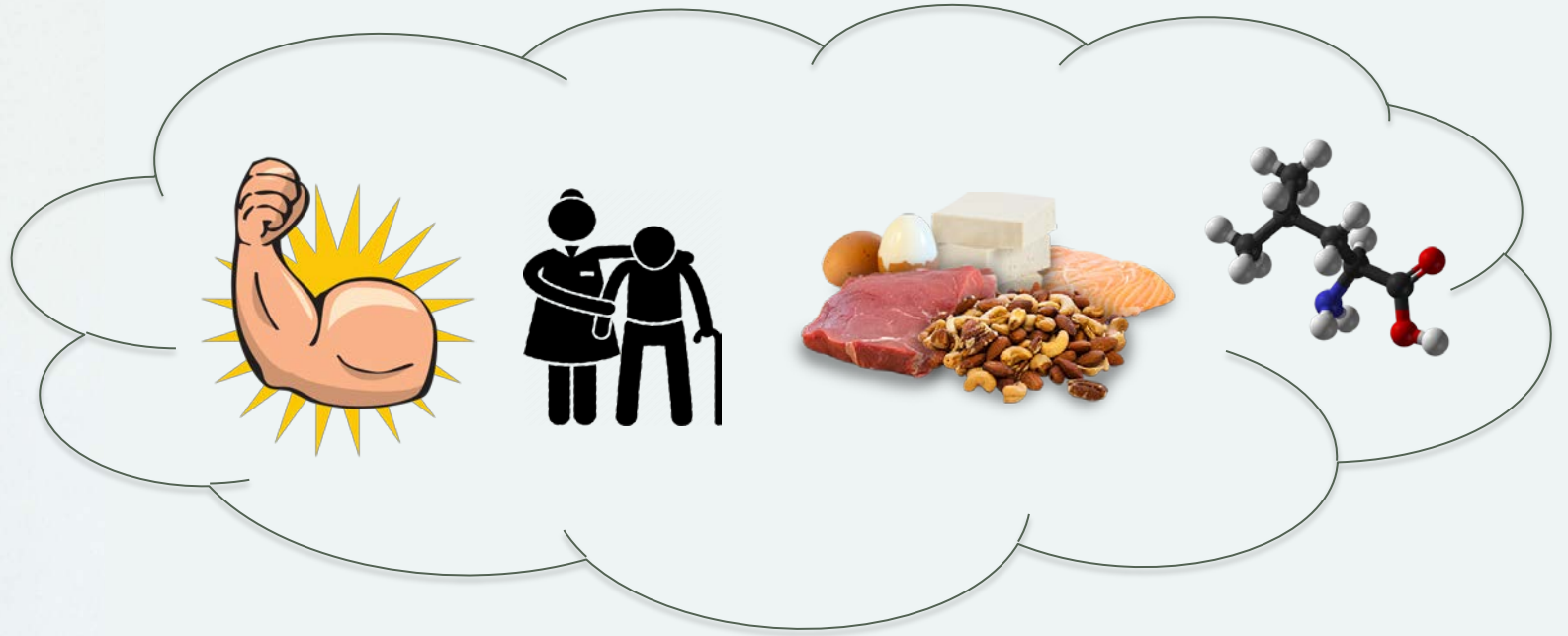




# Muskelaufbau und -abbau in Zusammenhang mit Ernährung

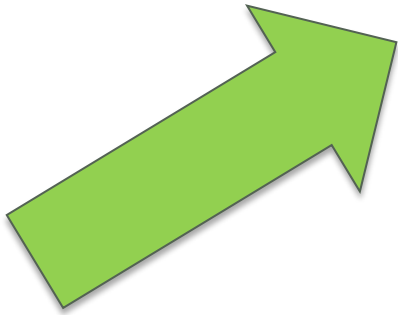
Dr. Samuel Mettler

# Content / Fragen

- ▶ Faktoren Muskelaufbau und -abbau
- ▶ Proteinempfehlungen
  - ▶ Pro Tag
  - ▶ Pro Mahlzeit
- ▶ Anabole Resistenz
- ▶ Relevanz für verschiedene Bevölkerungsgruppen

# Anabolismus

Anabolismus / Muskelaufbau

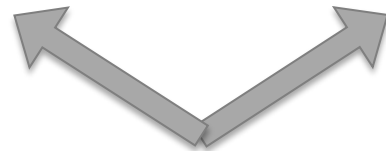


1. Training
2. Ausreichende Energieversorgung
3. Protein (Menge / Qualität)

Atrophie / Muskelabbau



1. Detraining
2. Energierestriktion
3. Ungenügend Protein (Menge/Qualität)



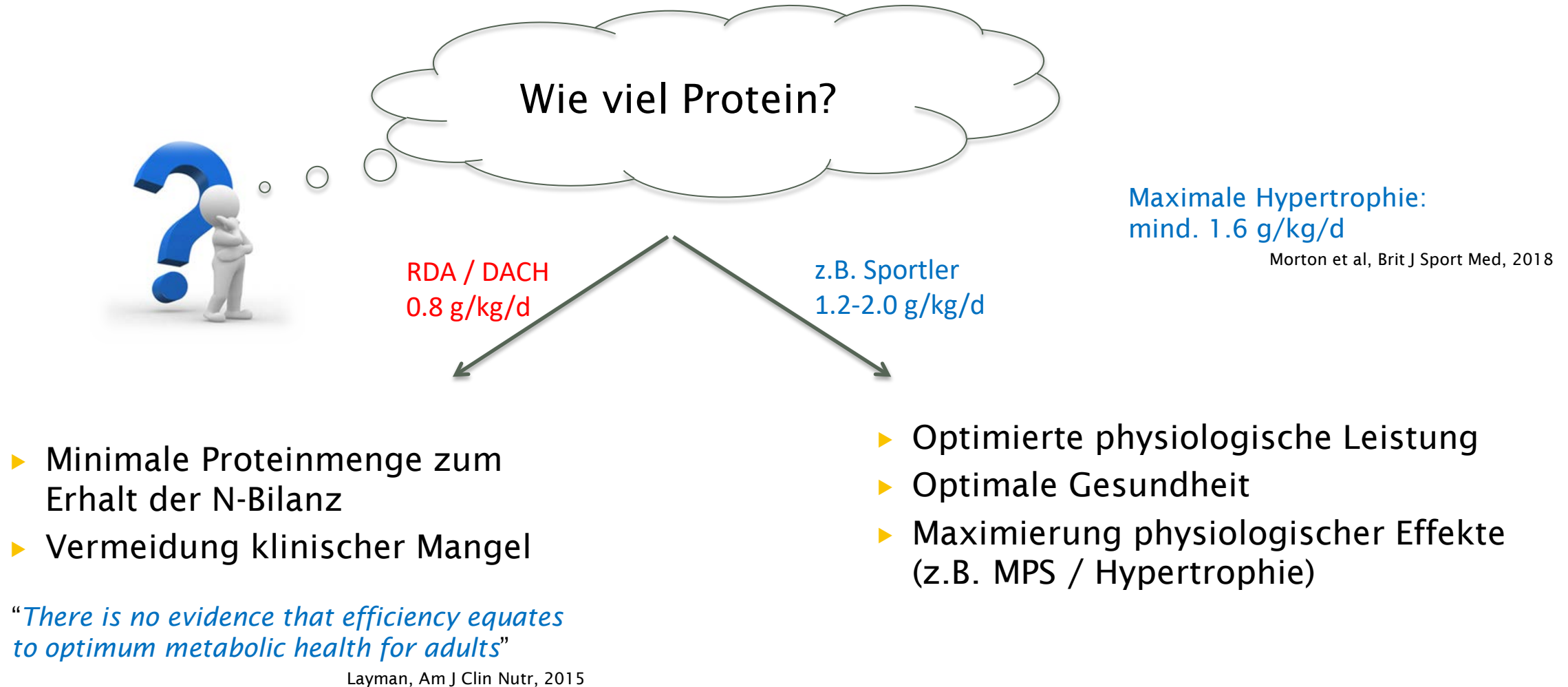
Weitere klinische Aspekte  
können beeinflussen

