

Power auf dem Teller: Ernährung im Sport

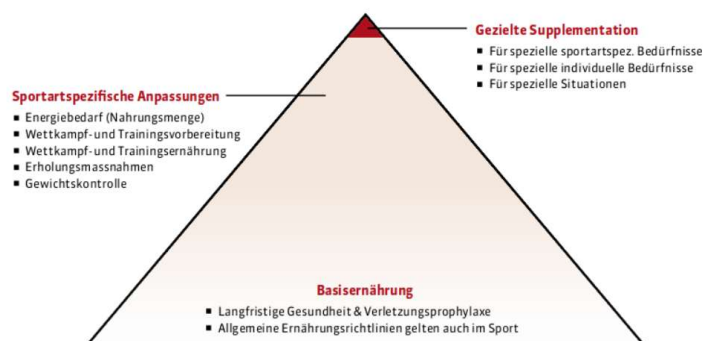
Thomas Strobl, MSc MEd

1

Sporternährung?

1. Basisernährung
2. (unmittelbare) Sporternährung
3. Nahrungsergänzung

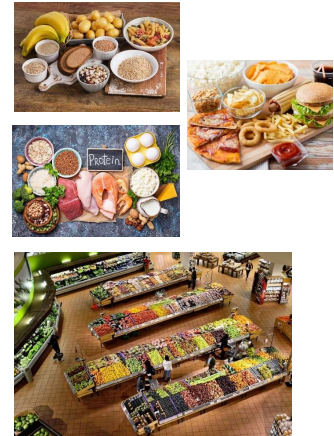
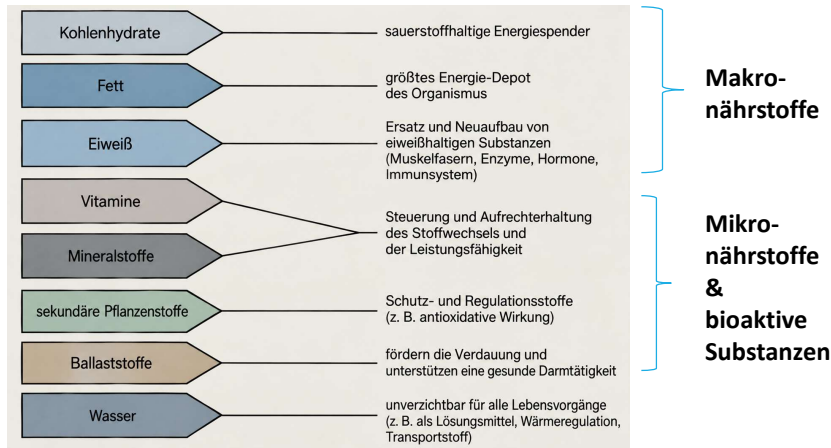
- Gesundheit
- Leistungsfähigkeit
- Muskelaufbau vs. Fettabbau



Mettler, 2010

2

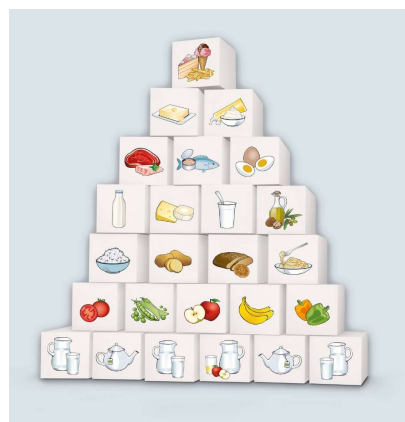
Was essen wir eigentlich?



Verändert nach Konopka, 2013

3

Österreichische Lebensmittelpyramide



4

Österreichischer Ernährungsbericht 2017

➤ Obst und Gemüse

- Soll: 2 und 3 Portionen
- Ist: 1 und 1 Portion

➤ Fleisch und Wurst

- Soll: maximal 450 g pro Woche
- Ist Frauen: 546 g
- Ist Männer: 1320 g

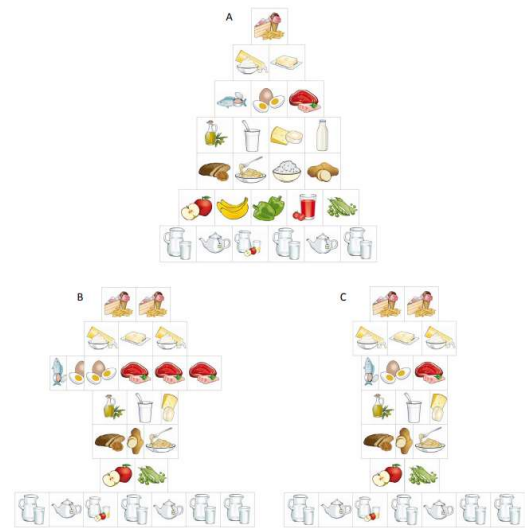


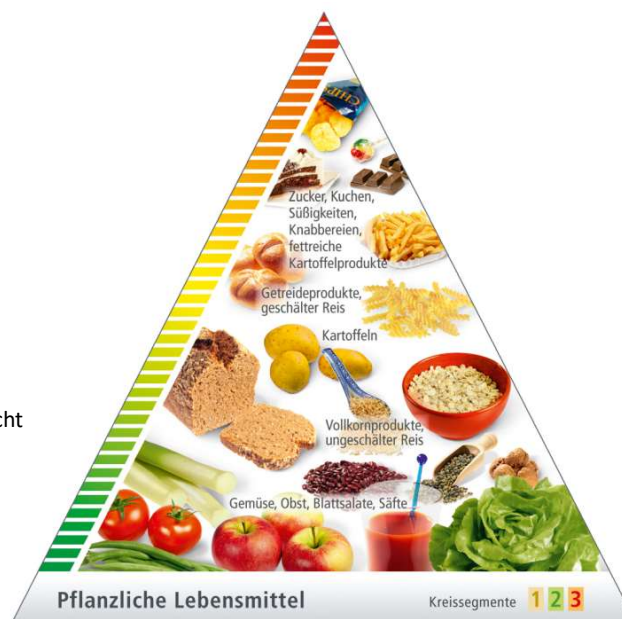
Abbildung 26: Tatsächlicher Verzehr von Lebensmitteln gemäß der Österreichischen Ernährungspyramide (A: Soll, B: Männer, C: Frauen)

Österreichischer Ernährungsbericht 2017

5

Anmerkung:

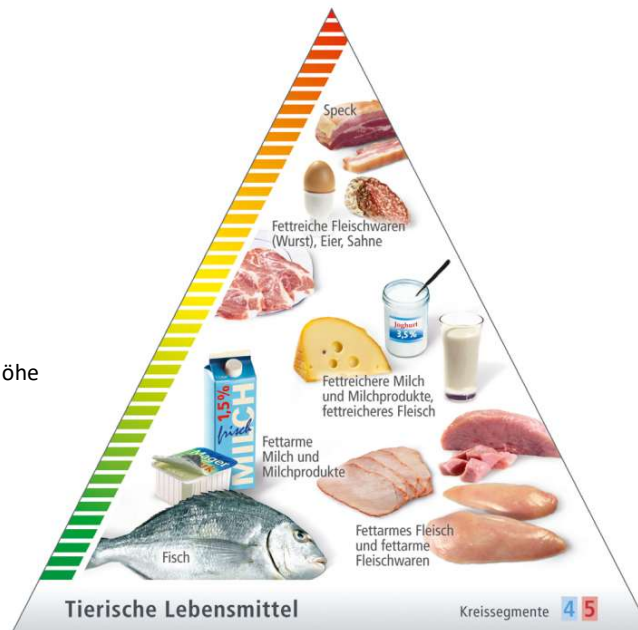
Mit Smoothies, insbesondere aus Obst, können auch zu hohe Kalorienaufnahmen erreicht werden



