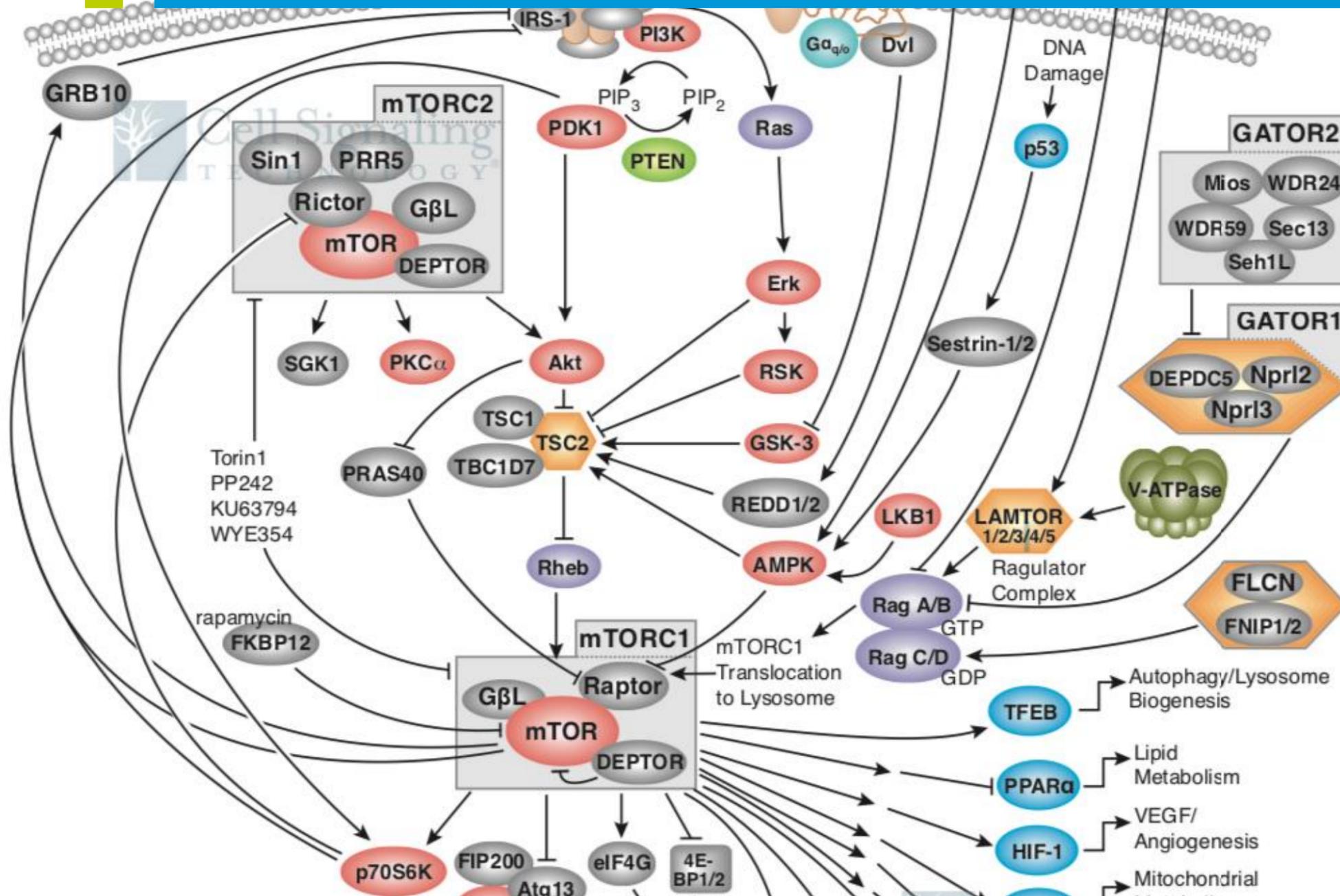


Protein - Metabolismus

Was ist für die Praxis von Bedeutung ?



19. Juni 2019
Proteine im Fokus

reinhard.imoberdorf@ksw.ch

Unter Mithilfe von
Samuel Mettler, Dozent
Berner Fachhochschule
Gesundheit
Ernährung und Diätetik

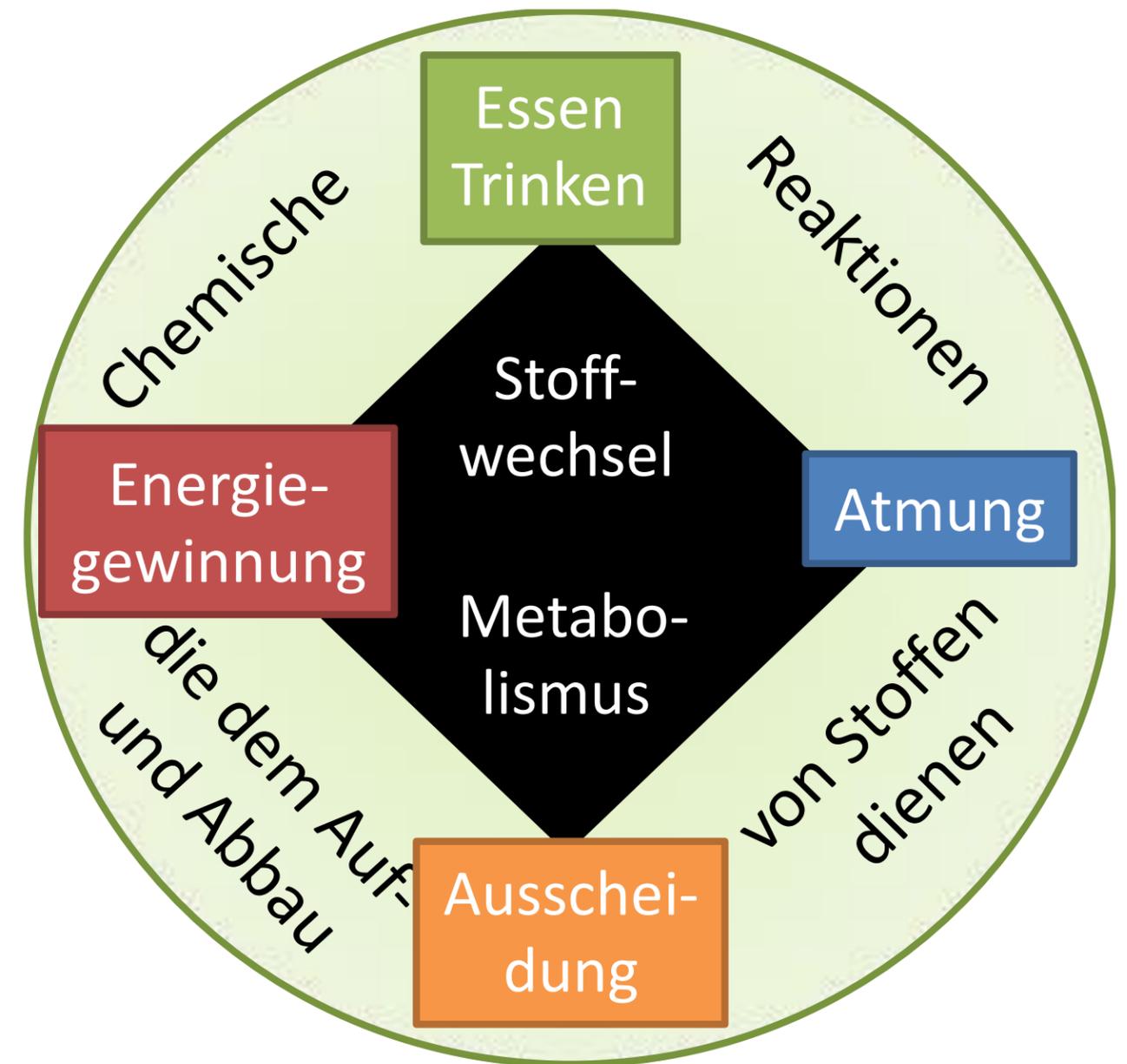


KANTONSSPITAL WINTERTHUR

Metabolismus

Als Metabolismus oder Stoffwechsel bezeichnet man die Gesamtheit der chemischen Prozesse in Lebewesen.

Dabei wandelt der Organismus chemische Stoffe in Zwischenprodukte (Metaboliten) und Endprodukte um.



Beachte

- **Protein - Metabolismus ist äusserst komplex**
- **Wenig humane Daten und viele ? ? ?**
- **Viele Daten aus Einmalapplikation von Protein über kurze Zeit**
- **Sicher ist**
 - **Körpereigene Proteine werden ausschliesslich aus den Nahrungsproteinen gebildet**
 - **Fette können auch aus zugeführten Kohlenhydraten gebildet werden**
 - **Kohlenhydrate können auch aus glukogenen Aminosäuren entstehen**

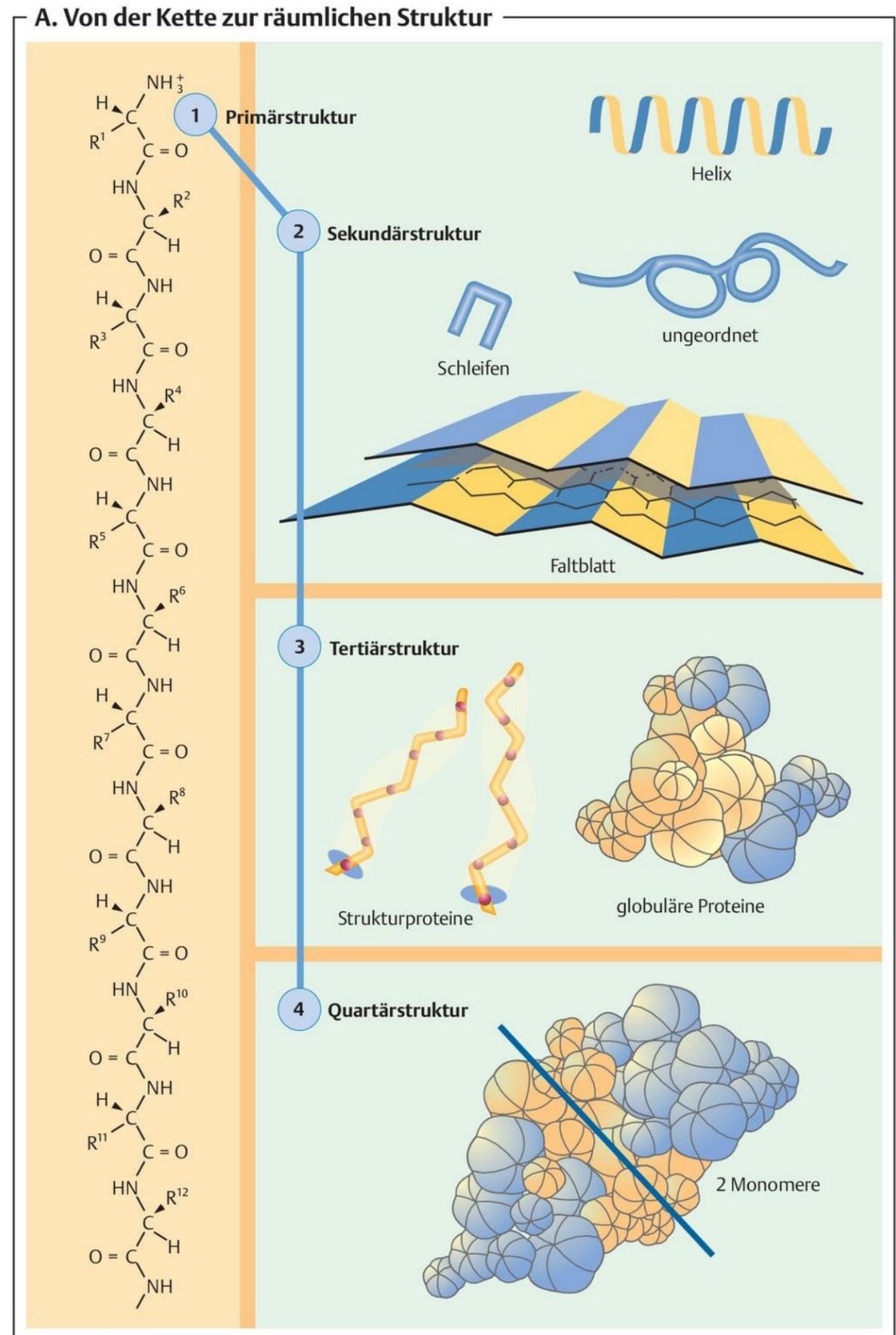
Proteine

- **Abgeleitet aus dem griechischen proteno = Erstrangige**
- **Wichtigste biochemische Funktionsträger**
- **Gesamtbestand 15% - 17% der Körpermasse**
 - Ca. 50% in der Skelettmuskulatur
- **Vielfältige biologische Aufgaben**
 - Strukturproteine als Baustoffe
 - Funktionsproteine
- **Nahrungsproteine liefern**
 - Aminosäuren
 - Organische Stickstoff-, Schwefelverbindungen



