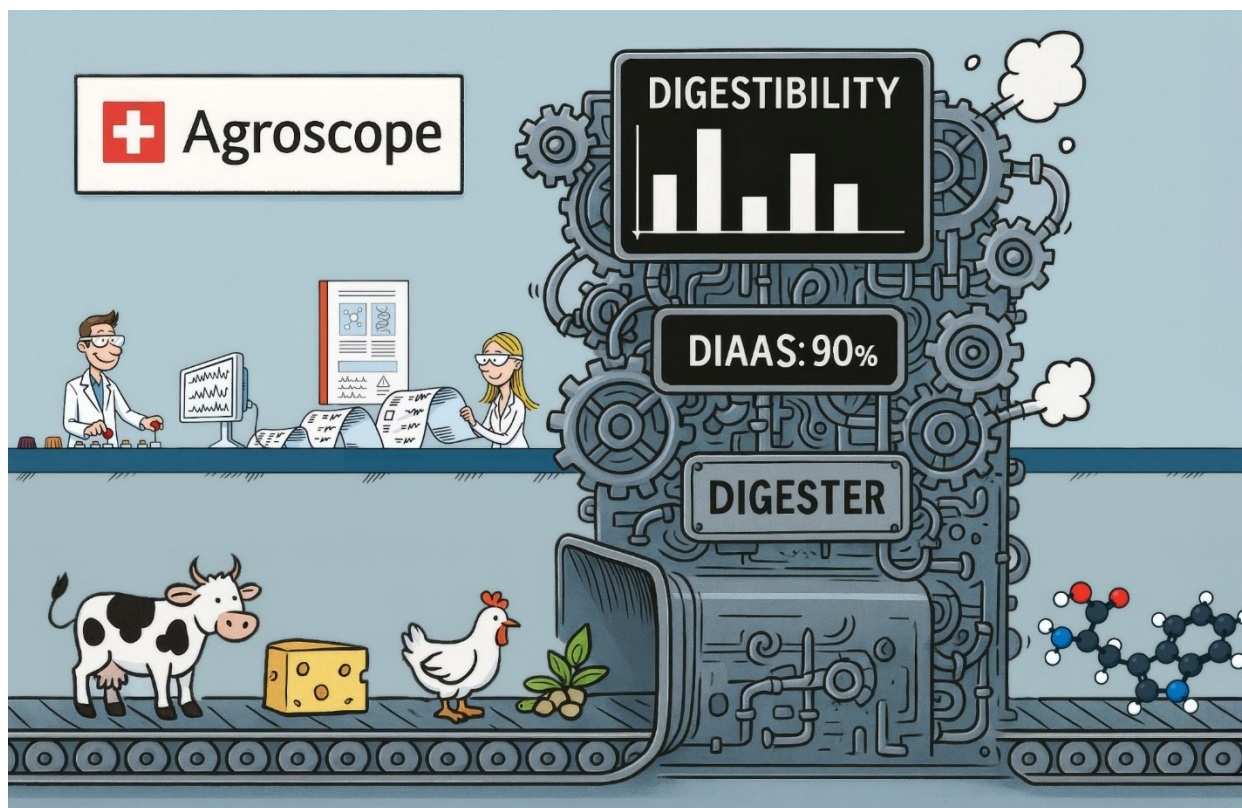




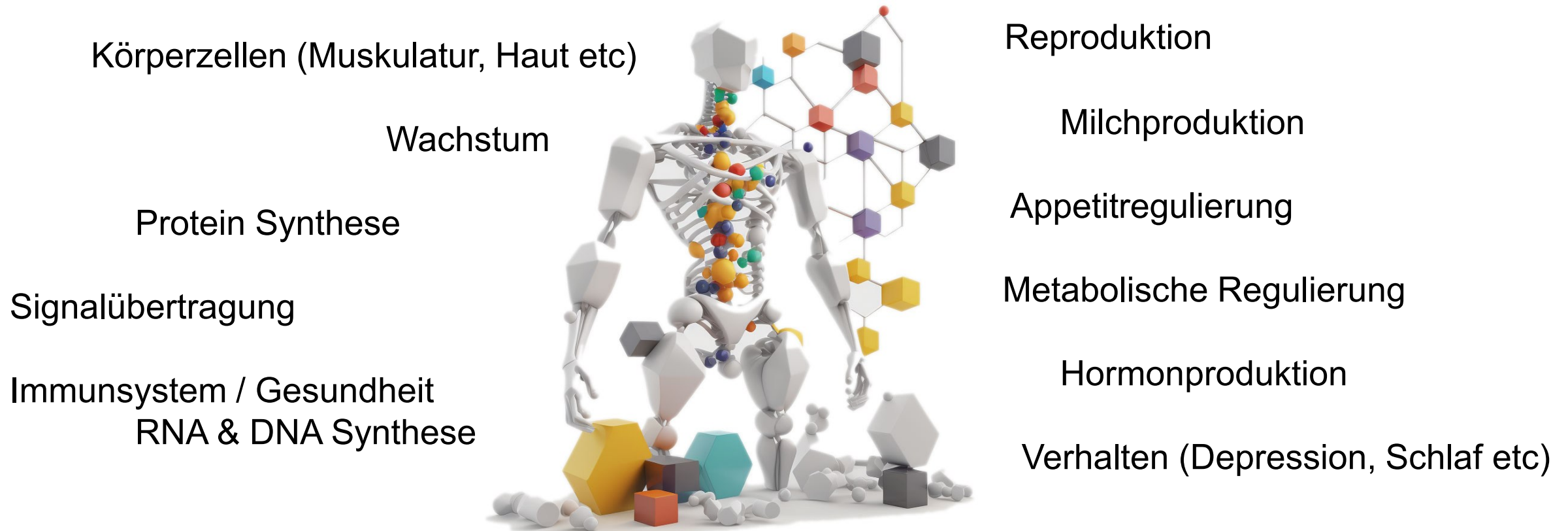
Vom Teller zum Trizeps: Mehr als Quantität – Warum die Proteinqualität wirklich zählt