TS
THOMAS STROBL
TRAINING & SPORTERNÄHRUNG

6

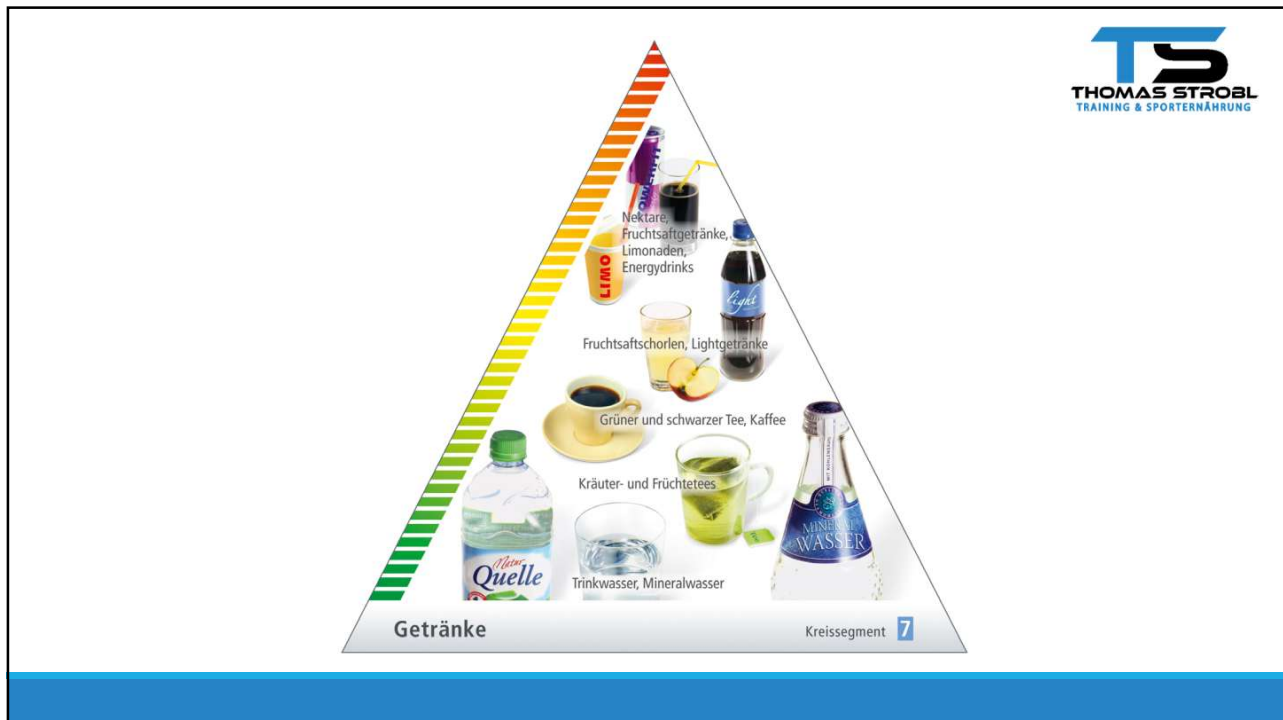
Anmerkung:
 Eier sollten weiter unten
 eingestuft werden, auf Höhe
 der fettreichen
 Milchprodukte



7



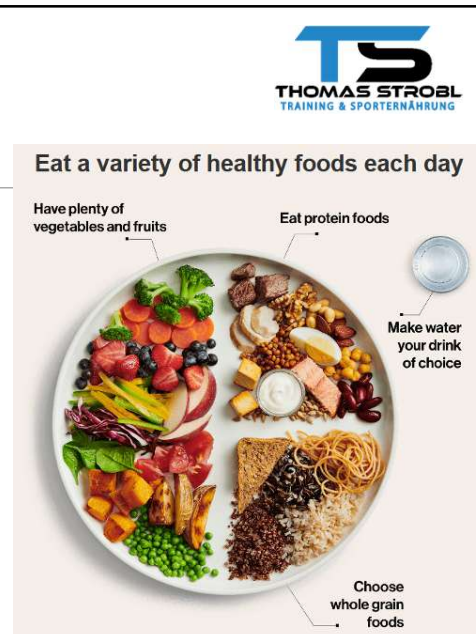
8



9

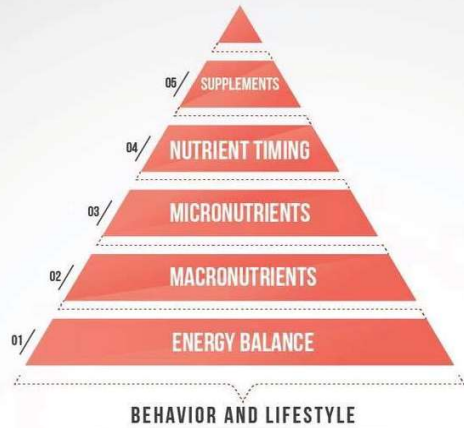
Aufbau einer Mahlzeit

- Mikronährstoffe
 - Obst, Gemüse, Hülsenfrüchte...
- Eiweiß
 - Fleisch, Fisch, Milchprodukte, Hülsenfrüchte...
- Wichtige Fettsäuren
 - Fisch, Samen, Nüsse, Öle...
- Kohlenhydrate
 - Für Fettreduktion kalorienarme und nährstoffreiche Lebensmittel bevorzugen (Gemüse, Obst, Kartoffeln...)
 - Bei hohem Kalorienbedarf eher kalorienreiche Lebensmittel (Reis, Pseudogetreide, Nudeln, Haferflocken, Brot...)



10

MUSCLE & STRENGTH NUTRITION PYRAMID



BY ERIC HELMS

MUSCLEANDSTRENGTHPYRAMIDS.COM

TS
THOMAS STROBL
TRAINING & SPORTERNÄHRUNG

- Ernährung beeinflusst die Richtung der Trainingswirkung
- Alle Faktoren sind wichtig
 - Wenn die Basis stimmt, ergibt sich die Spitze jedoch oft von selbst



11

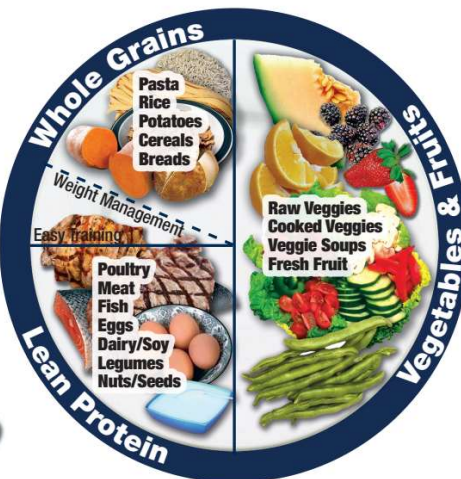
EASY TRAINING / WEIGHT MANAGEMENT:

FATS

1-3 Teaspoon(s)



Avocado
Oils
Nuts
Seeds
Cheese
Butter



FLAVORS

Salt/Pepper
Herbs
Spices
Vinegar
Salsa
Mustard
Ketchup

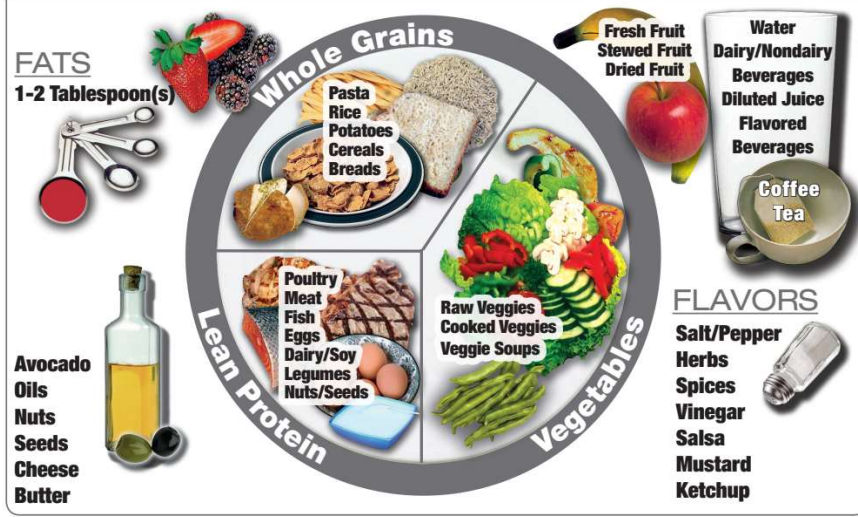
TS
THOMAS STROBL
TRAINING & SPORTERNÄHRUNG

University of Colorado: <https://swell.uccs.edu/theathletesplate>

12



MODERATE TRAINING:



FATS
1-2 Tablespoon(s)

Whole Grains
Pasta
Rice
Potatoes
Cereals
Breads

Lean Protein
Poultry
Meat
Fish
Eggs
Dairy/Soy
Legumes
Nuts/Seeds

Vegetables
Raw Veggies
Cooked Veggies
Veggie Soups

FLAVORS
Salt/Pepper
Herbs
Spices
Vinegar
Salsa
Mustard
Ketchup

Fresh Fruit
Stewed Fruit
Dried Fruit

Water
Dairy/Nondairy
Beverages
Diluted Juice
Flavored
Beverages

Coffee
Tea

Avocado
Oils
Nuts
Seeds
Cheese
Butter

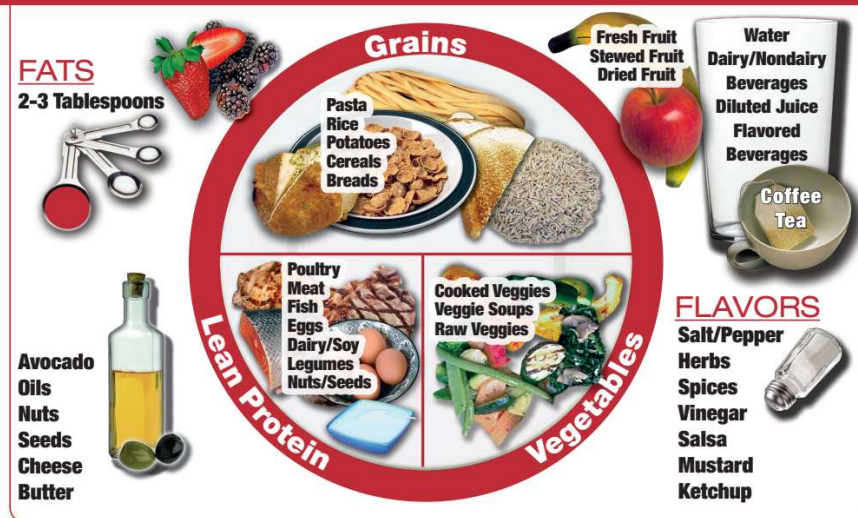
Anmerkung:
Anteil an Gemüse/Obst ist absolut gesehen gleich, wird relativ gesehen aber weniger, da die Gesamtkalorienaufnahme höher ist

University of Colorado: <https://swell.uccs.edu/theathletesplate>

13



HARD TRAINING:



FATS
2-3 Tablespoons

Grains
Pasta
Rice
Potatoes
Cereals
Breads

Lean Protein
Poultry
Meat
Fish
Eggs
Dairy/Soy
Legumes
Nuts/Seeds

Vegetables
Cooked Veggies
Veggie Soups
Raw Veggies

FLAVORS
Salt/Pepper
Herbs
Spices
Vinegar
Salsa
Mustard
Ketchup

Fresh Fruit
Stewed Fruit
Dried Fruit

Water
Dairy/Nondairy
Beverages
Diluted Juice
Flavored
Beverages

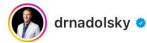
Coffee
Tea

Avocado
Oils
Nuts
Seeds
Cheese
Butter

University of Colorado: <https://swell.uccs.edu/theathletesplate>

14

Energiebalance



drnadolsky

Gefolgt ...