# Dose-Response: Wie viel Protein?

Pro Tag



# Proteinbedarf: Differenzierung der Fragestellung

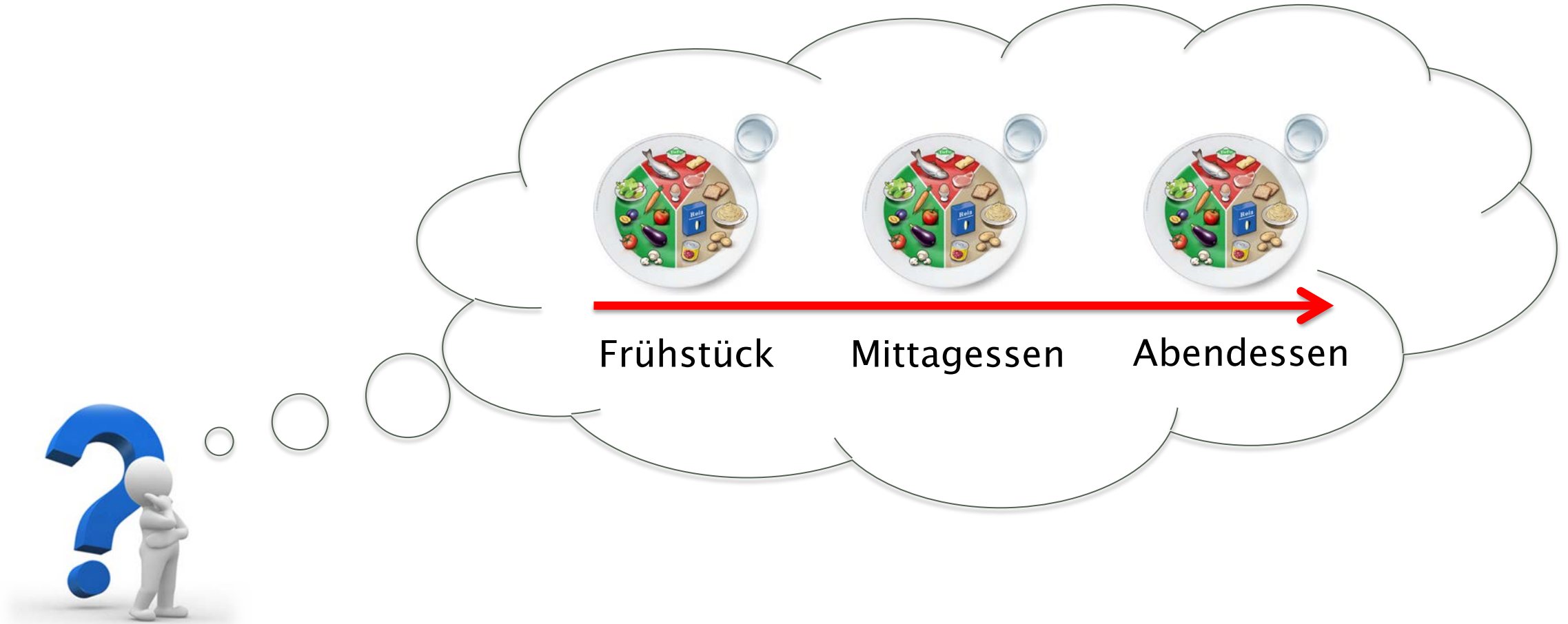


# Täglicher Proteinbedarf mit Fokus Hypertrophie

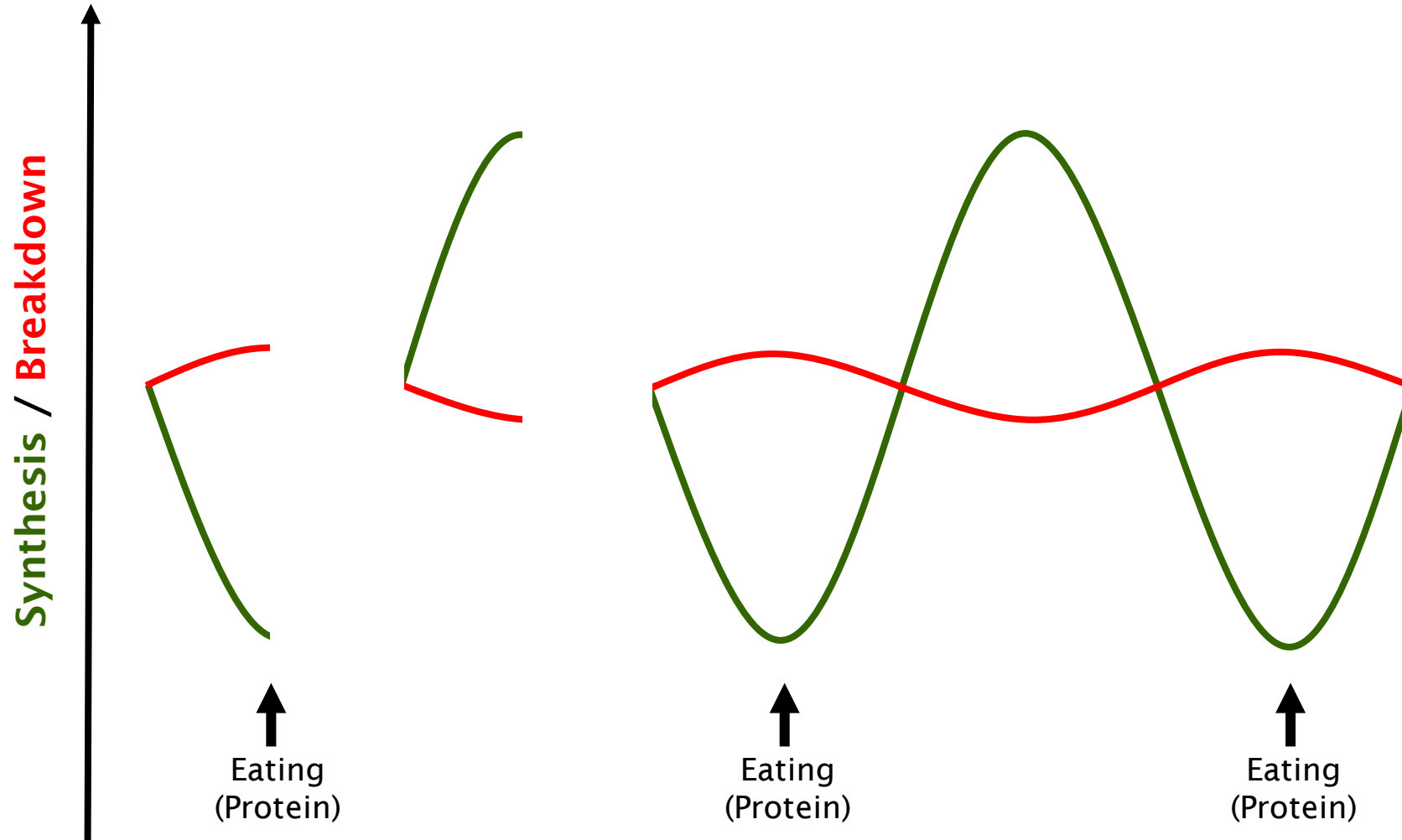
- ▶ Proteinzufuhr beeinflusst Muskel- und Kraftzuwachs signifikant
- ▶ Defizienz (<0.8-1.0) g/d vermeiden
- ▶ Hypertrophie-Benefits bis ca. 1.6 (– 2.2) g/kg/d
- ▶ Kein offensichtlicher Unterschied M/F
- ▶ Training ist (grundsätzlich) wichtiger als das Protein