Lotti Egger, Ana Blanco, Cédric Brügger, Reto Portmann

Vortrag, Fachgruppe Ernährung von Public Health Schweiz, 18. November 2025

Proteine: Baustoffe des Körpers



...und für viele andere biologische Prozesse

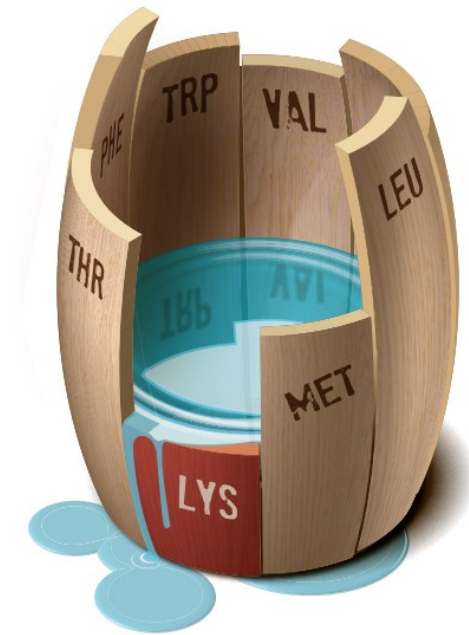
Qualität vor Quantität: Protein Bioverfügbarkeit und Messung der Verdaulichkeit
Lotti Egger, Ana Blanco, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Reto Portmann

Vortrag, Fachgruppe Ernährung von Public Health Schweiz, 18. November, 2025

Wie kann Proteinqualität beurteilt werden

EU Regulation: Nahrungsmittel mit über 12% der Energie aus Proteinen gelten als Proteinquellen, ab 20% als «high protein» Nahrungsmittel

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

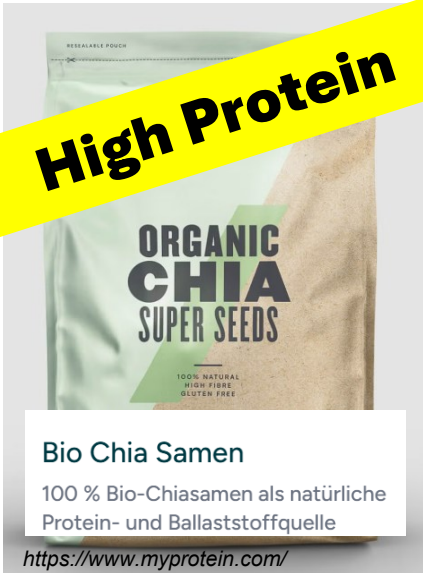


LYS = Lysin / MET = Methionin
ILE = Isoleucin / LEU = Leucin / PHE = Phenylalanin
THR = Threonin / TRP = Tryptophan / VAL = Valin
www.sge-ssn.ch/protein-2022.



Quantität versus Qualität: “High Protein”

High Protein



Bio Chia Samen

100 % Bio-Chiasamen als natürliche Protein- und Ballaststoffquelle

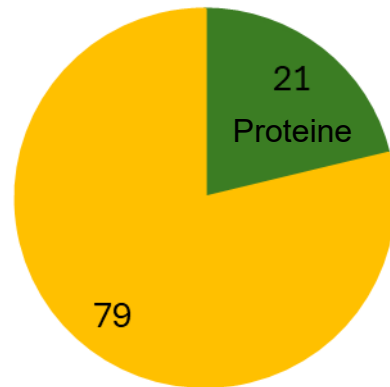
<https://www.myprotein.com/>

Hauptvorteile

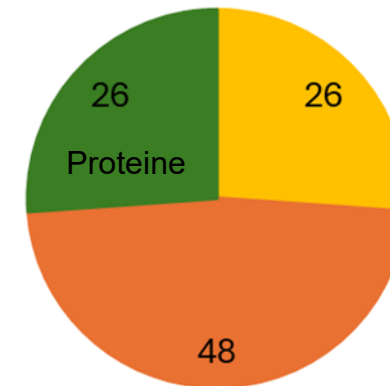
- 100 % Bio
- 20 % Proteingehalt
- Ballaststoffreich
- Enthält Omega-3, -6 und -9

Die Auslobung „High Protein“ oder „hoher Proteingehalt“ ist gemäss Art. 19 und Anhang 13 der LIV nur dann zulässig, wenn auf den Proteinanteil mindestens 20 Prozent des gesamten Energiewerts des Lebensmittels entfallen. 18.08.2022

