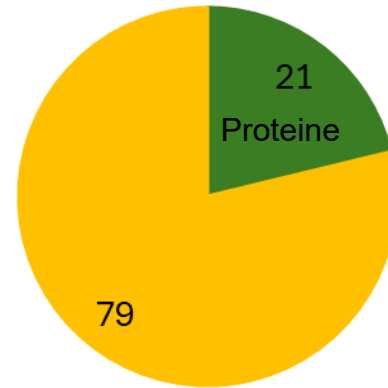
Hauptvorteile

- 100 % Bio
- 20 % Proteingehalt
- Ballaststoffreich
- Enthält Omega-3, -6 und -9

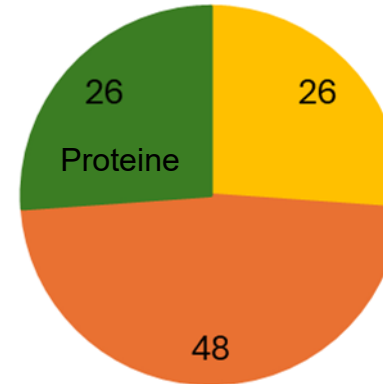
Warum sollte ich Chia-Samen in meine Ernährung einbauen?

Mit einem Proteingehalt von 20 % sind diese Samen ein echtes pflanzliches Kraftwerk, das deine Trainingsziele optimal unterstützt. Sie liefern dir die Energie, die du brauchst, um wichtige Muskeln aufzubauen und zu erhalten.¹

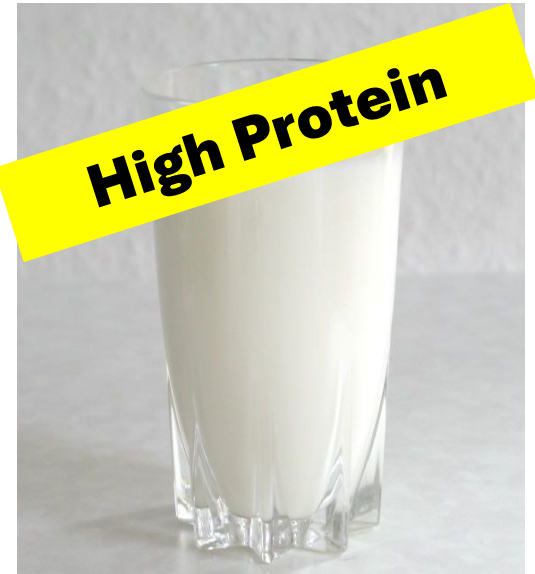
Chia (Energie %)



Milch (Energie %)



High Protein

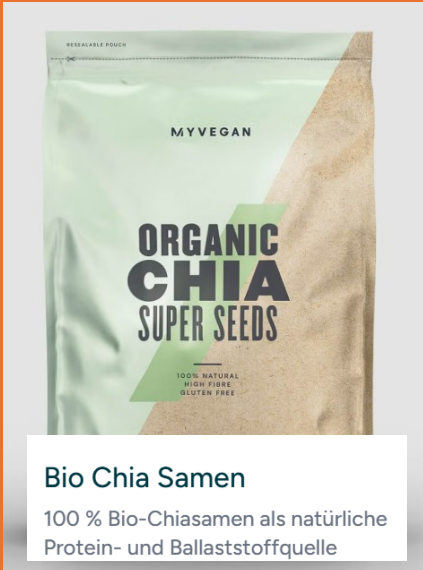


-  Fett
-  Kohlenhydrate
-  Proteine

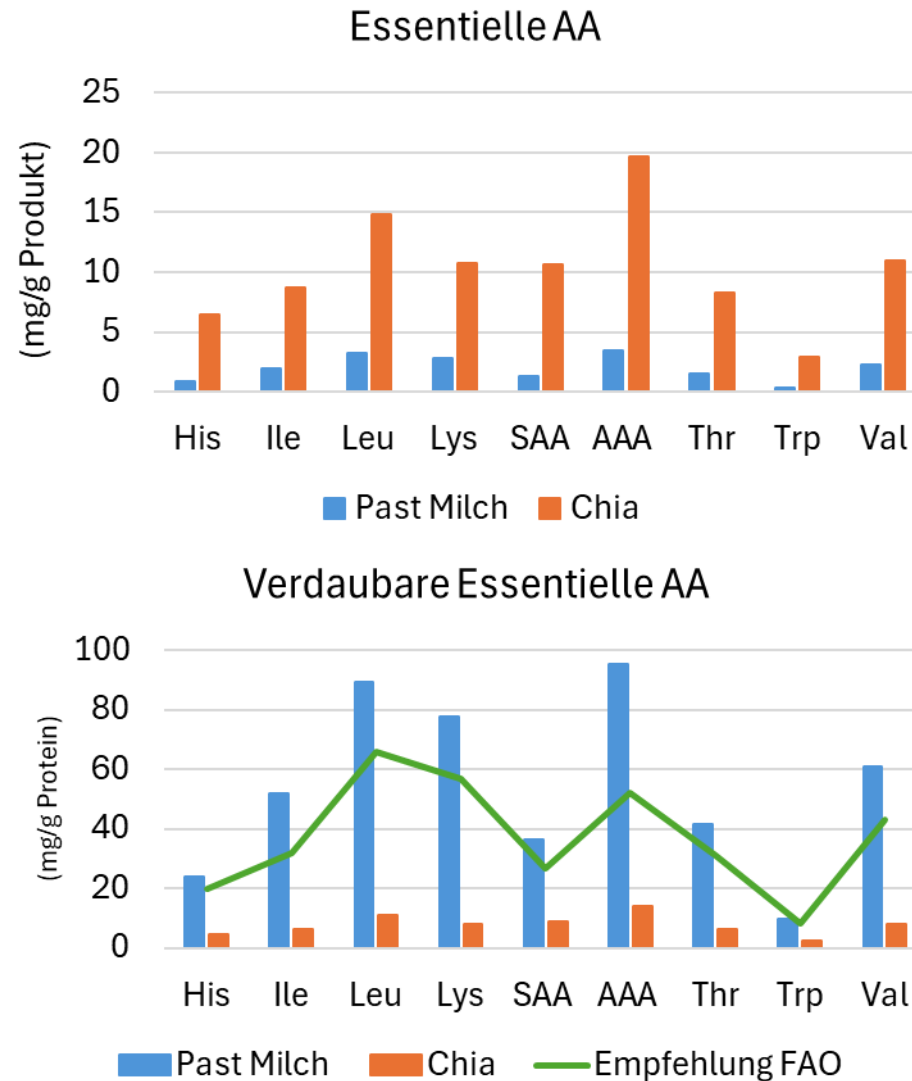
warum überhaupt?