Protein Funktionen

- **Strukturproteine**
 - 1/3 ist Collagen!
- **Transport**
 - Von Substanzen im Plasma, in der Zelle, durch Membranen
- **Abwehr-, Schutzmechanismen**
 - Immunglobuline, Fibrinogen
- **Steuerung und Regelung**
 - Insulin
- **Enzyme**
 - DNA-codierte, geregelte Katalyse von chemischen Reaktionen



Protein Formen

Globuläre Proteine

- **Enzyme, Transportproteine im Plasma**
- **Membrancarrier**
- **Z.B. Protein des Eiklars = Ovalbumin**

- **Kugelförmig**
- **Gut wasserlöslich**

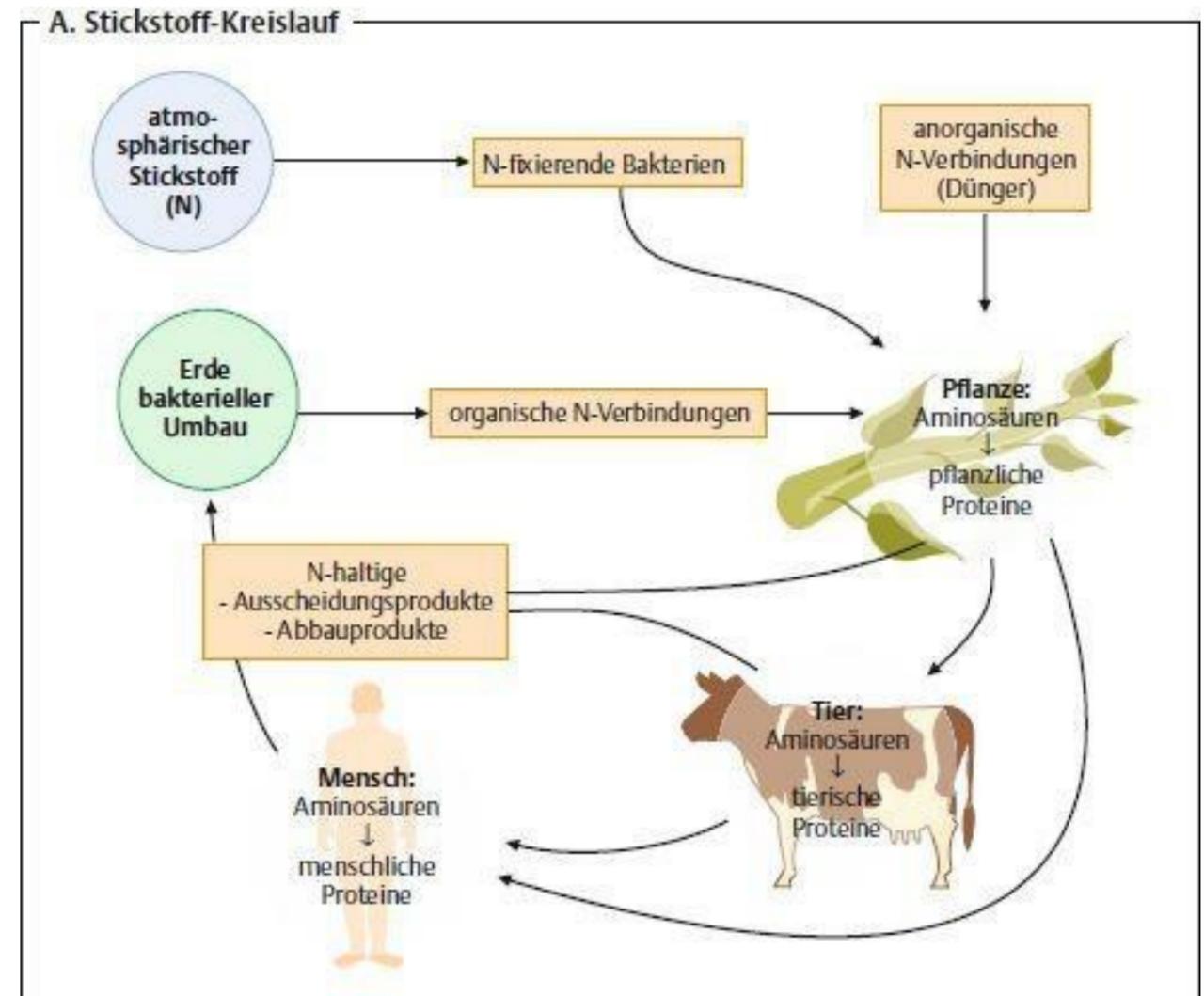
Fibrilläre Proteine

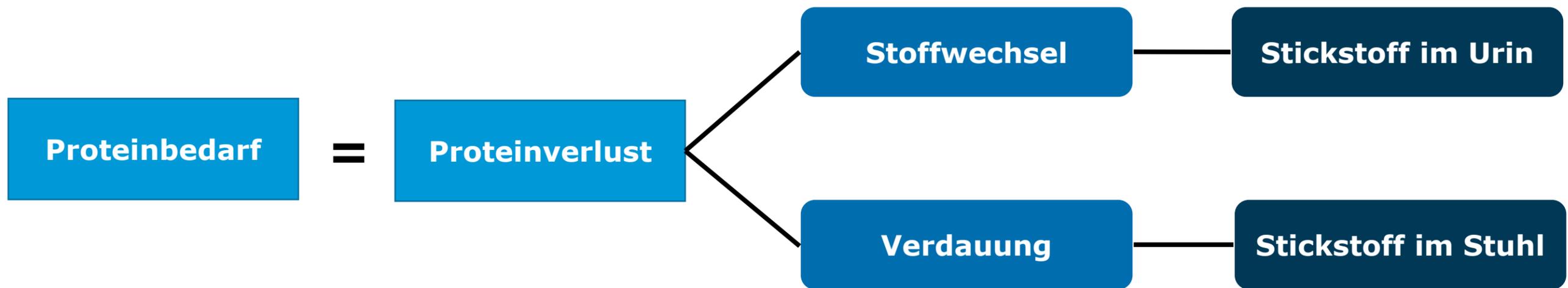
- **Zytoskelett**
- **Keratine in Haut, Haaren, Nägeln**
- **Kollagen in Binde-, Stützgewebe**
- **Filamentproteine im Muskel**
 - Aktin, Myosin, Titin, Nebulin

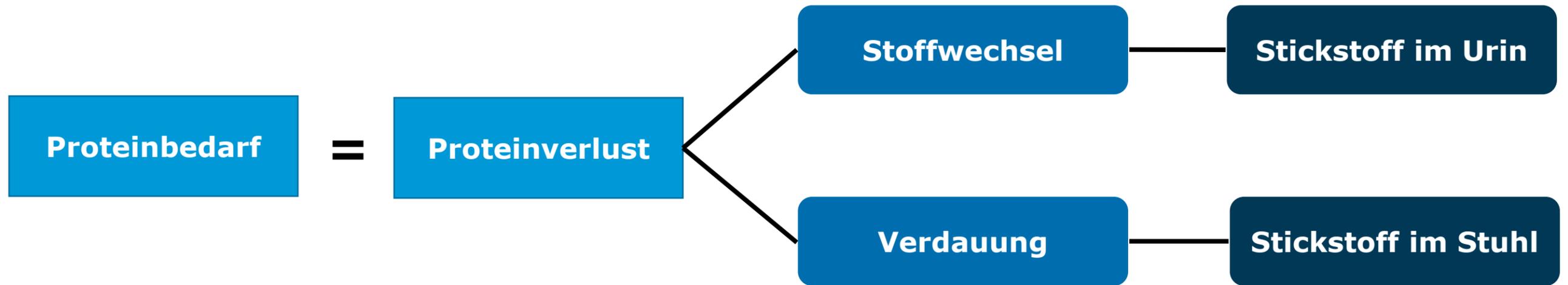
- **Fadenförmig, faserig**
- **Nicht wasserlöslich**

Steady State

- **300 g Proteinumsatz pro Tag**
- **Umsatzrate Erwachsene**
 - 3 - 4 g/kg KG/Tag
- **Umsatzrate Säuglinge, Heranwachsende**
 - 4 - 6.5 g/kg KG/Tag
- **Einzigste vom Menschen verwertbare Stickstoffquelle**
- **Proteinbedarf ermittelbar über Stickstoffbilanz**







Wieviel Protein muss ein 70 kg schwerer Mann minimal essen?