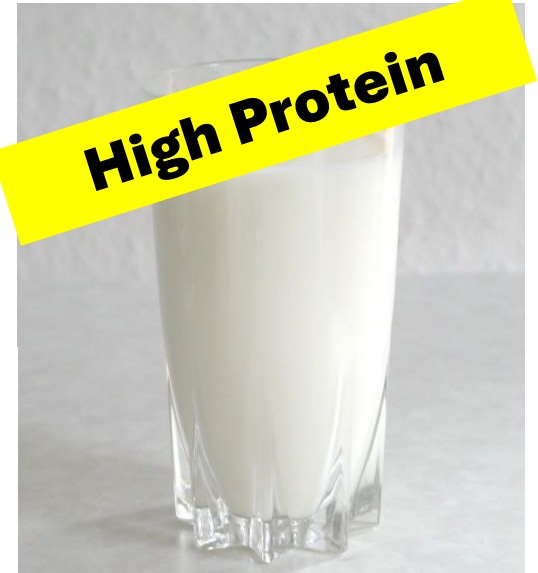
Chia (Energie %)



Milch (Energie %)



High Protein



Warum sollte ich Chia-Samen in meine Ernährung einbauen?

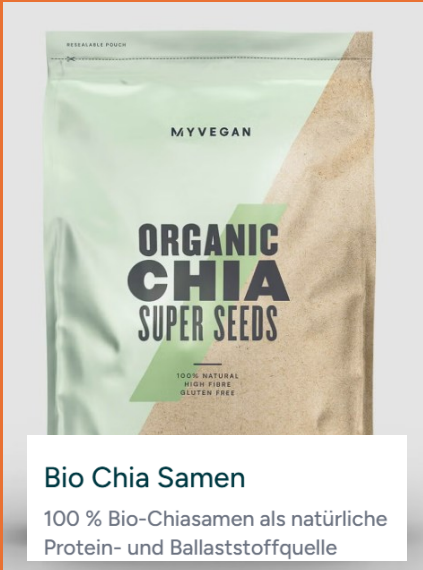
Mit einem Proteingehalt von 20 % sind diese Samen ein echtes pflanzliches Kraftwerk, das deine Trainingsziele optimal unterstützt. Sie liefern dir die Energie, die du brauchst, um wichtige Muskeln aufzubauen und zu erhalten.¹

- Fett
- Kohlenhydrate
- Proteine

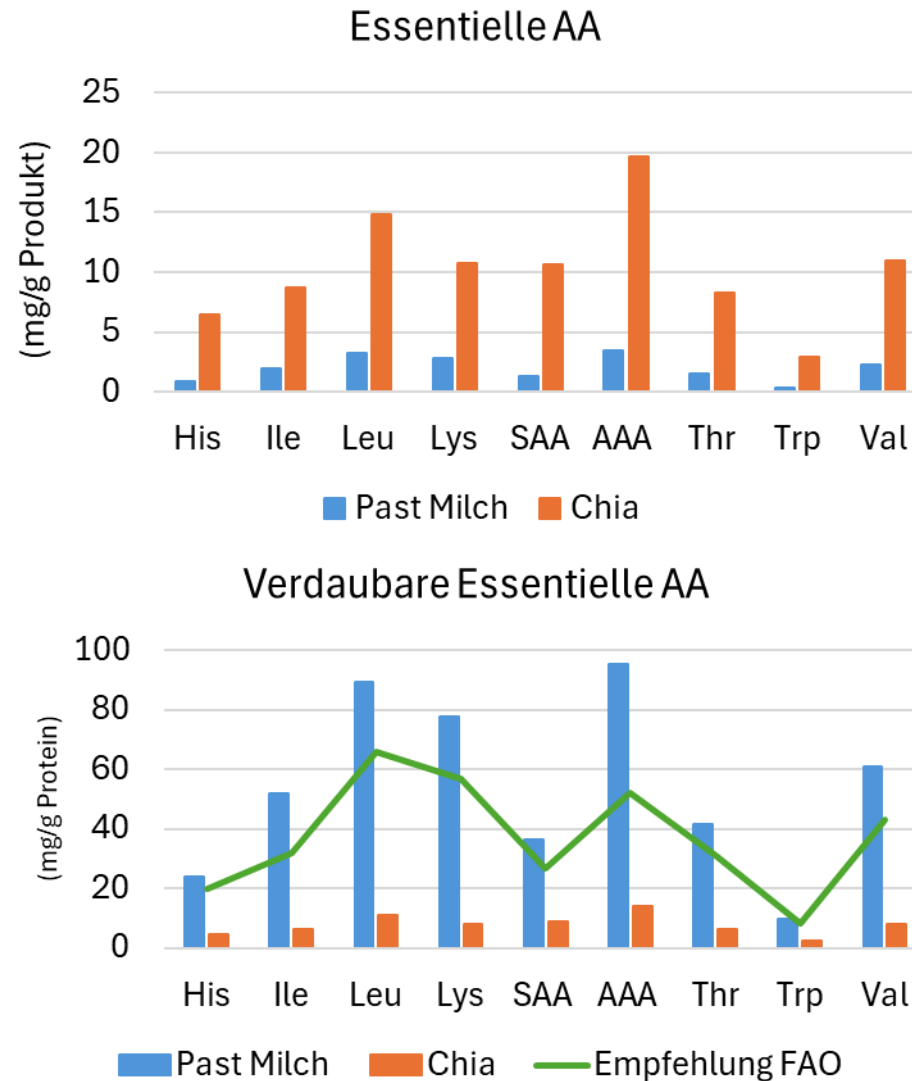
warum überhaupt?