List of diets that work for weight loss without a calorie deficit



How various diets work for weight loss



mysportscience

www.mysportscience.com

@jeukendrup

www.mysportscience.com

Diet name	Short description	How it works
Low carb	Eat fewer carbs and more foods rich in protein and fats	By creating a caloric deficit
Ketogenic	Eat almost no carbs, some protein and mostly fats	By creating a caloric deficit
Paleo	Eat only minimally processed "paleolithic" foods	By creating a caloric deficit
Low fat	Avoid foods high in fats and eat mostly protein and carbs	By creating a caloric deficit
Intermittent fasting	Restrict your eating period to only a few hours every day	By creating a caloric deficit
Weight watchers	Points based system to help with portion control	By creating a caloric deficit
Very low-calorie diet	Eat all ingredients but limit energy intake to 800 kcal per day	By creating a caloric deficit
Juice diet	Consume only fruit and vegetables while abstaining from solid food consumption	By creating a caloric deficit
Raw food diet	Eat raw foods only	By creating a caloric deficit

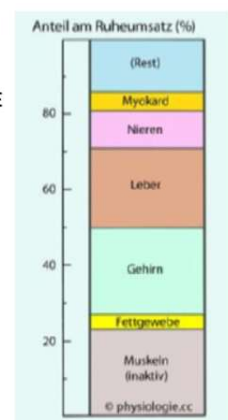
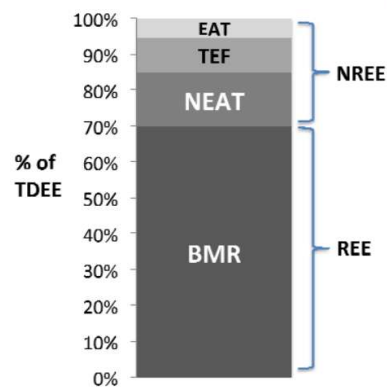


15

Energieverbrauch



- Total daily energy expenditure=
 - Basic metabolic rate + Thermic Effect of Food + Non Exercise Activity Thermogenesis + Exercise Activity Thermogenesis
- Gesamtenergieverbrauch=
 - Grundumsatz x PAL-Wert + Verbrauch durch Training



Trexler et al., 2014

16

Energiebalance

- Zu hohe Energieaufnahme: Aufbau von Körperfett mit einhergehenden gesundheitlichen Folgen
- Zu geringe Energieaufnahme: Gewichtsverlust, Muskelverlust, schlechte Trainingsleistung, schlechte Regeneration, schlechte Lebensqualität, RED-S
- Menge vs. Energiewert: 100 g Schokolade vs. Banane vs. Gurke
- Auf's Etikett sehen oder Handyapp Fddb (Fooddatenbank)

17

Energiebalance

Anpassung je nach Ziel

- Muskelaufbau: +360-480 kcal
- Fettreduktion: -250-1000 kcal (Energieaufnahme darf nie unter Grundumsatz sein!)

Verlauf beobachten und Energieaufnahme anpassen

- Muskelaufbau: 0,25-1 kg Muskelmasse pro Monat
 - Gewichtszunahme 0,5-2 kg pro Monat
 - Bei Frauen x 0,66
- Fettreduktion: -0,25 bis -1 kg pro Woche

18

Makronährstoffverteilung

	Ist-Zustand Zivilisationskost	Soll-Zustand Gesunde Ernährung	Ideal-Zustand Sporternährung
Kohlenhydrate	34–36 kcal %	50–55 kcal %	55–60 kcal %
Fette	40–45 kcal %	28–32 kcal %	25–30 kcal %
Eiweiß	12–14 kcal %	12–16 kcal %	12–18 kcal %
Alkohol	8–10 kcal %	–	–

1 g Fett= 9,3 kcal



1 g Kohlenhydrate = 4,1 kcal



1 g Eiweiß= 4,1 kcal



Konopka, 2013

19

Makronährstoffverteilung

- Eiweiß: 1,2-3,1 g/kg
- Fett: >0,8-1,4 g/kg
- Kohlenhydrate: Rest (>150 g)
- Ballaststoffe: 14 g/ 1000 kcal

Genauer wäre eine Angabe über g/kg fettfreie Körpermasse. Bei Übergewichtigen sollte als das Zielgewicht/Idealgewicht für die Berechnung herangezogen werden.

Es sollten mindestens 1,2 g Eiweiß pro kg Körpergewicht, 1 g Fett pro kg Körpergewicht und 150 g Kohlenhydrate verzehrt werden. Eiweiß und Fett optimieren vor allem die Gesundheit, die Kohlenhydrate gewährleisten eine Versorgung des zentralen Nervensystems mit Glukose (und unterstützen eine ausreichende Aufnahme von Ballaststoffen und Mikronährstoffen).

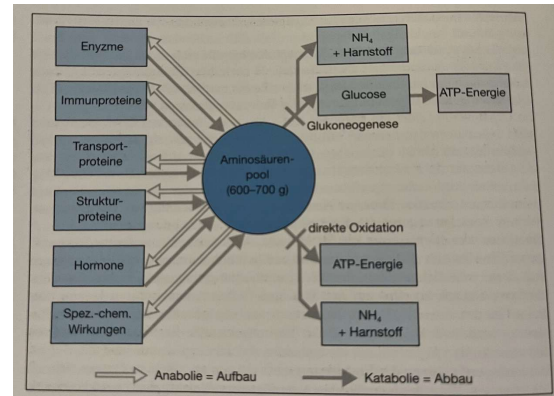
Je nach Zielsetzung und sportlichen Belastungen kann die Aufnahme der jeweiligen Makronährstoffe weiter erhöht werden.

Deutsche Gesellschaft für Ernährung; weitere Quellen siehe Makronährstoffe

20

Eiweiß- Funktionen

- Muskelaufbau
 - Aktin, Myosin, Titin...
- Regeneration
 - Mikrotraumen auch nach z.B. Ausdauertraining
- Hormone
 - Peptidhormone: Insulin, Glucagon, Leptin, Ghrelin...
- Enzyme
- Rezeptoren
- Antikörper
- passive Strukturen
 - Kollagen, Glykoproteine, Proteoglykane...
- Hämoglobin (in roten Blutkörperchen)



Konopka, 2013

21

Eiweißaufnahme- Prioritäten

- I. Gesamtmenge
- II. Verteilung über den Tag
 - Inklusive Mindestmenge pro Mahlzeit
- III. Timing relativ zum Training

Qualität

Wenn der Bio-Lehrer fragt, wie viel Eiweiß man braucht und du endlich deinen Senf abgeben kannst



Aragon, 2022

22

Gesamtmenge

- Gesundheit: 1,2-1,6 g/kg Körpergewicht
- Sport: 1,4-2,0 g/kg Körpergewicht
- Muskelaufbau: 1,6-2,2 g/kg Körpergewicht
- Diät/Muskelerhalt: 2,3-3,1 g/kg Körpergewicht

Lechner et al., 2018; Phillips et al., 2016; Aragon, 2022; Morton et al., 2017; Helms et al., 2014; Longland, 2016

23

Verteilung über den Tag

- 3-4 Mahlzeiten pro Tag mit mindestens 3 Stunden dazwischen
 - Mindestens 20-40 g Eiweiß pro Portion
- } Maximale und häufige Stimulation der Muskelproteinsynthese

Toigo, 2019

24

Timing relativ zum Training

- Das „post-exercise anabolic window“ ist wohl größer als anfangs angenommen
 - Rund um das Training sollten Proteinmahlzeiten konsumiert werden
- Timing ist eher entscheidend bei:
 - Wenig Mahlzeiten pro Tag (bei Intermittent Fasting zwischen den Mahlzeiten trainieren)
 - Training am Morgen
 - Training spät am Abend

Aragon, 2022

25

Gesundheitliche Schäden?