Quantität versus Qualität: Vergleich Chia & Milch



Verdaulichkeit
Chia 0 %
Chia, eingeweicht
16.6 %



Milch
Verdaulichkeit
98.6 %

→ Die Qualität eines Nahrungsmittels hängt von dessen Proteinkonzentration, Aminosäuremuster und Verdaulichkeit ab.

warum überhaupt?

Bewertung der Qualität von Nahrungsproteinen

PER (Protein Efficiency Ratio)

Gewichtszunahme von Ratten pro Gram des Nahrungsproteins, im Vergleich zu Casein.

→ Einfaches wachstums-basiertes Rattenmodell

PDCAAS (Protein Digestibility Corrected Indispensable Amino Acid Score)

Aminosäurenprofil korrigiert mit fäkaler Stickstoffverdaulichkeit in Ratten gemessen.

→ Methode ist aufgrund der fäkalen Verdaulichkeit weniger genau

DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score)

Ileale Verdaulichkeit der individuellen essenziellen Aminosäuren, gemessen im Menschen oder im Schwein. Oder: im *in vitro* System!

→ Aktuell die genaueste Messung der Proteinqualität



Dietary protein quality
evaluation in human
nutrition

Report of an
FAO Expert Consultation

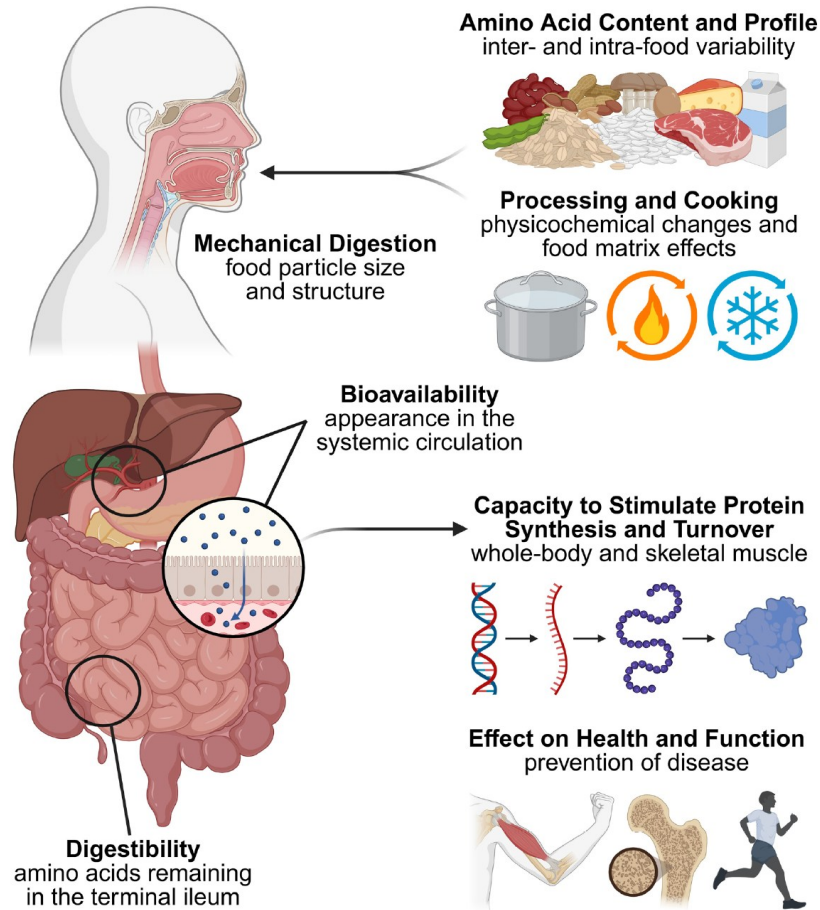
ISSN 0254-4725
FAO
FOOD AND
NUTRITION
PAPER

92

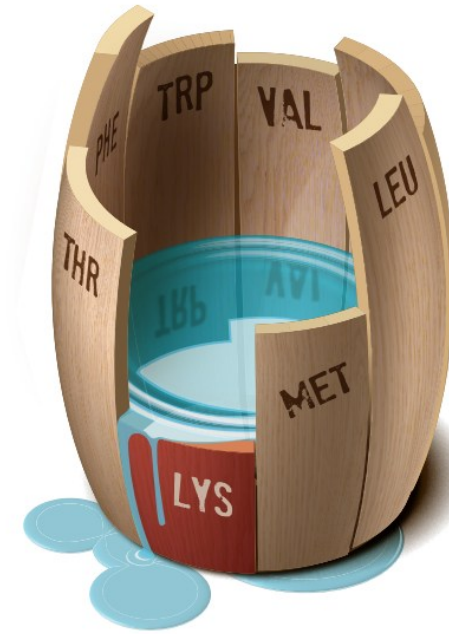




Was ist Proteinqualität und wovon hängt sie ab?



Matthews, et al. (2025). Understanding Dietary Protein Quality: Digestible Indispensable Amino Acid Scores and Beyond. *The Journal of Nutrition*, 155 (10), 3152-3167.



LYS = Lysin / MET = Methionin
ILE = Isoleucin / LEU = Leucin / PHE = Phenylalanin
THR = Threonin / TRP = Tryptophan / VAL = Valin
www.sge-ssn.ch/protein-2022.

→ Limitierende Aminosäure im Produkt bestimmt, in welchem Ausmass das Nahrungsprotein für den Aufbau von körpereigenem Protein genutzt werden kann.