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?



Methoden zur Messung der Proteinqualität



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.

→ Aktuell die genaueste Messung der Proteinqualität

Qualität vor Quantität: Protein Bioverfügbarkeit und Messung der Verdaulichkeit

Lotti Egger, Ana Blanco, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Reto Portmann

Vortrag, Fachgruppe Ernährung von Public Health Schweiz, 18. November, 2025



Bewertung der Qualität von Nahrungsproteinen durch die FAO

Die **FAO empfiehlt** in ihrem Expertenbericht die Anwendung des **DIAAS** als Methode für die Beurteilung der Proteinqualität.

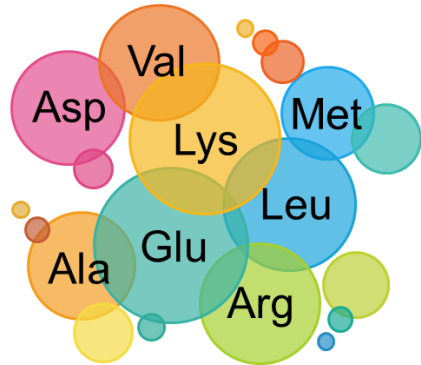
- 1) Bestimmung des DIAAS in einer grösseren Auswahl von Nahrungsmitteln
- 2) Entwicklung von nicht-invasiven, genauen Methoden im Menschen zur Bestimmung der ilealen Verdaulichkeit
- 3) Validierung von Tiermodellen → Schwein
- 4) Entwicklung und Validierung von *in vitro* Modellen, um die ileale Verdaulichkeit zu simulieren



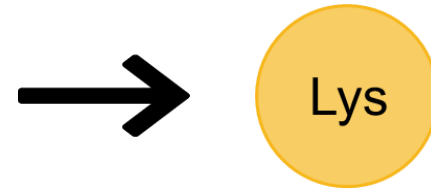
FAO: "Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen" (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

Digestible indispensable amino acid score (DIAAS)

Aminosäuren pro Gramm
Nahrungsmittel

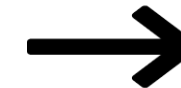


mg IAA/ g Nahrungsprotein



×

in vitro Verdaulichkeit_{Lys}



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



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

Lys_{Ref}



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

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** (%)

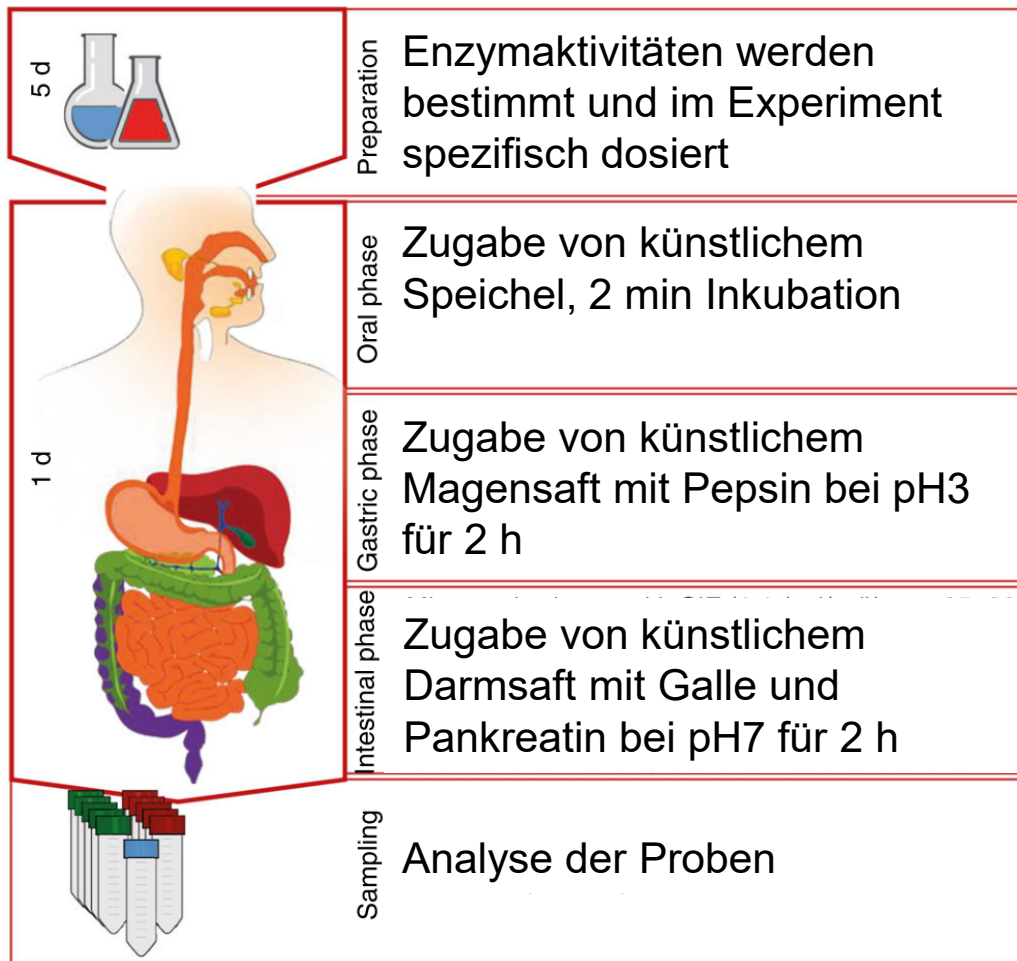
DIAAS: Digestible indispensable amino acid **score** = tiefster DIAAR

IAA: Essenzielle Aminosäure

wie genau?