- Bei Nierenerkrankungen wird eine eiweißarme Kost verschrieben, da der Harnstoff nicht mehr ausreichend abgebaut werden kann
- 2,5-3,3 g/kg über 12 Monate → keine Auswirkungen auf Leber- oder Nierenfunktion
- Metastudie aus 40 Studien mit über 1,5 g/kg oder >20 % → keine Auswirkungen auf Niere
- Systematic Review der deutschen Gesellschaft für Ernährung → keine Auswirkungen auf Niere
- Prospektive Kohortenstudie zeigt höheres Risiko für Nierenerkrankungen bei **geringerer** Eiweißaufnahme!
- Nephrologe Uni Graz:
 - 10-14 % der Österreicher sind Nierenkrank, meist asymptomatisch
 - Es gibt ein „zu viel“, wie überall macht die Dosis das Gift

Antonio et al., 2016; Devires et al., 2018; Remer et al., 2023; Kwon et al., 2022

26

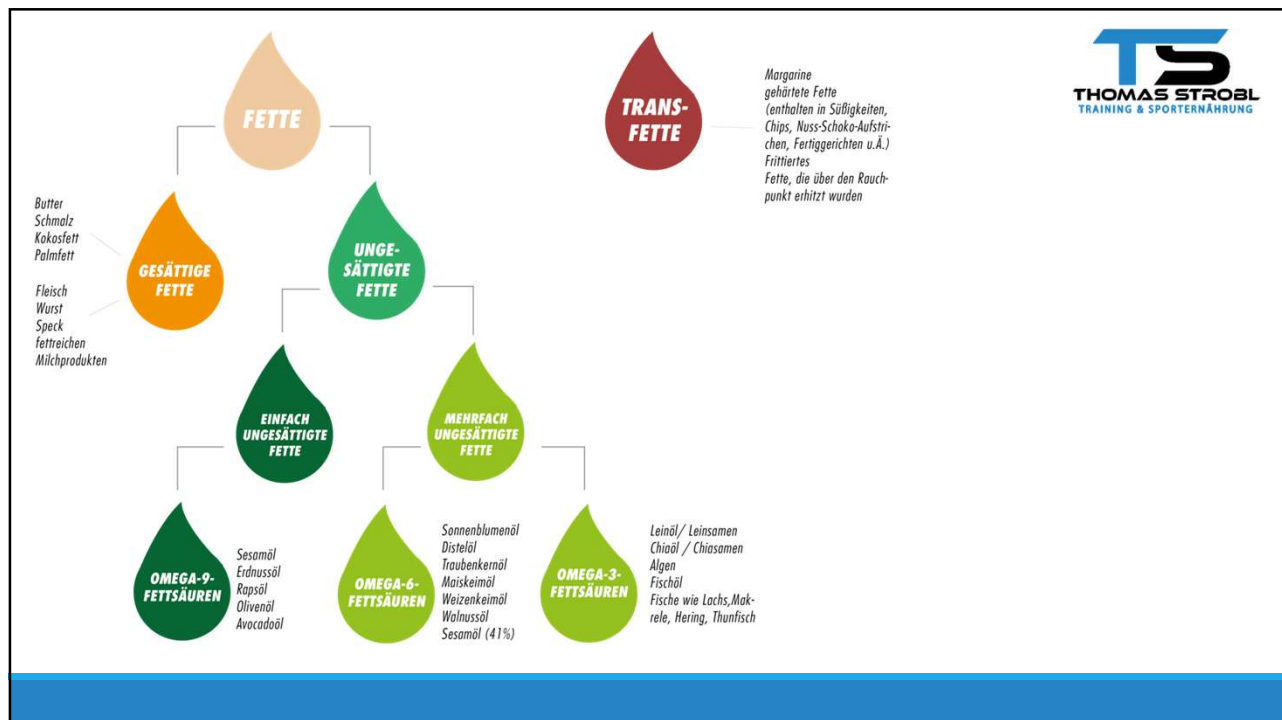
Fett- Funktionen

- Depotfett: Energiespeicher
- Träger fettlöslicher Vitamine (A, D, E, K)
- Cholesterin:
 - Hormone (Testosteron, Östrogen)
 - Vitamin D
 - Gallensäure
- Immunsystem (Eikosanoide, Prostaglandine)
- Strukturelemente für Zellmembranen
- Organfett, Schutz für Organe
- Regeneration (Entzündungen)



Konopka, 2013

27



28

Fettsäuren	Auswirkungen		Vorkommen
Gesättigte FS	Neutral bis negativ	Bei zu vielen gesättigten FS werden zu wenig von notwendigen Nährstoffen aufgenommen, Milchprodukte und Kokosfett wirken eher positiv	Tierische Produkte, Fertigprodukte, Süßigkeiten, Kokosfett
Omega-9-FS	Neutral bis positiv	Positive Effekte wahrscheinlich über Lebensmittelmatrix, cholesterinsenkend	Nüsse, Olivenöl, Rapsöl
Omega-3-FS	Sehr positiv	Beugen kardiovaskulären Erkrankungen vor, entzündungshemmend	Fisch und Algen (EPA und DHA); Walnüsse, Samen, Rapsöl (ALA)
Omega-6-FS	Neutral bis negativ	Essentiell, werden aber ausreichend aufgenommen; mehr führt zu keinen weiteren Effekten	Tierische Produkte (Massentierhaltung), Fertigprodukte, Süßigkeiten, Sonnenblumenöl
Transfettsäuren	Sehr negativ	Erhöhen kardiovaskuläres Risiko und Sterblichkeit	Frittierte Lebensmittel, gehärtete Pflanzenöle, Fertigprodukte

Astrup et al., 2021; DiNicolantonio et al., 2016; Lechner et al., 2018

29



Fettaufnahme

- Gesamt wird meist zu viel Fett gegessen, aber zu wenig von den hochwertigen Fetten
- Lebensmittelmatrix beachten, nicht nur auf Fettsäuren fokussieren!
- „schlechte Fette“: Junk Food (Pizza, Burger, Döner), Süßigkeiten, Fertigprodukte, gebackene Lebensmittel, Wurst, Sonnenblumenöl
- „gute Fette“: Fisch, Nüsse, Samen, Rapsöl, Olivenöl, Eier, Milchprodukte, Kokosfett

30

Fettaufnahme im Detail

- Mindestens 0,8-1,4 g Fett/kg KG
 - Auch mehr ist unproblematisch, sofern noch genügend Raum für Eiweiß und Kohlenhydrate bleibt
- Verhältnis gesättigt zu einfach ungesättigt zu mehrfach ungesättigt = 1:1:1
- Verhältnis Omega 3 zu Omega 6 = 1:2
 - Entscheidend ist aber wohl eher die Gesamtmenge an Omega-3, nicht das Verhältnis
 - HS-Omega-3-Index → Anteil an Omega-3-FS in den Erythrozyten
 - Gesamtmenge Omega-3: mindestens 250 mg, bei kardiovaskulärem Risiko 1,5 g pro Tag
- Lebensmittelmatrix beachten!

Schuler & Aragon, 2024; Lechner et al., 2018; von Schacky, 2019; Rodriguez et al., 2022

31

Kohlenhydrate

Name	Anzahl der Bausteine	Wichtige Vertreter
Monosaccharide (Einfachzucker)		 Glucose (Traubenzucker)  Fructose (Fruchtzucker)  Galactose (Schleimzucker*)
Disaccharide (Zweifachzucker)		 Saccharose (Rohr-, Rübenzucker)  Lactose (Milchzucker)  Maltose (Malzzucker)
Oligosaccharide (Mehrfachzucker)	 bis 10	 Für die menschliche Ernährung von geringer Bedeutung
Polysaccharide (Mehrfachzucker oder Vielfachzucker)	 mehr als 10 bis mehrere 100 000	 Stärke (pflanzlich)  Amylose  Glykogen (tierisch)

Obst, Honig

Haushaltszucker, Softdrinks, Süßigkeiten, Fertigprodukte, Obst

In der Ernährung kaum vorhanden, Sportgetränke

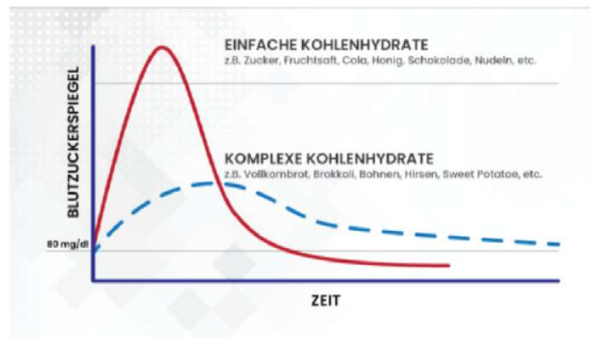
Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln, Getreide (Brot, Nudeln, Haferflocken)

Konopka, 2013

32

Kohlenhydrate

- Komplexe Kohlenhydrate versorgen uns länger mit Energie
- Zucker führt nicht direkt zu Gewichtszunahme, versorgt uns aber weniger lang mit Energie und hält uns nicht so lange satt
- Bei Gesunden kommt es nicht zu einer Unterzuckerung nach der Zufuhr von Zucker-
Nocebo
- Brauchen wir schnell Energie (im Sport), ist eine Zufuhr von einfachen Kohlenhydraten sinnvoll