Qualität vor Quantität: Protein, Bedarf, Bioverfügbarkeit und Messung der Verdaulichkeit

Lotti Egger, Ana Blanco, Cédric Brügger, Reto Portmann

Vortrag, EEV, 26. März, 2026



Erarbeitung einer DIAAS Database: Proteos Projekt

→ Der Expertenbericht der FAO 2013 gibt folgende Empfehlungen:

- Aminosäuren sollen als **individuelle Nährstoffe** betrachtet und in Lebensmitteltabellen einzeln (auf Basis ihrer Bioverfügbarkeit) aufgeführt werden.
- Der **DIAAS** ersetzt den alten PDCAAS. Er berechnet sich aus dem Verhältnis der verdaulichen Aminosäuren im Testprotein zu einem Referenzprotein.
- Die Verdaubarkeit soll am **Ende des Dünndarms** (ileal) gemessen werden, da dies die tatsächliche Aufnahme am besten widerspiegelt.
- Vorrangig sollten Daten aus Studien mit **Menschen** genutzt werden, ersatzweise von wachsenden Schweinen oder Ratten.
- **Entwicklung und Validierung von in vitro Methoden** zur Vorhersage der Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit von Aminosäuren beim Menschen.

→ Proteos Projekt, koordiniert von der Global Dairy Platform: Erarbeitung einer Datenbank mit DIAAS Werten gemessen im Schweinemodell

PROTEOS

Determination of True Ileal Amino Acid Digestibility in Dietary Protein Sources Commonly Consumed by Humans: Towards an international database of the protein quality of human foods

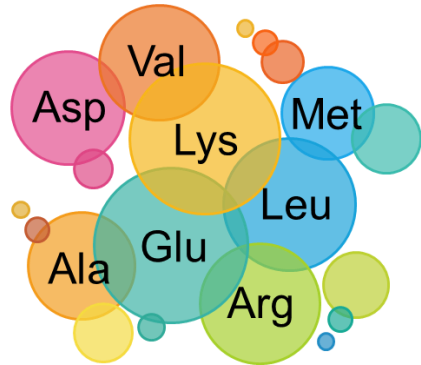
*A collaboration between Riddet Institute, Massey University, New Zealand,
AgroParisTech INRA, France, Wageningen UR, the Netherlands,
and the University of Illinois, USA*



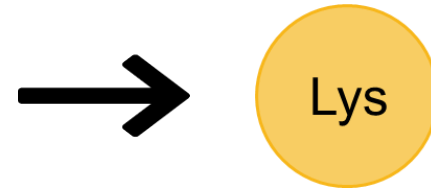
Hodgkinson, S. M., Moughan, P. J. (2025), et al. True ileal amino acid digestibility of human foods classified according to food type as determined in the growing pig. The Journal of Nutrition.

Digestible indispensable amino acid score (DIAAS)

Aminosäuren pro Gramm
Nahrungsmittel



mg IAA/ g Nahrungsprotein



×

in vitro Verdaulichkeit_{Lys}



mg verdaute IAA/g Nahrungsprotein
(DIAA_{gemessen})



mg IAA/ g Ref Protein (DIAA_{Referenz})

Lys_{Ref}



$$DIAAR = \frac{DIAA_{gemessen}}{DIAA_{Referenz}} \times 100$$

Age Group	His	Ile	Leu	Lys	SAA	AAA	Thr	Trp	Val
scoring pattern mg/g protein requirement									
Infant (birth to 6 months) ¹	21	55	96	69	33	94	44	17	55
Child (6 months to 3 year) ²	20	32	66	57	27	52	31	8.5	43
Older child, adolescent, adult ³	16	30	61	48	23	41	25	6.6	40

FAO Referenz Protein (DIAA_{Referenz}) (ISBN 978-92-5-107417-6)

DIAAR: Digestible indispensable amino acid **ratio** (%)

DIAAS: Digestible indispensable amino acid **score** = tiefster DIAAR

IAA: Essenzielle Aminosäure

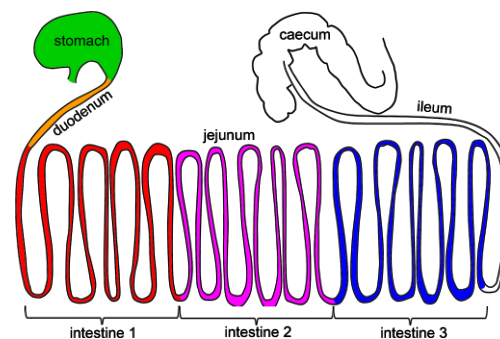
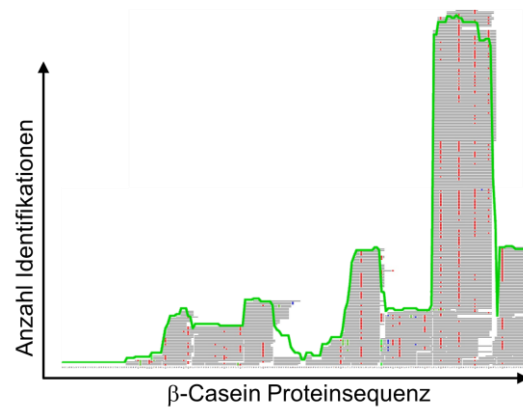
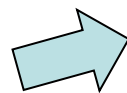
wie genau?



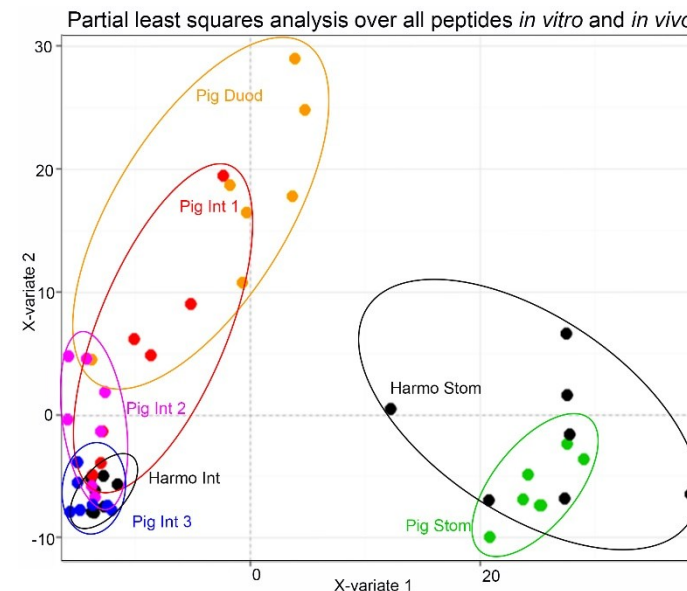
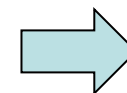
INFOGEST *in vitro* Verdau Protocol 2.0

Agroscope arbeitet zusammen mit INFOGEST, einem internationalen Netzwerk von Forschern mit dem Ziel, harmonisierte Methoden zu entwickeln, um die menschliche Verdauung *in vitro* zu simulieren.