- 24 g
- 31 g
- 56 g
- 80 g
- 100 g

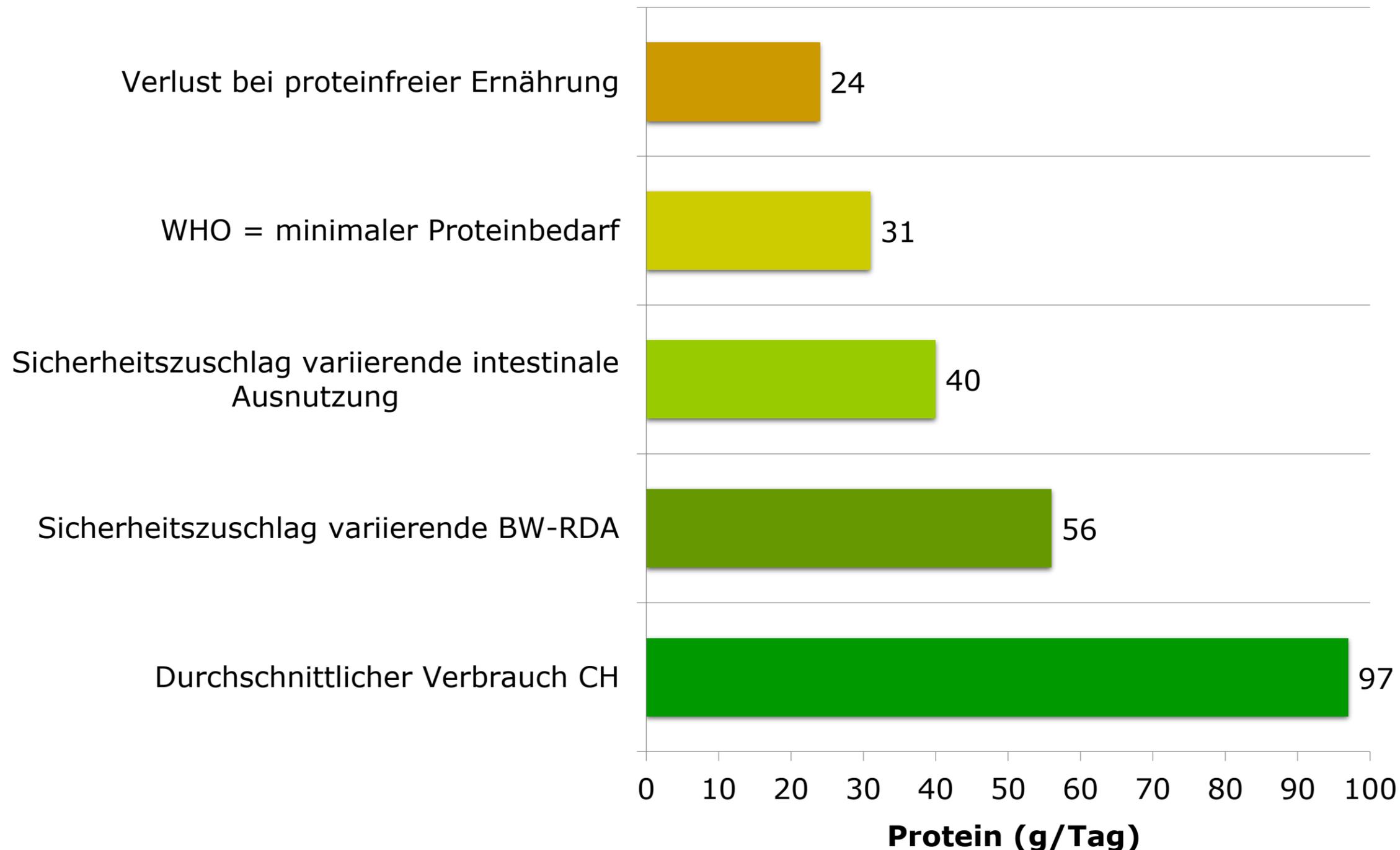


Proteinbedarf

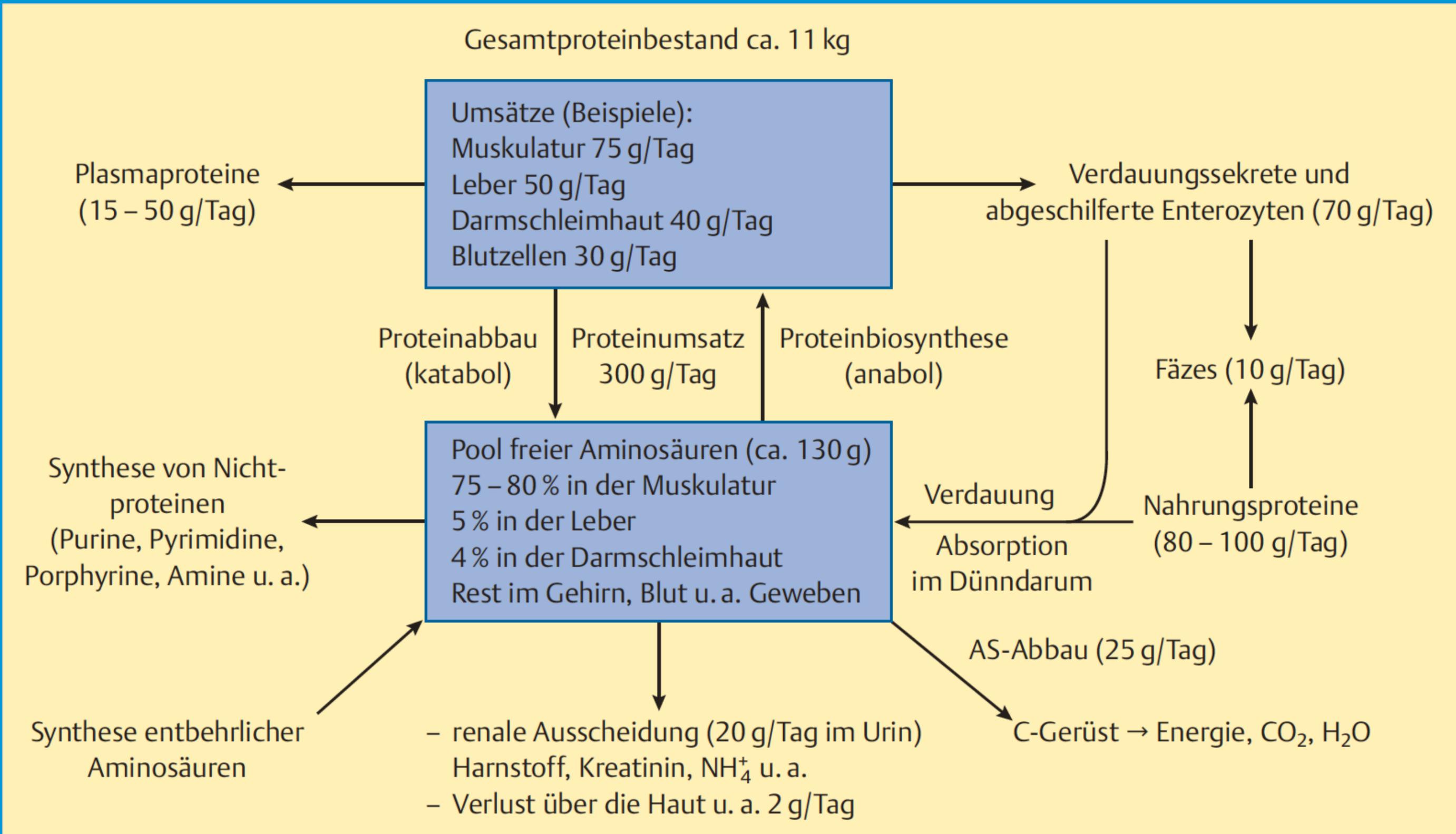
Proteinfreie Diät für 7 – 10 Tage

- **N-Verlust pro Tag (Urin, Stuhl, Haut)** **54 mg/kg KG**
- **Proteinverlust pro Tag** **0.34 g/kg KG**
- **70 kg Körpergewicht** **24 g pro Tag**
- Zur Erfassung von 97.5% aller Menschen dieser Altersgruppe muss 2-mal die Standardabweichung addiert werden
- **Minimaler Proteinbedarf** **31 g pro Tag**
- Nur ausreichend bei 100%iger Resorption

Bedarf und Zufuhr gesunder Erwachsener, männlich, 70 kg



Proteinumsatz Erwachsener 70 kg

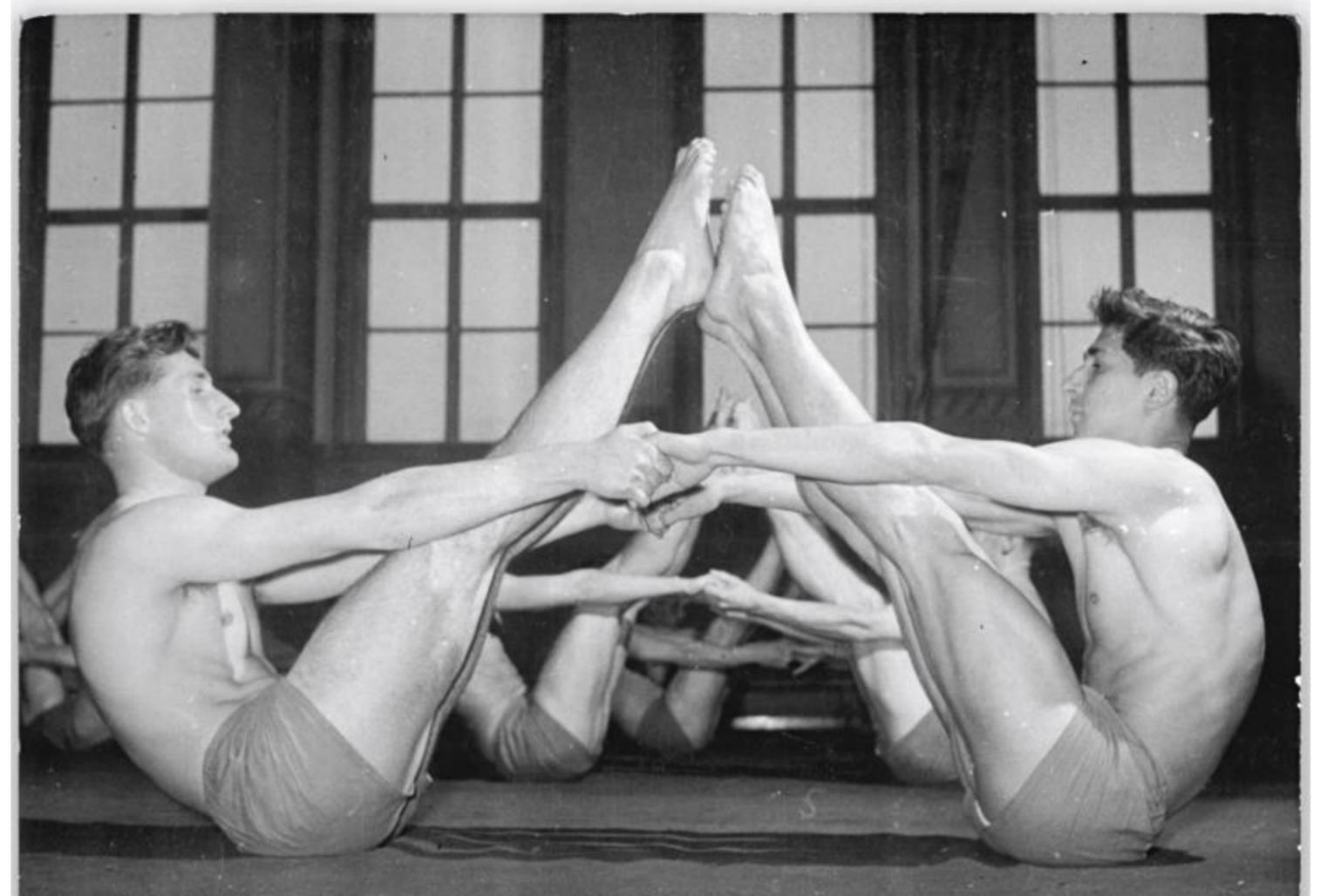


Idealvorstellung

Muskelaufbau

- Protein Diät
- Verteilt auf drei Mahlzeiten
- Krafttraining
- Evtl. Supplemente

- Muskelabbau ?
- Nettobilanz



Bundesarchiv, Bild 183-37800-0014
Foto: Funck; Wendorf | 19. April 1958

Fokus auf Muskel Protein Synthese (MPS)

- **Muskel:** Grösster Proteinspeicher im Körper
- **Muskel:** Grösstes Organ des Körpers
- **Muskel:** Stark trainierbar: MPS/MPB reagieren auf Belastungsreize und Nahrungszufuhr (Protein)

- **Im Alter:** Quality of Life!
- **Im Spital:** Rehabilitation, Kraftaufbau nach schweren Verletzungen
- **Im Sport:** Leistung (oder Aussehen)