INFOGEST *in vitro* digestion protocol 2.0



Food &
Function



PAPER

View Article Online
View Journal | View Issue

A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food – an international consensus†

Cite this: Food Funct., 2014, 5, 1113

M. Minekus,^{†a} M. Alminger,^{†b} P. Alvito,^{†c} S. Ballance,^{†d} T. Bohn,^{†e} C. Bourlieu,^{†f} F. Carrière,^{†g} R. Boutrou,^{†h} M. Corredig,^{†i} D. Dupont,^{†j} C. Dufour,^{†k} L. Egger,^{†l} M. Golding,^{†m} S. Karakaya,^{†n} B. Kirkhus,^{†o} S. Le Feunteun,^{†p} U. Lesmes,^{†q} A. Macierzanka,^{†r} A. Mackie,^{†s} S. Marze,^{†t} D. J. McClements,^{†u} O. Ménard,^{†v} I. Recio,^{†w} C. N. Santos,^{†x} R. P. Singh,^{†y} G. E. Vegarud,^{†z} M. S. J. Wickham,^{†z} W. Weitschies^{†aa} and A. Brodkorb^{†ab}

nature
protocols

PROTOCOL

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

INFOGEST static *in vitro* simulation of gastrointestinal food digestion

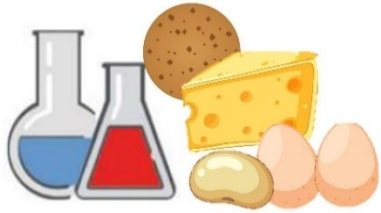
André Brodkorb^{1*}, Lotti Egger², Marie Alminger³, Paula Alvito⁴, Ricardo Assunção⁴, Simon Ballance⁵, Torsten Bohn⁶, Claire Bourlieu-Lacanal⁷, Rachel Boutrou⁸, Frédéric Carrière⁹, Alfonso Clemente¹⁰, Milena Corredig¹¹, Didier Dupont⁸, Claire Dufour¹², Cathrina Edwards¹³, Matt Golding¹⁴, Sibel Karakaya¹⁵, Bente Kirkhus⁵, Steven Le Feunteun⁸, Uri Lesmes¹⁶, Adam Macierzanka¹⁷, Alan R. Mackie¹⁸, Carla Martins⁹, 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

Minekus, M. et al. (2014), A standardised static *in vitro* digestion method suitable for food – an international consensus, Food Funct.
Brodkorb, Egger, Recio et al. (2019). INFOGEST static *in vitro* simulation of gastrointestinal food digestion, Nature Protocols

wie genau?



In vitro Verdaulichkeit und DIAAS workflow



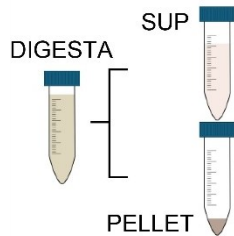
Vorbereitungsarbeiten:

- Proteingehalt des Nahrungsmittels bestimmen (Stickstoffgehalt)
- Proteinfreie Kontrollprobe zubereiten: Cookie
- Zubereitung des Nahrungsmittels wie es gegessen wird
- Simulieren des Kauvorgangs: Zerkleinern zu 2-3 mm Partikelgrösse



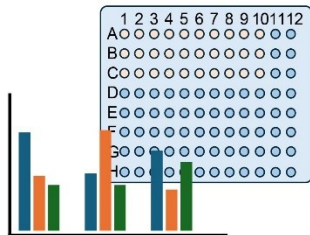
***In vitro* Verdauung:**

- Verdau des Nahrungsmittels normalisiert auf 40 mg Protein
- Parallel dazu Verdau der proteinfreien Kontrollprobe



Fällung der Proteine:

- Stoppen der Verdauung nach Dünndarmphase mit Proteinfällung
- Überstand (Sup) = verdaute Proteine
- Rückstand (Pellet) = unverdaute Proteine



Analyse und Berechnung:

- Hydrolyse der restlichen Proteine und Peptide zu individuellen Aminosäuren
- Analyse der Aminosäuren
- Berechnung der Verdaulichkeit und der DIAAR, DIAAS Werte

natureprotocols (Article accepted and in production)

Standardised in vitro determination of digestibility and DIAAS of 1 dietary proteins based on the INFOGEST static digestion model

Lotti Egger, Ana Blanco-Doyal, Raquel Sousa, Cédric Brügger, Eliane Binz, André Brodkorb, Didier Dupont, Isidra Recio, Reto Portmann