5 d	Preparation	Step
	• Perform enzyme activity and bile assays	1
	• Prepare SSF, SGF and SIF stock solutions	2
	• Perform pH-test adjustment experiment	4
1 d	Oral phase	7–12
	• Mix Food with SSF (1:1, (wt/wt))	13
	• Include CaCl_2 (1.5 mM in SSF)	14
	• Add salivary amylase, if necessary (75 U/mL)	15, 16
	• Incubate while mixing (2 min, 37 °C, pH 7)	
	Gastric phase	17, 18
	• Mix oral bolus with SGF (1:1 (vol/vol))	19
	• Include CaCl_2 (0.15 mM in SGF)	20, 21
	• Add pepsin, gastric lipase (2,000, 60 U/mL)	22–24
	• Incubate while mixing (2 h, 37 °C, pH 3.0)	
	Intestinal phase	25, 26
	• Mix gastric chyme with SIF (1:1 (vol/vol))	27
	• Include bile (10 mM bile salts)	28
	• Include CaCl_2 (0.6 mM in SIF)	29
	• Add pancreatin (trypsin activity 100 U/mL)	30–32
	• Incubate while mixing (2 h, 37 °C, pH 7.0)	
	Sampling	
	• Sampling procedure and sample treatment (Table 1)	



milk powder digested
in vitro and *in vivo*



nature
protocols

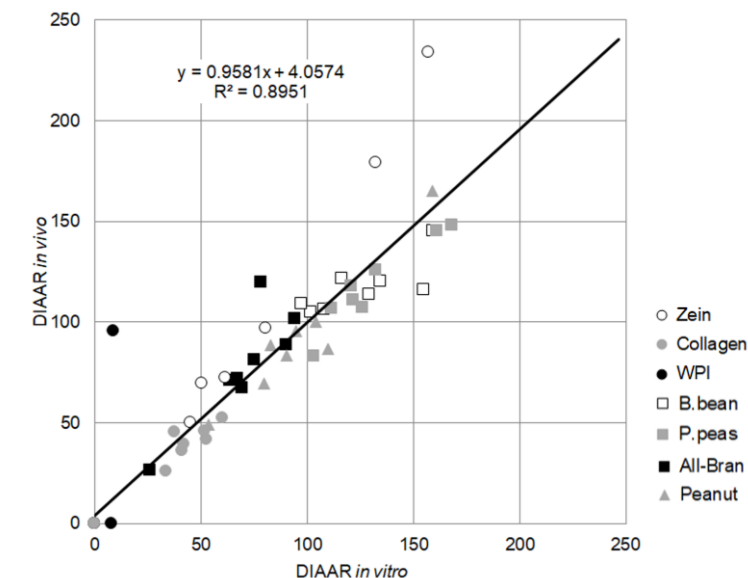
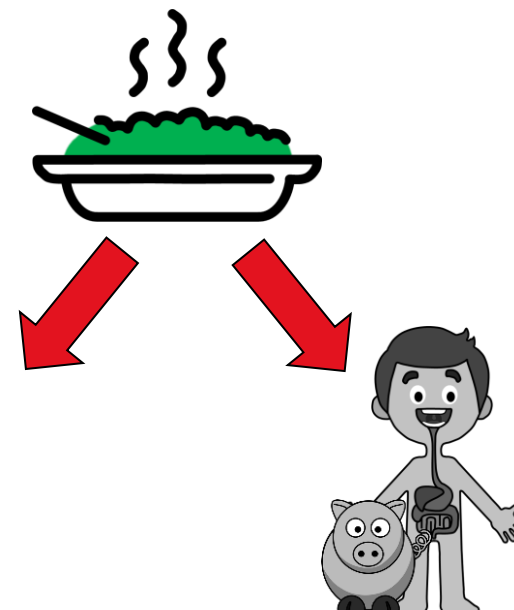
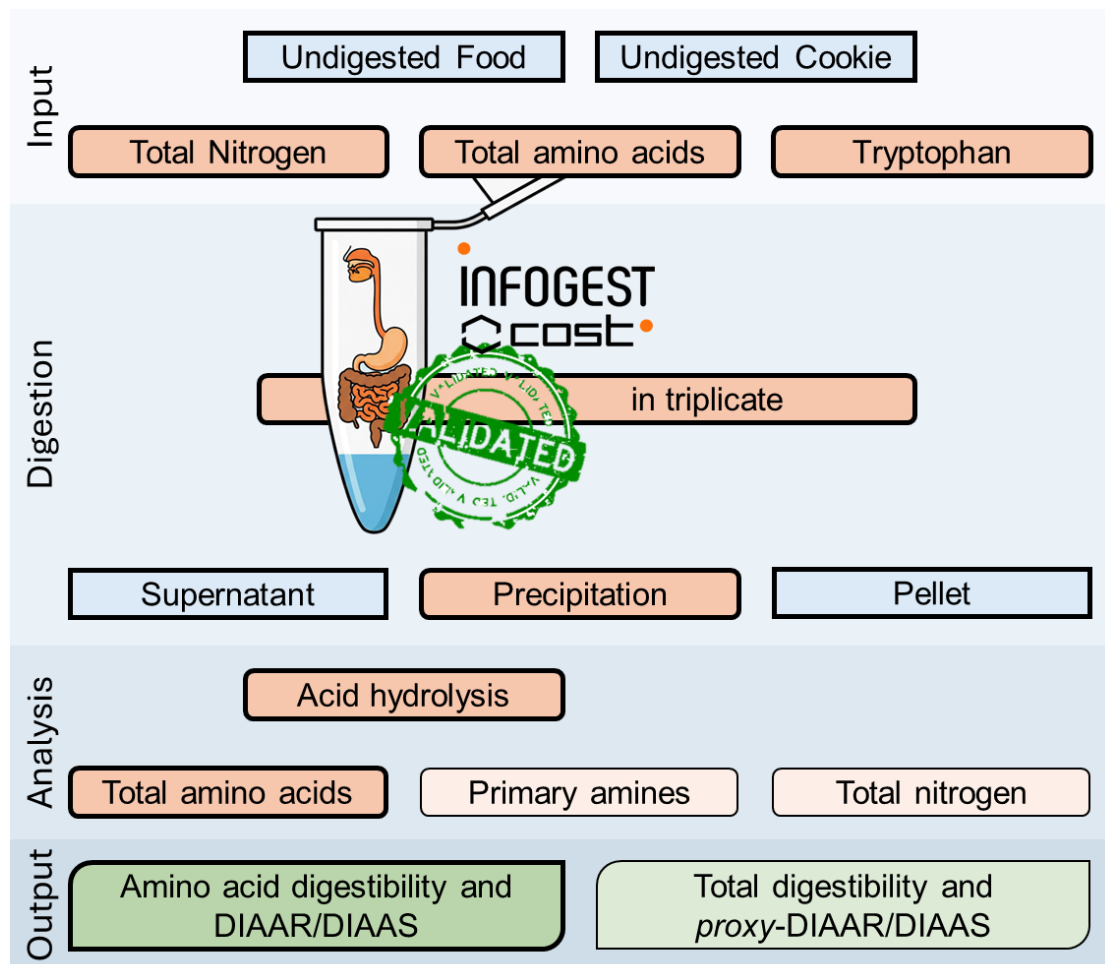
PROTOCOL