Gleichgewicht

$$\text{NPB} = \text{MPS} - \text{MPB}$$

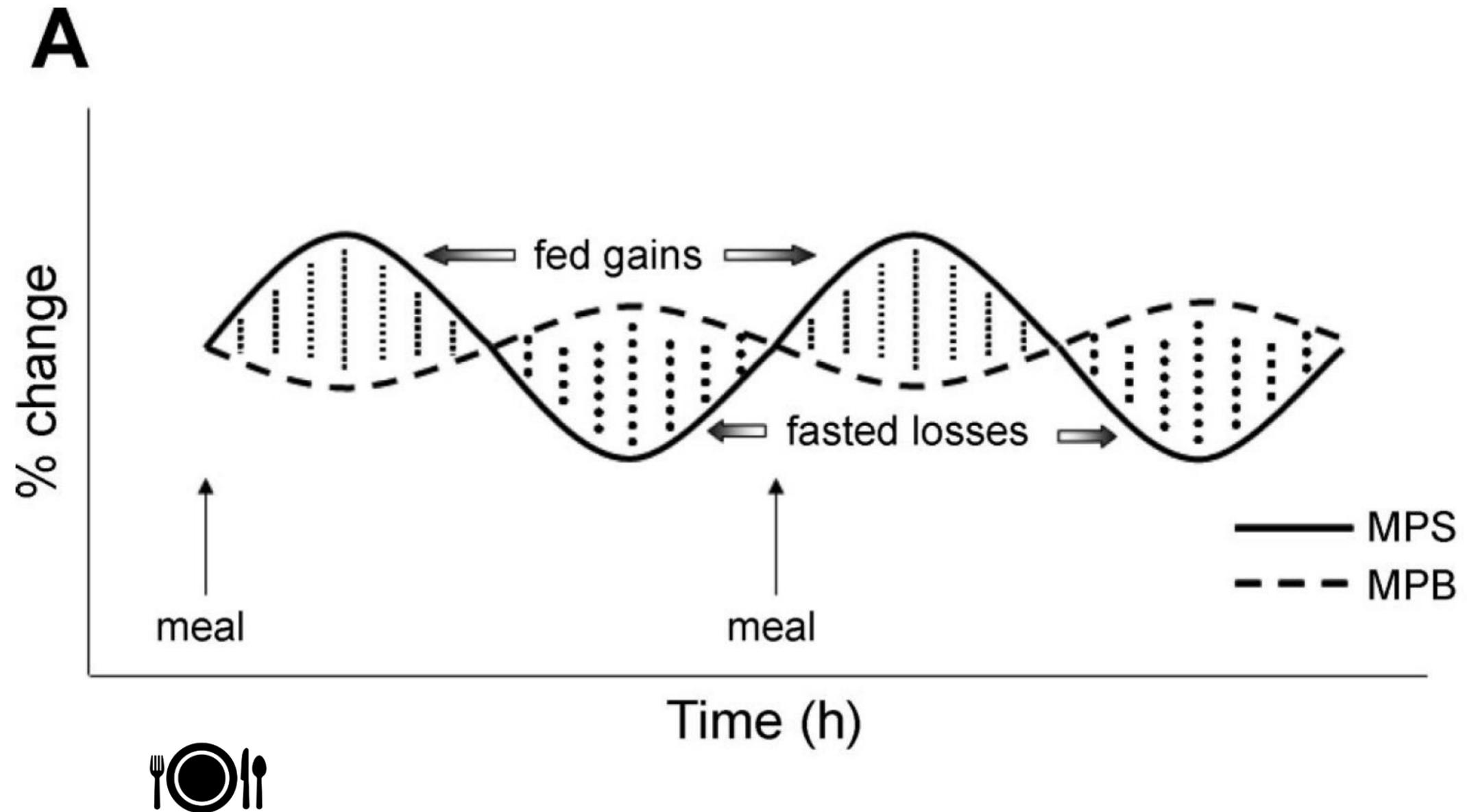
NPB = Netto Protein Balance

MPS = Muskel Protein Synthese

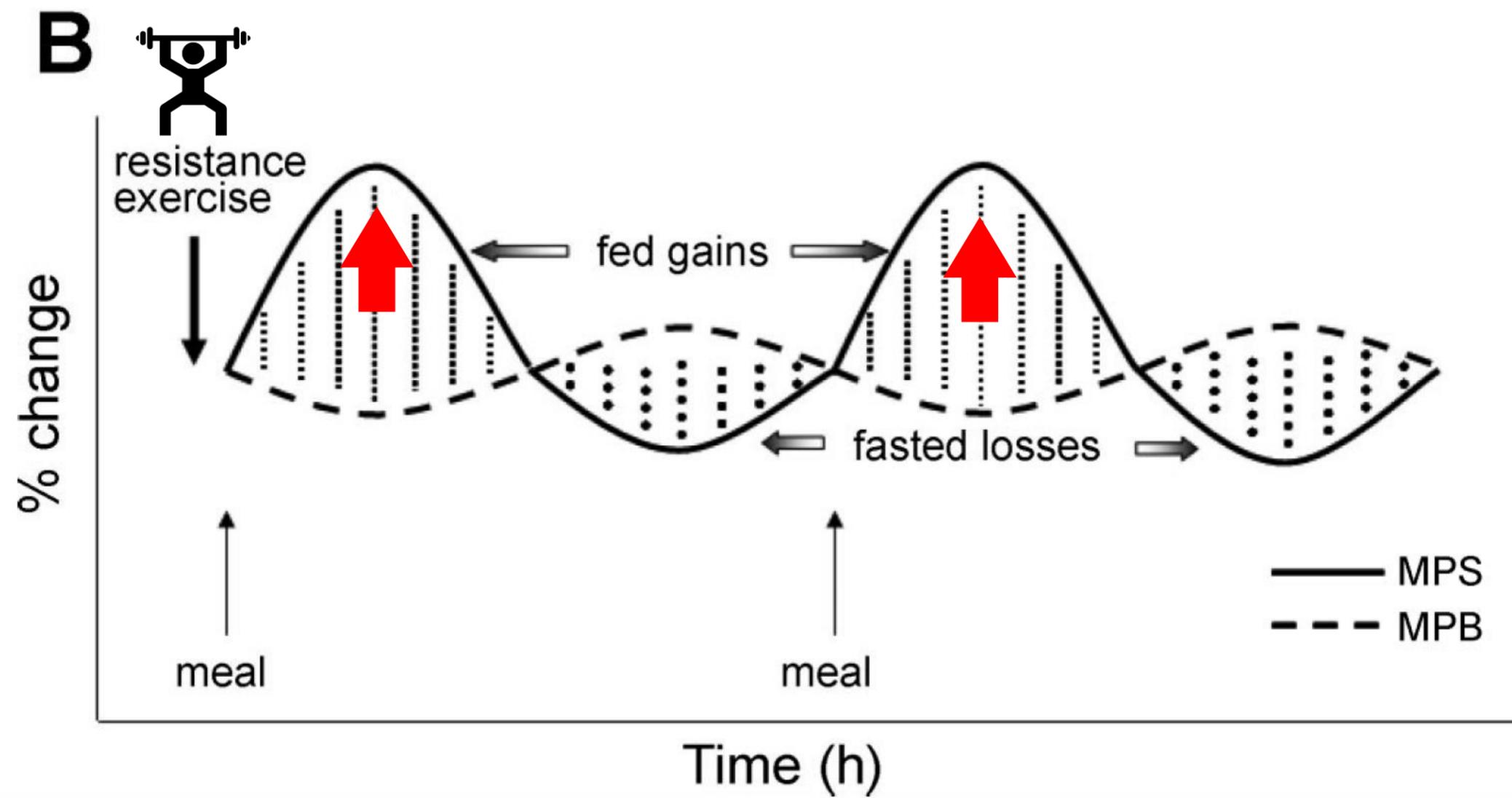
MPB = Muskel Protein Breakdown

Essen

MPS + MPB laufen immer parallel



Essen + Krafttraining repetitiv!



Krafttraining und MPS

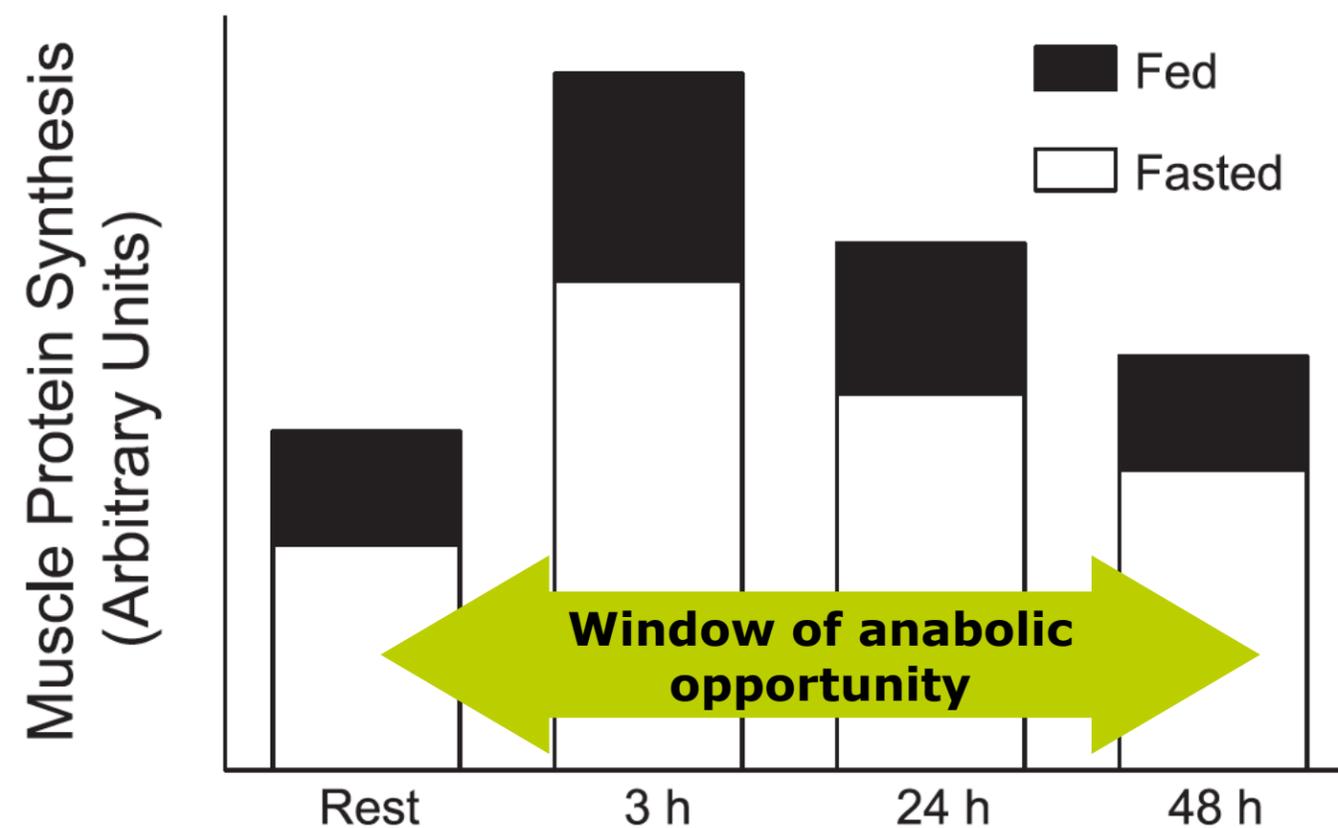
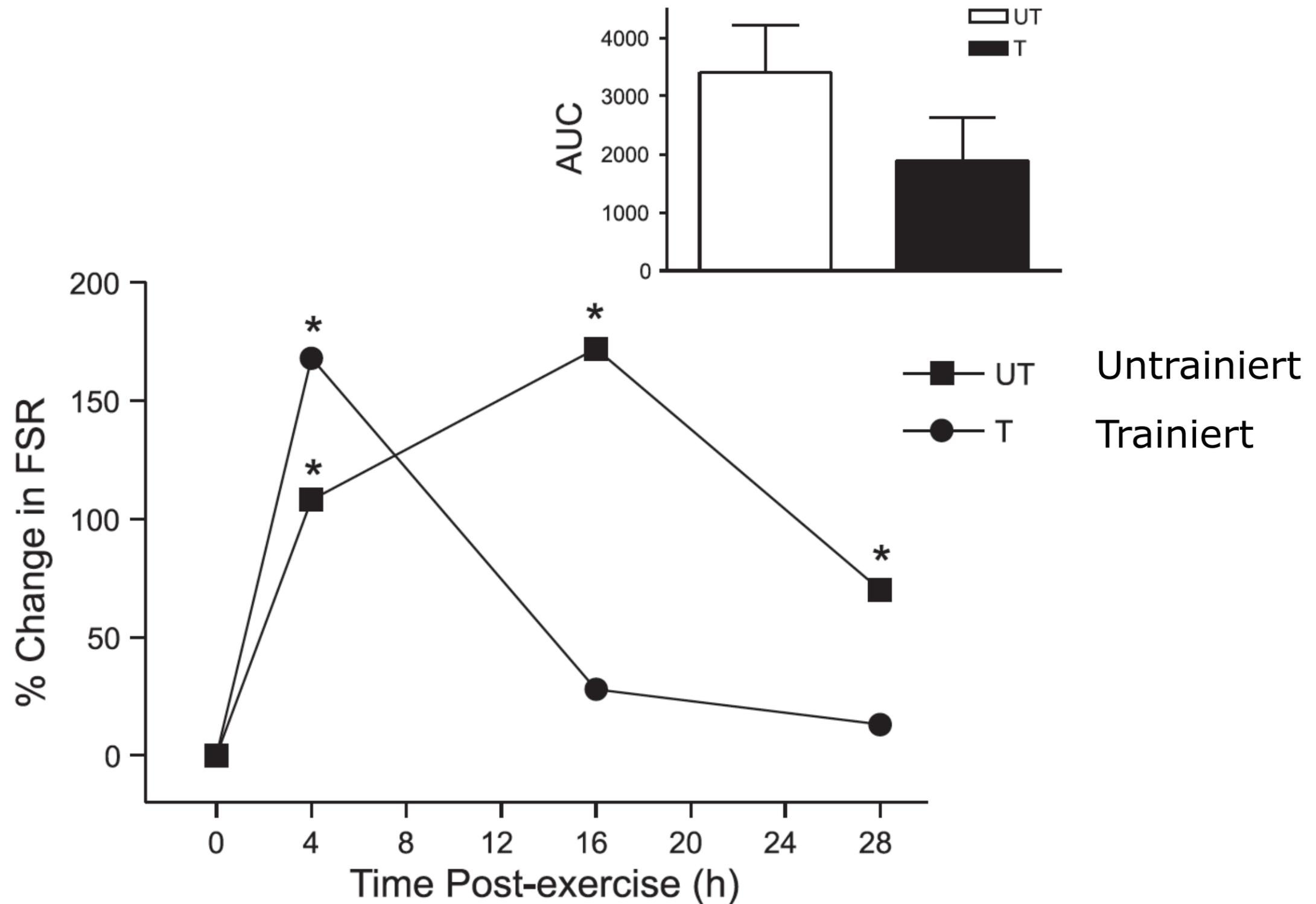