33

Kohlenhydratqualität

- **Entscheidend ist, was mit der Kohlenhydratquelle noch geliefert wird!**
- Anteil an Ballaststoffen: Kohlenhydrate durch Ballaststoffe pro 100g dividieren
 - <5:1= sehr hochwertig
 - >10:1= weniger empfehlenswert
- Anteil an Mikronährstoffen



Lechner et al., 2018

34

Kohlenhydrataufnahme

- Mindestens 100-150 g (Versorgung Zentralnervensystem und Erythrozyten), bei Sportlern mehr
- Wichtigster Energieträger, Speicher sollten möglichst voll sein damit die Energieflussrate hoch ist

	2-3 TE	3-5 TE	5-7 TE	>7 TE
Ausdauer	2-4	5-6	7-8	8-10
Kraft-/Schnellkraft	2-3	3-4	4-5	5-6
Crossfit	2-3	2-4	4-6	5-8
Spielsport	2-3	2-4	5-7	7-8

(Angaben in g/kg Körpergewicht bei normalem Körperfettanteil)

Konopka, 2013; Nutrition Expert by In-Victus

35

Flüssigkeitszufuhr

- Für volle Funktionalität des Körpers und optimale Gesundheit der Nieren
- 1,2-1,5 Liter Wasser (bei Hitze und Sport mehr)
 - Eine höhere Wasserzufuhr unterstützt beim Gewichtsmanagement
- Gesüßte Getränke wenn nur in Maßen (oder wenn notwendig, um Kalorienzufuhr zu erreichen)
 - Auch Fruchtsäfte liefern wenig Vitamine und keine Ballaststoffe
 - Light-Getränke sollten auch nur als gelegentlicher Süßigkeitenersatz gesehen werden

Beim Sport (wichtig für Leistungsfähigkeit):

- Schon vorher genug trinken, Urin sollte hellgelb bis durchsichtig sein
- Wasser oder stark verdünnte Fruchtsäfte/Sportgetränke, wenn sie vertragen werden



Elmadfa, 2015; Chang et al., 2016; Dennis et al., 2010;

36

Hydration test



1	HYDRATED	You can use this simple scale to see if you're properly hydrated. If your urine colour matches any of the colours between 1-3 then you're hydrated.
2	HYDRATED	
3	HYDRATED	
4	DEHYDRATED	If your urine colour matches any of the colours between 4-8, then you're dehydrated and need to drink more fluids.
5	DEHYDRATED	
6	DEHYDRATED	
7	SEVERELY DEHYDRATED	Caution: If you're using multivitamin supplements then your urine colour may change and may confuse the results. You might notice your urine colour is bright yellow or discoloured.
8	SEVERELY DEHYDRATED	

SCIENCEFORSPORT

37

Mikronährstoffe und bioaktive Substanzen



- Vitamine
 - Lebensnotwendige Verbindungen, die nicht ausreichend im Körper gebildet werden können
- Mineralstoffe
 - Baustoffe und Reglerstoffe
- 50.000 Sekundäre Pflanzenstoffe
 - weitestgehend unerforscht; antioxidative Wirkung, Immunsystem, Vorbeugung von Krebs...
- Ballaststoffe (unverdauliche Kohlenhydrate)
 - >30 g pro Tag, wirken vorbeugend gegen Stoffwechselerkrankungen, wirken positiv auf das Mikrobiom

38

Mikronährstoffe und bioaktive Substanzen



- 5 Portionen bzw. 800 g Obst und Gemüse pro Tag
 - + Ausgewogene Ernährung: Vollkorngetreideprodukte (Brot, Reis, Nudeln, Haferflocken), Hülsenfrüchte, Fisch, Milchprodukte, Eier, Fleisch
- Supplements: Vitamin D3 im Winter
- **Bedarf ist bei Sport bei bestimmten Mikronährstoffen auf das bis zu Dreifache erhöht!**



Konopka, 2013

39

Mikronährstoffe und bioaktive Substanzen



➤ Mischung aus Rohkost und gekochtem (auch davor tiefgefrorenem) Gemüse

- **Rohkost:** manche Mikronährstoffe werden durch Erhitzen zerstört
 - Bis zu einem Drittel der Vitamine gehen bei der Zubereitung verloren
 - Hitzeempfindlich: B1, B6, B12, C, Folat, Pantothenensäure

Tabelle 38 Maximale Kochverluste der Vitamine

Vitamin C	100%	Pantothenensäure	50%
Folsäure	100%	Vitamin B ₉	40%
Vitamin B ₁	80%	Vitamin D	40%
Vitamin B ₂	75%	Vitamin A	40%
Biotin	60%	Niacin	25%
Vitamin E	55%	Vitamin B ₁₂	10%

- **Tiefgefroren:** manche Mikronährstoffe gehen durch Lagerung verloren oder entwickeln sich gar nicht weil unreif geerntet wird
 - Sauerstoffempfindlich: A, B1, C, Folat
 - Lichtempfindlich: A, K, B2, B6, B12, C, Biotin, Folat
- **Gekocht:** manche Mikronährstoffe werden erst durch Kochen bioverfügbar (z.B. Beta-Carotin in Brokkoli oder Karotten, Lycopin in Tomaten)

➤ Am besten bunt, regional und saisonal!

Konopka, 2013; Lee et al., 2018

40

Ballaststoffe

- Gut-Muscle Axis (Darm-Muskel Achse)
 - Eine inadäquate Ernährung kann die intestinale Homöostase stören und zu chronischen Entzündungen führen
 - Ein optimales Mikrobiom könnte Immunsystem verbessern und oxidativen Stress reduzieren. Auch die Muskelproteinsynthese könnte positiv beeinflusst werden.
 - Die Aufnahme von Probiotika kann die athletische Leistungsfähigkeit verbessern.

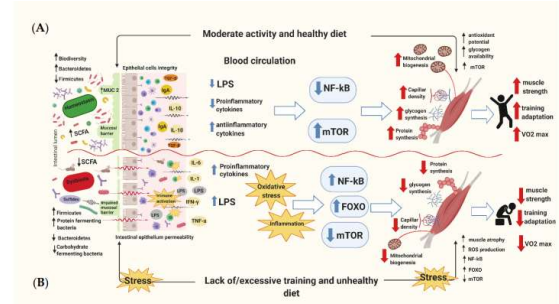


Figure 1. The schematic diagram of combined healthy/unhealthy diet and exercise/lack of exercise action on human skeletal muscle. (A) A properly balanced diet and systematic moderate exercise show both direct and indirect effects to benefit skeletal muscle function by reducing oxidative stress and inflammation status. As a result, this shifts to the higher muscle glycogen storage and increased mitochondrial biogenesis and function, as well as the predominance of anabolic signaling pathways, which increase the aerobic exercise capacity. (B) The opposite effects are observed in the case of an inadequately balanced diet and insufficient or excessive physical effort. This leads to an increase in inflammatory and oxidative stress markers, a decrease in the ability to store muscle glycogen and a reduction of mitochondria function, as well as muscle atrophy and the higher accumulation of body fat.

Przewlocka et al., 2020

41

Ballaststoffe

- Querschnittsuntersuchung an 2680 über 55-jährigen Personen
 - Höhere Ballaststoffaufnahme stand in Zusammenhang mit schnellerer Gehgeschwindigkeit, größerer Distanz beim 6-minute walk test, besseren Zeiten beim „up and go“ Test und stärkerer Griffkraft.
 - Störvariablen wurden rausgerechnet.

Wu et al., 2013

42

Mahlzeitentiming

- Grundsätzlich sehr individuell
- Im Sport 3-5 Mahlzeiten pro Tag
 - Um genügend Kalorien, Eiweiß und Mikronährstoffe aufzunehmen
 - 3-4 Eiweißmahlzeiten
- Eiweiß zeitnah (1-3 Stunden) vor und nach dem Training
- Kohlenhydrate vor dem Training

43

NahrungsERGÄNZUNGSmittel

„Food first, but not always food only“- Close et al., 2022

- Manche Nährstoffe lassen sich nicht in den für Leistungssport adäquaten Mengen aufnehmen
- Manche Nährstoffe sind vielleicht nur in Lebensmitteln, die eine bestimmte Person nicht isst
- Leistungssteigernde Nährstoffe sind vielleicht in zu geringen Mengen in Lebensmitteln
- Konzentrierte Dosen sind vielleicht notwendig, um vorhandene Defizite auszugleichen
- Manche Lebensmittel können nicht unmittelbar bevor oder während dem Sport aufgenommen werden
- Getestet Nahrungsergänzungsmittel können hilfreich sein, wenn die Gefahr von schlechter Lebensmittelhygiene besteht