<https://doi.org/10.1038/s41596-018-0119-1>

INFOGEST static *in vitro* simulation of gastrointestinal food digestion

André Brodkorb^{1*}, Lotti Egger², Marie Alminger³, Paula Alvito⁴, Ricardo Assunção⁴, Simon Ballance⁵, Torsten Bohn⁶, Claire Bourlieu-Lacanal⁷, Rachel Boutrou⁸, Frédéric Carrière⁹, Alfonso Clemente¹⁰, Milena Corredig¹¹, Didier Dupont⁸, Claire Dufour¹², Cathrina Edwards¹³, Matt Golding¹⁴, Sibel Karakaya¹⁵, Bente Kirkhus⁵, Steven Le Feunteun⁸, Uri Lesmes¹⁶, Adam Macierzanka¹⁷, Alan R. Mackie¹⁸, Carla Martins⁴, Sébastien Marze¹⁹, David Julian McClements²⁰, Olivia Ménard⁸, Mans Minekus²¹, Reto Portmann², Cláudia N. Santos^{22,23}, Isabelle Souchon²⁴, R. Paul Singh²⁵, Gerd E. Vegarud²⁶, Martin S. J. Wickham²⁷, Werner Weitschies²⁸ and Isidra Recio²⁹

Weiterentwicklung zur INFOGEST Quant Methode ein Tool zur Messung der Protein-Verdaulichkeit und zur Bestimmung des DIAAS



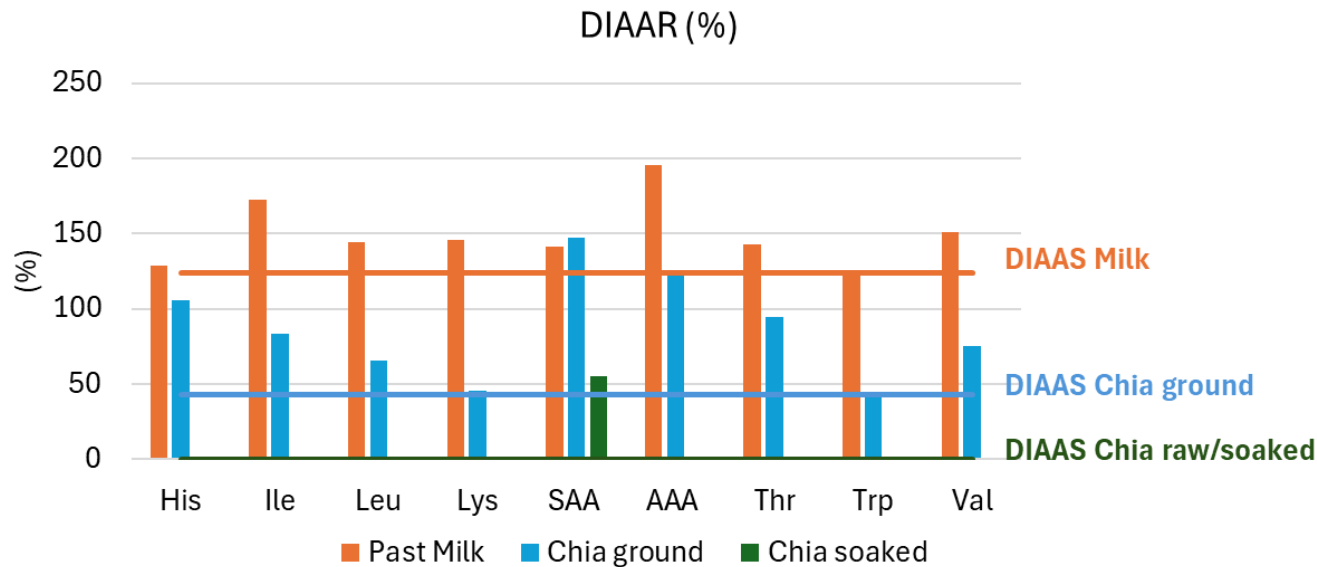
In vitro digestibility of dietary proteins and *in vitro* DIAAS analytical workflow based on the INFOGEST static protocol and its validation with *in vivo* data

Raquel Sousa^{a,b}, Isidra Recio^b, Dominique Heimo^c, Sébastien Dubois^c, Paul J. Moughan^d, Suzanne M. Hodgkinson^d, Reto Portmann^{a,1}, Lotti Egger^{a,*,1}