Morton et al, Brit J Sport Med, 2018  
Antonio et al, JISSN, 2014

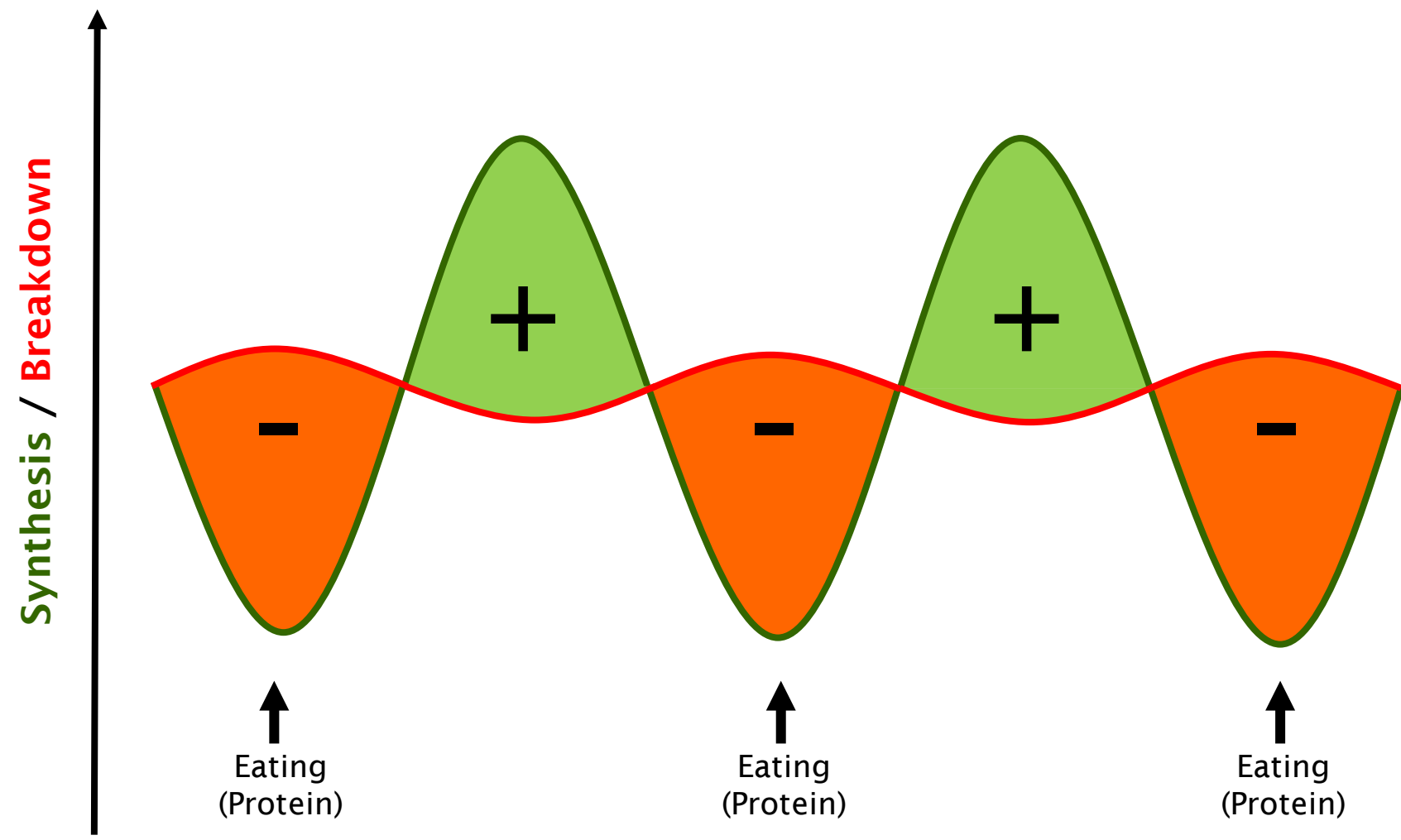
# Die Mahlzeitenbetrachtung



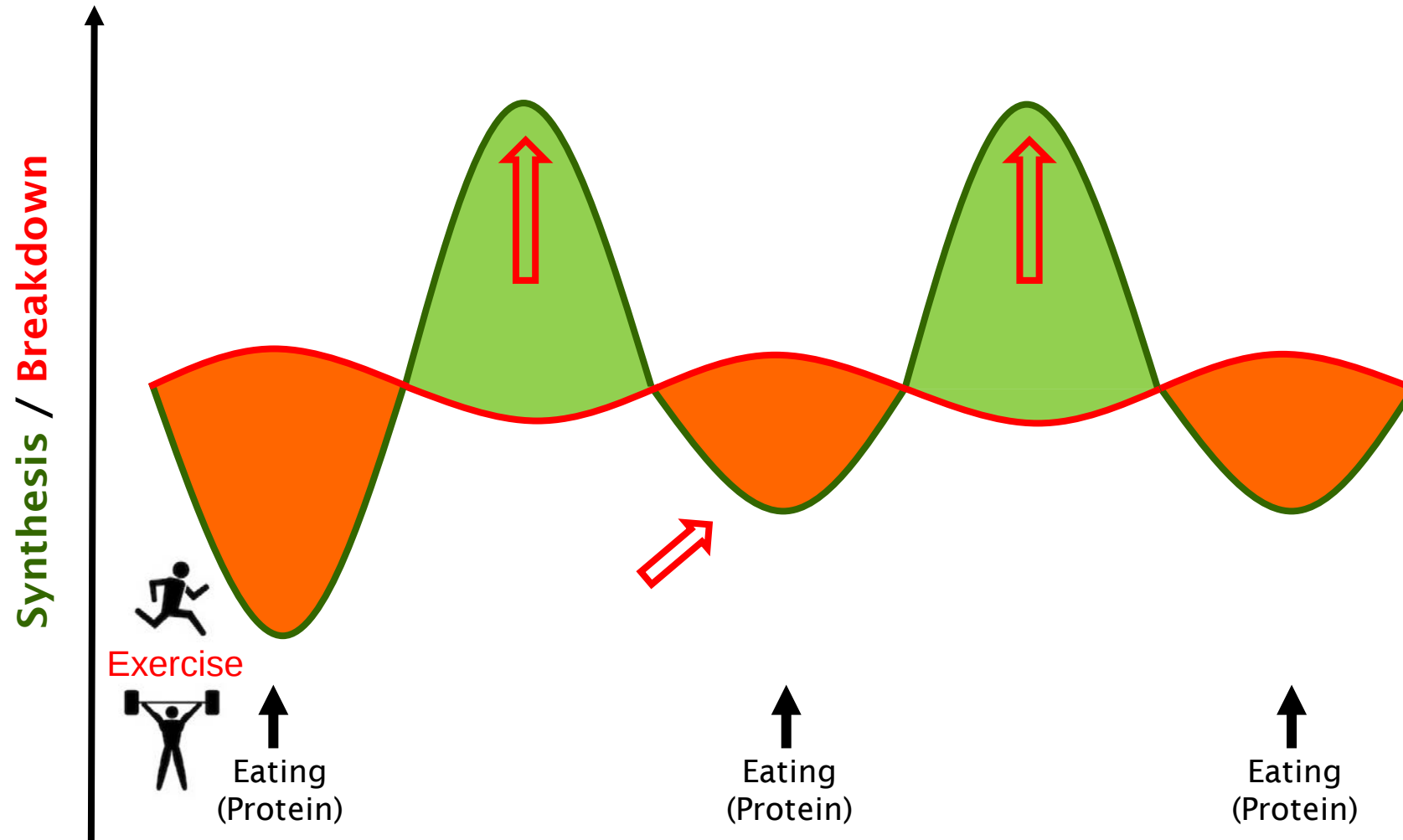
# Proteinbilanz



# Proteinbilanz

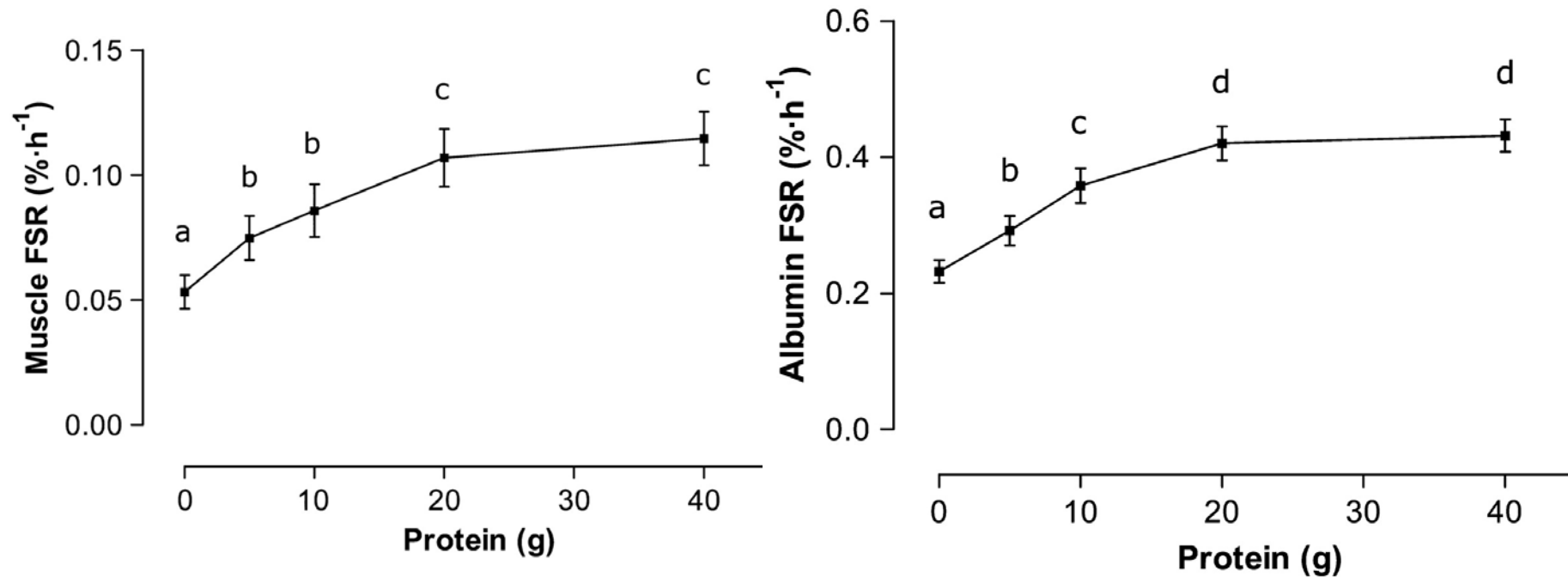


# Proteinbilanz



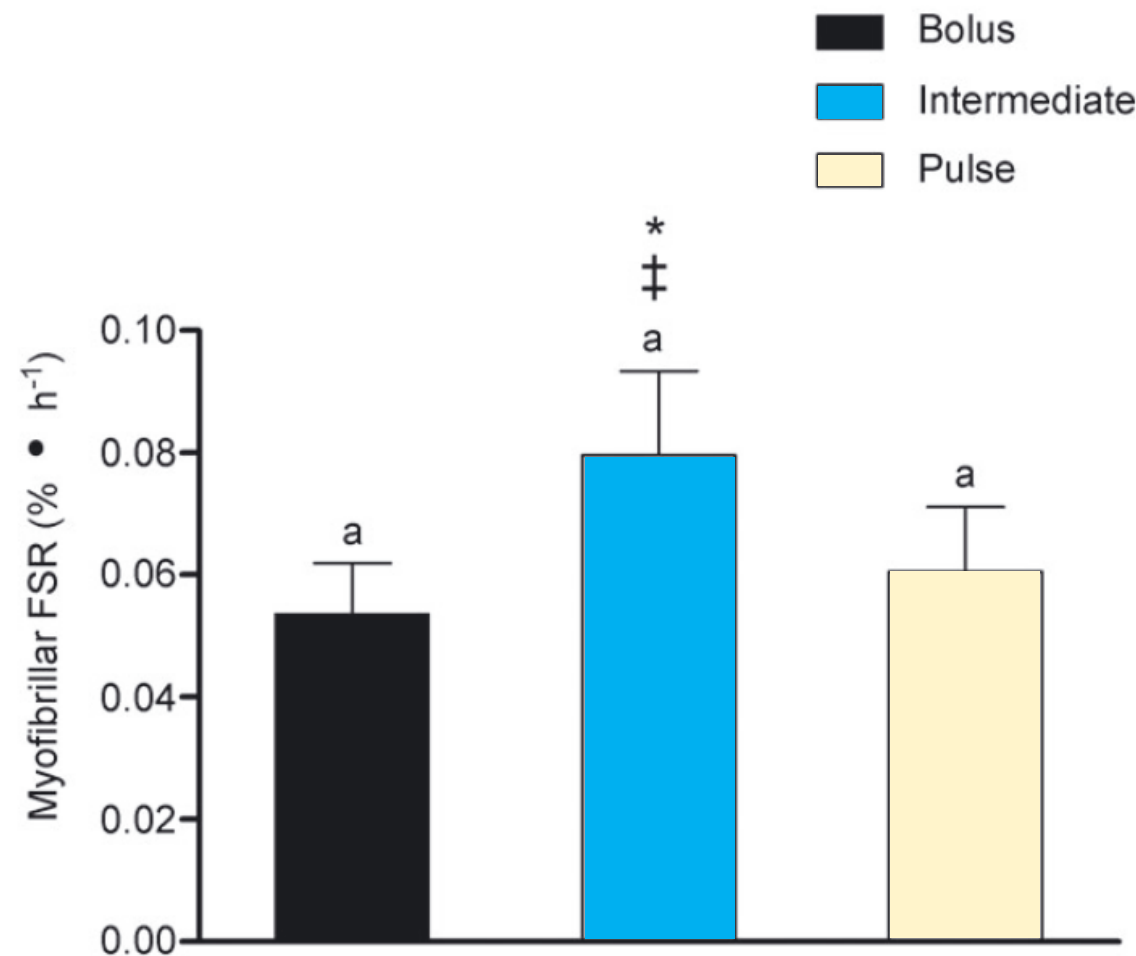
# Dose-response pro Mahlzeit bzgl. MPS

Proteindosis (Ei) nach einem Krafttraining  
Junge trainierte Männer  
MPS über 4 h