Fig. 2. Resistance training induces a sustained increase in MPS for up to 48 h, which likely sensitizes the muscle to feeding. As a result, feeding during this time should result in a greater MPS response compared with feeding at rest.

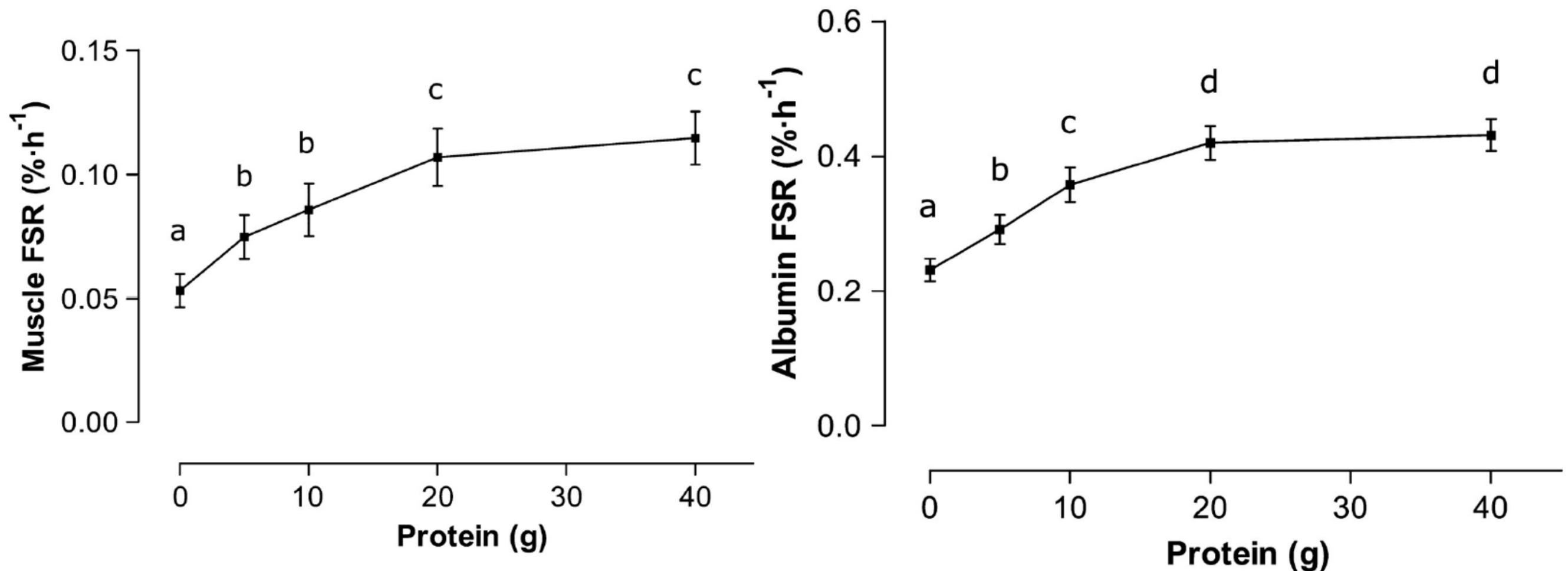
1. Trainingsreiz erhöht die MPS im nüchternen Zustand
2. Trainingsreiz erhöht MPS-Response auf eine Proteingabe
3. Trainingsreiz bis 48 h wirksam

Abhängig vom Trainingszustand



Dosis - Wirkungsbeziehung

Effect of a single post exercise protein dose (egg protein)
Subjects: young healthy trained men
Measurement time: 4 h



➔ **~20 g Protein ausreichend, um MPS über 4 h zu maximieren**

RESEARCH ARTICLE

Aging Is Accompanied by a Blunted Muscle Protein Synthetic Response to Protein Ingestion

Benjamin Toby Wall, Stefan H. Gorissen, Bart Pennings, René Koopman, Bart B. L. Groen, Lex B. Verdijk, Luc J. C. van Loon*

NUTRIM School for Nutrition, Toxicology and Metabolism, Maastricht University Medical Centre, Maastricht, 6200 MD, The Netherlands

* l.vanloon@maastrichtuniversity.nl

Einfluss des Alters

Gesunde junge und ältere Männer nach Einnahme von 20 Gramm Protein

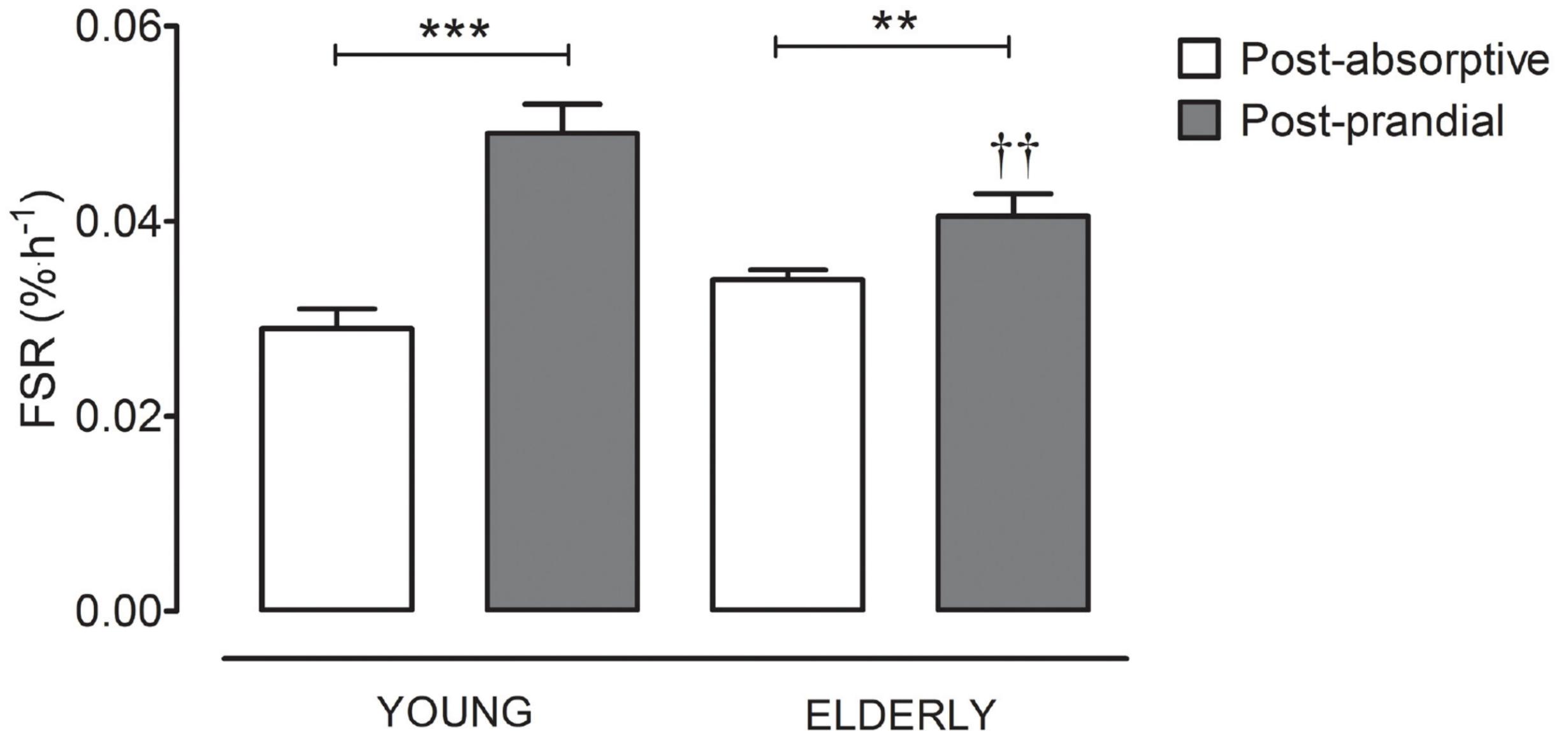
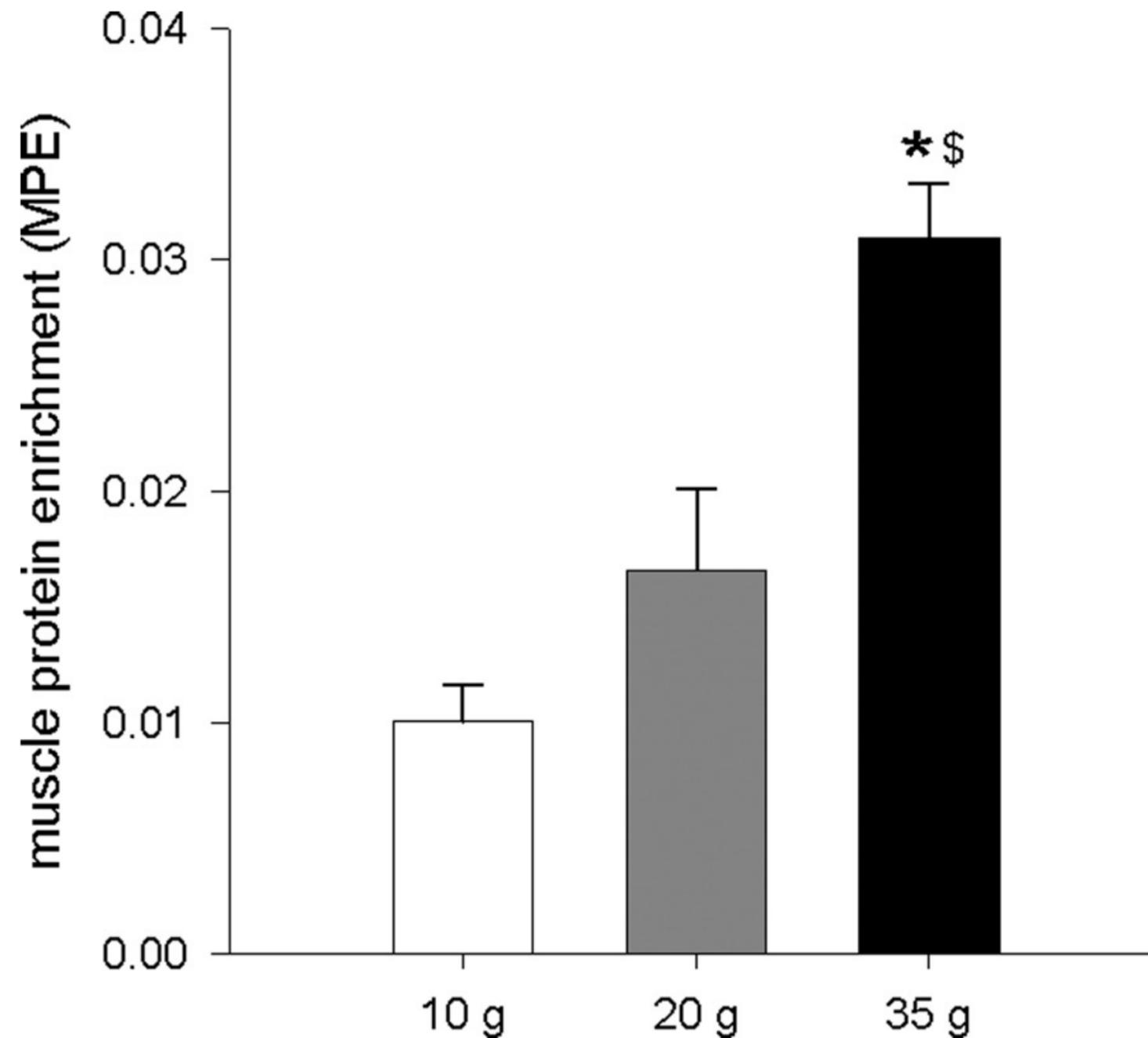