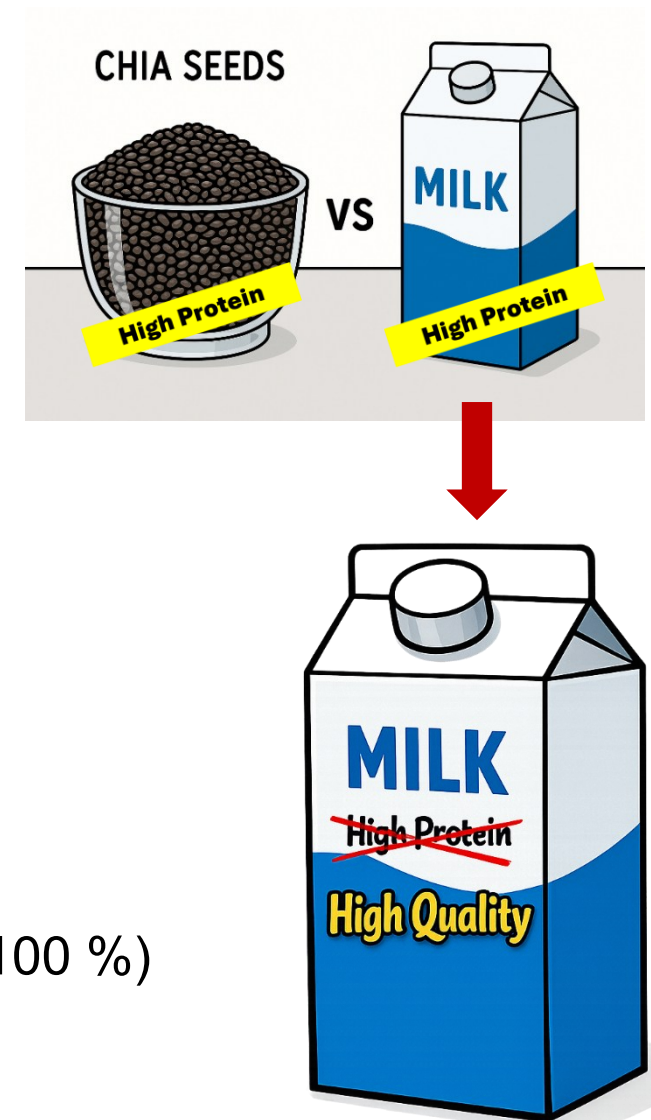


Chia und Milch: High protein ≠ high protein quality



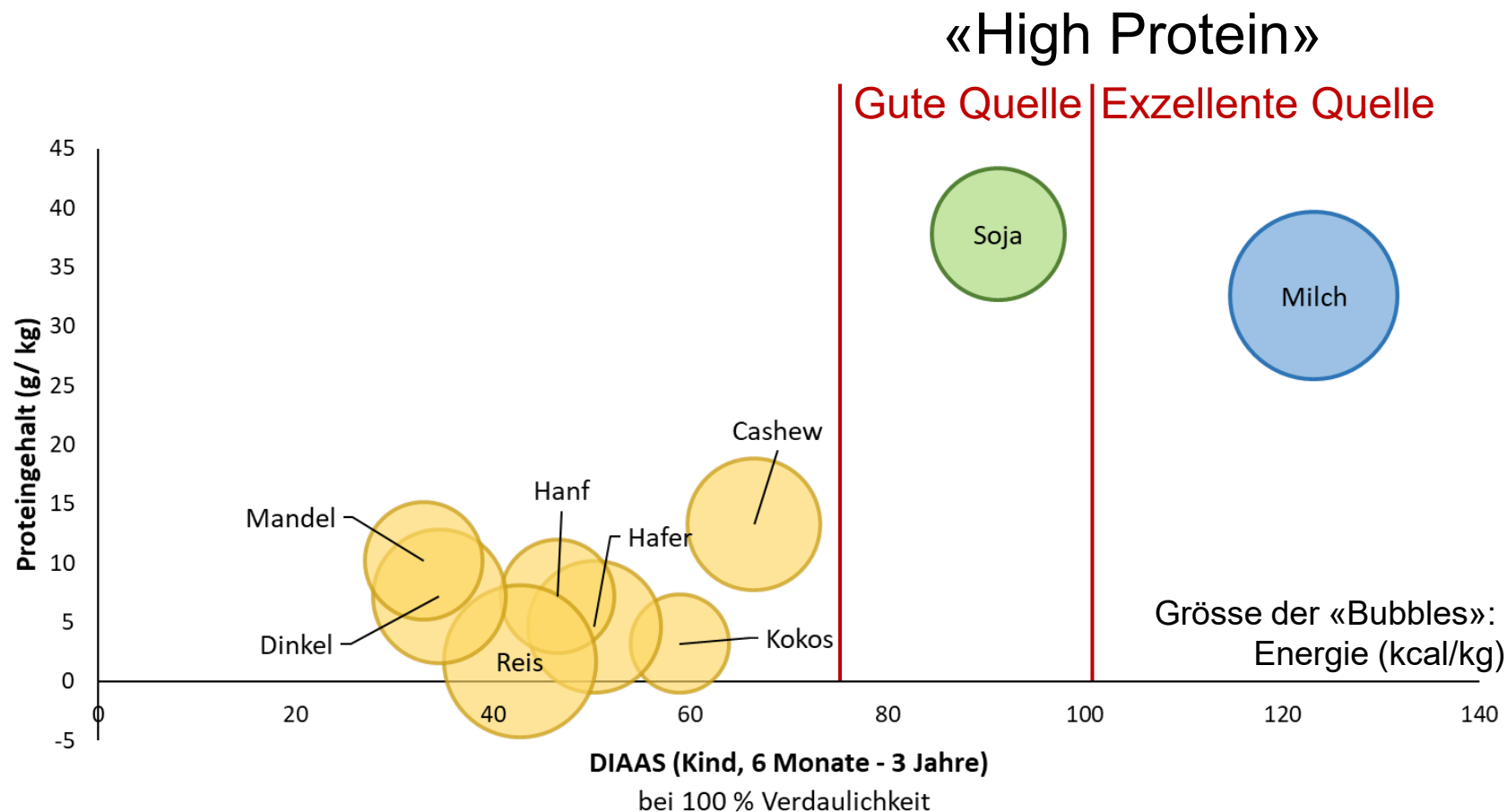
DIAAS > 100 % exzellente Proteinquelle
DIAAS > 75 % < 100 % gute Proteinquelle
DIAAS < 75 % keine Auslobung

- Milch und Milchprodukte sind exzellente Proteinquellen (DIAAS > 100 %)
- Chia Samen roh können gar nicht verdaut werden (DIAAS = 0%), gemahlene Chia Samen DIAAS < 40 %: keine Auslobung möglich