Moore et al, Am J Clin Nutr, 2009

# Proteinverteilung und Muskelproteinsynthese



Areta et al, J Physiol, 2013

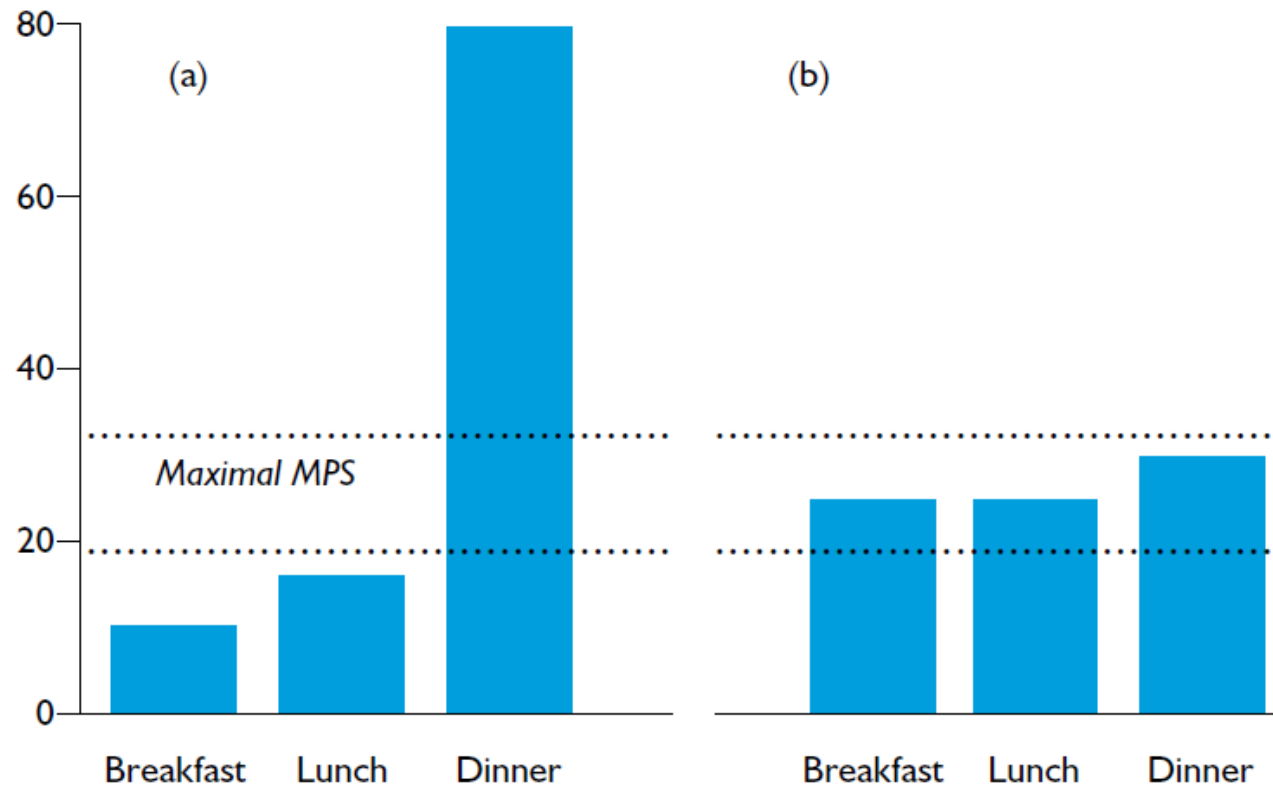
|        |              |
|--------|--------------|
| @ 0 h: | 40 g protein |
| @ 6 h: | 40 g protein |
| Total  | 80 g         |

|        |              |
|--------|--------------|
| @ 0 h: | 20 g protein |
| @ 3 h: | 20 g protein |
| @ 6 h: | 20 g protein |
| @ 9 h: | 20 g protein |
| Total  | 80 g         |

|           |              |
|-----------|--------------|
| @ 0 h:    | 10 g protein |
| @ 1.5 h:  | 10 g protein |
| @ 3.0 h:  | 10 g protein |
| @ 4.5 h:  | 10 g protein |
| @ 6.0 h:  | 10 g protein |
| @ 7.5 h:  | 10 g protein |
| @ 9.0 h:  | 10 g protein |
| @ 10.5 h: | 10 g protein |
| Total     | 80 g         |

# Proteinverteilung und Muskelproteinsynthese („Leucine-Threshold“)

Quantity of protein  
per meal (g)



Maximaler Effekt bei ca.  $4 \times 0.4 \text{ g/kg/d}$  ?  
Entsprechend insg. mind.  $(1.6 \text{ g/kg/d})$

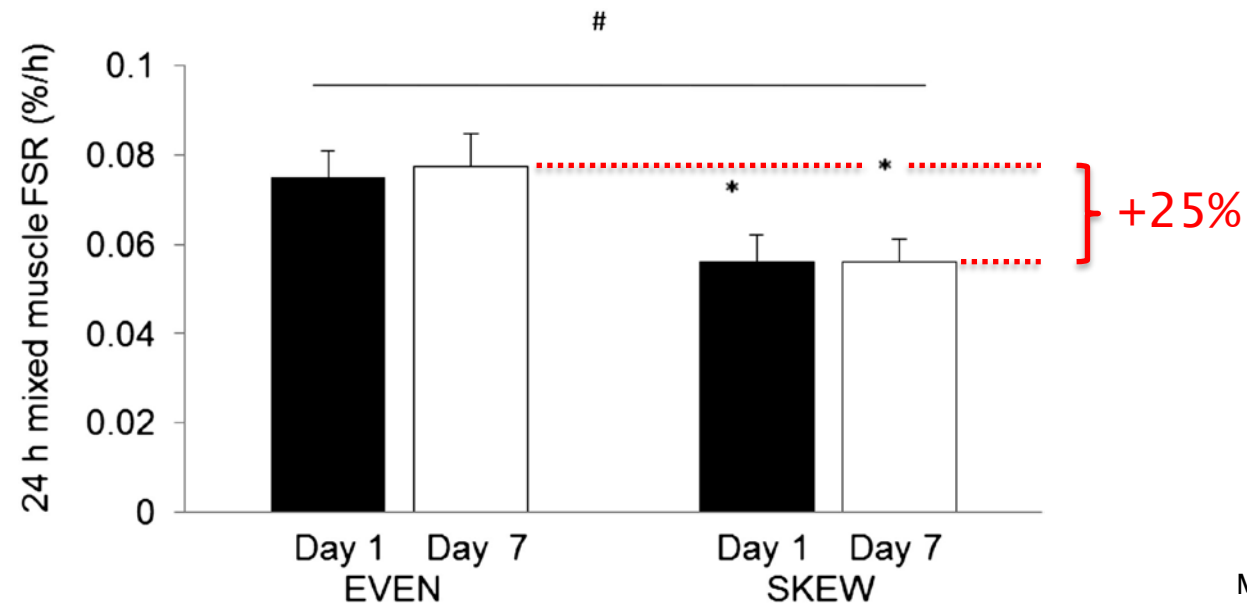
Schoenfeld & Aragon, J Int Soc Sports Nutr, 2018

Adapted from Macnaughton & Witard, Sport Exerc Sci, 2014

# Proteinverteilung und Muskelproteinsynthese („Leucine-Threshold“)

- 1.2 g Protein / d
- 5 M + 3 F
- $37 \pm 3$  y

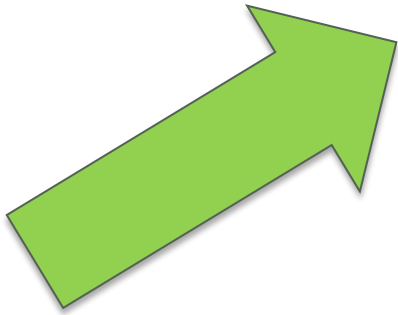
|             | Morgen | Mittag | Abend |
|-------------|--------|--------|-------|
| <b>EVEN</b> | 32 g   | 30 g   | 33 g  |
| <b>SKEW</b> | 11 g   | 16 g   | 63 g  |



Mamerow et al, J Nutr, 2014

# Anabolismus

Anabolismus / Muskelaufbau

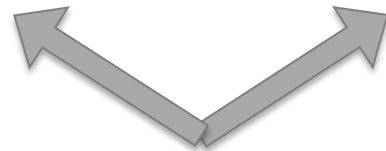


1. Training
2. Ausreichende Energieversorgung
3. Protein (Menge / Qualität)

Atrophie / Muskelabbau



1. Detraining
2. Energierestriktion
3. Ungenügend Protein (Menge/Qualität)



Weitere klinische Aspekte  
können beeinflussen

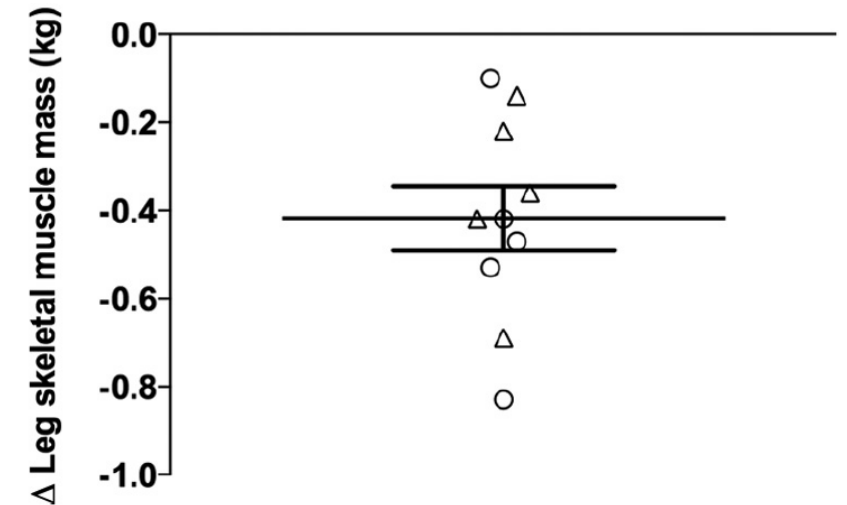
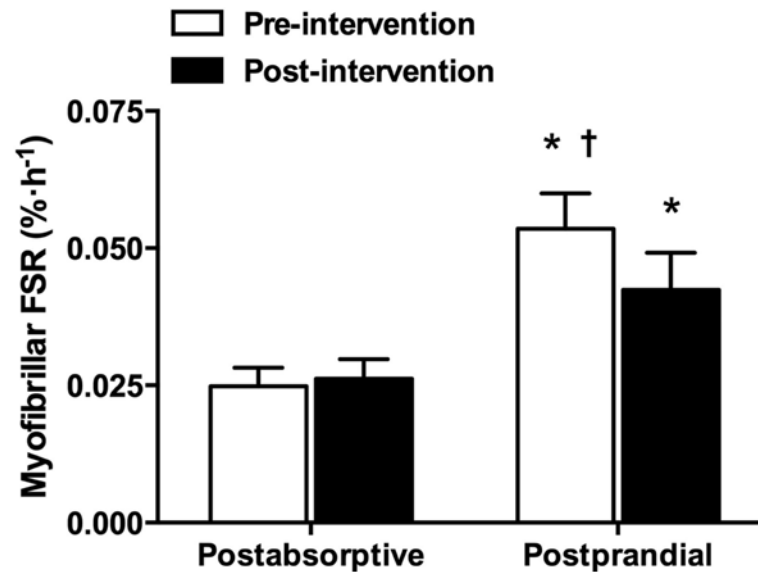
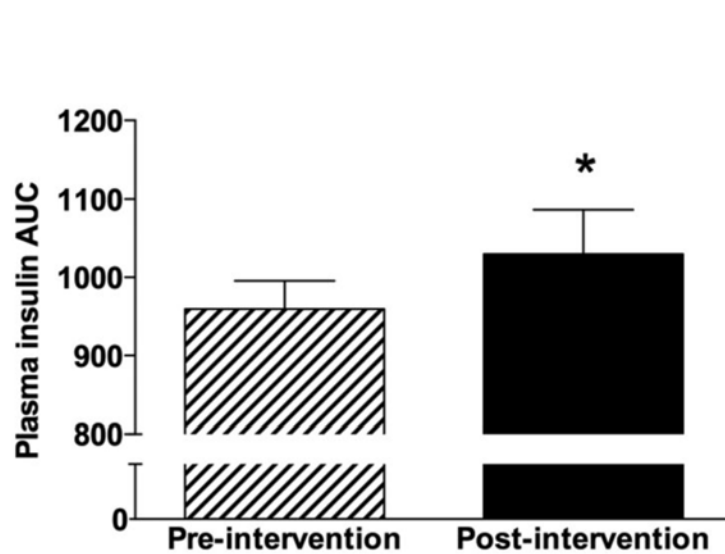
# Reduzierte PA – "Anabole Resistenz"