Validierung der *in vitro* Verdaulichkeit



Contents lists available at ScienceDirect

Food Chemistry

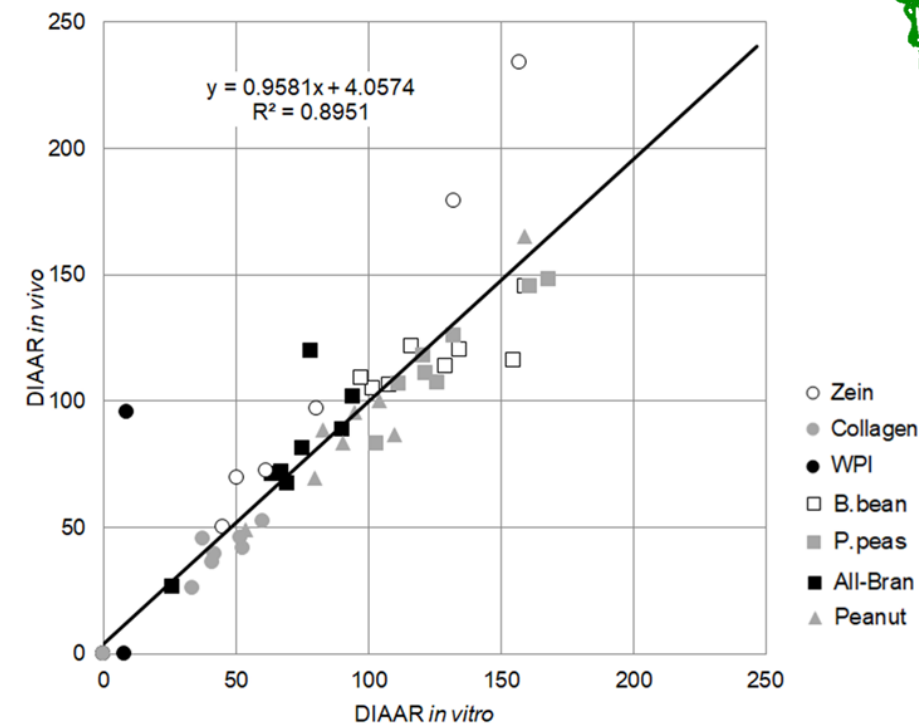
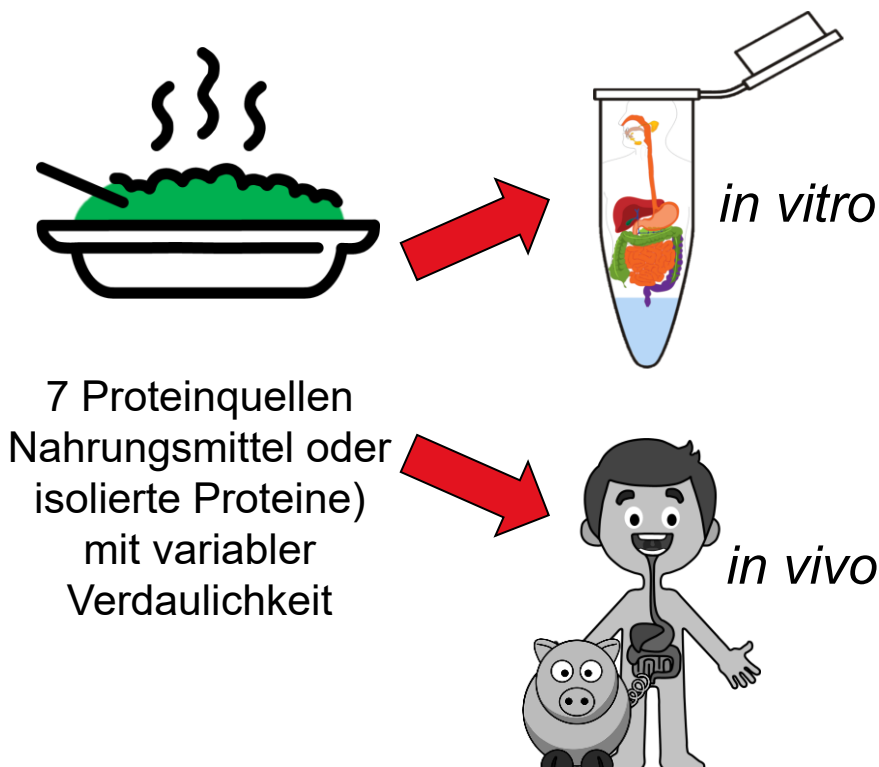
journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodchem

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, P. J. Moughan^d, Suzanne M. Hodgkinson^d, Reto Portmann^{a,1}, Lotti Egger^{a,*,1}