Fig 1. Fractional mixed muscle protein synthesis rates (FSR), calculated using plasma L-[ring-²H₅] phenylalanine enrichments as the precursor pool, in healthy young and elderly men in the post-absorptive state ($n = 34$ young and $n = 72$ elderly) and following the ingestion of 20 g protein (post-prandial; $n = 35$ young and $n = 40$ elderly). Data were analyzed with multiple unpaired t -tests. Significantly different between corresponding post-absorptive and post-prandial values = ** ($P < 0.01$), *** ($P < 0.001$). Significantly different compared to corresponding values in the young = †† ($P < 0.01$).

Einfluss des Alters

Männer 73 ± 2 jährig, Whey Protein Einnahme





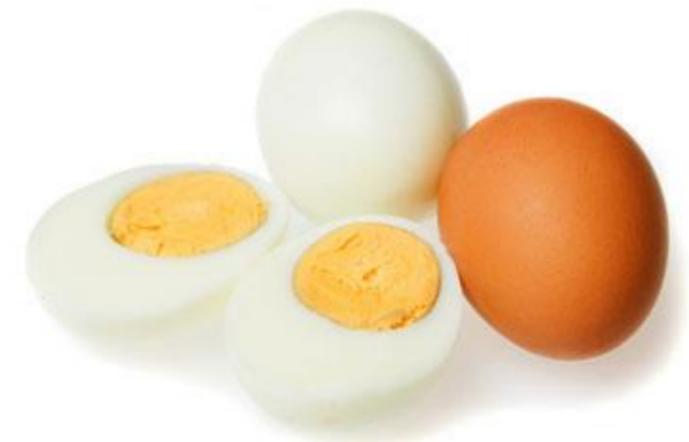
QUANTITÄT

QUALITÄT

Proteinbewertung

Biologische Wertigkeit

- Die biologische Wertigkeit (BW) gibt an, wie viel körpereigenes Protein aus 100 g Nahrungsprotein gebildet werden kann
- Je höher die Menge nicht entbehrlicher Aminosäuren und optimaler das gesamte Aminosäure-Verhältnis in einem Proteingemisch ist, desto höher ist die BW
- Hühnerei hat als Referenzwert eine biologische Wertigkeit von 100

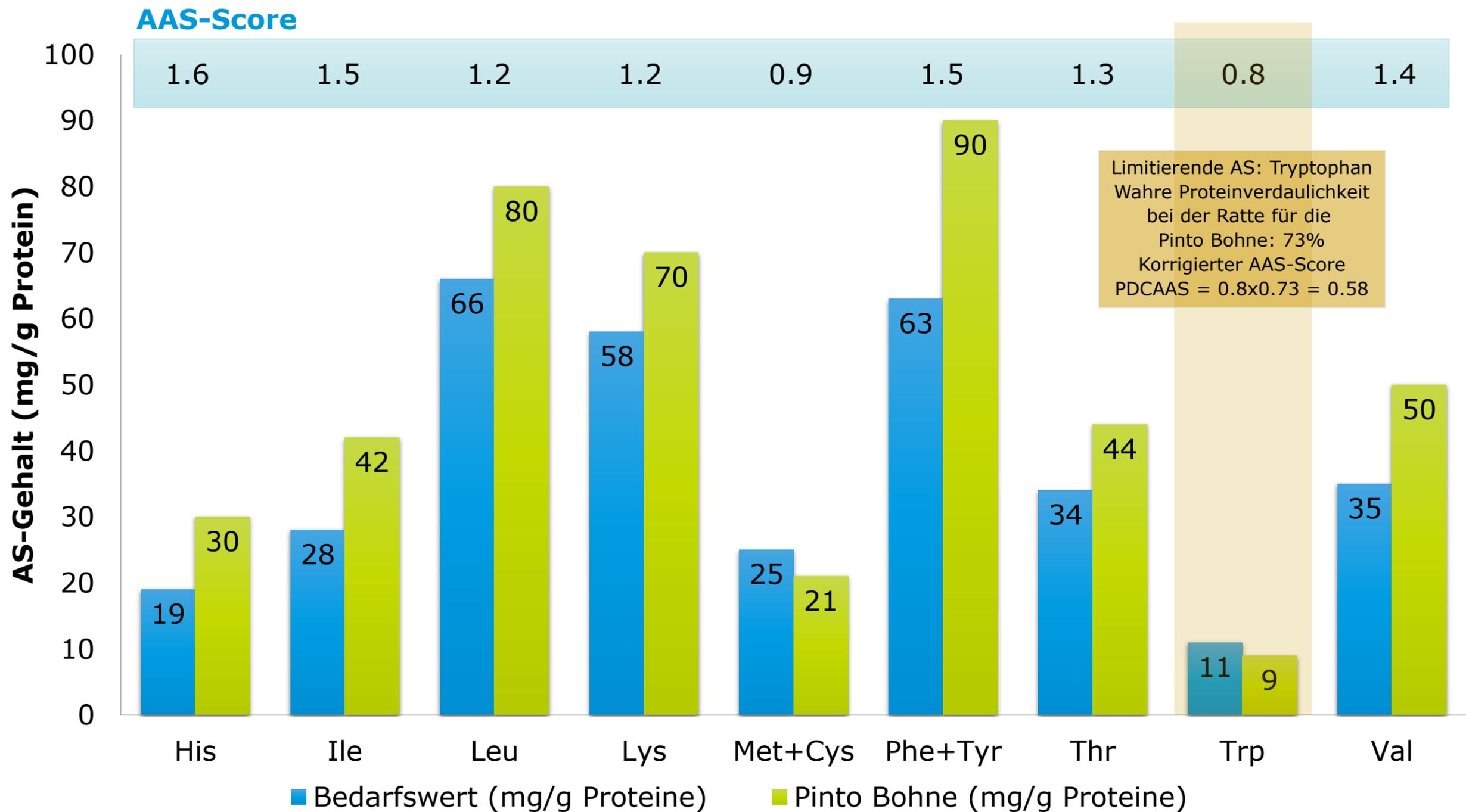


Proteinbewertung

Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score (PDCAAS)

- **FAO/WHO: Definition eines idealen AS-Musters (AAS)**
- **Multiplikation mit der Proteinverdaulichkeit (PD)**
 - Ermittelt aus Tabellen oder aus Tierversuch
 - Beispiel: wenn ein Testprotein eine PDCAAS von 100% hat, bedeutet das, dass die Einnahme von 0.66 g/kg/Tag von diesem Protein 100% der limitierenden AS liefert

PDCAAS zur Proteinbewertung





Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Clinical Nutrition

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/clnu>



Opinion paper

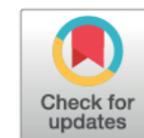
Factors contributing to the selection of dietary protein food sources