5 Männer / 5 Frauen

66-75 y

Moderat aktiv (> 3500 steps/d)

► Reduzierte Aktivität für 14 d (<1500 steps/d)

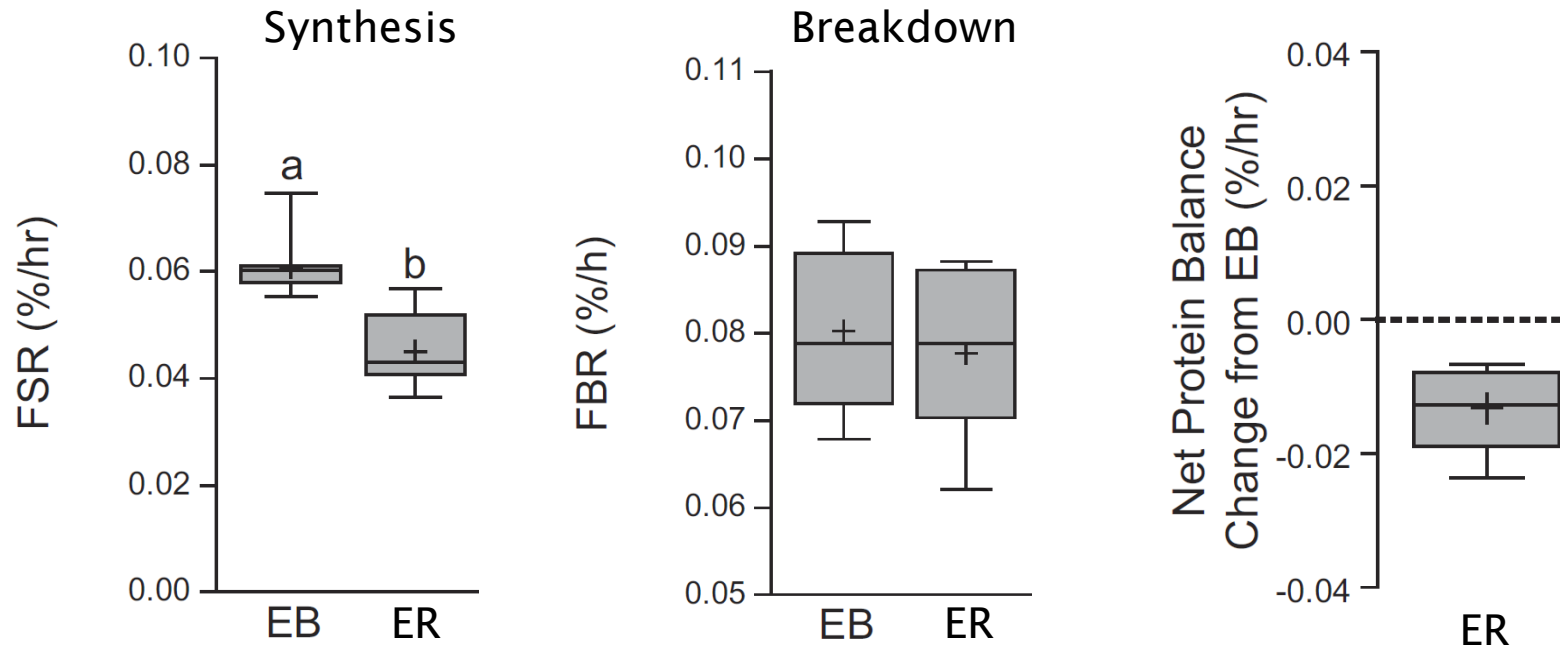


Gleicher Effekt in jungen Männern:  
(Glover et al, J Physiol, 2008)

Breen et al, J Clin Endocrin Metab, 2013

# Effekte Energierestriktion auf MPS und MPB

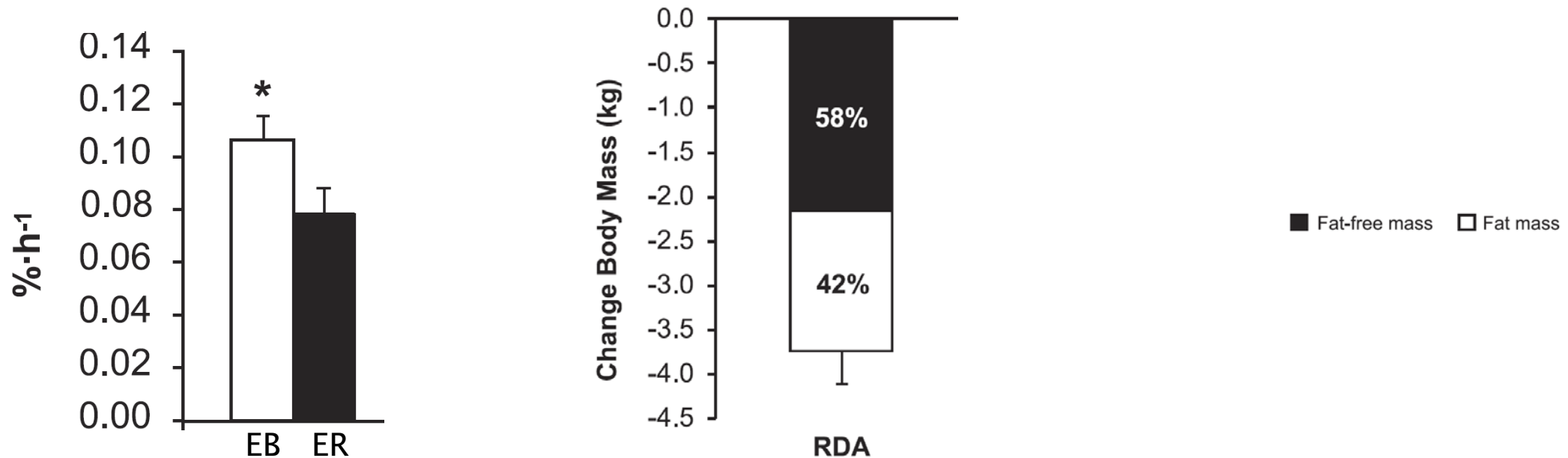
- ▶ Junge Männer ( $22 \pm 1$  y)
- ▶ 10 d 40% E-restricted
- ▶ Gewichtsabnahme: 1.8 kg
- ▶ LBM-Verlust: 1.0 kg (55%)



Hector et al, Faseb J, 2018

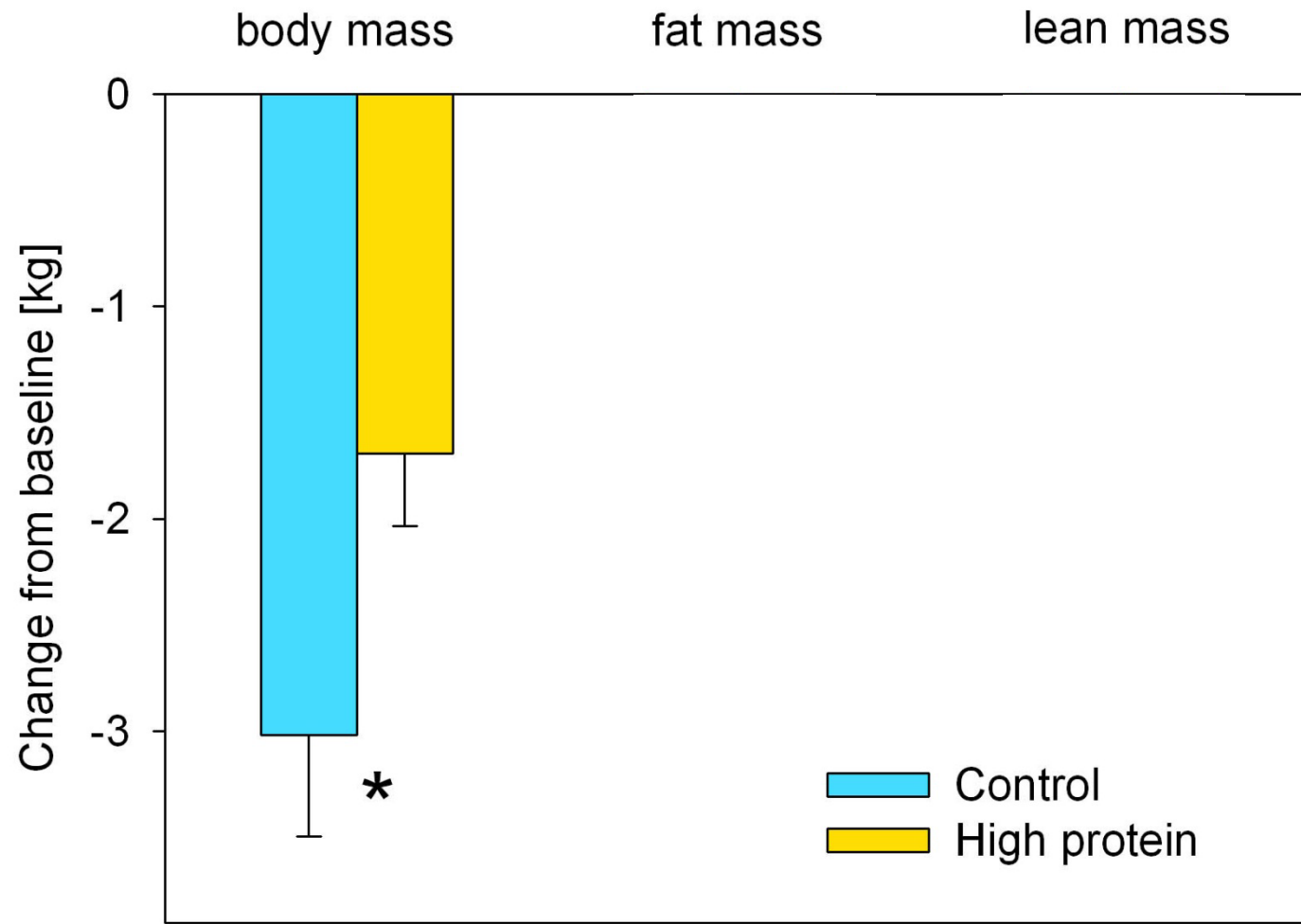
# Effekte Energierestriktion auf MPS und MPB