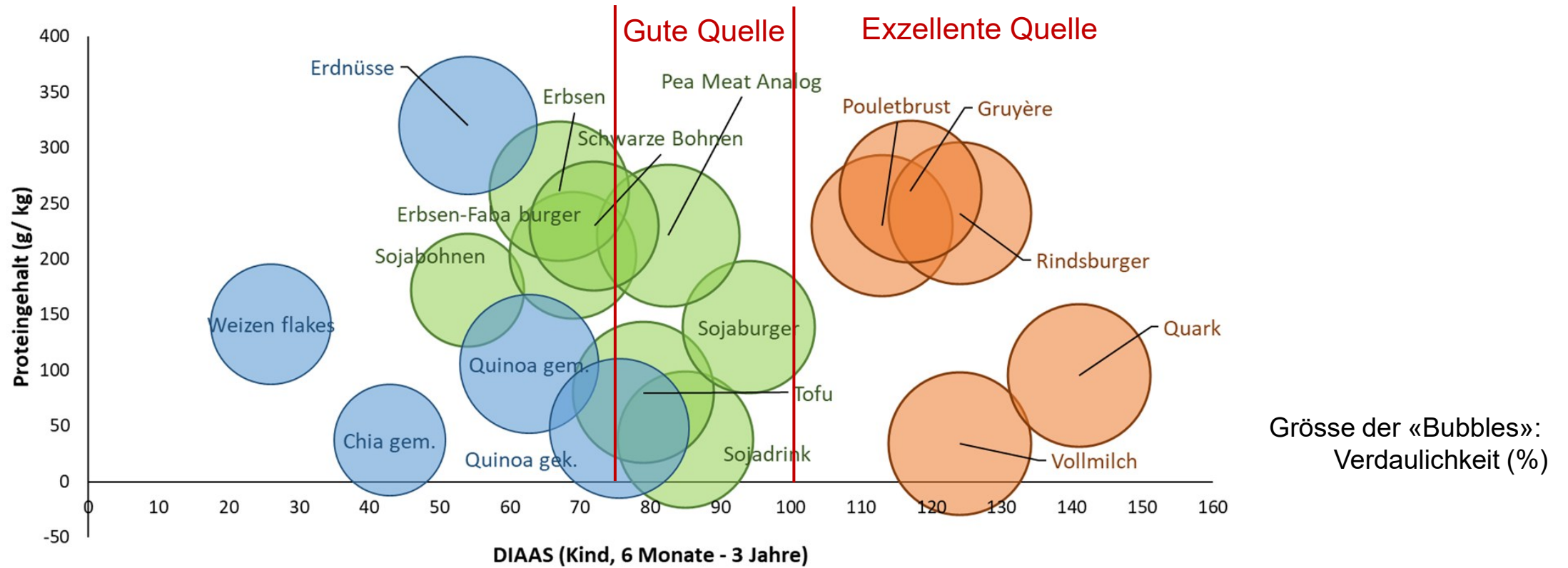
Pflanzendrinks versus Milch



- Von den untersuchten Produkten können Soja und Kuhmilch als «High Protein» und als gute bis exzellente Proteinquelle bezeichnet werden.
- Cashew und Mandeldrink können als Proteinlieferanten bezeichnet werden, alle anderen enthalten weniger als 12% ihrer Energie in Form von Protein.



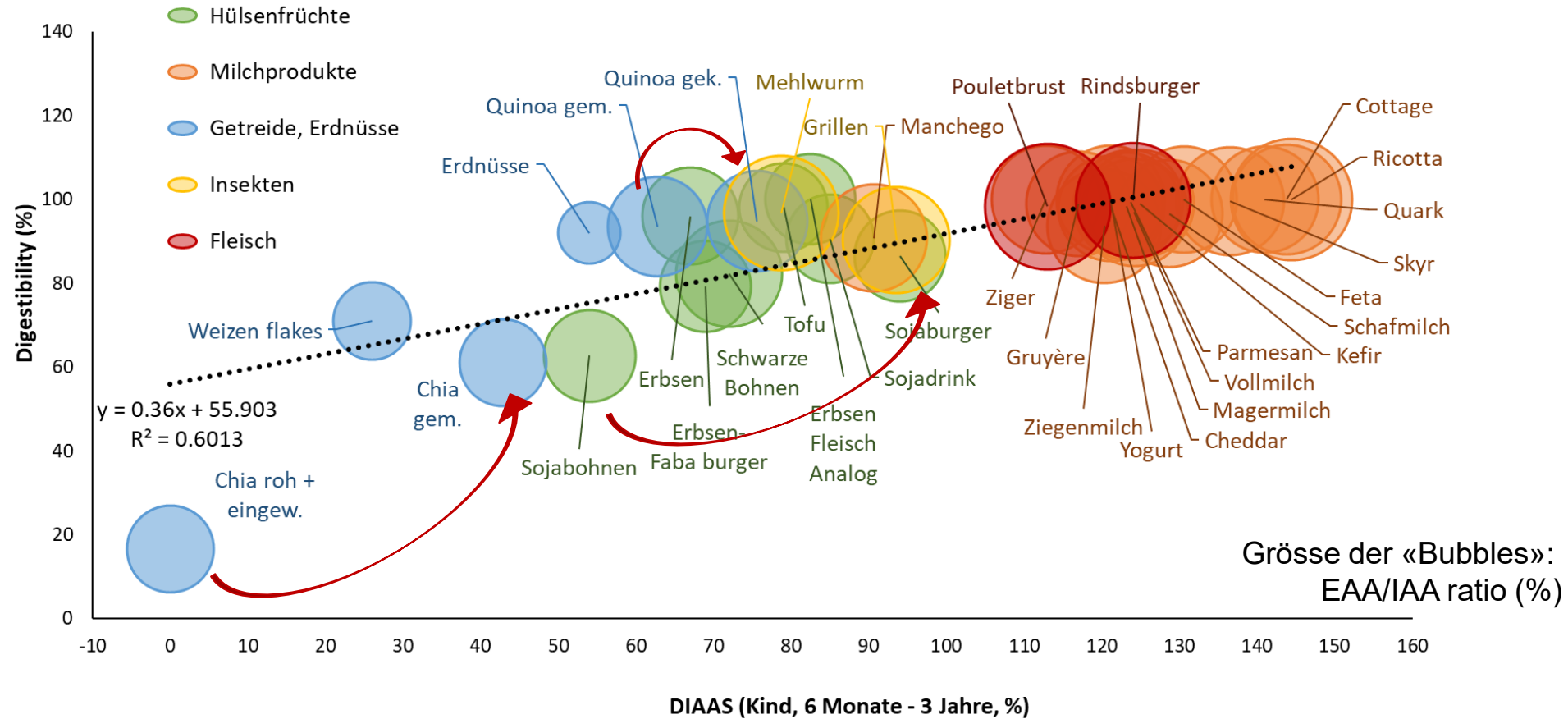
Proteinqualität verschiedener pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel



- Viele Leguminosen, insbesondere Sojaprodukte sind gute Proteinquellen
- durch geeignete Kombination kann die Proteinqualität innerhalb einer Mahlzeit verbessert werden



Proteinqualität verschiedener pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel

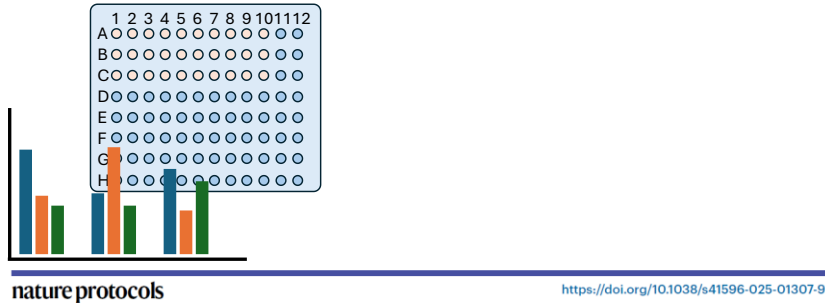


→ tierische Proteinlieferanten haben oft eine bessere Verdaulichkeit, einen höheren DIAAS und generell einen höheren Anteil an EAA als pflanzliche Lieferanten

→ durch Verarbeitung kann die Qualität von pflanzlichen Lieferanten verbessert werden



Von der Forschungsmethode zum internationalen IDF|ISO Standard

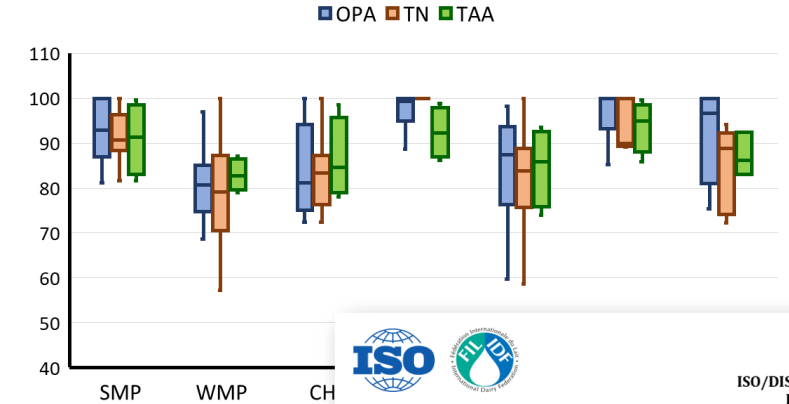


Protocol extension <https://doi.org/10.1038/s41596-025-01307-9> [Check for updates](#)

INFOGEST Quant: standardized *in vitro* determination of digestibility and DIAAS of dietary proteins based on the INFOGEST static digestion model

Lotti Egger^{1,5}, Ana Blanco-Doval^{1,5}, Raquel Sousa¹, Cédric Brügger¹, Eliane Binz¹, André Brodtkorb², Didier Dupont³, Isidra Recio⁴ & Reto Portmann^{1,5}✉

Veröffentlichung der Methode mit Berechnungs-Vorlagen zur Unterstützung von Forschenden



ISO/DIS 24167:2025(E)
IDF 261:2025(E)

ISO/TC 34/SC 5
Date: 2025-03-06
Secretariat: NEN

Milk and milk products - *In vitro* digestion protocol for the determination of protein digestibility and *in vitro* digestible indispensable amino acid score (DIAAS)

Standardisierung innerhalb ISO/IDF ermöglicht es Behörden und Industrie die DIAAS Methode zu implementieren.

→ Die Methode soll möglichst allen zur Verfügung gestellt werden, damit die Bestimmung der Proteinqualität zuverlässig und vergleichbar bestimmt werden kann.

wie weiter?



Schlussfolgerungen

- Das Aminosäuremuster eines Nahrungsmittels ist nicht ausreichend, um die Proteinqualität zu beurteilen
- Bei einer tieferen Proteinaufnahme ist eine hohe Proteinqualität wichtig
- Die DIAAS Methode, welche die ileale Verdaulichkeit der Proteine berücksichtigt, ist aktuell die beste Methode zur Beurteilung der Proteinqualität
- Die an Agroscope entwickelte *in vitro* DIAAS Methode ist ein guter Ersatz ohne Einsatz von Tierversuchen
- Die DIAAS Methode als ISO Standard soll es Produzenten und Konsumenten erleichtern, die Proteinqualität ihrer Produkte zu messen und zu berücksichtigen.



Symposium: Global perspective on dairy protein: Analytics and beyond 5 May 2026 14:00 - 18:00 h



IDF/ISO Analytical Week 2026
Bern, Switzerland, 5 – 7 May 2026

Session	Time	Activity	Speaker
Opening	14:00	Opening by FOAG Director Welcome by IDF Director General Welcome by ISO	Christian Hofer Laurence Rycken ISOCS tbc
Proteins from a global food and dairy perspective	14:30	Importance of dairy proteins for the dairy sector – context (payment/nutrition/techno – link with IDF strategy and IDF work in various SC)	Philippe Trossat – Chair of MSSG
Techniques for protein quantification	15:00	Available Techniques and standards for Protein Quantification	Steve Holroyd, NZ
	15:20	Mass Spectrometry based Protein Quantification	Christophe Fuerer, CH
	15:40	Health Break	
Protein quality	16:10	In vivo Protein Digestibility, DIAAS and Proteos database	Paul Moughan, NZ, virtual
	16:30	In vitro Protein Digestibility and Standard Development	Reto Portmann, CH
	16:50	Joint FAO / IAEA protein digestibility database	Maria Xipsiti, FAO, Nutrition Officer
Discussion and closing	17:10	Discussion panel with speakers above (next steps for dairy protein analysis)	Moderator: Richard Johnson – Chair of SCAMC
	17:40	IDF/ISO Analytical Week 2027, Leeuwarden (NL)	Hans Crujisen
	17:45	Closing words – housekeeping	Ueli Bütikofer

Vortrag, EEV, 26. März, 2026

wie weiter?

Pro+Digy

Protein Digestibility

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Lotti Egger, Ana Blanco, Cédric Brügger,
Reto Portmann**

charlotte.egger@agroscope.admin.ch

Agroscope good food, healthy environment

www.agroscope.admin.ch