Close et al., 2022

44

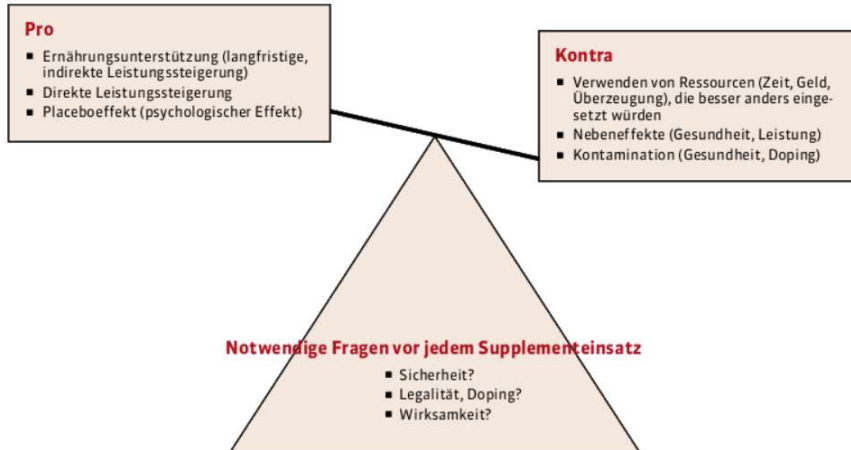


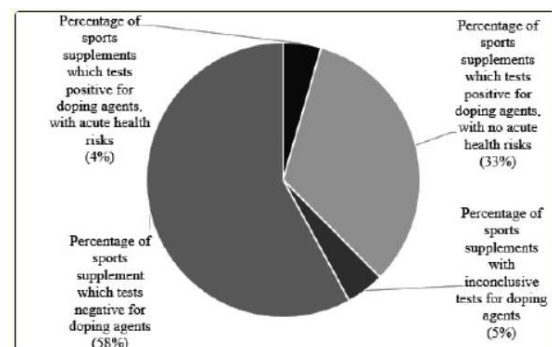
Abbildung 3: Nutzen-Risiko-Abschätzung vor dem Einsatz eines Supplements. Angepasst nach Burke et al (5).

Mettler, 2010

45

Kontamination

- 66 Nahrungsergänzungen, die Muskelaufbau/Fettabbau stimulieren oder Energie boosten sollen, wurden untersucht
- 25 enthielten Substanzen auf der Dopingliste
- 3 Produkte enthielten gesundheitsschädigende Substanzen



Duiven et al., 2021

46

NahrungsERGÄNZUNGSmittel

- Proteinpulver (Menge nach Bedarf)
- 1,5 g Fischöl (EPA und DHA)
- 2000-4000 iE Vitamin D3 (in den Wintermonaten, nach ärztlicher Absprache)
- Sonstige Vitamine und Mineralstoffe nur bei wirklichem Bedarf- ärztlich abstimmen

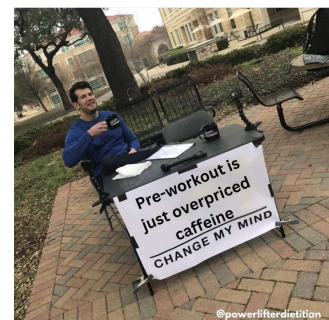
Vorsicht vor Verunreinigungen!

- www.koelnerliste.com
- <https://www.sportintegrity.ch/anti-doping/recht/dopingliste>

47

Supplements im Sport

- Koffein
 - Ausdauer, Maximalkraft, Schnelligkeit, Reaktion, Konzentration
 - 3-6 mg pro kg KG 30-60 Minuten vor Beginn
 - Red Bull 80 mg, Cola 25 mg, Kaffee 50-120 mg
- Kreatin
 - Muskelaufbau, Maximalkraft, Schnellkraft, Schnelligkeit, RSA
 - In Fleisch und Fisch, vom Körper selbst produziert (Arginin, Glycin, Methionin)
 - 3-10 g Kreatinmonohydrat (0,1 g/kg KG)
 - Eventuell 1 Woche Ladephase mit 20 g (4x5) pro Tag



Examine.com

48

Supplements im Sport

- Beta-Alanin
 - Erhöht Carnosinlevel (intrazellulärer Puffer)
 - Bei Belastungszeiten von 0,5-10 Minuten, auch bei Krafttraining
 - 3,2-6,4 g pro Tag (aufgeteilt auf Dosen von 0,8-1,6g) , Effekt nach etwa 4 Wochen
- Stickstoffmonoxid (NO)
 - Durchblutungssteigerung, besserer Nährstoff- und Sauerstofftransport zum Muskel
 - Verbesserte Muskelausdauer
 - Arginin oder **Citrullin**, 6-8 g eine Stunde vor der Belastung

Vorsicht vor Verunreinigungen!

- www.koelnerliste.com
- <https://www.sportintegrity.ch/anti-doping/recht/dopingliste>

Examine.com

49

Low Hanging Fruits- Muskelaufbau



50

Kontakt



Thomas Strobl, MSc MEd

Email: trainer@thomas-strobl.at

Website: www.thomas-strobl.at

Instagram: [ts_training_sporternaehrung](https://www.instagram.com/ts_training_sporternaehrung)

51

Quellen- empfehlenswerte Bücher



- Aragon, A. (2022). *Flexible Dieting: A Science-Based, Reality-Tested Method for Achieving and Maintaining Your Optimal Physique, Performance & Health*. Victory Belt Publishing.
- Carpenter, B. (2023). *Everything Fat Loss. The definite no bullshit guide*.
- Elmadfa, I. (2015). *Ernährungslehre (3. Auflage)*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- Konopka, P. (2013). *Sporternährung: Grundlagen· Ernährungsstrategien· Leistungsförderung*. BLV, GRÄFE UND UNZER Verlag GmbH.
- Nutrition Expert Ausbildung. In-Victus.
- Schoenfeld, M., & Kleiner, S. M. (2020). *Diet Lies and Weight Loss Truths*. Human Kinetics.

52

Quellen

- Ahmad, S. Y., Friel, J., & Mackay, D. (2020). The effects of non-nutritive artificial sweeteners, aspartame and sucralose, on the gut microbiome in healthy adults: secondary outcomes of a randomized double-blinded crossover clinical trial. *Nutrients*, 12(11), 3408.
- Ajinomoto (2020). Ajinomoto Aspartame Technical Booklet. (aufgerufen am 04.05.2020 auf http://www.ajinomoto-aspartame.com/products/pdf/ajinomoto_aspartame_technical.pdf)
- Aleksandrowicz, L., Green, R., Joy, E. J., Smith, P., & Haines, A. (2016). The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. *PloS one*, 11(11), e0165797.
- Antonio, J., Ellerbroek, A., Silver, T., Vargas, L., Tamayo, A., Buehn, R., & Peacock, C. A. (2016). A high protein diet has no harmful effects: a one-year crossover study in resistance-trained males. *Journal of nutrition and metabolism*, 2016.
- Astrup, A., Teicholz, N., Magkos, F., Bier, D. M., Brenna, J. T., King, J. C., ... & Krauss, R. M. (2021). Dietary saturated fats and health: are the US guidelines evidence-based?. *Nutrients*, 13(10), 3305.
- Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou, A. C., Dardavesis, T. I., Williams, J., ... & Chourdakis, M. (2021). Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical nutrition*, 40(5), 3503-3521.
- Barrington, W. E., & Beresford, S. A. (2019). Eating occasions, obesity and related behaviors in working adults: Does it matter when you snack?. *Nutrients*, 11(10), 2320.
- Bonnet, J. P., Cardel, M. I., Cellini, J., Hu, F. B., & Guasch-Ferré, M. (2020). Breakfast skipping, body composition, and cardiometabolic risk: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Obesity*, 28(6), 1098-1109.

53

Quellen

- Chang, T., Ravi, N., Plegue, M. A., Sonnevile, K. R., & Davis, M. M. (2016). Inadequate hydration, BMI, and obesity among US adults: NHANES 2009–2012. *The Annals of Family Medicine*, 14(4), 320-324.
- Burke, L. M., Castell, L. M., Casa, D. J., Close, G. L., Costa, R. J., Desbrow, B., ... & Stellingwerff, T. (2019). International association of athletics federations consensus statement 2019: nutrition for athletics. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(2), 73-84.
- Centers for Disease Control and Prevention- cdc.gov
- Cho, Y., Hong, N., Kim, K. W., Lee, M., Lee, Y. H., Lee, Y. H., ... & Lee, B. W. (2019). The effectiveness of intermittent fasting to reduce body mass index and glucose metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical medicine*, 8(10), 1645.
- Chieng, D., & Kistler, P. M. (2022). Coffee and tea on cardiovascular disease (CVD) prevention. *Trends in cardiovascular medicine*, 32(7), 399-405.
- Close, G. L., Kasper, A. M., Walsh, N. P., & Maughan, R. J. (2022). "Food first but not always food only": recommendations for using dietary supplements in sport. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 32(5), 371-386.
- Dennis, E. A., Dengo, A. L., Comber, D. L., Flack, K. D., Savla, J., Davy, K. P., & Davy, B. M. (2010). Water consumption increases weight loss during a hypocaloric diet intervention in middle-aged and older adults. *Obesity*, 18(2), 300-307.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (o.D.). Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. <https://www.dge.de/gesunde-ernaehrung/dge-ernaehrungsempfehlungen/10-regeln/#c2408> (abgerufen am 26.07.2023).
- Devries, M. C., Sithamparapillai, A., Brimble, K. S., Banfield, L., Morton, R. W., & Phillips, S. M. (2018). Changes in kidney function do not differ between healthy adults consuming higher-compared with lower-or normal-protein diets: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of nutrition*, 148(11), 1760-1775.
- DiNicolantonio, J. J., Harcombe, Z., & O'Keefe, J. H. (2016). Problems with the 2015 Dietary Guidelines for Americans: an alternative. *Missouri medicine*, 113(2), 93.