- ▶ Männer/Frauen ( $21 \pm 1$  y)
- ▶ 21 d ER (-30% diet / +10% EEE)
- ▶ MPS nach 20 g Protein



Pasiakos, FASEB J, 2013

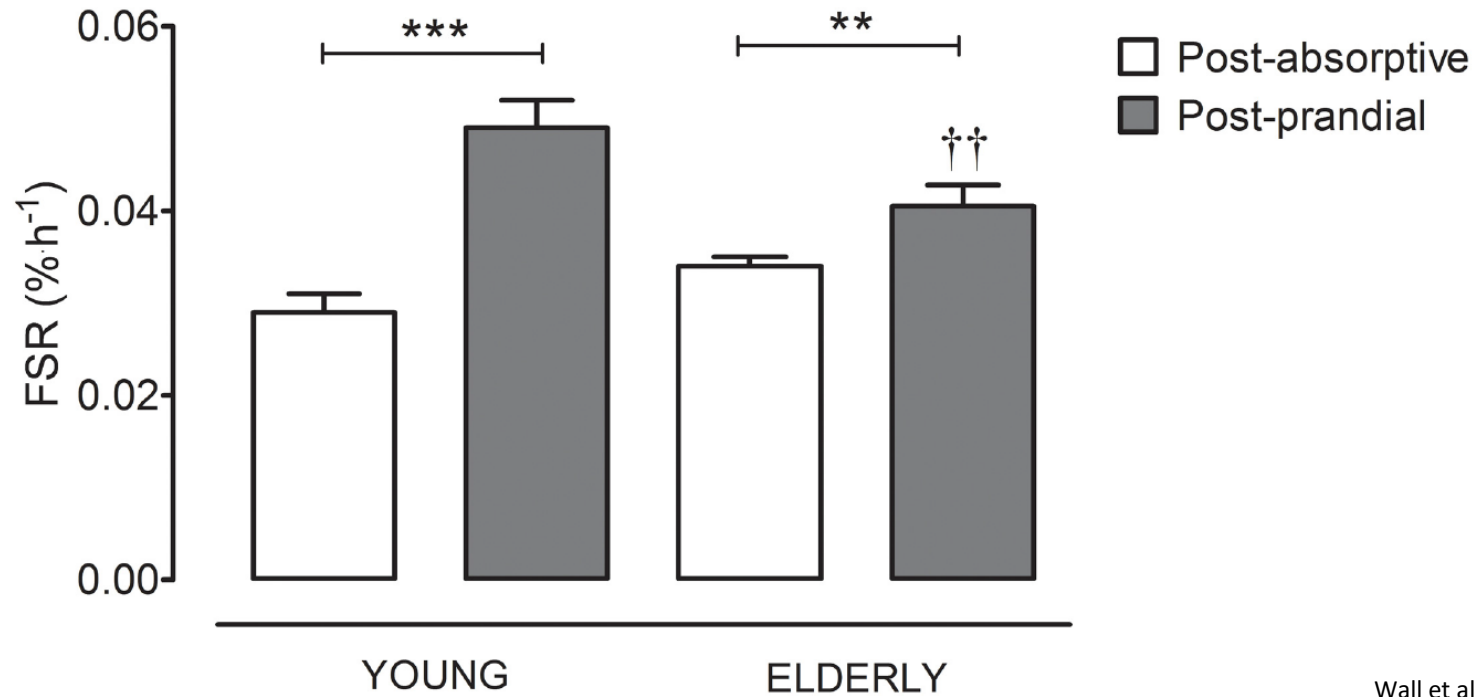
# Protein bei Energierestriktion: Sportler



Mettler et al, MSSE, 2010

# Altersabhängige Dose-response

healthy young and elderly men  
20 g protein



Wall et al, PLoS One, 2015

# Altersabhängige Dose-response je MZ

Junge Person (gesund/Sportler)

- ▶ 20 g (~0.25 g/kg) hochwertiges Protein → "near maximal" MPS
- ▶ ~30-40 g hochwertiges Protein → maximal MPS

Ältere Person bzw. bei zunehmender "Anaboler Resistenz"

- ▶ 20 g hochwertiges Protein → Marginale MPS Antwort
- ▶ >30 g hochwertiges Protein nötig für robuste MPS Antwort
- ▶ bis 0.6 g/kg je MZ nötig für maximale MPS

Starker Interaktionseffekt von Training / PA sowie Energiebilanz auf MPS

- ▶ Unabhängig des Alters

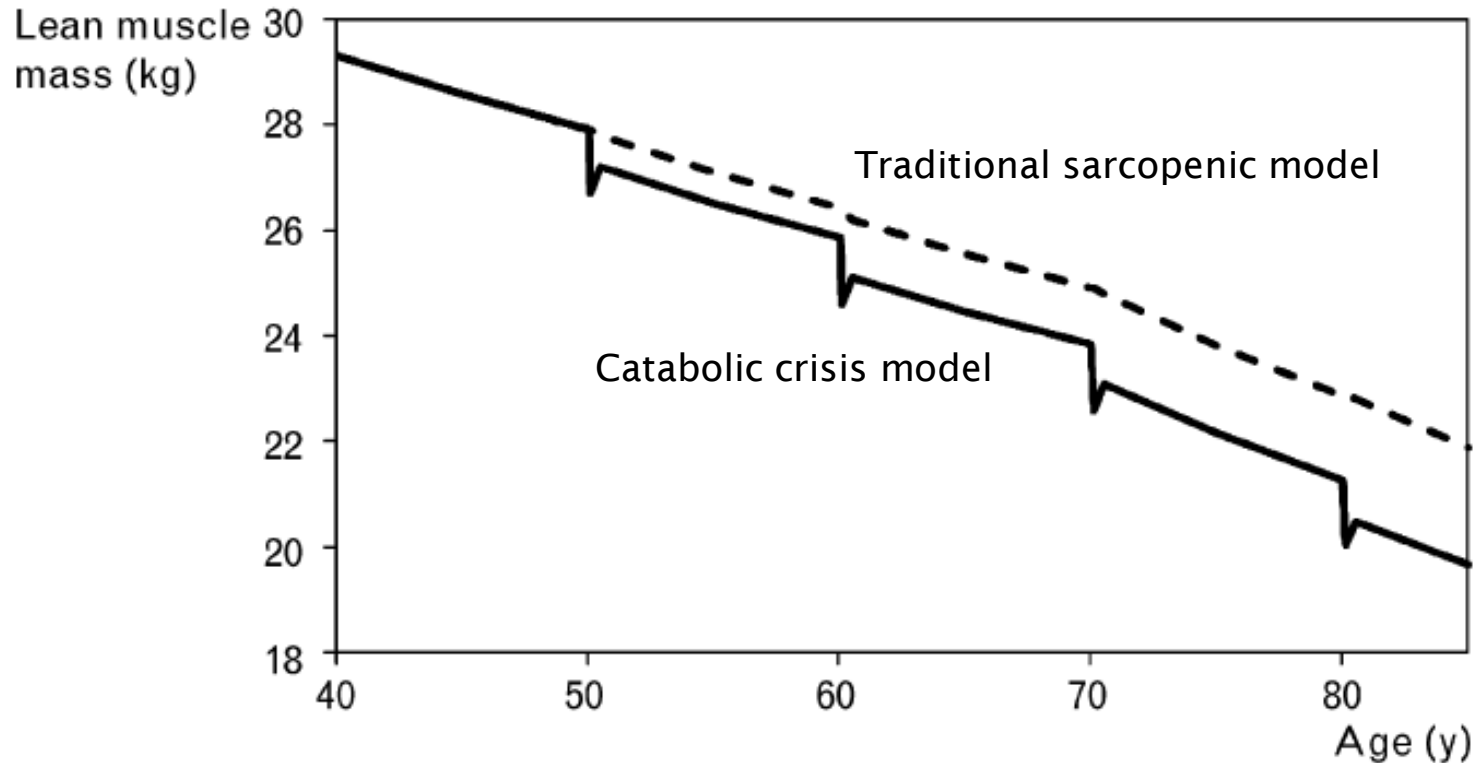
Wall et al, PLoS One, 2015

Moore et al, J Gerontol Biol Sci Med Sci, 2015

Robinson et al, Appl Physiol Nutr Metab, 2013

# The road to sarcopenia

## ► The "catabolic crisis model"



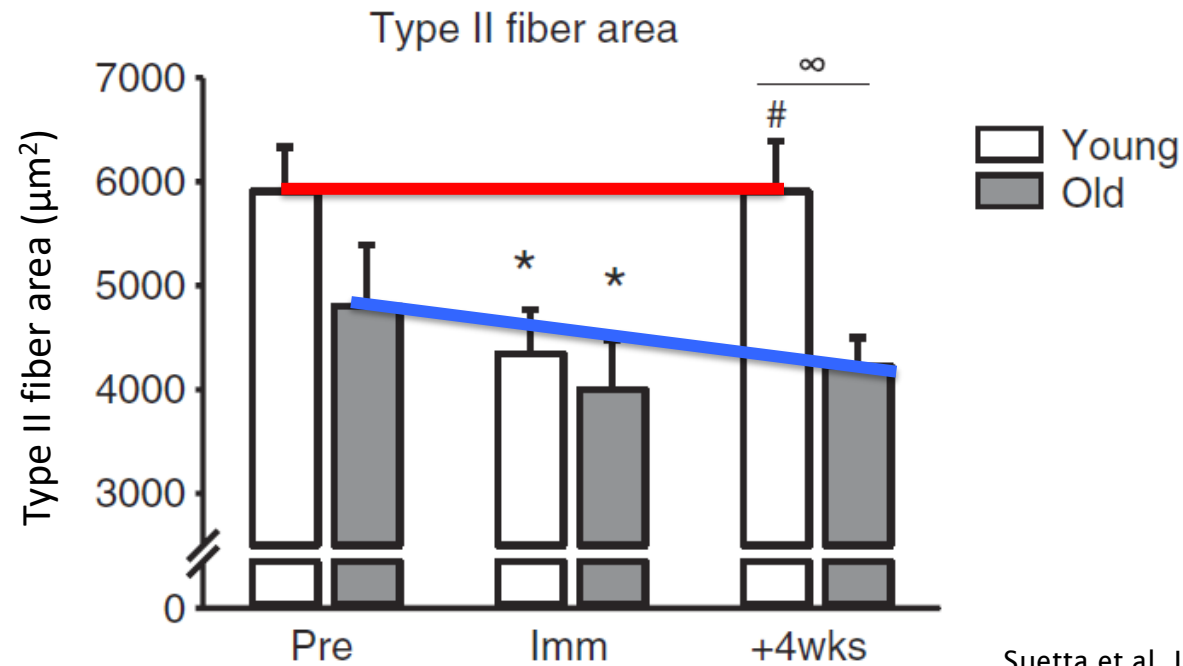
Muscle loss: up to...