Validation *in vivo* / *in vitro*

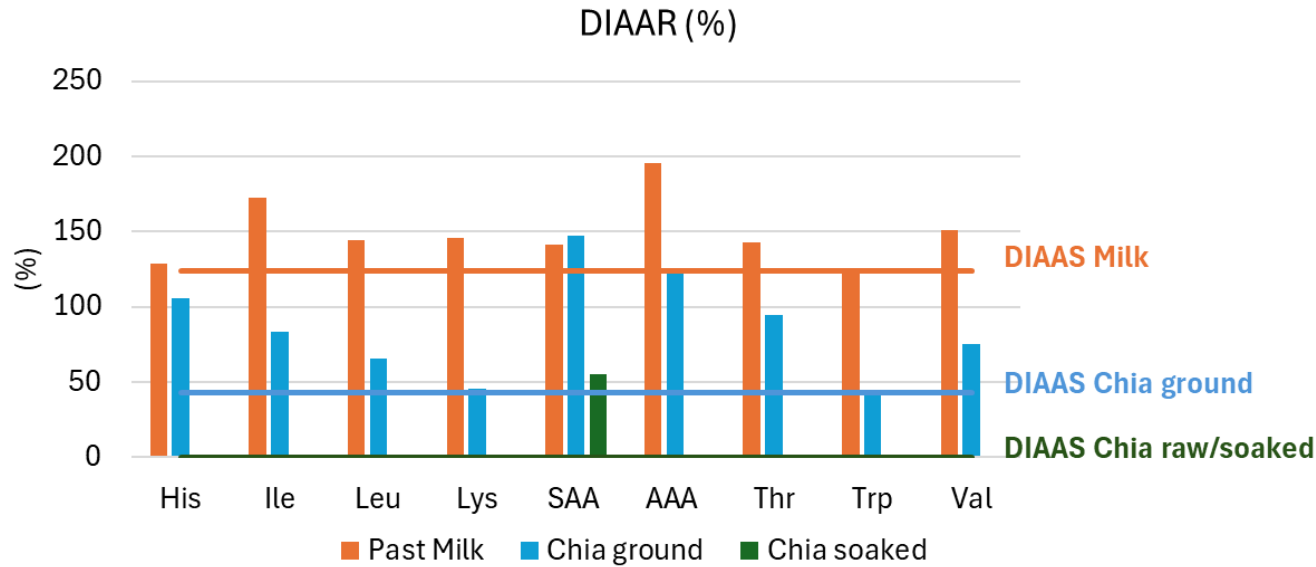


→ Sehr hohe Korrelation zwischen den beiden Methoden (Korrelationssteigung = 0,96)

wie gut ist es?



Zurück zur Proteinqualität von Chia & Milch

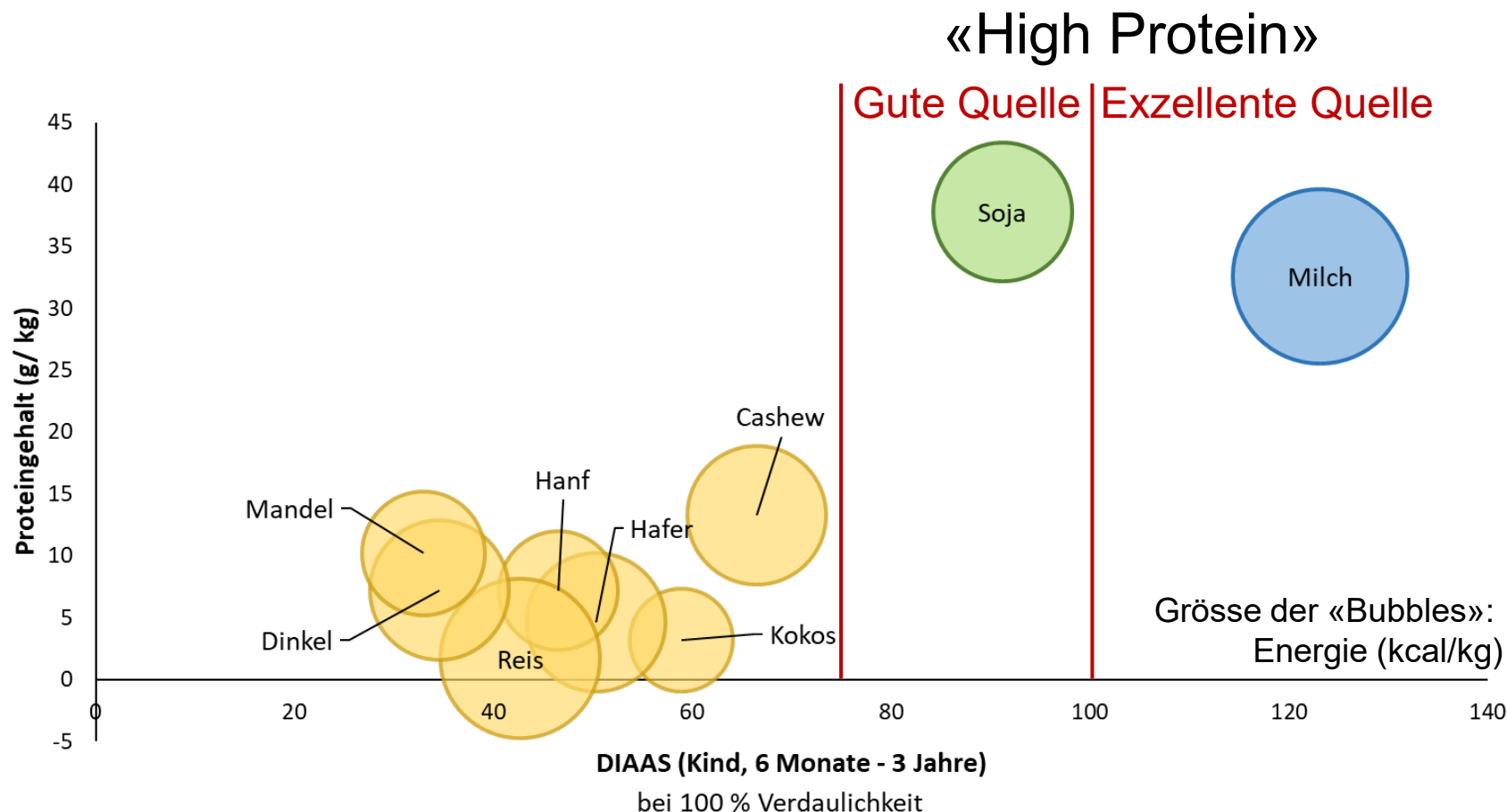


DIAAS > 100 % exzellente Proteinquelle
DIAAS > 75 % < 100 % gute Proteinquelle
DIAAS < 75 % keine Auslobung