54

Quellen

- Farvid, M. S., Sidahmed, E., Spence, N. D., Mante Angua, K., Rosner, B. A., & Barnett, J. B. (2021). Consumption of red meat and processed meat and cancer incidence: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *European journal of epidemiology*, 36, 937-951.
- Gardiner, C., Weakley, J., Burke, L. M., Roach, G. D., Sargent, C., Maniar, N., ... & Halson, S. L. (2023). The effect of caffeine on subsequent sleep: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews*, 101764.
- Geyer, H., Parr, M. K., Mareck, U., Reinhart, U., Schrader, Y., & Schänzer, W. (2004). Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids-results of an international study. *International journal of sports medicine*, 25(02), 124-129.
- Greyling, A., Appleton, K. M., Raben, A., & Mela, D. J. (2020). Acute glycemic and insulinemic effects of low-energy sweeteners: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 112(4), 1002-1014.
- Harvie, M. N., Pegington, M., Mattson, M. P., Frystyk, J., Dillon, B., Evans, G., ... & Son, T. G. (2011). The effects of intermittent or continuous energy restriction on weight loss and metabolic disease risk markers: a randomized trial in young overweight women. *International journal of obesity*, 35(5), 714-727.
- Helms, E. R., Zinn, C., Rowlands, D. S., & Brown, S. R. (2014). A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 24(2), 127-138.
- Hevia-Larrain, V., Gualano, B., Longobardi, I., Gil, S., Fernandes, A. L., Costa, L. A., ... & Roschel, H. (2021). High-protein plant-based diet versus a protein-matched omnivorous diet to support resistance training adaptations: a comparison between habitual vegans and omnivores. *Sports Medicine*, 51, 1317-1330.
- Khan, T. A., & Sievenpiper, J. L. (2016). Controversies about sugars: results from systematic reviews and meta-analyses on obesity, cardiometabolic disease and diabetes. *European journal of nutrition*, 55(Suppl 2), 25-43.
- Kwon, Y. J., Park, K., & Lee, J. H. (2022). Low-protein diet is inversely related to the incidence of chronic kidney disease in middle-aged and older adults: results from a community-based prospective cohort study. *European Journal of Nutrition*, 61(7), 3795-3807.

55

Quellen

- Laviada-Molina, H., Molina-Seguí, F., Pérez-Gaxiola, G., Cuello-García, C., Arjona-Villicaña, R., Espinosa-Marrón, A., & Martínez-Portilla, R. J. (2020). Effects of nonnutritive sweeteners on body weight and BMI in diverse clinical contexts: Systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 21(7), e13020.
- Lee, S., Choi, Y., Jeong, H. S., Lee, J., & Sung, J. (2018). Effect of different cooking methods on the content of vitamins and true retention in selected vegetables. *Food science and biotechnology*, 27, 333-342.
- Lechner, K., Erickson, N., Lechner, B., & Horn, F. (2018). Ernährungsempfehlungen beim metabolisch-vaskulären Syndrom. *Aktuelle Ernährungsmedizin*, 43(02), 113-127.
- Lichtman, S. W., Pisarska, K., Berman, E. R., Pestone, M., Dowling, H., Offenbacher, E., ... & Heymsfield, S. B. (1992). Discrepancy between self-reported and actual caloric intake and exercise in obese subjects. *New England Journal of Medicine*, 327(27), 1893-1898.
- Longland, T. M., Oikawa, S. Y., Mitchell, C. J., Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2016). Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. *The American journal of clinical nutrition*, 103(3), 738-746.
- Lytle, J. R., Kravits, D. M., Martin, S. E., Green, J. S., Crouse, S. F., & Lambert, B. S. (2019). Predicting energy expenditure of an acute resistance exercise bout in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 51(7), 1532-1537.
- Ma, X., Chen, Q., Pu, Y., Guo, M., Jiang, Z., Huang, W., ... & Xu, Y. (2020). Skipping breakfast is associated with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. *Obesity research & clinical practice*, 14(1), 1-8.
- Magnuson, B. A., Burdock, G., Doull, J., Kroes, R. M., Marsh, G. M., Pariza, M. W., ... & Williams, G. M. (2007). Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Critical reviews in toxicology*, 37(8), 629-727.
- Matthäus, B. (2014). Fette und Öle: Grundlagenwissen und praktische Verwendung. *Ernährungs Umschau* (3/2014), 162-170
- Maximova, K., Khodayari Moez, E., Dabravolskaj, J., Ferdinands, A. R., Dinu, I., Lo Siou, G., ... & Veugeliers, P. J. (2020). Co-consumption of vegetables and fruit, whole grains, and fiber reduces the cancer risk of red and processed meat in a large prospective cohort of adults from Alberta's Tomorrow Project. *Nutrients*, 12(8), 2265.
- Metcalfe, R. S., Thomas, M., Lamb, C., & Chowdhury, E. A. (2021). Omission of a carbohydrate-rich breakfast impairs evening endurance exercise performance despite complete dietary compensation at lunch. *European Journal of Sport Science*, 21(7), 1013-1021.

56

Quellen

- Mettler, S. (2010). Supplemente und Nahrungsmittel im Sport–grundsätzliche Überlegungen. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin, 4(10), 7-14.
- Mifflin, M. D., St Jeor, S. T., Hill, L. A., Scott, B. J., Daugherty, S. A., & Koh, Y. O. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. The American journal of clinical nutrition, 51(2), 241-247.
- Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., ... & Phillips, S. M. (2018). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. British journal of sports medicine, 52(6), 376-384.
- Oliva-Lozano, J. M., Alacid, F., López-Miñarro, P. A., & Muyor, J. M. (2022). What are the physical demands of sexual intercourse? A systematic review of the literature. Archives of Sexual Behavior, 51(3), 1397-1417.
- Österreichischer Ernährungsbericht 2017- <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=528>
- Phillips, S. M., Chevalier, S., & Leidy, H. J. (2016). Protein "requirements" beyond the RDA: implications for optimizing health. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 41(5), 565-572.
- Peeling, P., Sim, M., & McKay, A. K. (2023). Considerations for the Consumption of Vitamin and Mineral Supplements in Athlete Populations. Sports Medicine, 1-10.
- Remer, T., Kalotai, N., Amini, A. M., Lehmann, A., Schmidt, A., Bischoff-Ferrari, H. A., ... & German Nutrition Society. (2023). Protein intake and risk of urolithiasis and kidney diseases: an umbrella review of systematic reviews for the evidence-based guideline of the German Nutrition Society. European Journal of Nutrition, 1-19.
- Ribeiro, A. S., Nunes, J. P., Schoenfeld, B. J., Aguiar, A. F., & Cyrino, E. S. (2019). Effects of different dietary energy intake following resistance training on muscle mass and body fat in bodybuilders: a pilot study. Journal of human kinetics, 70, 125.

57

Quellen

- Schöftner, C. (2006). Eier als Quelle von Omega-3-Fettsäuren: Analyse des Fettsäureprofils in Eiern von Hühnern unterschiedlicher Haltungsförmn. Diplomarbeit.
- Schuler, L., & Aragon, A. (2014). The Lean Muscle Diet: A Customized Nutrition and Workout Plan--Eat the Foods You Love to Build the Body You Want and Keep It for Life!. New York: Rodale Inc
- Sørensen, L. B., Vasilaras, T. H., Astrup, A., & Raben, A. (2014). Sucrose compared with artificial sweeteners: a clinical intervention study of effects on energy intake, appetite, and energy expenditure after 10 wk of supplementation in overweight subjects. The American journal of clinical nutrition, 100(1), 36-45.
- Slater, G. J., Dieter, B. P., Marsh, D. J., Helms, E. R., Shaw, G., & Iraki, J. (2019). Is an energy surplus required to maximize skeletal muscle hypertrophy associated with resistance training. Frontiers in nutrition, 131.
- Steinert, R. E., Frey, F., Töpfer, A., Drewe, J., & Beglinger, C. (2011). Effects of carbohydrate sugars and artificial sweeteners on appetite and the secretion of gastrointestinal satiety peptides. British Journal of Nutrition, 105(9), 1320-1328.
- Toigo, M. (2019). MuskelRevolution. Springer Berlin Heidelberg.
- Treiber, F. (2021). Faktencheck Ernährungsdschungel- Was wirklich in unserem Essen steckt. Wien: Carl Ueberreuter Verlag.
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., & Norton, L. E. (2014). Metabolic adaptation to weight loss: implications for the athlete. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 11(1), 7.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Prescribing exercise as preventive therapy. Cmaj, 174(7), 961-974.
- Wishnofsky, M. (1958). Caloric equivalents of gained or lost weight. American Journal of Clinical Nutrition, 6, 542-546.