- Background: 0.2 kg/y
- Crisis (e.g. bedrested) 0.2 kg/d

English et al, Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2010

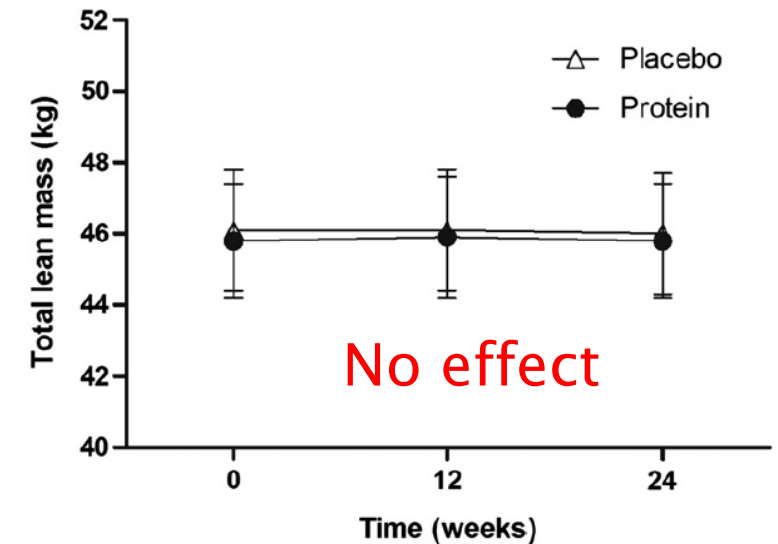
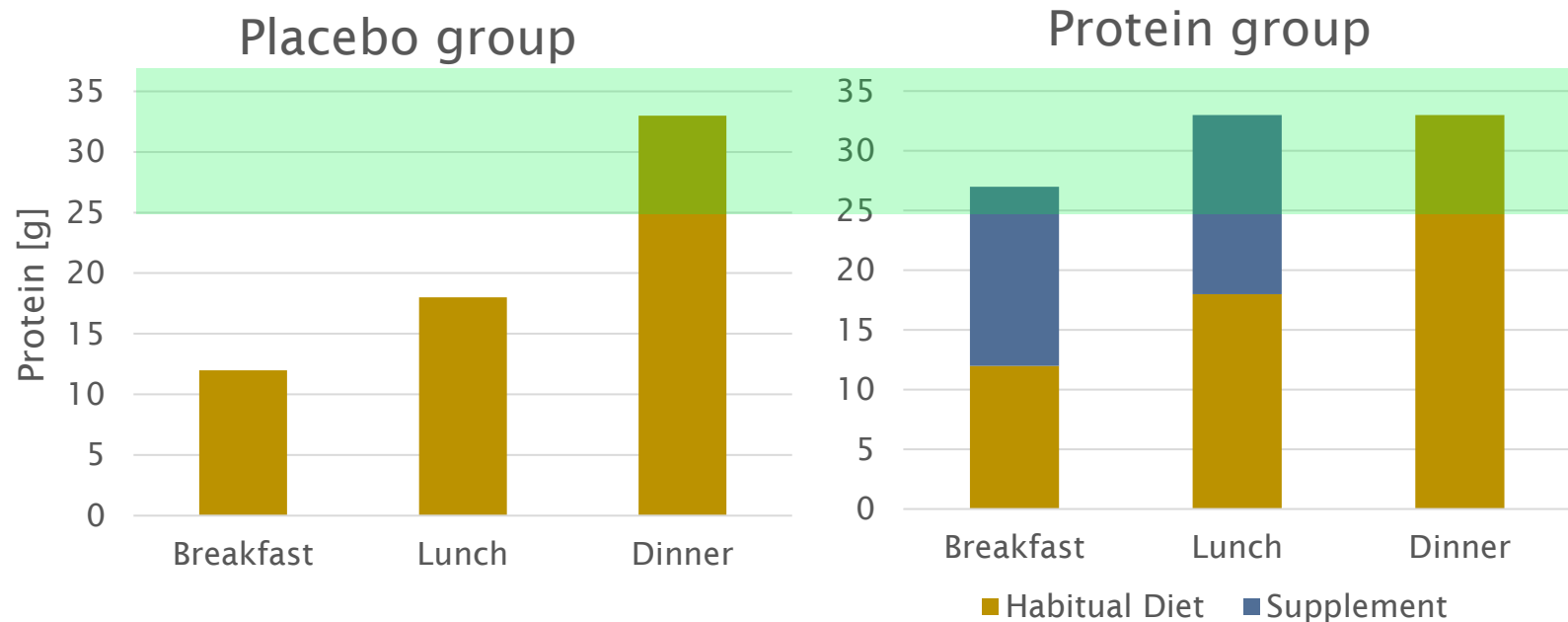
# Immobilisierung: Young vs. Old

- ▶ Männer: 24 y // 67 y
- ▶ 2 wk Immobilisierung (unilaterale Beinfixierung)
- ▶ 4 wk Retraining



# Proteinreiche Mahlzeiten im Alter

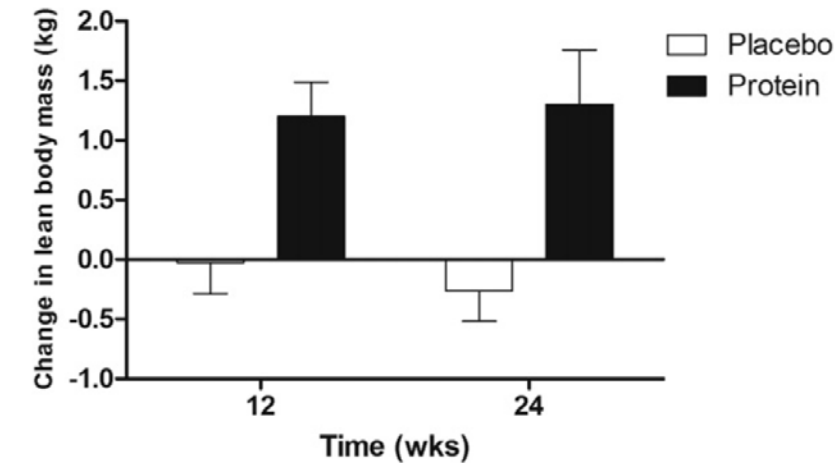
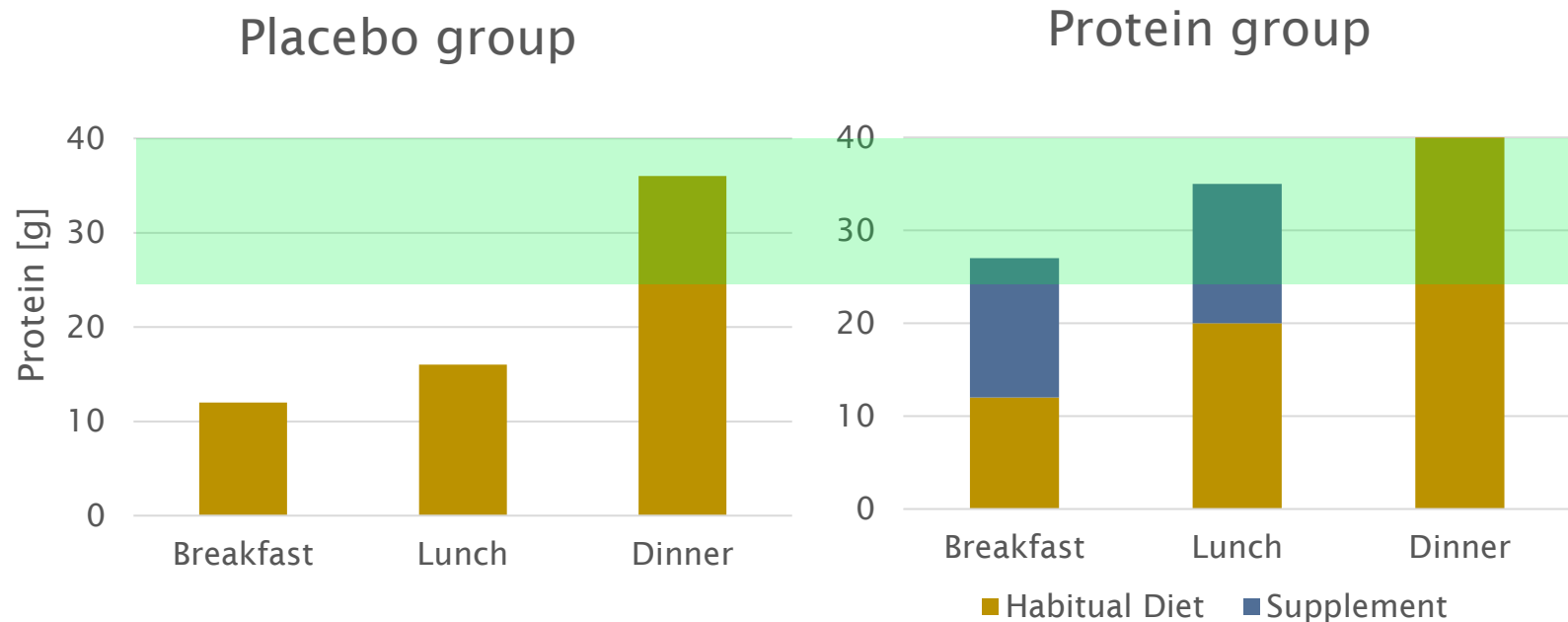
- ▶ 65 frail ~80 y old men/women
- ▶ 24 wks of protein supplementation