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



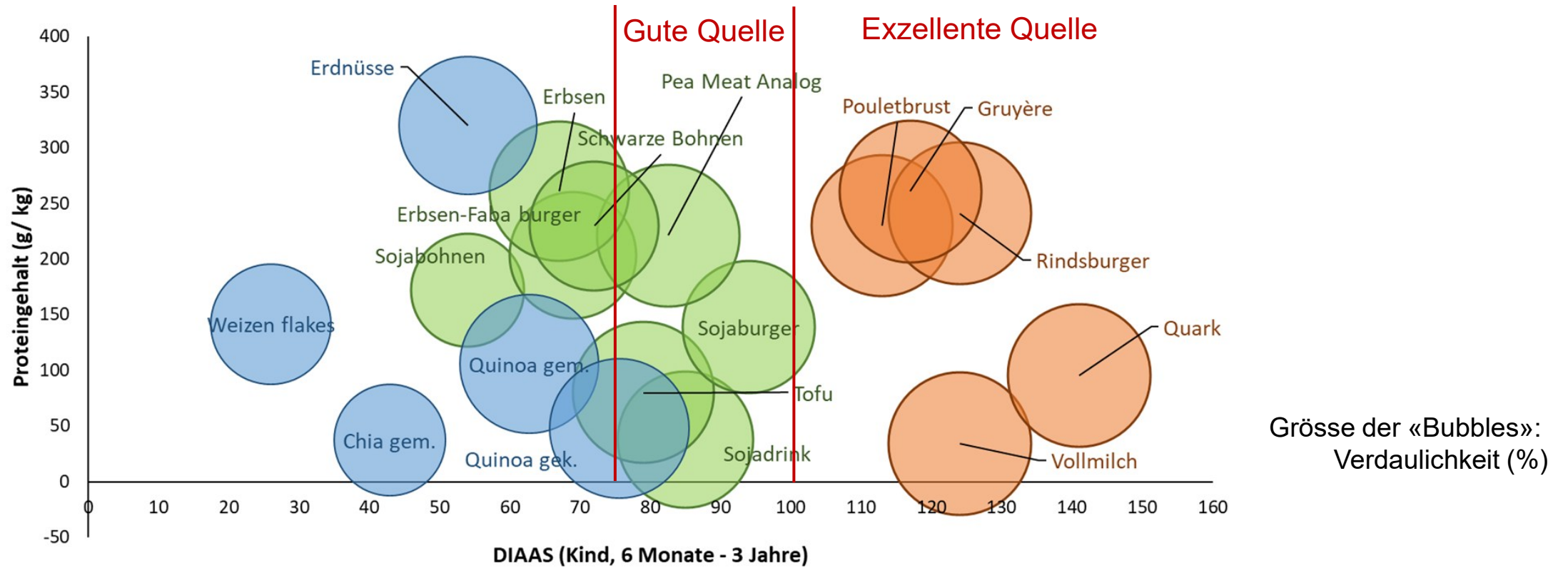
Pflanzendrinks versus Milch



- Von den untersuchten Produkten können nur 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



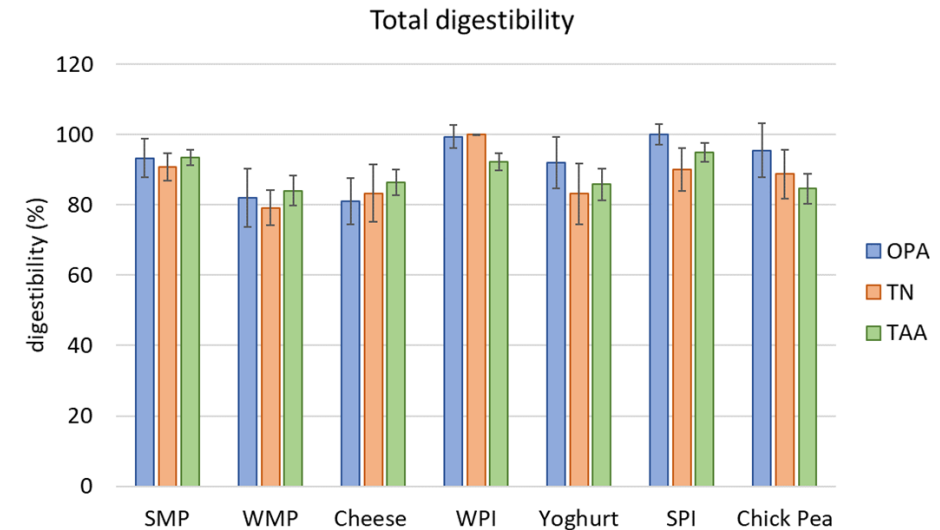
Standardisierung der in vitro Methode innerhalb IDF|ISO



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)



→ Damit in Zukunft nicht nur die Proteinmenge, sondern auch die Proteinqualität eines Nahrungsmittels berücksichtigt wird, soll die Analysemethode standardisiert und für alle verfügbar gemacht werden.

→ Eine bessere Kenntnis der Qualität der Nahrungsproteine hilft den Konsumenten und Konsumentinnen bei der Auswahl der Proteinlieferanten.



Schlussfolgerungen

- Das Aminosäuremuster eines Nahrungsmittels ist nicht ausreichend, um die Proteinqualität zu beurteilen
- 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.

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