58

Quellen

- Bagheri, R., Moghadam, B. H., Ashtary-Larky, D., Forbes, S. C., Candow, D. G., Galpin, A. J., ... & Wong, A. (2021). Whole egg vs. egg white ingestion during 12 weeks of resistance training in trained young males: A randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(2), 411-419.
- Barakat, C., Pearson, J., Escalante, G., Campbell, B., & De Souza, E. O. (2020). Body recomposition: can trained individuals build muscle and lose fat at the same time?. *Strength & Conditioning Journal*, 42(5), 7-21.
- Crawford, C., Avula, B., Lindsey, A. T., Walter, A., Katragunta, K., Khan, I. A., & Deuster, P. A. (2022). Analysis of select dietary supplement products marketed to support or boost the immune system. *JAMA Network Open*, 5(8), e2226040-e2226040.
- Donnelly, J. E., Sharp, T., Houmard, J., Carlson, M. G., Hill, J. O., Whatley, J. E., & Israel, R. G. (1993). Muscle hypertrophy with large-scale weight loss and resistance training. *The American Journal of clinical nutrition*, 58(4), 561-565.
- Duiven, E., van Loon, L. J., Spruijt, L., Koert, W., & de Hon, O. M. (2021). Undeclared doping substances are highly prevalent in commercial sports nutrition supplements. *Journal of Sports Science & Medicine*, 20(2), 328.
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P. E., & Sundgot-Borgen, J. (2013). Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European journal of sport science*, 13(3), 295-303.
- Garthe, I., Raastad, T., Refsnes, P. E., Koivisto, A., & Sundgot-Borgen, J. (2011). Effect of two different weight-loss rates on body composition and strength and power-related performance in elite athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 21(2), 97-104.
- Han, Q., Xiang, M., An, N., Tan, Q., Shao, J., & Wang, Q. (2024). Effects of vitamin D3 supplementation on strength of lower and upper extremities in athletes: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, 11, 1381301.
- Heilesen, J. L., Machek, S. B., Harris, D. R., Tomek, S., de Souza, L. C., Kieffer, A. J., ... & Funderburk, L. K. (2023). The effect of fish oil supplementation on resistance training-induced adaptations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2174704.
- Heloisa, C. S. A., Esteves, G. P., Barreto, G. H., Longhini, F., Dolan, E., & Benatti, F. B. (2023). The influence of n-3pufa supplementation on muscle strength, mass, and function: A systematic review and meta-analysis. *Advances in Nutrition*, 14(1), 115-127.

Quellen

- Helms, E. R., Spence, A. J., Sousa, C., Kreiger, J., Taylor, S., Oranchuk, D. J., ... & Watkins, C. M. (2023). Effect of small and large energy surpluses on strength, muscle, and skinfold thickness in resistance-trained individuals: A parallel groups design. *Sports Medicine-Open*, 9(1), 102.
- Henselmans, M., Bjørnsen, T., Hedderman, R., & Vårvik, F. T. (2022). The effect of carbohydrate intake on strength and resistance training performance: a systematic review. *Nutrients*, 14(4), 856.
- Heymsfield, S. B., Yang, S., McCarthy, C., Brown, J. B., Martin, C. K., Redman, L. M., ... & Bosy-Westphal, A. (2024). Proportion of caloric restriction-induced weight loss as skeletal muscle. *Obesity*, 32(1), 32-40.
- Hokken, R., Laugesen, S., Aagaard, P., Suetta, C., Frandsen, U., Ørtenblad, N., & Nielsen, J. (2021). Subcellular localization and fibre type-dependent utilization of muscle glycogen during heavy resistance exercise in elite power and Olympic weightlifters. *Acta Physiologica*, 231(2), e13561.
- Kim, J. H., & Kim, J. S. (2023). Effect of bodybuilding athletes' weight loss method on performance factors and immune function. *Journal of exercise rehabilitation*, 19(6), 357.
- King, A., Helms, E., Zinn, C., & Jukic, I. (2022). The ergogenic effects of acute carbohydrate feeding on resistance exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 52(11), 2691-2712.
- Lamon, S., Morabito, A., Arentson-Lantz, E., Knowles, O., Vincent, G. E., Condo, D., ... & Aisbett, B. (2021). The effect of acute sleep deprivation on skeletal muscle protein synthesis and the hormonal environment. *Physiological reports*, 9(1), e14660.
- Lejeune, M. P., Kovacs, E. M., & Westerterp-Plantenga, M. S. (2005). Additional protein intake limits weight regain after weight loss in humans. *British Journal of Nutrition*, 93(2), 281-289.
- Liguori, S., Moretti, A., Paoletta, M., Gimigliano, F., & Iolascon, G. (2024). Role of Magnesium in Skeletal Muscle Health and Neuromuscular Diseases: A Scoping Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(20), 11220.
- Lopes, M. C. O. D. S., Kaippert, V. C., Crovesy, L., de Carvalho, D. P., & Rosado, E. L. (2024). Monounsaturated fat-rich diet reduces body adiposity in women with obesity, but does not influence energy expenditure and substrate oxidation: a parallel randomized controlled clinical trial. *European Journal of Clinical Nutrition*, 78(4), 335-343.

Quellen

- Murphy, C., & Koehler, K. (2022). Energy deficiency impairs resistance training gains in lean mass but not strength: a meta-analysis and meta-regression. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 32(1), 125-137.
- Nedeltcheva, A. V., Kilgus, J. M., Imperial, J., Schoeller, D. A., & Penev, P. D. (2010). Insufficient sleep undermines dietary efforts to reduce adiposity. *Annals of internal medicine*, 153(7), 435-441.
- Pasiakos, S. M., Vislocky, L. M., Carbone, J. W., Altieri, N., Konopelski, K., Freaque, H. C., ... & Rodriguez, N. R. (2010). Acute energy deprivation affects skeletal muscle protein synthesis and associated intracellular signaling proteins in physically active adults. *The Journal of nutrition*, 140(4), 745-751.
- Przewłocka, K., Folwarski, M., Kaźmierczak-Siedlecka, K., Skonieczna-Żydecka, K., & Kaczor, J. J. (2020). Gut-muscle axis exists and may affect skeletal muscle adaptation to training. *Nutrients*, 12(5), 1451.
- Refalo, M. C., Trexler, E. T., & Helms, E. R. (2022). Effect of Dietary Protein on Fat-Free Mass in Energy Restricted, Resistance-Trained Individuals: An Updated Systematic Review With Meta-Regression. *Strength & Conditioning Journal*, 10-1519.
- Roberts, B. M., Helms, E. R., Trexler, E. T., & Fitschen, P. J. (2020). Nutritional recommendations for physique athletes. *Journal of human kinetics*, 71, 79.
- Rosqvist, F., Iggman, D., Kullberg, J., Cedernaes, J., Johansson, H. E., Larsson, A., ... & Risérus, U. (2014). Overfeeding polyunsaturated and saturated fat causes distinct effects on liver and visceral fat accumulation in humans. *Diabetes*, 63(7), 2356-2368.
- Sist, M., Zou, L., Galloway, S. D., & Rodriguez-Sanchez, N. (2023). Effects of vitamin D supplementation on maximal strength and power in athletes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1163313.
- Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J., & Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *The American journal of clinical nutrition*, 93(2), 402-412.
- strongerbyscience.com/protein-science/

61

Quellen

- Therdyothin, A., Prokopidis, K., Galli, F., Witard, O. C., & Isanejad, M. (2024). The effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids on muscle and whole-body protein synthesis: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition reviews*, nuae055.
- Thielecke, F., & Blannin, A. (2020). Omega-3 fatty acids for sport performance—are they equally beneficial for athletes and amateurs? A narrative review. *Nutrients*, 12(12), 3712.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501-528.
- Tutunchi, H., Ostadrahimi, A., & Saghafi-Asl, M. (2020). The effects of diets enriched in monounsaturated oleic acid on the management and prevention of obesity: a systematic review of human intervention studies. *Advances in nutrition*, 11(4), 864-877.
- Weiss, E. P., Jordan, R. C., Frese, E. M., Albert, S. G., & Villareal, D. T. (2017). Effects of weight loss on lean mass, strength, bone, and aerobic capacity. *Medicine and science in sports and exercise*, 49(1), 206.
- Whittaker, J., & Wu, K. (2021). Low-fat diets and testosterone in men: Systematic review and meta-analysis of intervention studies. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 210, 105878.
- Wu, I. C., Chang, H. Y., Hsu, C. C., Chiu, Y. F., Yu, S. H., Tsai, Y. F., ... & Hsiung, C. A. (2013). Association between dietary fiber intake and physical performance in older adults: a nationwide study in Taiwan. *PLoS One*, 8(11), e80209.
- Yang, T. J., Shiu, Y. J., Chen, C. H., Yu, S. Y., Hsu, Y. Y., & Chiu, C. H. (2024). Carbohydrate Mouth Rinses before Exercise Improve Performance of Romanian Deadlift Exercise: A Randomized Crossover Study. *Nutrients*, 16(8), 1248.
- Zhao, S., Xu, Y., Li, J., & Ning, Z. (2024). The effect of plant-based protein ingestion on athletic ability in healthy people—a Bayesian meta-analysis with systematic review of randomized controlled trials. *Nutrients*, 16(16), 2748.

62