Tieland et al, JAMDA, 2012

# Proteinreiche Mahlzeiten im Alter

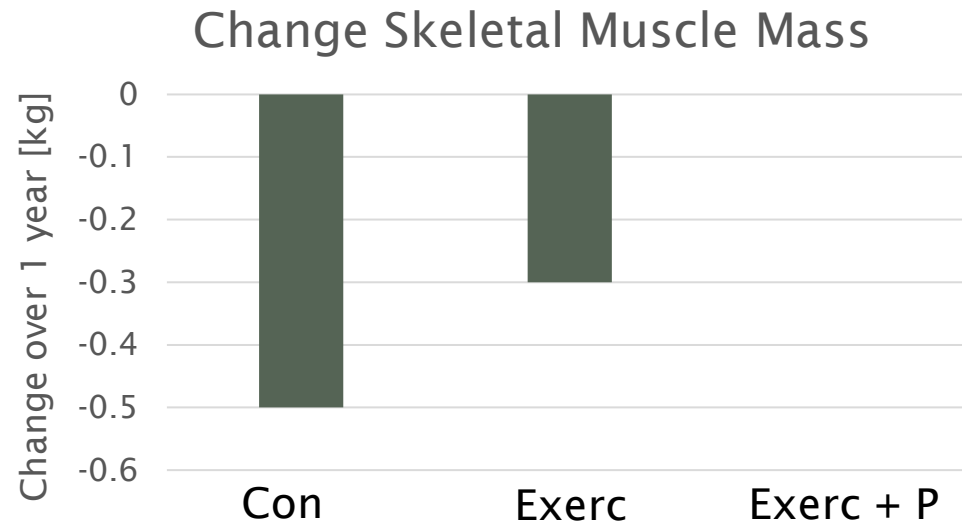
- ▶ 62 frail ~78 y old men/women
- ▶ 24 wks of protein supplementation + resistance training (2x/wk)



Tieland et al, JAMDA, 2012

# Homebased exercise + protein coaching

- ▶ 224 older men/women (average of 72 y)
- ▶ Over 1 year
  - ▶ Control
  - ▶ Exercise program (~1.1 g/kg)
  - ▶ Exercise program + protein coaching (increased to 1.2-1.4 g/kg/d)



Van den Helder et al, J Cach Sarc Muscle, 2020

# Relevanz für die Praxis

Müssen wir jetzt alle die Proteinzufuhr optimieren/maximieren?



Nein

# Es kommt auf die Ausgangslage und Zielsetzung an

Junge gesunde aktive Person



- ▶ Hohe anabole Sensitivität
- ▶ Viel funktionelle/physiologische Reserve

Konsequenzen daraus:

- ▶ Wenig(er) Protein reicht
- ▶ Wenig(er) proteinreiche Mahlzeiten reichen
- ▶ Sportler: evtl. Maximierung gewünscht

# Es kommt auf die Ausgangslage und Zielsetzung an

Ältere und / oder inaktivere Personen

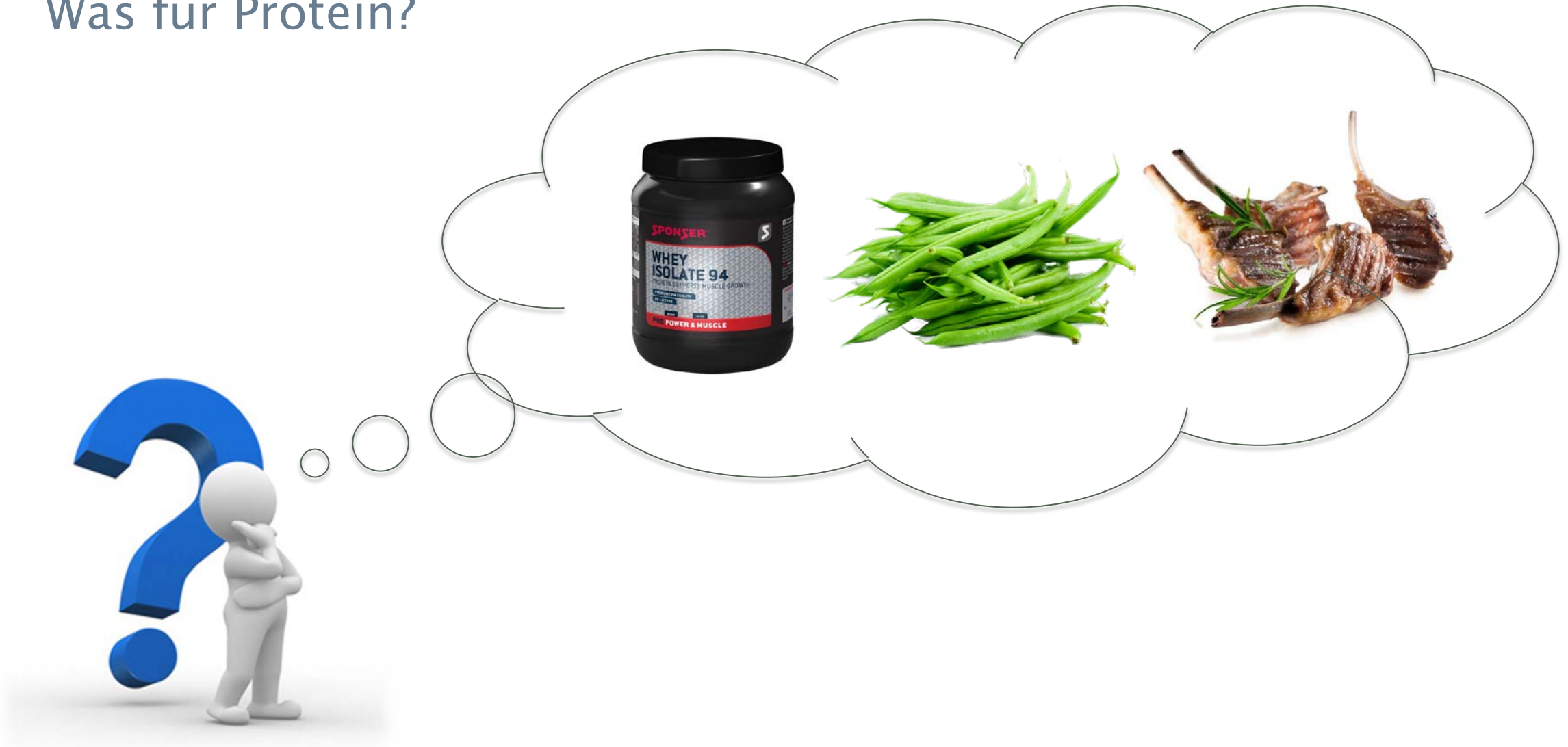


- ▶ Reduzierte anabole Sensitivität
- ▶ Schwindende funktionelle Reserven

Wichtige Hebel:

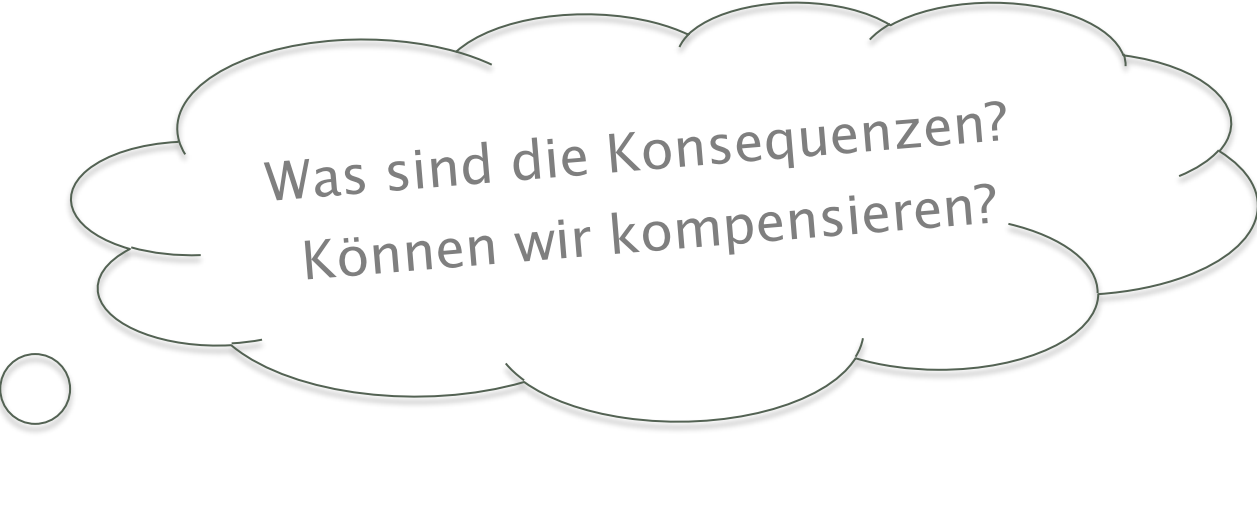
- ▶ Möglichst wenige / kurze Inaktivitätsphasen
- ▶ Energie/Proteinmangel vermeiden (bzw. erkennen)
- ▶ Training einbauen soweit möglich
- ▶ Erhöhung Tagesprotein >> 1.0 g/kg/d
- ▶ Anzahl proteinreiche MZ (>30 g) erhöhen

# Was für Protein?



# Herausforderungen mit (rein) pflanzlichem Protein

- ▶ Im Vergleich zu tierischem Protein, generell:
  - ▶ Tieferer Gehalt EAA
  - ▶ Tieferer Gehalt einzelner EAA (limitierende Aminosäuren)
  - ▶ Tiefere "Proteindichte"
  - ▶ Tiefere Verdaulichkeit ("Proteinverfügbarkeit")
  - ▶ Falsch hoch deklarerter Proteingehalt



Was sind die Konsequenzen?  
Können wir kompensieren?

# Supplemente?



# Zusammenfassung

- ▶ Muskelaufbau und -abbau primär abhängig von
  - ▶ Trainingsreiz
  - ▶ Energiebilanz
  - ▶ Proteinversorgung
- ▶ Proteinversorgung
  - ▶ Pro Tag
  - ▶ Pro Mahlzeit / Proteinverteilung
- ▶ Anabole Resistenz durch
  - ▶ Detraining / Inaktivität / Immobilisierung / Übergewicht
  - ▶ Energierestriktion
  - ▶ Alter
- ▶ Relevanz von "Gegenmassnahmen" in verschiedenen Bevölkerungsgruppen
  - ▶ Maximierung aller "Hebel" häufig nicht nötig
  - ▶ Je mehr anabole Resistenz, desto mehr Maximierung als Gegenmassnahme