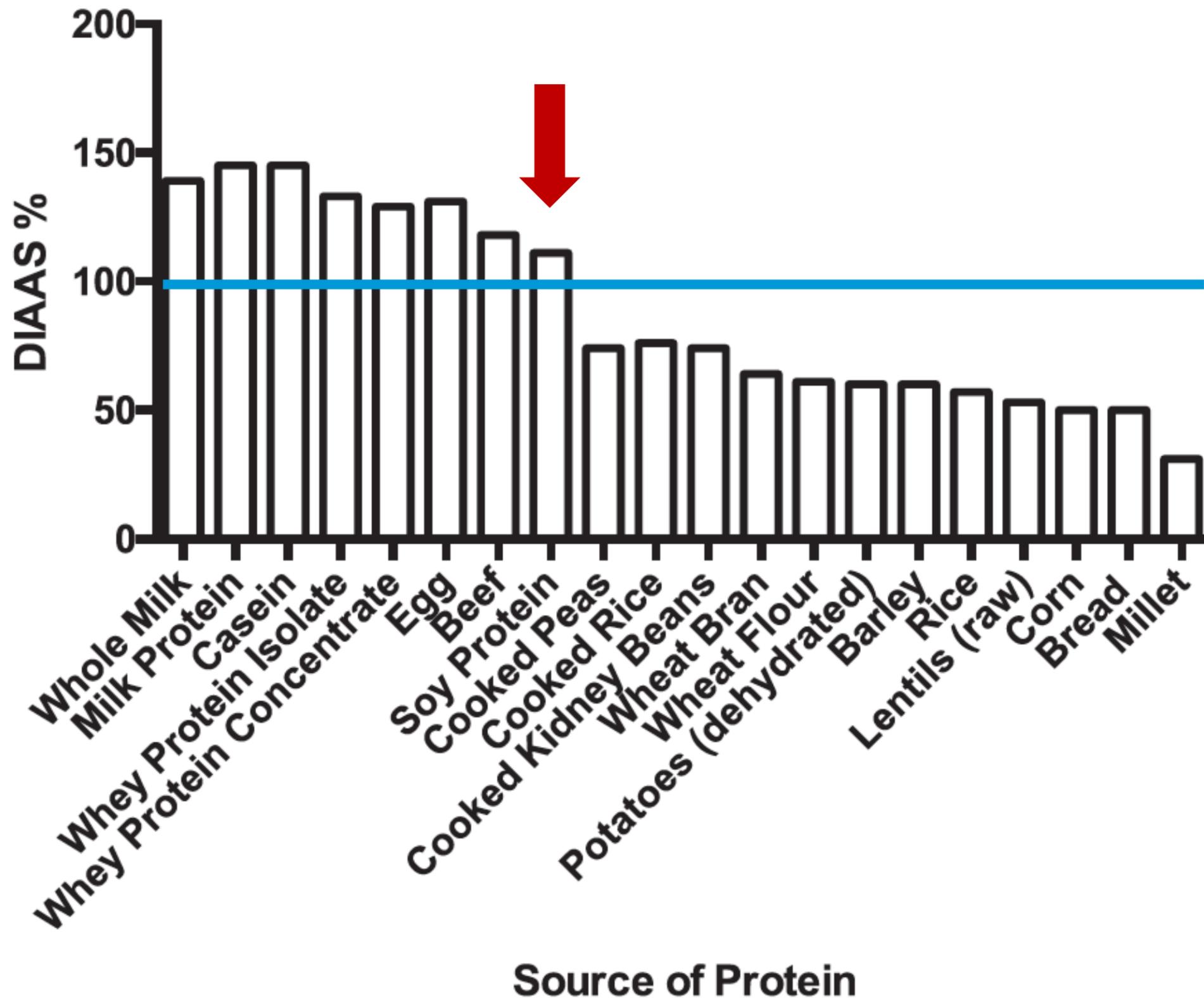
Robert R. Wolfe ^{a,*}, Jamie I. Baum ^{a,b}, Carlene Starck ^c, Paul J. Moughan ^c

^a Reynolds Institute on Aging and Department of Geriatrics, University of Arkansas for Medical Sciences, Little Rock, AR, USA

^b Division of Agriculture, Department of Food Science, University of Arkansas, Fayetteville, AR, USA

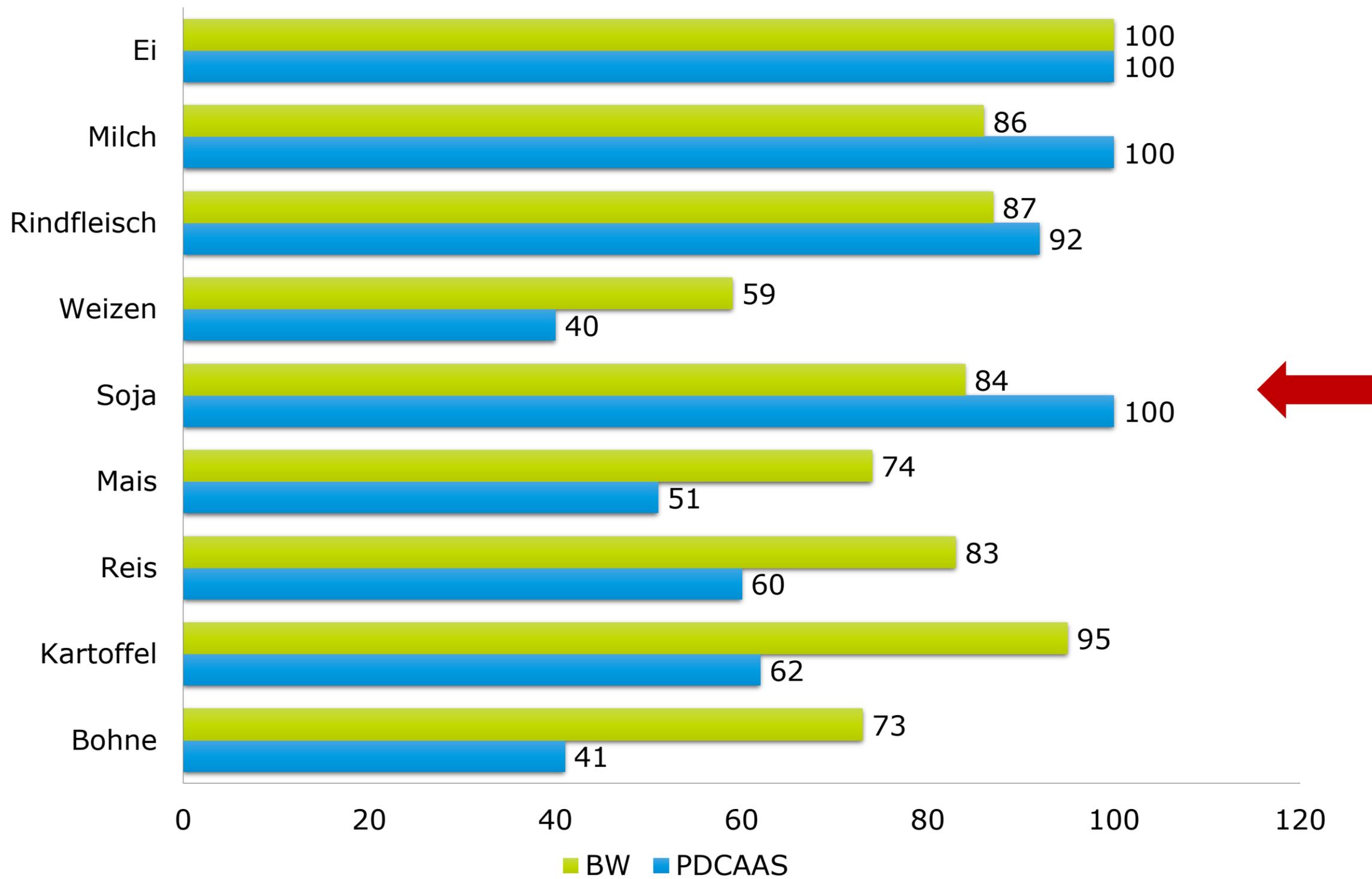
^c Riddet Institute, Massey University, Palmerston North, New Zealand





Digestible Indispensable Amino Acid Scores (DIAAS) for a variety of proteins. A value of 100% means that the dietary requirements of the most limiting essential amino acid in the test protein would be met by the dietary intake of 0.66 g/kg/day of that protein. Values greater than 100% can be considered "high quality" proteins

BW versus PDCAAS

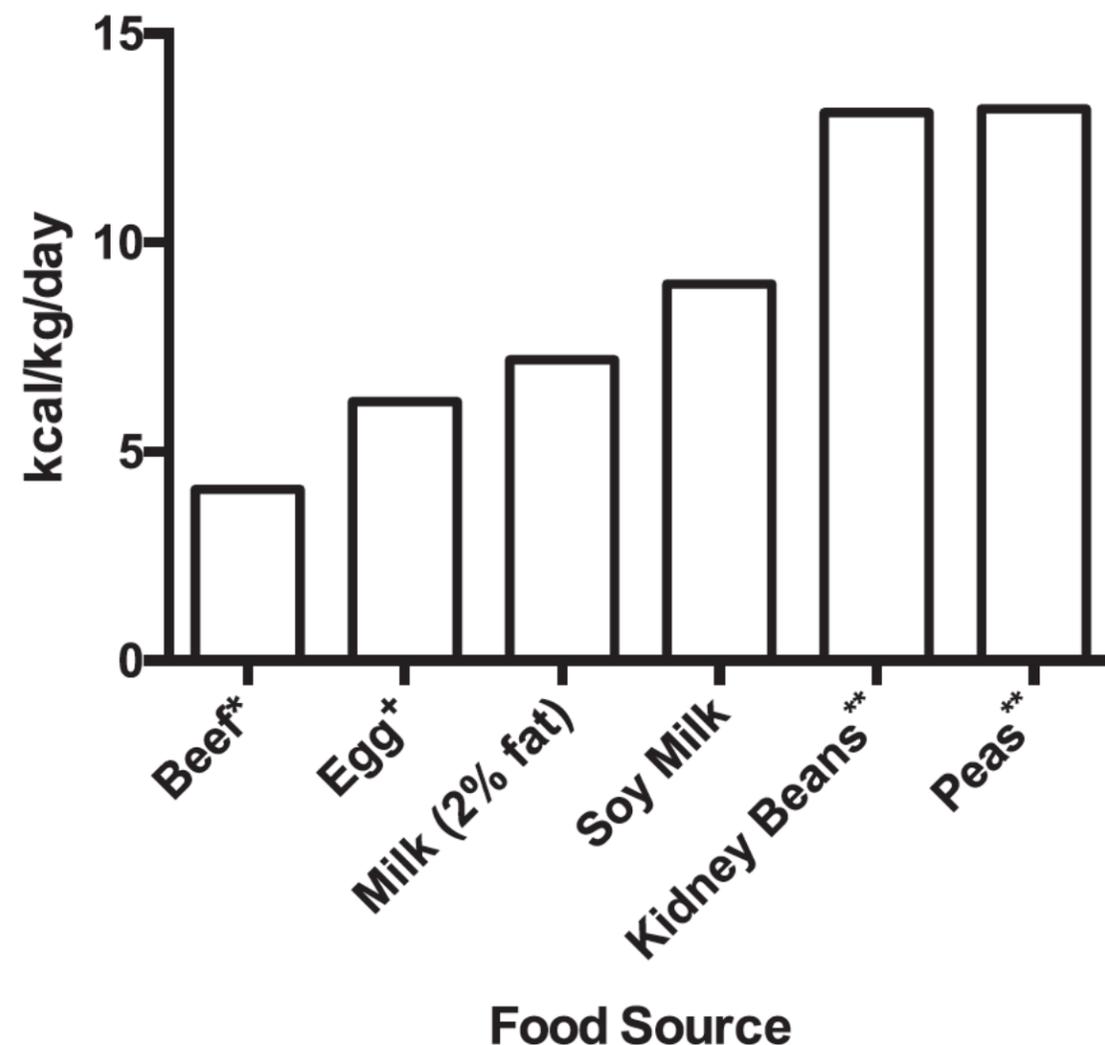


Proteinbewertung

Protein Dichte

- **Die Protein Dichte einer Nahrungsquelle kann quantifiziert werden auf Basis der Gesamtkalorienzahl, die aufgenommen werden muss, um den täglichen Bedarf an nicht entbehrlichen Aminosäuren zu gewährleisten**
- **Je weniger Kalorien nötig sind um 100% nicht entbehrliche AS aufzunehmen, desto dichter und hochwertiger die Proteinquelle**

Protein Dichte



The Figure shows the calories associated with sufficient intake needed to meet 100% of the daily requirement of the most limiting EAA of some representative protein food sources.

Also: nicht alle Proteine sind gleich

	Molke	Kasein	Soja	Kollagen
Vollständige Proteine	Ja	Ja	Ja	Nein
Verdaulichkeit	Schnell	Langsam	Schnell	Schnell
AS-Gehalt (g/25 g Protein)				
Leucin	3	2.3	1.5	0.8
EAA	12.4	11	9	3.8
BCAA	5.6	4.9	3.4	1.4
PDCAAS	1.0	1.0	1.0	0.0

Gleichgewicht

Molke und Soja
schnell verdauliche Proteine
stimulieren MPS



Kasein und Milch
langsam verdauliche Proteine
bremsen MPB

**Am besten gemischte Proteine
verteilt über den Tag**

Alter

- **Verminderter Energiebedarf: ca. -25%**
- **Gleichbleibender und zum Teil erhöhter Nährstoffbedarf**
 - Erhöht: Proteine, Ca, Vitamine D, B6, B12, C

➤ **Essen mit erhöhter „Nährstoffdichte“**

➤ **Essen mit erhöhter „Proteindichte“**

- Leucin → mTORC1

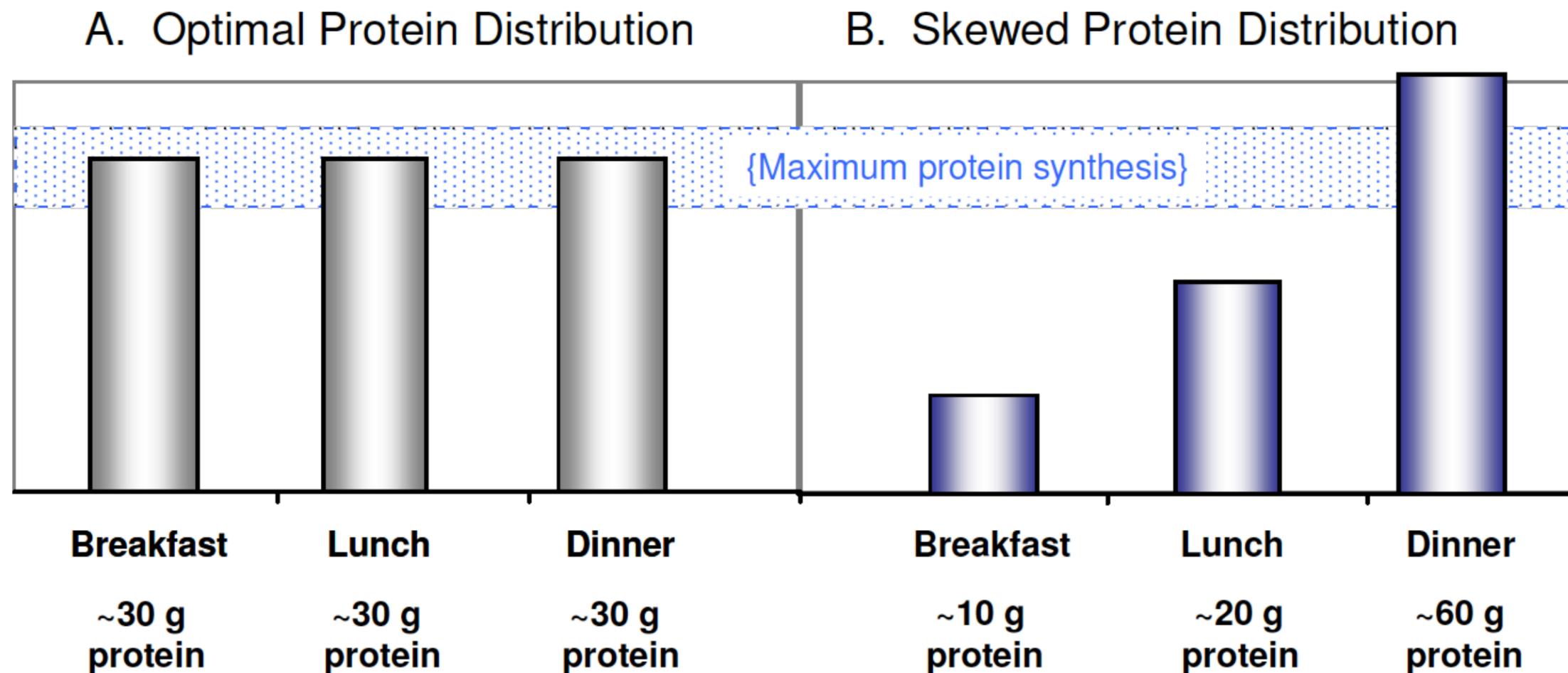
➤ **Krafttraining**

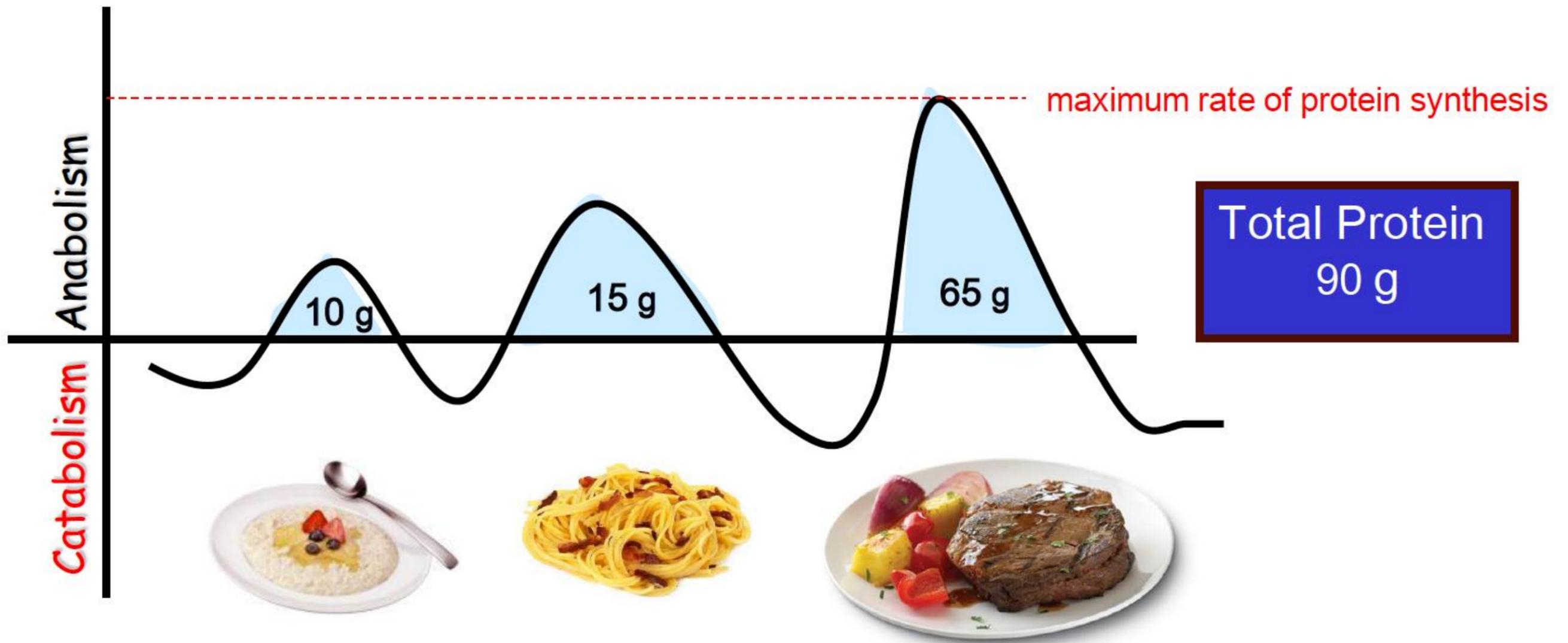
Positive Bilanz

Protein Synthese und Muskelmasse

- **Proteingabe stimuliert die Muskelproteinsynthese im Alter**
- **Erhöhter täglicher Proteinkonsum (1.2 g/kg/Tag)**
- **Stimuliert Muskelaufbau**
- **Verhindert altersassozierten Muskelverlust**
- **Trotz altersbedingter anaboler Resistenz**
(= reduzierte Muskel Protein Synthese nach einer Mahlzeit)
 - Mahlzeitenschwellenwert definiert
 - > 20 g Protein mit > 2.2 g Leucin pro Mahlzeit
Layman D et al. Am J Clin Nutr 2015; 101(Suppl): 1330S–8S
 - 25 – 35 g Protein (tierisch+pflanzlich) mit 2.5-3g Leucin pro Mahlzeit
Kiss C, Kressig R. der informiert Arzt 2019; Nr.5: 38 – 41
Goisser S et al. Der Internist 2019; 60: 141 - 148

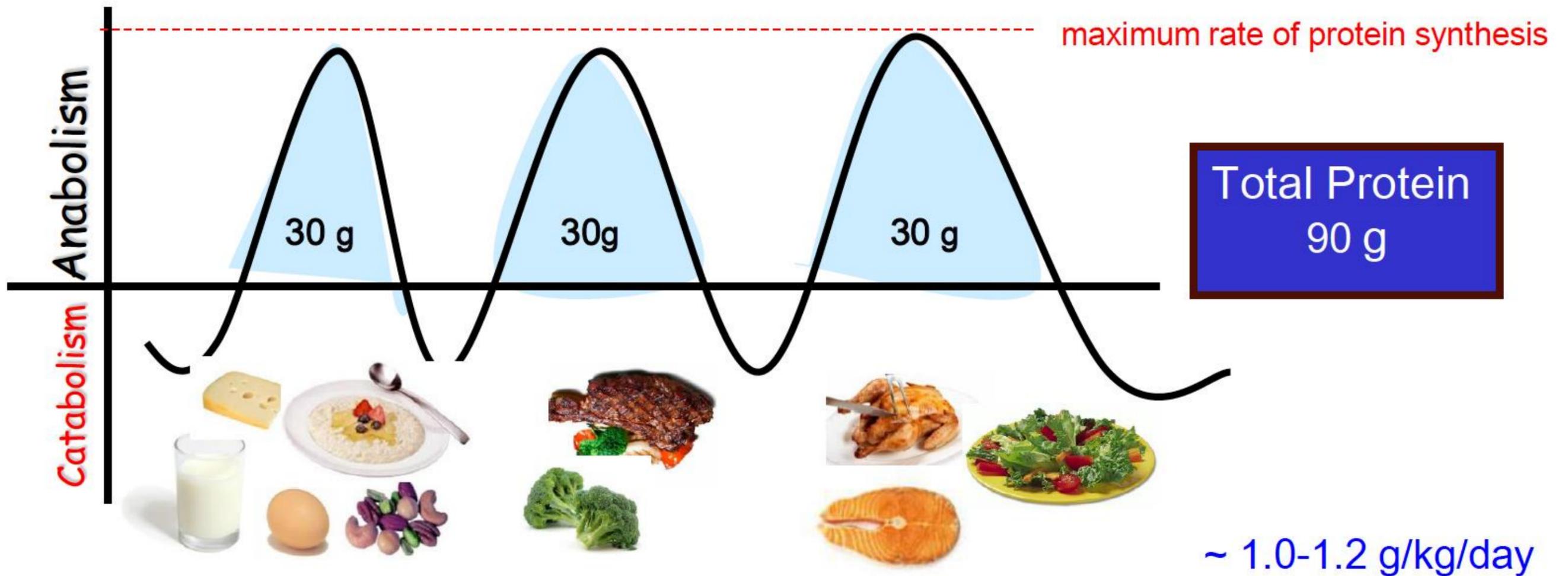
Protein wann und wieviel ?





A skewed daily protein distribution fails to maximize potential for muscle growth

Adapted from Paddon-Jones, 2012



Repeated maximal stimulation of protein synthesis
 → increase / maintenance of muscle mass

Adapted from Paddon-Jones, 2012

Protein und die "neuen" Epidemien

Zitate aus Lechner et al.

„ Bei NAFLD (nicht alkoholische Fettleber), Diabetes mellitus Typ 2 reduziert ein proteinbetontes Ernährungsmuster unabhängig vom Körpergewicht im kurzfristigen Verlauf den Leberfettgehalt, die Insulinresistenz und Entzündungsreaktionen.“

„ Auch zur Prävention und Therapie der Sarkopenie und Osteopenie stellt eine bedarfsgerechte Proteinzufuhr einen wichtigen Therapiepfeiler dar.“